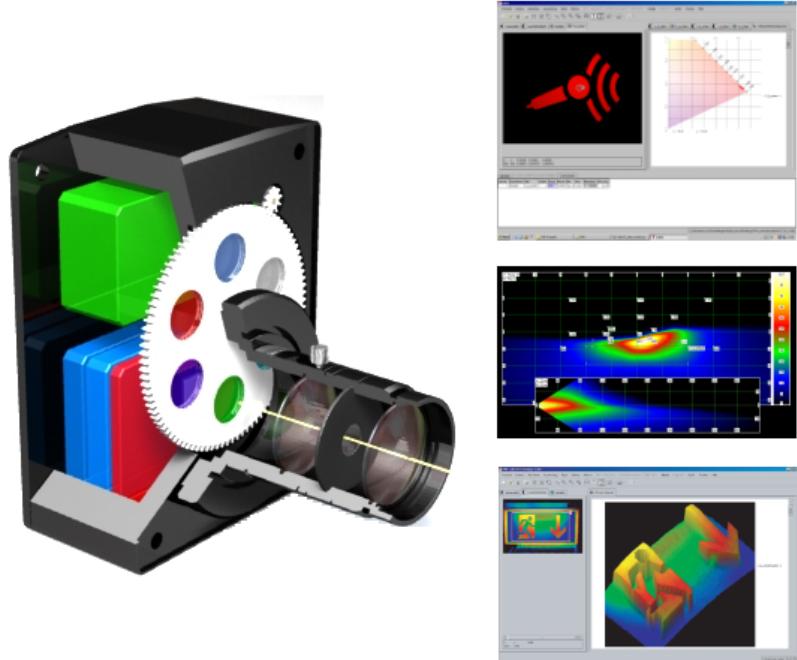


Bedienhandbuch LMK LabSoft



Bearbeiter:
[Ralf Poschmann](#) (Software, Handbuch)
[Udo Krüger](#) (Applikationen, ActiveX, Excel)
[Tobias Porsch](#) (Applikationen, ActiveX, Excel)
[Heiko Kempe](#) (ActiveX, Labview)

18. Juni 2009

[TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH, Ilmenau, Deutschland](#)

Inhaltsverzeichnis

1 Vergleich der Programmversionen	9
2 Schnelleinstieg	11
2.1 Wie starte und beende ich das Programm?	11
2.2 Wo finde ich was?	12
2.3 Wie wechsle ich Kamera und Objektiv im Programm?	14
2.4 Wie bereite ich die Kamera auf die Aufnahme vor?	14
2.5 Wie nehme ich Bilder auf?	17
2.6 Wie ändere ich die Bildanzeige?	17
2.7 Wie definiere ich Messregionen?	19
2.8 Wie verwende ich Koordinatensysteme?	19
2.9 Welche Möglichkeiten bietet der Cursor?	20
2.10 Wie definiere ich statistische Auswertungen?	21
2.11 Welche Bildverarbeitungsmöglichkeiten gibt es?	22
2.12 Wie kann ich Abläufe aufzeichnen und abspielen?	24
2.13 Welche Farbauswertungsmöglichkeiten gibt es?	24
2.14 Wie kann ich Ergebnisse drucken oder exportieren?	25
2.15 Wie kann ich Ergebnisse für eine spätere Auswertung speichern?	26
2.16 Wie kann das Programm mit anderen Programmen zusammenarbeiten?	27
2.17 Wo erhalte ich Hilfe?	27
3 Starten und Beenden des Programms	29
3.1 Starten des Programms	29
3.2 Beenden des Programms	30
3.3 Hauptfenster der Applikation	31
3.3.1 Hauptmenü	31
3.3.2 Schaltfeldleiste	34
3.3.3 Bildanzeige	36
3.3.4 Tabellen und Grafiken	37
3.3.5 Kontextmenüs	38
4 Kamera, Objektiv und Rekalibrierung	41
4.1 Installieren neuer Kalibrierdaten	41
4.2 Auswahl von Kamera und Objektiv	41
4.3 Einstellung von Kamera- und Objektiveigenschaften	42
4.3.1 Farbfaktoren	45
5 Aufnahme von Bildern	49
5.1 Aufnahme von Kamerabildern	49

Inhaltsverzeichnis

5.1.1	Fortlaufenden Bildeinzug einschalten (Live-Mode)	49
5.1.2	Fortlaufenden Bildeinzug ausschalten (Freeze-Mode)	49
5.1.3	Bildeinzugseigenschaften ändern	49
5.2	Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern	51
5.2.1	Aufnahmealgorithmen	51
5.2.2	Parametrierung der Aufnahmen	52
5.2.3	Durchführung der Aufnahmen	54
5.2.4	Liveaufnahme	55
5.3	Aufnahmen mit der LMK mobile advanced	56
6	Messreihen	59
6.1	Aufnehmen	60
6.1.1	Manuelle Aufnahmeserie	60
6.1.2	Zeitgesteuerte Aufnahmeserie	62
6.1.3	Dateigesteuerte Aufnahmeserie	63
6.2	Parameter	64
6.2.1	Bildverzeichnis	64
6.2.2	Zeitliste	65
6.3	Auswerten	68
6.3.1	Zusammensetzen von Bildern	68
6.3.2	Bildkonverter	69
7	Protokolle	71
8	Bilder	73
8.1	Ein- und Ausgabe	73
8.1.1	Laden und Speichern	73
8.1.2	Kopieren und Einfügen	73
8.1.3	Drucken	74
8.2	Vergrößerung der Anzeige	75
8.3	Skalierung der Anzeige	75
8.4	Farbpaletten für Schwarzweißbilder	77
8.4.1	Benutzerdefinierte Palette	78
8.4.2	Isofarbenpalette	80
8.5	Farbräume für Farbbilder	82
8.6	Weitere Möglichkeiten	84
8.6.1	Duplizieren und Füllen	84
8.6.2	Bildeigenschaften	84
8.6.3	Bild in Textdatei exportieren	85
9	Messregionen	87
9.1	Messregionen mit der Maus bearbeiten	87
9.1.1	Erstellen einer Region	87
9.1.2	Regionen markieren	88
9.1.3	Regionen verschieben	88
9.1.4	Regionen duplizieren	89
9.1.5	Regionen löschen	89
9.1.6	Konturpunkt verschieben	89

9.1.7	Konturpunkt einfügen	89
9.1.8	Konturpunkt löschen	90
9.1.9	Änderungen rückgängig machen	90
9.2	Messregionen im Dialog bearbeiten	91
9.3	Laden und Speichern	93
9.4	Kopieren und Einfügen	94
9.4.1	Kopieren und Einfügen der gesamten Regionenliste	94
9.4.2	Kopieren und Einfügen mehrerer markierter Regionen	95
9.4.3	Kopieren und Einfügen eines markierten Rechtecks	95
9.5	Regionen füllen	97
9.6	Gleiche Regionenlisten in verschiedenen Bildern	97
10	Koordinatensysteme	99
10.1	Kartesisches Koordinatensystem	100
10.2	Polarkoordinatensystem	101
11	Cursoren	103
11.1	Cursortypen	103
11.1.1	Standardcursor	103
11.1.2	Liniencursor	104
11.1.3	Rechteck- und Kreiscursor	104
11.2	Parametrierung der Cursoren	105
12	Statistische Auswertungen	107
12.1	Erstellen und Parametrieren einer Statistik	108
12.1.1	Standardstatistik	108
12.1.2	Schnitte	110
12.1.3	Histogramme	112
12.1.4	Projektionen	114
12.1.5	Leuchtdichteobjekte	115
12.1.6	Integralobjekte	117
12.1.7	Symbolobjekte in Leuchtdichtebildern	119
12.1.8	Symbolobjekte in Farbbildern	120
12.1.9	3D-Ansichten	122
12.1.10	Farbwertdiagramme	123
12.2	Statistiktypdialog	125
12.3	Statistikparameterdialog	129
12.4	Ergebnisansichten einer Statistik	133
12.4.1	Standardtabellen	134
12.4.2	Wertetabellen	137
12.4.3	Grafiken der Standardstatistik	138
12.4.4	Grafiken der Kurvenverläufe	139
12.4.5	Farbwertdiagramme	142
12.4.6	3D-Ansichten	145
13	Bildverarbeitung und Auswertungsbilder	149
13.1	Nutzung von Auswertungsbildern	151
13.2	Kopieren von Anzeigeoptionen in andere Bilder	152

Inhaltsverzeichnis

13.3 Ein- und Zweifensteransicht	153
13.4 Zuordnung von Regionenlisten	154
13.5 Projektive Entzerrung	155
13.6 Koordinatentransformation	157
13.7 Isoliniendarstellung	159
13.8 Bildverarbeitung	161
13.8.1 Registerkarte „Allgemein“	162
13.8.2 Registerkarte „Arithmetik“	164
13.8.3 Registerkarte „Messagebox“	167
13.9 Aufzeichnung wiederkehrender Operationen	168
14 Farbbildauswertung	171
14.1 Zerlegen in Farbauszüge	172
14.2 Verschmelzen von Farbauszügen	173
14.3 Farbdifferenz berechnen	173
14.3.1 Farbdifferenz zwischen zwei Bildern	174
14.3.2 Farbdifferenz zu einer Farbe	175
15 Drucken und Exportieren	177
15.1 Direktdruck von Bildern, Tabellen, Grafiken und Diagrammen	177
15.2 Kopieren über die Zwischenablage	178
15.3 Export nach Microsoft Word	179
15.4 Export nach Microsoft Excel	184
16 Externe Steuerung des Programms	187
16.1 ActiveX-Server-Schnittstelle	187
16.1.1 Einführung	187
16.1.2 Vorbereitung von MS Excel	189
16.1.3 Beispiel 1: Testrahmen in MS Excel	190
16.1.4 Beispiel 2: Linearitätsmessung in MS Excel	191
16.1.5 Vorbereitung in NI LabView	194
16.1.6 Beispiel 3: Messreihe in LabView	196
16.2 Tcl als Scriptsprache	198
16.2.1 Grundlagen von Tcl	198
16.2.2 Verwendung von Tcl in LabSoft	200
17 Formate	205
17.1 Bilder	205
17.1.1 Binärformate *.pus, *.pf, *.pcf	206
17.1.2 Textformat *.txt	207
17.1.3 Farbbildformat *.cos	208
17.1.4 Export von Bildern in einem Textformat mit Koordinatensystem	209
17.2 Regionenlisten	211
17.3 Messwerttabellen	212
18 Farbmatrik	213
18.1 Farbräume	213
18.1.1 CIE-RGB, sRGB, EBU-RGB, User-RGB	213
18.1.2 Lxy, Luv, Lu'v', L*u*v*, C*h*s*uv, L*a*b*, C*h*ab	215

Inhaltsverzeichnis

18.1.3 HSL-Farträume wie HSI und HSV	217
18.1.4 WST-Farbraum	218
18.1.5 LWS-Farbraum	218
18.1.6 Lrg-Farbraum	219
18.2 Farbabstände	219
19 Tastaturkürzel	221

Inhaltsverzeichnis

1 Vergleich der Programmversionen

Funktion	Simple	Simple Color	Normal	Normal Color
Aufnahme von Leuchtdichtebildern	x	x	x	x
Aufnahme von Farbbildern		x		x
LiveAufnahme			x	x
Messreihen			x	x
Statistische Auswertungen	x	x	x	x
3D-Darstellung der Leuchtdichte	x	x	x	x
Projektive Entzerrung	x	x	x	x
Isolinien	x	x	x	x
Koordinatentransformation			x	x
Zusätzliche Auswertungsbilder	1	1+1	N	N
Bildverarbeitungsalgorithmen			x	x
Benutzerdefinierte Makros abspielen	x	x	x	x
Benutzerdefinierte Makros aufnehmen			x	x
Berechnung von Farbdifferenzen		x		x
Farbwertdiagramme		x		x
Zerlegen und Zusammensetzen von Farbbildern				x
Datenexport nach MS Word und MS Excel	x	x	x	x
ActiveX-Programmierschnittstelle	o	o	o	o
Objektive	1	1	N	N
Bewegungseinheiten			x	x
Photometer			x	x

Legende

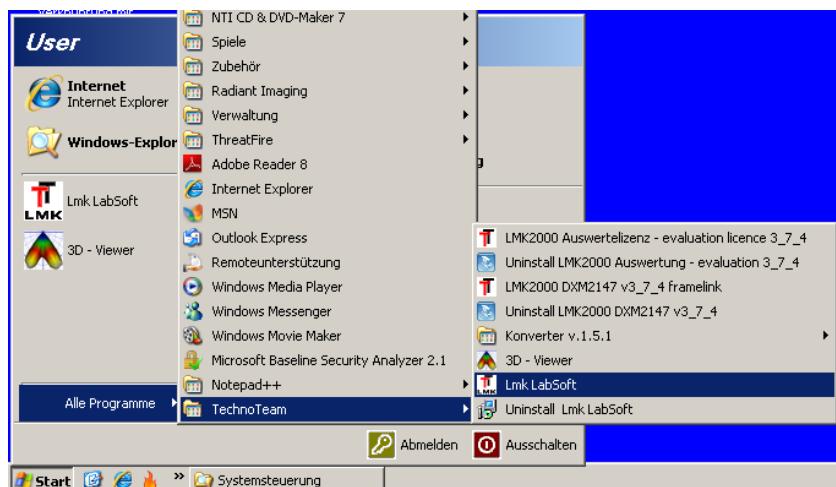
- x Möglichkeit ist vorhanden.
- o Möglichkeit ist optional.
- 1 Ein monochromes Auswertungsbild bzw. ein Objektiv.
- 1+1 Ein monochromes und ein farbiges Auswertungsbild.
- N Beliebig viele Auswertungsbilder bzw. Objektive.

1 Vergleich der Programmversionen

2 Schnelleinstieg

2.1 Wie starte und beende ich das Programm?

Das Programm wird über das Windows-Startmenü geöffnet, im Beispiel mit „START | PROGRAMME | TECHNOTEAM | LMK LABSOFT“, oder durch einen Doppelklick auf ein entsprechendes Starticon.



Ist auf dem entsprechenden Rechner eine Kamera installiert, dann wird beim Programmstart der Dialog „AUSWAHL VON KAMERA UND OBJEKTIV“ geöffnet. In diesem Dialog kann man entweder die zu verwendende Kamera-Objektiv-Kombination oder die Auswertungsversion ohne Hardwarenutzung auswählen. Auf Rechnern ohne installierte Kamera erscheint dieser Dialog nicht und es wird sofort die Auswertungsversion der Software gestartet. Siehe dazu Abschnitt 4.2 auf Seite 41.



2 Schnelleinstieg

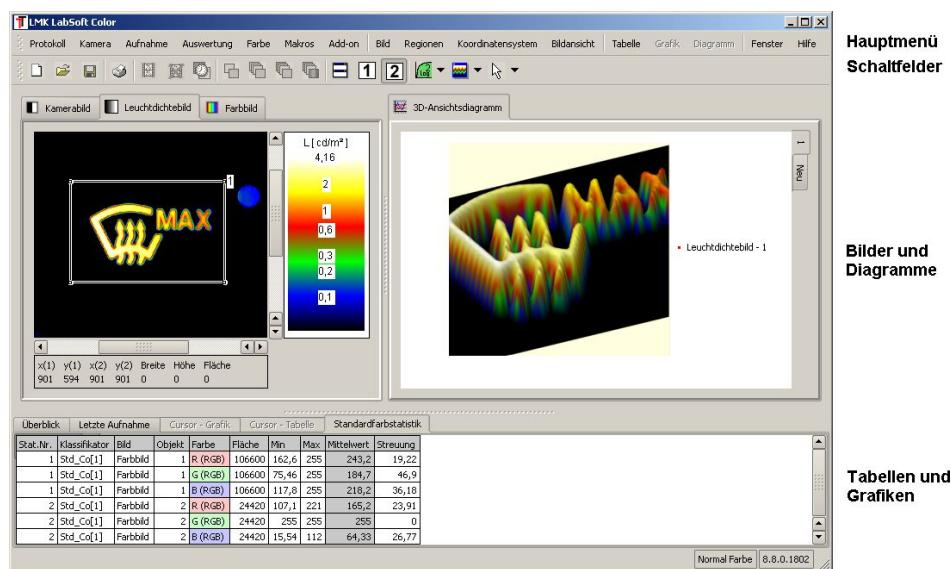
Ebenfalls beim Programmstart ist es möglich, den Zustand zu rekonstruieren, in dem das Programm zuvor verlassen wurde. Dazu ist die Frage „LETZTE EINSTELLUNGEN WIEDERHERSTELLEN?“ mit „Ja“ zu beantworten.



Um einen Zustand rekonstruieren zu können, muss er beim Programmende gespeichert werden. Dazu muss die entsprechende Frage „EINSTELLUNGEN SPEICHERN?“ mit „Ja“ beantwortet werden. Siehe auch Kapitel 3 ab Seite 29.

2.2 Wo finde ich was?

Nach dem Programmstart und dem eventuellen Laden eines zuvor gespeicherten Programmzustands befindet man sich im Hauptfenster der Applikation. Für eine ausführliche Dokumentation siehe Abschnitt 3.3 auf Seite 31.



Das Hauptmenü enthält die aktuell zugänglichen Menüpunkte:

- Die Menüpunkte „PROTOKOLL“ bis „ADD-ON“ enthalten Popupmenüs, mit denen Funktionen wie die Aufnahme neuer Bilder, das Ändern von Kameraparametern oder verschiedene Bildverarbeitungsoperationen aufgerufen werden können. Die Popupmenüs „FENSTER“ und „HILFE“ am rechten Rand des Hauptmenüs beeinflussen ebenfalls das Aussehen und Verhalten des gesamten Programms.
- Die Menüpunkte „BILD“ bis „BILDANSICHT“ enthalten Popupmenüs, mit denen die Anzeige des aktuell sichtbaren Bilds geändert und dieses Bild zum Beispiel gespeichert werden kann.

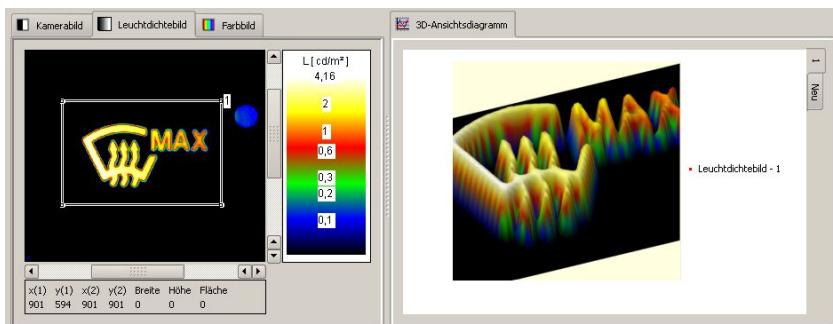
- Das Popupmenü „TABELLE“ ist zugänglich, wenn im unteren Teil des Programms im Karteikasten eine Tabelle angezeigt wird. Mit Hilfe der Menüpunkte dieses Menüs kann diese Tabelle z.B. gespeichert, in die Zwischenablage kopiert oder gedruckt werden.
- Ähnlich verhält es sich mit dem Popupmenü „GRAFIK“. Dessen Menüpunkte können verwendet werden, wenn im unteren Programmberreich eine Grafik (z.B. ein Leuchtdicheschnitt oder ein Histogramm) angezeigt wird.
- Die Menüpunkte des Popupmenüs „DIAGRAMM“ sind zugänglich, wenn ein Hufesendiagramm einer Farbbildstatistik oder eine 3d-Ansicht eines monochromen Bildes angezeigt wird. Diese Diagramme werden nicht im unteren Karteikasten zusammen mit den Tabellen und Grafiken der Statistiken angezeigt, sondern im oberen Karteikasten gemeinsam mit den Bildern.

Unterhalb des Hauptmenüs enthält eine Schaltfeldleiste einige der wichtigsten Menübefehle. Damit sind diese direkt mit einem Mausklick erreichbar. Bewegt man die Maus über einen dieser Schalter, dann wird für eine kurze Zeit ein Hilfetext zu diesem Schalter angezeigt.

Im mittleren Teil des Programmfensters sind alle Bilder enthalten, mit denen im Programm gearbeitet wird. Es gibt immer ein KAMERABILD und ein LEUCHTDICHTEBILD. Das FARBBILD ist nur vorhanden, wenn mit einer Farb-Auswertungsversion oder mit einer Farbkamera gearbeitet wird. Zusätzlich kann der Benutzer weitere Auswertungsbilder anlegen, in denen ebenfalls mit Messregionen, Statistiken und Bildverarbeitungsoperationen gearbeitet werden kann.

In diesem mittleren Teil werden auch die Hufesendiagramme der Statistiktypen „HUF-EISENLINIENDIAGRAMM“, „HUF-EISENFLÄCHENDIAGRAMM“ und „FARBSYMBOLOBJEKT“ für Farbbilder sowie die „3D-ANSICHT“ für monochrome Bilder angezeigt.

Um eine bessere Übersicht zu haben, Bilder miteinander vergleichen zu können oder ein Bild und ein Diagramm gleichzeitig betrachten zu können, gibt es zusätzlich zur standardmäßig eingestellten Einfensteransicht eine Zweifensteransicht. In dieser kann die Zuordnung der Bilder und Diagramme zur linken oder rechten Seite frei gewählt werden.



Im Karteikasten am unteren Rand des Programms werden die Tabellen und Diagramme der statistischen Auswertungen dargestellt. Wie bereits erwähnt wurde, beeinflusst die hier ausgewählte Ansicht die Popupmenüs „TABELLE“ und „GRAFIK“ im Hauptmenü. Zusätzlich zu den Ergebnisdarstellungen der Statistiken gibt es:

2 Schnelleinstieg

- Eine Tabelle „ÜBERBLICK“, die eine Liste aller im Programm angelegten Statistiken enthält.
- Die Ansichten „CURSOR - TABELLE“ und „CURSOR - GRAFIK“, die aktiv sind, wenn im aktuellen Bild mit einem Linien-, Kreis- oder Rechteckcursor gearbeitet wird.
- Eine Tabelle „LETZTE AUFNAHME“, in der die Aufnahmeparameter und Ergebnisse der letzten Leuchtdichte- oder Farbaufnahme gespeichert sind.

Überblick	Letzte Aufnahme	Cursor – Grafik		Cursor – Tabelle		Standardfarbstatistik		3D-Ansichtsdigramm	
Stat.Nr.	Klassifikator	Bild	Objekt	Farbe	Fläche	Mn	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	R (RGB)	23180	0	141	24,83	45,01
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	G (RGB)	23180	0	24,5	2,632	5,645
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	B (RGB)	23180	0	255	61,94	109,4
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	R (RGB)	23180	136,3	249,5	194,5	24,16
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	G (RGB)	23180	255	255	255	0
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	B (RGB)	23180	94,31	187,3	141,2	25,15

In der Statuszeile des Programms findet man Angaben zur Programmversion, zur verwendeten Kamera und dem Objektiv sowie zum zuletzt geladenen oder gespeicherten Messprotokoll.

2.3 Wie wechsle ich Kamera und Objektiv im Programm?

Ein beliebiger Wechsel der Kamera und des Objektivs ist nicht nur zum Programmstart, sondern auch während der Arbeit mit dem Programm möglich. Nach dem Aufruf des Menüpunkts „KAMERA | ÄNDERN“ wird der Dialog „AUSWAHL VON KAMERA UND OBJEKTIV“ geöffnet, in dem man seine neue Wahl treffen kann. Nach einer Veränderung werden die für die entsprechende Kamera-Objektiv-Kombination notwendigen Kalibrierdaten geladen. So wie es möglich ist, zwischen verschiedenen Kameras und Objektiven zu wechseln, genauso kann man zwischen einer Version mit und einer ohne Nutzung der Aufnahmehardware wählen. In diesem Fall ist im Dialog die Option „KEINE KAMERA | KEIN OBJEKTIV“ zu markieren, siehe auch Abschnitt [4.2](#) auf Seite [41](#).

2.4 Wie bereite ich die Kamera auf die Aufnahme vor?

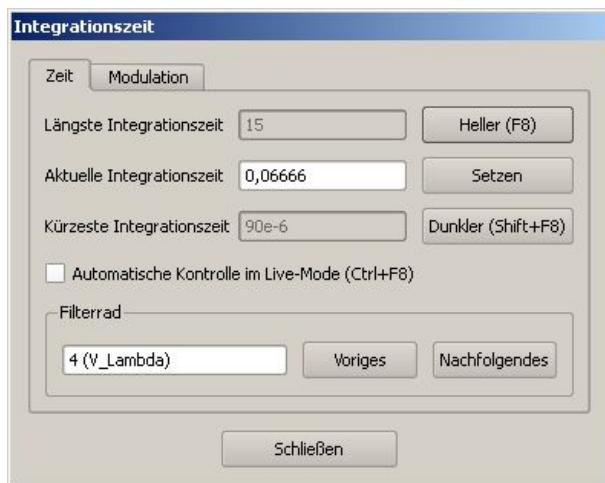
Die Kameras und Objektive werden mit den für ihre Verwendung benötigten Kalibrierdaten ausgeliefert. Einige Anpassungen sind aber vor einer Aufnahme trotzdem notwendig oder empfehlenswert. Dazu gehören:

- Die Anpassung an die Helligkeit der aufzunehmenden Szene durch die Wahl einer geeigneten Belichtungszeit oder eines Neutralgraufilters.
- Die Einstellung eines fokussierbaren Objektivs bzw. die Wahl des Aufnahmearstands bei nicht fokussierbaren Objektiven.
- Die Anpassung der spektralen Korrekturdaten von Farbkameras bei Aufnahme schmalbandiger Lichtquellen.

Die Einstellung einer geeigneten Belichtungszeit der Kamera nimmt man am besten vor, in dem man die Kamera in den LIVE-MODE schaltet. In diesem Mode werden von

2.4 Wie bereite ich die Kamera auf die Aufnahme vor?

der Kamera fortlaufend Bilder aufgenommen und im KAMERABILD angezeigt. Diesen Mode startet man mit dem Menüpunkt „KAMERA | LIVE“ oder mit dem entsprechenden Schnellstartfeld . Im sich gleichzeitig öffnenden Dialog „BELICHTUNGSZEIT“ kann man das Bild durch Wahl einer anderen Belichtungszeit heller oder dunkler machen. Die Möglichkeiten in diesem Dialog sind im Abschnitt [5.1.3](#) auf Seite [49](#) beschrieben.



Der Abschnitt FILTERRAD ist nur bei einer Filterrad-Farbkamera vorhanden. Auf der Registerkarte MODULATION kann bei Bedarf die Betriebsfrequenz der Lichtquelle eingestellt werden. Mit dem Menüpunkt „KAMERA | FREEZE“ oder mit dem Schnellstartfeld  wird der LIVE-MODE wieder beendet.

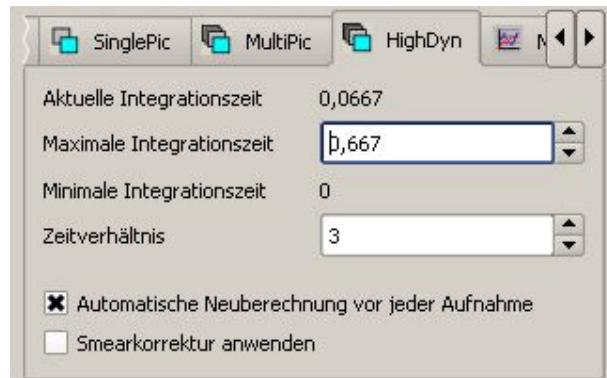
Besonders bei kleinen interessierenden Objekten im Bild ist eine scharfe optische Abbildung sehr wichtig, weil es sonst zu großen Abweichungen zwischen den gemessenen und den tatsächlichen photometrischen und colorimetrischen Werten kommt. Da sich bei fokussierbaren Objektiven die optischen Eigenschaften in Abhängigkeit von der Messentfernung ändern, muss vor der Aufnahme eines Leuchtdichte- oder Farbbilds das Programm über den eingestellten Fokus informiert werden. Die Einstellung erfolgt im Dialog AUFNAHMEOPTIONEN, den man mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | EIGENSCHAFTEN“ öffnen kann.

2 Schnelleinstieg



In diesem Dialog können alle Einstellungen vorgenommen werden, die für die Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern wichtig sind. Eine ausführliche Beschreibung aller Möglichkeiten zur Einstellung von Kamera und Objektiv findet man im Abschnitt [4.3](#) auf Seite [42](#).

2.5 Wie nehme ich Bilder auf?



Im vorhergehenden Abschnitt wurde bereits auf den Dialog AUFNAHMEOPTIONEN hingewiesen. Dieser enthält ebenfalls die Registerkarten SINGLEPIC, MULTIPIC und HIGHDYN, auf denen Parameter der verschiedenen Aufnahmeverfahren eingestellt werden können. Die Einstellung der Optionen für die Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern ist ausführlich im Abschnitt 5.2.2 auf Seite 52 beschrieben. In der überwiegenden Zahl der Anwendungsfälle muss man aber hier keine Veränderungen der Vorgabewerte vornehmen und kann sofort nach der Wahl einer geeigneten Belichtungszeit ein Leuchtdichte- bzw. Farbbild mit einem der vier vorhandenen Verfahren aufnehmen:

- Mit Hilfe des SINGLEPIC-Algorithmus wird ein Kamerabild aufgenommen und in ein Leuchtdichtebild umgerechnet. Man startet eine Aufnahme mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | SINGLEPIC“ oder dem Schnellstartfeld
- Der MULTIPIC-Algorithmus nimmt nacheinander mehrere Kamerabilder mit derselben Belichtungszeit auf und verrechnet sie zu einem gemeinsamen Leuchtdichtebild. Durch die Verwendung mehrerer Kamerabilder wird das Rauschen im berechneten Leuchtdichtebild verringert. Eine Aufnahme wird durch den Menüpunkt „AUFNAHME | MULTIPIC“ oder das Schnellstartfeld begonnen.
- Mit dem HIGHDYN-Algorithmus werden mehrere Kamerabilder mit verschiedenen Belichtungszeiten zu einem Leuchtdichtebild verrechnet. Durch die Verwendung verschiedener Zeiten ist die Bewältigung eines höheren Dynamikumfangs in der aufgenommenen Szene möglich. Eine Aufnahme wird mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | HIGHDYN“ oder das Schnellstartfeld erzeugt.
- Nur bei der Arbeit mit einer Farbkamera steht der FARBHIGHDYN-Algorithmus zur Verfügung. Hier werden bei Verwendung einer Filterradkamera viele Kamerabilder sowohl mit unterschiedlichen Belichtungszeiten als auch unterschiedlichen Farbfiltern zu einer Farbaufnahme verrechnet. Zum Start einer solchen Aufnahme kann man den Menüpunkt „AUFNAHME | COLORHIGHDYN“ oder das Schnellstartfeld verwenden.

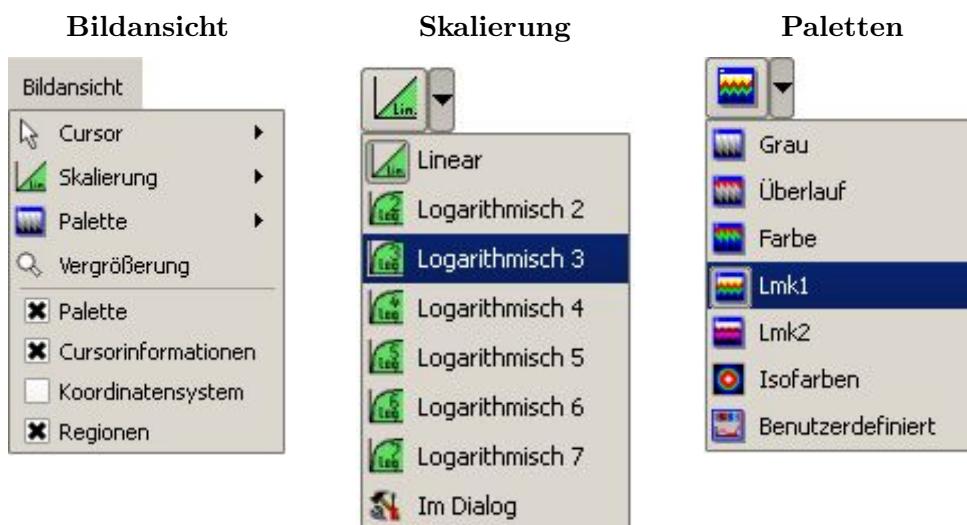
2.6 Wie ändere ich die Bildanzeige?

Die Anzeige jedes Bilds kann vergrößert oder verkleinert werden, sodass man entweder das gesamte Bild oder aber den interessierenden Bereich in einer vergrößerten Darstel-

2 Schnelleinstieg

lung betrachten kann. Die einfachste Möglichkeit der Auswahl eines Bereichs ist mit Hilfe der Maus möglich.

- Mit dem Scrollrad wird die Vergrößerung eingestellt. Scrollt man nach vorn, wird die Vergrößerung erhöht. Scrollt man nach hinten, kann sie solange verkleinert werden, bis wieder das gesamte Bild zu sehen ist.
- Passt nicht das gesamte Bild in die Anzeige, kann man den sichtbaren Bereich mit den waagerechten und senkrechten Scrollbalken einstellen.
- Eine weitere Möglichkeit ist die Einstellung der Vergrößerung und der Sichtbarkeit eines Bildausschnitts mit Hilfe des Dialogs BILDVERGRÖSSERUNG, siehe dazu den Abschnitt 8.2 auf Seite 75.



Der Dynamikbereich der Schwarzweiß- oder Farbwerte eines Bildes kann so groß sein, dass man bei einer linearen Skalierung die hellen und dunklen Bildbereiche am Bildschirm nicht gleichzeitig gut sehen kann. In diesen Fällen kann mit einer logarithmischen Skalierung gearbeitet werden. Die einfachste Möglichkeit, die Skalierung zu wechseln, bietet das aufklappbare Schaltfeld in der Schaltfeldleiste. Die Möglichkeiten der Skalierung sind im Abschnitt 8.3 auf Seite 75 beschrieben.

Jedem Schwarzweißbild können verschiedene Farbpaletten zugewiesen werden, die eine pseudocolorierte Darstellung dieses Bildes gestatten. Neben den vordefinierten Paletten besteht die Möglichkeit, eigene Paletten zu definieren, Leuchtdichtebereiche mit frei wählbaren Schwellwerten und Farben zu kennzeichnen. Der Zugriff auf die Paletten ist am einfachsten über das entsprechende Schaltfeld in der Schaltfeldleiste. Farbpaletten sind beginnend mit dem Abschnitt 8.4 auf Seite 77 dokumentiert.

Die Sichtbarkeit verschiedener Fensterkomponenten kann geändert werden, dazu gehören die Farbpalette, das Koordinatensystem und die zum jeweiligen Bild gehörenden Messregionen. Diese Optionen findet man im Popupmenü „BILDANSICHT“.

2.7 Wie definiere ich Messregionen?

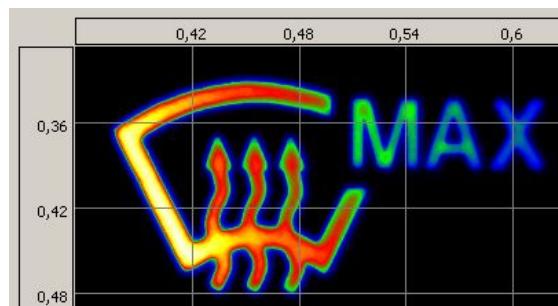
Im vorigen Abschnitt wurde bereits die Methode erwähnt, Regionen in das Bild einzuziehen, indem man in den entsprechenden Cursormode umschaltet. In den Mausmodi NEUES RECHTECK, NEUE LINIE und NEUER KREIS können Messregionen durch Drücken der linken Maustaste, Bewegen der Maus und Loslassen der Maustaste definiert werden. Das Drücken definiert den ersten Punkt der neuen Region, das Loslassen den zweiten.

Polygone sind durch mehr als zwei Punkte definiert. Deshalb erzeugt jedes Ziehen mit gedrückt gehaltener Maustaste eine weitere Seite des Polygons. Die Definition eines Polygons wird abgeschlossen, wenn zum zweiten Mal auf den zuletzt eingezeichneten Punkt des Polygons geklickt wird, ohne die Maus zu bewegen, oder wenn der Mausmodus NEUES POLYGON verlassen wird.

Eine weitere Möglichkeit, neue Regionen zu erstellen, bietet der Dialog REGIONENLISTE, der mit dem Menüpunkt „REGIONEN | EIGENSCHAFTEN“ geöffnet werden kann. Hier können auch die Eigenschaften bereits bestehender Regionen geändert werden. Mit dem Menüpunkt „REGIONEN | RÜCKGÄNGIG“ besteht die Möglichkeit, irrtümlich ausgeführte Änderungen an den Regionen zurückzunehmen. Das Kapitel 9 ab Seite 87 enthält eine ausführliche Dokumentation aller Möglichkeiten, Messregionen zu erstellen, zu ändern und mit ihnen zu arbeiten.

2.8 Wie verwende ich Koordinatensysteme?

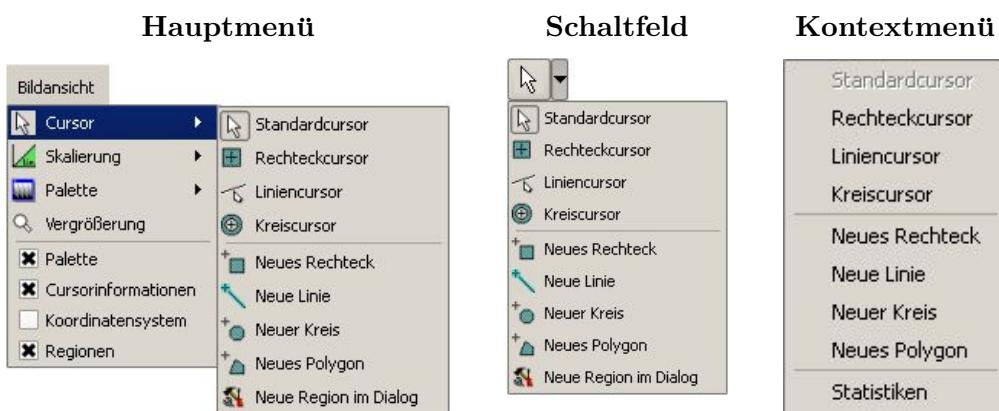
Die Anzeige geometrischer Informationen im Bild erfolgt immer in den Einheiten eines Koordinatensystems. Wird kein besonderes Koordinatensystem definiert, erfolgen die Anzeigen in Pixeln ohne explizite Angabe einer Einheit. Dabei liegt der Koordinatenursprung oben links. Die x-Werte nehmen nach rechts zu, die y-Werte nach unten. Mit dem Menüpunkt „KOORDINATENSYSTEM | EIGENSCHAFTEN“ kann man die Einstellungen zum verwendeten Koordinatensystem ändern. Es besteht die Möglichkeit, ein anderes kartesisches oder ein Polarkoordinatensystem zu definieren. Das Kapitel 10 ab Seite 99 beschäftigt sich mit der Verwendung von Koordinatensystemen im Programm.



Mit dem Menüpunkt „BILDANSICHT | KOORDINATENSYSTEM“ kann man sich das aktuell verwendete Koordinatensystem im Bild anzeigen lassen.

2.9 Welche Möglichkeiten bietet der Cursor?

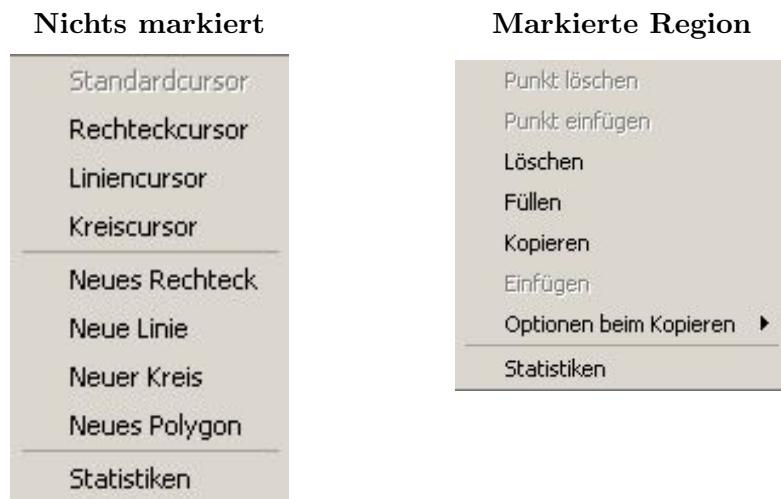
Bewegt man den Mauszeiger über das Bildfeld, dann werden in der Statuszeile Informationen über den Bildinhalt oder über die Regionen angezeigt, die sich unter dem Mauszeiger befinden. In den unterschiedlichen Mausmodi wechseln die Anzeigen in der Statuszeile, es können verschiedene Operationen mit der Maus und in einigen zusätzlich geöffneten Dialogen vorgenommen werden. Die Umschaltung des Mausmodus erfolgt entweder im Menü „BILDANSICHT | CURSOR“, mit dem entsprechenden Schaltfeld oder nach einem Rechtsklick mit der Maus im Kontextmenü des Bildes. Siehe dazu auch das Kapitel 11 ab Seite 103.



- Wenn der NORMALCURSOR eingeschaltet ist, wird in der Statuszeile der Bildwert an der Stelle des Mauszeigers angezeigt. Bei Farbbildern erfolgt diese Anzeige im eingestellten Farbraum, bei Schwarzweißbildern in der in diesem Bild gültigen Einheit.
- Mit einem Klick der linken Maustaste über einer Region kann diese Region markiert werden. Diese Markierung ist für einige Operationen mit Messregionen notwendig: Verschieben, Duplizieren, Ändern, Löschen, Erstellung und Änderung einer statistischen Auswertung. Befindet sich der Mauszeiger über einer markierten Region, dann werden in der Statuszeile Informationen über diese Region angezeigt: Lage, Größe, usw.
- Wird der LINIENCURSOR eingeschaltet, dann wird unterhalb des Bildes eine grafische Darstellung der Bildwerte entlang der Cursorlinie angezeigt. Die Lage und Länge des Liniencursors kann entweder durch Aufziehen einer neuen Linie bei gedrückt gehaltener linker Maustaste oder mit einem Dialog erfolgen, der gleichzeitig mit Wechsel zum Liniencursor geöffnet wird. Siehe dazu den Abschnitt 11.2 auf Seite 105.
 - Mit einem RECHTECK- oder KREISCURSOR kann man sich ein Histogramm der Werte in einer rechteckigen oder kreisförmigen Region um den Mauszeiger herum anzeigen lassen. Auch hier ist es möglich, die Größe dieser Region entweder durch Aufziehen mit der Maus oder in einem Dialog festzulegen.
 - Alle übrigen Mausmodi (Neues Rechteck, Neue Linie, Neuer Kreis, Neues Polygon, Neue Region im Dialog) dienen der Erstellung neuer Messregionen, siehe dazu die kurze Beschreibung im nächsten Abschnitt oder die ausführliche im Kapitel 9 ab Seite 87.

2.10 Wie definiere ich statistische Auswertungen?

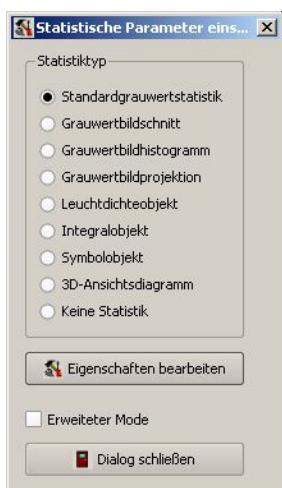
Durch Drücken der rechten Maustaste wird ein Kontextmenü geöffnet, das alle derzeit möglichen Operationen enthält.



2.10 Wie definiere ich statistische Auswertungen?

Der erste Schritt bei der Erstellung einer statistischen Auswertung besteht darin, in einem Bild für die gewünschten Auswertungen Messregionen einzulezeichnen und diese zu markieren. Danach wird entweder im Kontextmenü des Bildes der Menüpunkt „STATISTIKEN“ aufgerufen oder der Menüpunkt „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ im Hauptmenü des Programms. Siehe dazu den Abschnitt 12.1 auf Seite 108.

Typ wählen



Parameter einstellen



Ein statistisches Objekt ist durch folgende fünf Eigenschaften charakterisiert:

- **BILD:** Ein Schwarzweiß- oder Farbbild liefert die Pixelwerte.
- **MESSREGION:** Die im Bild definierte Region legt fest, auf welche Bildpunkte die Auswertung angewendet werden soll.

2 Schnelleinstieg

- **TYP:** Die Art der durchzuführenden Berechnung. Derzeit sind im Programm die folgenden Typen implementiert:
STANDARDSTATISTIK, SCHNITT, HISTOGRAMM, PROJEKTION, LEUCHTDICHTEOBJEKT, INTEGRALOBJEKT, SYMBOLOBJEKT, 3D-ANSICHTSDIAGRAMM, FARBSYMBOLOBJEKT, HUFEISENLINIENDIAGRAMM, HUFEISENFLÄCHENDIAGRAMM
- **BERECHNUNGSPARAMETER:** Je nach Typ sind für die Durchführung der Berechnungen unterschiedliche Parameter erforderlich.
- **ANSICHTEN:** Die Präsentation der Messergebnisse kann in unterschiedlichen Formaten erfolgen.

Es gibt zwei wesentliche Unterschiede im Umgang mit Bildern, Messregionen und Statistiken in der LMK LABSOFT im Vergleich zur LMK2000:

- Nach dem Anlegen einer Messregion wird keine Standardstatistik für die neue Region berechnet.
- Es kann für jede Messregion jeweils nur eine einzige Statistik berechnet werden.

Die Darstellung der statistischen Ergebnisse erfolgt in tabellarischer oder grafischer Form. In der Voreinstellung werden nicht alle für eine Statistik vorhandenen Ansichten angezeigt. Zum Beispiel wird bei Schnitten und Histogrammen die Tabelle mit der Standardstatistik (Mittelwert, Streuung, Minimum, Maximum) nicht angezeigt, sondern nur der gemessene Funktionsverlauf in einer Grafik. Die Einstellungen zur Sichtbarkeit können für jeden Statistiktyp mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ geändert werden.

Tabelle Standardfarbstatistik

Standardfarbstatistik									
Stat.Nr.	Klassifikator	Bild	Objekt	Farbe	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	R (RGB)	23180	0	141	24,83	45,01
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	G (RGB)	23	Speichern unter ...			
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	B (RGB)	23	Kopieren			
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	R (RGB)	23	Drucken			
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	G (RGB)	23	Sichtbarkeit der Spalten			
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	B (RGB)	23				

In jeder der Ansichten gibt es ein Kontextmenü, das durch Drücken der rechten Maustaste geöffnet werden kann. Es enthält jeweils dieselben Menüpunkte, die auch im Hauptmenü des Programms in den Pop-up Menüs „TABELLE“, „DIAGRAMM“ und „GRAFIK“ vorhanden sind. Zu den Einzelheiten der Ansichten siehe den Abschnitt [12.4](#) auf Seite [133](#).

2.11 Welche Bildverarbeitungsmöglichkeiten gibt es?

In einigen Anwendungsfällen ist es nützlich, wenn man die Werte aus verschiedenen Bildern mit arithmetischen oder logischen Operationen miteinander verknüpfen kann. Zum Beispiel kann ein Kontrast berechnet werden, indem zwei Bilder arithmetisch verknüpft werden. Die im Programm dafür vorhandenen Möglichkeiten sind vor allem im Dialog „BILDVERARBEITUNG“ zusammengefasst, der mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG |

2.11 Welche Bildverarbeitungsmöglichkeiten gibt es?

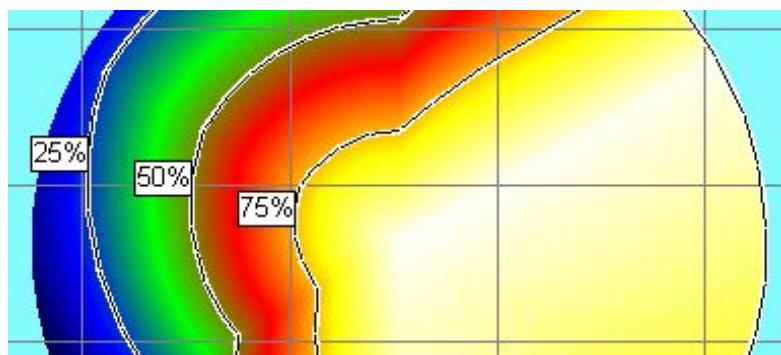
BILDVERARBEITUNG“ aufgerufen werden kann. Informationen mit Einzelheiten enthält der Abschnitt [13.8](#) auf Seite [161](#).



Die für diese Operationen benötigten zusätzlichen Auswertungsbilder können mit den Menüpunkten „AUSWERTUNG | NEUES BILD ANLEGEN“ oder „BILD | DUPLIZIEREN“ angelegt werden. Zur Arbeit mit Auswertungsbildern siehe den Abschnitt [13.1](#) auf Seite [151](#).

Weitere im Programm implementierte Operationen zur Auswertung und Bildverarbeitung sind:

- PROJEKTIVE ENTZERRUNG: Mit ihrer Hilfe können perspektivische Verzerrungen korrigiert werden, die durch einen schrägen Blick der Kamera auf eine Messszene entstehen, korrigiert werden. Dieses Verfahren ist ausführlich im Abschnitt [13.5](#) auf Seite [155](#) beschrieben.
- ISOLINIEN: Isolinien sind Linien gleicher Helligkeit im Bild. Gibt es im Bild kontinuierliche Helligkeitsverläufe, z.B. helle Bereiche, die allmählich in dunkle übergehen, dann kann man sich mit einer Isoliniendarstellung Gebiete markieren lassen, deren Helligkeit überhalb oder unterhalb von selbst gewählten Schwellwerten liegt. Die Dokumentation der Isoliniendarstellung enthält der Abschnitt [13.7](#) auf Seite [159](#).



- KOORDINATENTRANSFORMATION: Charakteristische Anwendungsfälle sind die Be seitigung starker Objektivverzeichnungen und die Umrechnung von Bildern in Polar- und Kugelkoordinatensysteme. Zur Beschreibung siehe den Abschnitt [13.6](#) auf Seite [157](#).

2.12 Wie kann ich Abläufe aufzeichnen und abspielen?

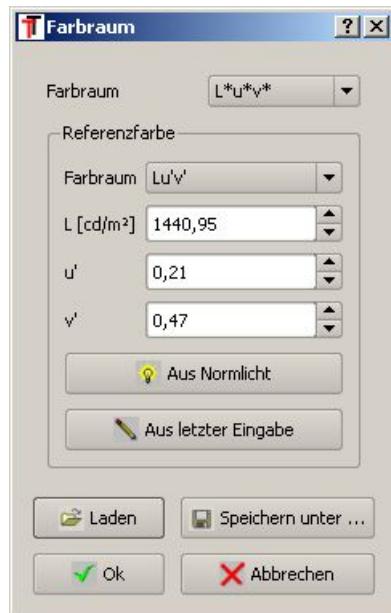
Das Programm hat einen Makrorekorder, mit der eine Abfolge von Benutzeraktionen aufgezeichnet und als Menüpunkt gespeichert werden kann. Nach einem späteren Aufruf dieses Menüpunkts wird die zuvor aufgenommene Befehlsfolge erneut ausgeführt. Die wesentlichsten Operationen, die aufgezeichnet werden können, sind:

- Die Aufnahme von Leuchtdichte- oder Farbbildern
- Das Anlegen und Löschen von Auswertungsbildern
- Das Laden und Speichern von Bildern
- Arithmetische und logische Operationen in Bildern
- Projektive Entzerrung
- Isolinien
- Koordinatentransformation

Der Makrorekorder kann entweder mit dem Menüpunkt „MAKROS | MAKROREKORDER“ oder mit dem Knopf MAKROREKORDER im Dialog BILDVERARBEITUNG aufgerufen werden. Die erstellten Menüpunkte sind nach der Aufzeichnung im Popupmenü „MAKROS“ zu finden. Die Benutzung des Rekorders ist ausführlich im Abschnitt [13.9](#) auf Seite [168](#) beschrieben.

2.13 Welche Farbauswertungsmöglichkeiten gibt es?

Die Anzeige der Messwerte in einem Farbbild erfolgt jeweils in einem Farbraum, der mit dem Menüpunkt „BILD | FARBRAUM“ eingestellt und bei Farbräumen mit Referenzfarbe auch in dem sich dabei öffnenden Dialog parametrieren kann. Dokumentiert ist die Bedienung des Dialogs im Abschnitt [8.5](#) auf Seite [82](#).



2.14 Wie kann ich Ergebnisse drucken oder exportieren?

Nach der Änderung des Farbraums erfolgt die Messwertausgabe für dieses Bild und die in diesem angelegten statistischen Auswertungen im ausgewählten Farbraum.

Genau wie für Schwarzweißbilder können in Farbbildern die STANDARDSTATISTIK (Mittelwerte, Streuungen, Minima und Maxima) sowie SCHNITTE und HISTOGRAMME berechnet werden. Speziell zur statistischen Auswertung von Regionen in Farbbildern gibt es die statistischen Objekte FARBSYSMBOLOBJEKT, HUFEISENLINIENDIAGRAMM und HUFEISENFLÄCHENDIAGRAMM.

Mit den beiden Menüpunkten „FARBE | FARBDIFFERENZ ZWISCHEN ZWEI BILDERN“ und „FARBE | FARBDIFFERENZ ZU EINER FARBE“ können Farbabstände berechnet werden. Die Berechnung von Farbdifferenzen ist der Inhalt des Abschnittes [14.3](#) auf Seite [173](#).

Mit dem Menüpunkt „FARBE | IN FARBAUSZÜGE ZERLEGEN“ kann ein Farbbild in Komponenten zerlegt werden, z.B. in X, Y, Z, L, x, y, usw.. Ergebnis der Zerlegung sind monochrome Bilder, die mit Methoden der Bildverarbeitung weiter analysiert und bearbeitet werden können. Ist es sinnvoll, die Ergebnisse dieser Bearbeitungen zu einem neuen Farbbild zusammenzusetzen, dann kann dies mit Hilfe des Menüpunkts „FARBE | FARBAUSZÜGE VERSCHMELZEN“ erfolgen. Die Dokumentation dieser Verfahren enthält der Abschnitt [14.1](#) auf Seite [172](#).

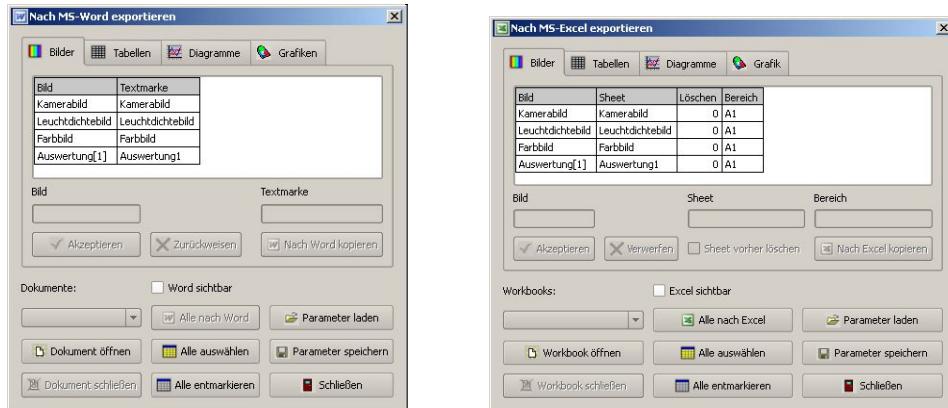
2.14 Wie kann ich Ergebnisse drucken oder exportieren?

Die Menüs bzw. Kontextmenüs von Bildern, Tabellen, Grafiken und Diagrammen enthalten jeweils die Menüpunkte „DRUCKEN“, „KOPIEREN“ und „EXPORTIEREN“. Dabei bedeutet:

- DRUCKEN: Direktausgabe der entsprechenden Ansicht auf einem angeschlossenen Drucker.
- KOPIEREN: Ablegen der entsprechenden Ansicht in die Zwischenablage zum Einfügen in einem anderen Programm. Das Format der Daten hängt von der betreffenden Ansicht ab, zum Teil werden die Daten auch in mehreren verschiedenen Formaten gleichzeitig in die Zwischenablage kopiert. Man sollte deshalb im Zielprogramm, wenn vorhanden, anstelle des Menüpunkts EINFÜGEN den Menüpunkt INHALTE EINFÜGEN oder EINFÜGEN ALS verwenden, um die volle Kontrolle über das einzufügende Format zu behalten.
- EXPORTIEREN: Die Ergebnisse werden in einer Datei gespeichert. Auch hier hängt das Datenformat von der entsprechenden Ansicht ab.

Für die Erstellung von Reporten in einer Textverarbeitung bzw. die Weiterverarbeitung und Darstellung der Daten in einer Tabellenkalkulation, besitzt das Programm Exportschnittstellen zu Microsoft Word und Microsoft Excel. Die Dialoge zum Export der Daten ruft man mit den Menüpunkten „PROTOKOLL | NACH MS-WORD EXPORTIEREN“ bzw. „PROTOKOLL | NACH MS-EXCEL EXPORTIEREN“ auf. Eine ausführliche Beschreibung der Exportmöglichkeiten nach Word und Excel beginnt im Abschnitt [15.3](#) ab Seite [179](#).

2 Schnelleinstieg



Beim Export nach Word werden Textmarken verwendet, um die Einfügestellen zu identifizieren, beim Export nach Excel die Namen der Tabsheets. Damit ist es möglich, sich in beiden Programmen firmen- und aufgabenspezifische Vorlagedokumente zu erstellen, in denen auf Knopfdruck aus der LMK-Software die Daten aktualisiert werden.

2.15 Wie kann ich Ergebnisse für eine spätere Auswertung speichern?

Mit dem Menüpunkt „PROTOKOLL | DATEI SPEICHERN“ kann der aktuelle Programmzustand in einer Protokolldatei gespeichert werden. Später kann man diesen Zustand mit dem Menüpunkt „PROTOKOLL | DATEI LADEN“ wiederherstellen. Die Protokolldateien mit der Endung *.ttcs (TechnoTeam Compressed Stream) enthalten:

- Bilder.
- Messregionen.
- Parameter aller statistischen Auswertungen, sodass diese nach dem Laden der Bilder und der Regionen rekonstruiert werden können.
- Anzeigeparameter, sodass die Darstellung der Messergebnisse in den Stand zum Zeitpunkt des Speicherns gesetzt werden kann.
- Ergebnisse der Zeitstatistik.

Wenn die Software am Programmende anbietet, den aktuellen Zustand zu speichern, damit er beim nächsten Programmstart rekonstruiert werden und man seine Arbeit an derselben Stelle fortsetzen kann, dann erfolgt die Speicherung ebenfalls in diesem Format. Eine Dokumentation enthält das Kapitel 7 ab Seite 71.

Protokolle im HDF5-Format, so wie sie in der LMK2000-Software verwendet wurden, können mit dem Menüpunkt „PROTOKOLL | HDF5-DATEI IMPORTIEREN“ geladen werden. Eine Speicherung in diesem Format ist nicht möglich.

Bilder, Messregionen und Parameterdateien der Statistiken und einiger Bildverarbeitungsoperationen können in Einzeldateien gespeichert und später wieder geladen werden. Nicht wieder geladen werden können Ergebnisse, die vom Programm automatisch berechnet werden: Tabellen, Diagramme, Grafiken.

2.16 Wie kann das Programm mit anderen Programmen zusammenarbeiten?

2.16 Wie kann das Programm mit anderen Programmen zusammenarbeiten?

Die Möglichkeiten des Exports in die Zwischenablage und die Zusammenarbeit mit Microsoft Word und Microsoft Excel wurden im Abschnitt Abschnitt 2.14 auf Seite 25 bereits beschrieben. Zusätzlich kann die Programmversion LABSOFT EXTENDED als ActiveX-Server verwendet werden. Ein möglicher Anwendungsfall ist das Schreiben einer eigenen Excelapplikation, in der mit VisualBasic auf die LMK-Funktionen zugegriffen werden kann. Derzeit hat die ActiveX-Schnittstelle in etwa den folgenden Funktionsumfang:

- Öffnen und Schließen der Applikation und der Kamera.
- Aufnahme von Kamera-, Leuchtdichte- oder Farbbildern.
- Laden und Speichern von Bildern und Protokollen. Diese können bereits über die benötigten Auswertungsbilder und Statistiken verfügen.
- Zugriff auf die Messwerte der Statistiken.
- Ausführen beliebiger Menüpunkte. Mit dieser Methode kann der Benutzer auf von ihm selbst zusammengestellte Makros zurückgreifen.

Die ActiveX-Schnittstelle ist im Kapitel 16 ab Seite 187 beschrieben. Auf Kundenwunsch kann der bestehende Funktionsumfang erweitert werden.

2.17 Wo erhalte ich Hilfe?

Im Programm wird beim Aufruf des Menüpunkts „HILFE | HANDBUCH“ das vorliegende Dokument geöffnet. Treten Probleme auf, die durch Studium des Handbuchs nicht gelöst werden können, dann ist es empfehlenswert, vor dem Kontaktieren des Kundendienstes die folgenden Informationen zu sammeln:

- Mit welcher Programmversion wird gearbeitet? Auskunft darüber kann der Menüpunkt „HILFE | ÜBER“ geben.
- Welche Hardware wird benutzt (Kameranummer, Zusatzhardware)?
- Zu welcher Funktion gibt es Fragen, bei welchem Ablauf treten Probleme auf?
- Welcher Abschnitt im Handbuch beschreibt die durchgeführte Funktion? Was funktioniert dabei nicht, wie es dort dokumentiert ist?
- Speicherung der problematischen Daten. Am besten ist ihre Ablage in einer Protokolldatei (Menüpunkt „PROTOKOLL | DATEI SPEICHERN“), da diese Dateien den vollständigen Programmzustand enthalten und deshalb am besten zur Problembeschreibung geeignet sind.
- Festhalten der Arbeitsschritte, die zur Frage oder dem Problem geführt haben.

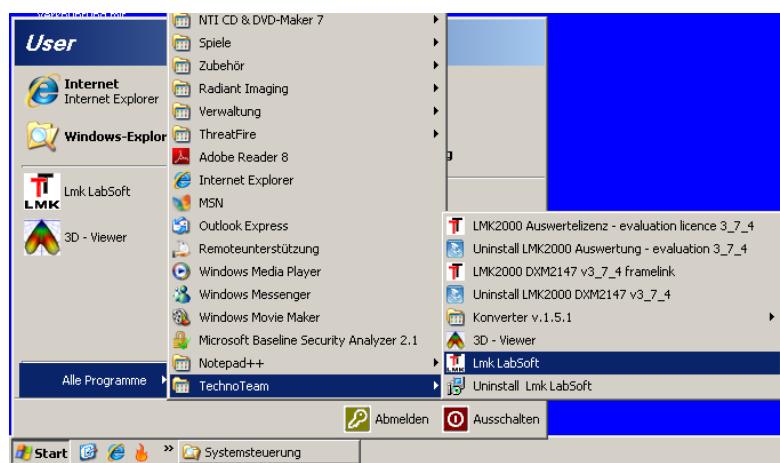
Nachdem diese Informationen gesammelt wurden, kann der Kundendienst kontaktiert werden: labsoft@technoteam.de

2 Schnelleinstieg

3 Starten und Beenden des Programms

3.1 Starten des Programms

Das Programm wird über das Windows-Startmenü geöffnet, im Beispiel mit „START | PROGRAMME | TECHNOTEAM | LMK LABSOFT“, oder durch einen Doppelklick auf ein entsprechendes Starticon.



Ist eine Kamera installiert, dann wird beim Programmstart der Dialog „AUSWAHL VON KAMERA UND OBJEKTIV“ geöffnet. In diesem Dialog kann man entweder die zu verwendende Kamera-Objektiv-Kombination oder die Auswertungsversion ohne Hardwarenutzung auswählen. Auf Rechnern ohne installierte Kamera erscheint dieser Dialog nicht und es wird sofort die Auswertungsversion der Software gestartet. Siehe dazu Abschnitt 4.2 auf Seite 41.



Wenn der Dialog mit „DIALOG SCHLIESSEN“ verlassen wird, dann bleibt die Voreinstellung erhalten, die als rote Zeile markiert ist. Nach dem Drücken von „ÜBERNEHMEN“

3 Starten und Beenden des Programms

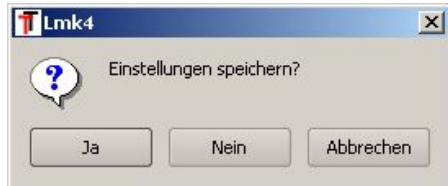
wird die gewünschte Hardware initialisiert. Im Anschluss wird vom Programm gefragt, ob ein eventuell zuvor gesicherter Programmzustand wieder geladen werden soll.



Die Speicherung des letzten Programmzustands erfolgt in einer Datei mit dem Namen „LASTWORK.TTCS“. Diese Datei und weitere temporäre Dateien werden vom Programm im temporären Verzeichnis des Anwenders in einem Unterverzeichnis „~\LMK4.EXE“ abgelegt.

3.2 Beenden des Programms

Das Programm kann durch Drücken des Schließen-Icons rechts oben im Programmfenster oder durch den Menüpunkt „PROTOKOLL | SCHLIESSEN“ oder durch den Tastaturbefehl „ALT-F4“ beendet werden. Dabei wird der Benutzer gefragt, ob er den aktuellen Programmzustand speichern möchte.

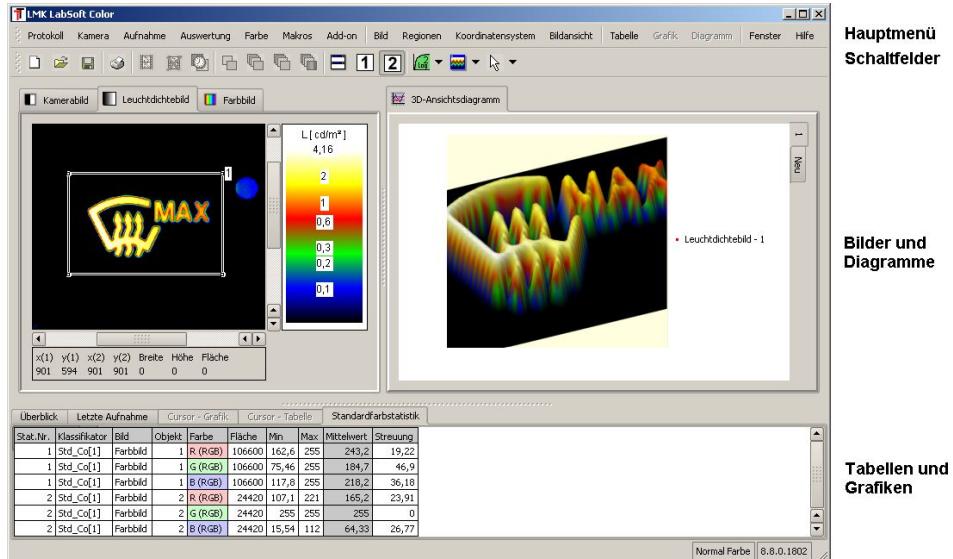


Die Speicherung erfolgt, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, in der Protokolldatei „LASTWORK.TTCS“.

Während der Arbeit mit dem Programm können weitere Protokolle geladen oder gespeichert werden. Für eine genauere Beschreibung der Arbeit mit Protokolldateien siehe das Kapitel 7 ab Seite 71.

3.3 Hauptfenster der Applikation

Nach dem Programmstart und dem eventuellen Laden eines zuvor gespeicherten Programmzustands befindet man sich im Hauptfenster der Applikation.



3.3.1 Hauptmenü

Die Hauptmenüpunkte sind in Gruppen unterteilt.

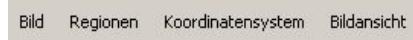


Die erste Gruppe enthält die HAUPTMENÜPUNKTE.

- Das Menü PROTOKOLL umfasst die Menüpunkte zum Laden und Speichern von Protokollen, zum Import von HDF5-Dateien (Protokollformat der LMK2000-Software), zum Umschalten der im Programm verwendeten Sprache und zum Aufruf der Dialoge für den Datenexport nach Microsoft Word und Microsoft Excel.
- Im Menü KAMERA sind die Menüpunkte zusammengefasst, mit denen die verwendete Kamera angesteuert werden kann: Ein- und Ausschalten des Bildeinzugs, Wahl der Belichtungszeit, Rekalibrierung der Kamera, Wechsel von Kamera und Objektiv.
- Die Menüpunkte im Menü AUFNAHME enthalten alle Menüpunkte zum Aufnehmen neuer Leuchtdichte- und Farbbilder sowie die Parametrierung der Aufnahmealgorithmen.
- Im Menü AUSWERTUNG sind folgende Funktionen zusammengefasst:
 - Zugriff auf die Statistikberechnungen (siehe Kapitel 12 ab Seite 107).
 - Anlegen und Löschen von Auswertungsbildern. Auswertungsbilder sind für viele Bildverarbeitungsalgorithmen notwendig (siehe Abschnitt 13.1 auf Seite 151).

3 Starten und Beenden des Programms

- Zuordnung von Regionenlisten zu Bildern (siehe Abschnitt 13.4 auf Seite 154).
- Zugriff auf den allgemeinen Bildverarbeitungsdialog (Abschnitt 13.8 auf Seite 161).
- Aufruf verschiedener Bildverarbeitungsverfahren: Projektive Entzerrung, Koordinatentransformation, Isolinienberechnung. Die Beschreibung dieser Verfahren beginnt im Abschnitt 13.5 auf Seite 155.

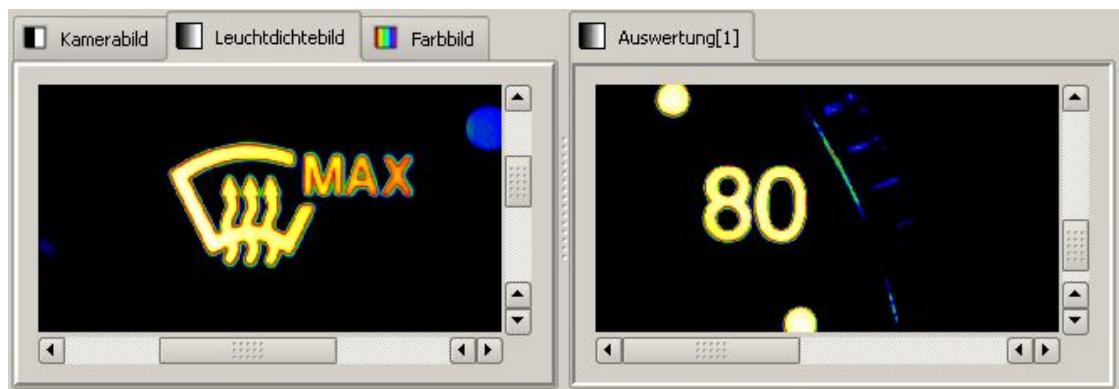


Die BILD MENÜPUNKTE werden zur Bearbeitung des aktuellen Bildes benötigt. In der EINFENSTERANSICHT ist immer das angezeigte Bild das aktuelle. In der ZWEIFENSTERANSICHT kann man entweder das linke oder das rechte Bild aktivieren, in dem man mit der linken Maustaste in das gewünschte Bild klickt. Das Bildmenü gehört dann zum aktivierte Bild.

„Leuchtdichtebild“ ist aktiv



„Auswertung[1]“ ist aktiv



3.3 Hauptfenster der Applikation

Mit den **BILDMENÜPUNKTEN** können folgende Aufgaben erfüllt werden:

- **BILD:** Laden, Speichern, Drucken, Duplizieren, Löschen, Kopieren und Einfügen von Bildern, Verändern bestehender Bildeigenschaften. Für eine ausführliche Beschreibung siehe Kapitel 8 ab Seite 73.
- **REGIONEN:** Laden, Speichern, Kopieren und Einfügen von Regionenlisten. Anlegen, Löschen und Ändern von Regionen im Dialog. Die Beschreibung der mit Regionen möglichen Operationen findet man im Kapitel 9 ab Seite 87.
- **KOORDINATESYSTEM:** Laden, Speichern, Kopieren und Einfügen eines Koordinatensystems. Verändern der Eigenschaften des Koordinatensystems des aktuellen Bildes in einem Dialog. Die Koordinatensysteme sind ausführlich im Kapitel 10 ab Seite 99 dokumentiert.
- **BILDANSICHT:** Veränderung der Anzeige des Bildes: Skalierung, Palette, Zoom, Cursor, Statuszeile. Die Beschreibung der verschiedenen Möglichkeiten, die Anzeige des Bildes zu ändern, beginnt im Abschnitt 8.2 auf Seite 75.

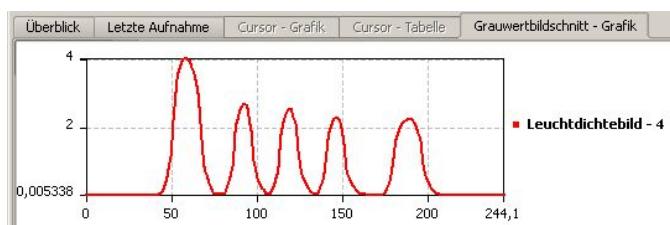
Tabelle Grafik Diagramm

Ob die **MENÜPUNKTE** der Menüs TABELLE, GRAFIK oder DIAGRAMM zugreifbar sind, hängt vom Vorhandensein und dem Zustand dieser Ansichten im Programm ab.

- Das Menü TABELLE enthält die Möglichkeit, eine bestehende Tabelle zu speichern, in die Zwischenablage zu kopieren oder zu drucken. Außerdem können bestehende Spalten in der Tabelle unsichtbar geschaltet werden. Diese unsichtbaren Spalten werden dann beim Speichern, Kopieren und Drucken nicht mehr berücksichtigt.

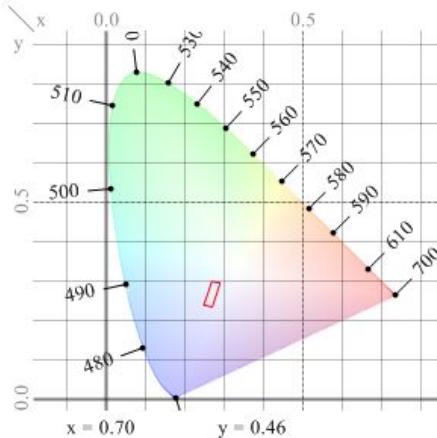
Überblick	Letzte Aufnahme	Cursor - Grafik	Cursor - Tabelle	Standardfarbstatistik					
Stat.Nr.	Klassifikator	Bild	Objekt	Farbe	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	R (RGB)	10190	60,86	133,4	96,63	15
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	G (RGB)	10190	123,3	193,3	160,5	19,21
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	B (RGB)	10190	255	255	255	0
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	R (RGB)	14190	92,52	155,2	124,7	16,6
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	G (RGB)	14190	215	255	243	13,18
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	B (RGB)	14190	229,3	255	249,9	7,85

- Mit den Menüpunkten im Menü GRAFIK kann man Grafiken, wie z.B. Leuchtdichsteschnitte oder Histogramme speichern, kopieren, drucken oder ihre Anzeigeeigenschaften ändern.



- Das Menü DIAGRAMM enthält die möglichen Operationen für Hufeisendiagramme oder 3D-Ansichten. Die Funktionalität entspricht derjenigen für Grafiken.

3 Starten und Beenden des Programms

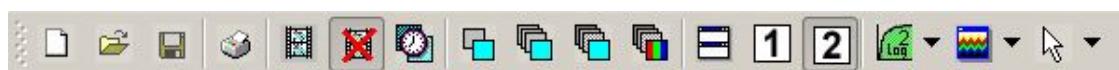


Fenster Hilfe

Im Menü FENSTER kann die Gesamtansicht des Programms verändert werden. Man kann zwischen einer Ein- und einer Zweifensteransicht umschalten oder man kann sich dafür entscheiden, nur die Bilder und Diagramme oder nur die Tabellen und Grafiken oder beides anzuzeigen.

Im Menü HILFE kann man dieses Handbuch öffnen oder sich über die aktuelle Programmversion informieren.

3.3.2 Schaltfeldleiste



Unterhalb des Hauptmenüs ermöglicht eine Schaltfeldleiste einen Schnellzugriff auf die wichtigsten Menübefehle. Damit sind diese direkt mit einem Mausklick erreichbar. Bewegt man die Maus über einen dieser Schalter, dann wird für eine kurze Zeit ein Hilfetext zu diesem Schalter angezeigt.

Protokolle und Drucken

- Neues Protokoll, Löschen aller Bilder, Tabellen, Grafiken und Diagramme.
- Protokoll laden.
- Protokoll speichern.
- Drucken, d.h. Aufruf des Dialogs „NACH MS WORD EXPORTIEREN“.

Zu weiteren Informationen über Protokolle siehe Kapitel 7 ab Seite 71. Für Druckausgaben siehe den Abschnitt 15.3 auf Seite 179.

Kamera und Aufnahme

-  Live-Mode, d.h. fortlaufenden Bildeinzug einschalten.
-  Fortlaufenden Bildeinzug ausschalten.
-  Öffnen des Dialogs BELICHTUNGSZEIT.
-  Aufnahme eines Leuchtdichtebildes mit dem SINGLEPIC-Algorithmus.
-  Aufnahme eines Leuchtdichtebildes mit dem MULTIPIC-Algorithmus.
-  Aufnahme eines Leuchtdichtebildes mit dem HIGHDYN-Algorithmus.
-  Aufnahme eines Farbbildes mit dem COLORHIGHDYN-Algorithmus.

Weitere Informationen über das Ein- und Ausschalten des Livemodes und den BELICHTUNGSZEIT-Dialog findet man im Abschnitt [5.1.1](#) auf Seite [49](#). Zur Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern siehe Abschnitt [5.2](#) auf Seite [51](#).

Programmansicht

-  Wiederherstellung der Standardaufteilung von Bildern und Tabellen.
-  Umschalten auf die EINFENSTERANSICHT. In dieser Ansicht nimmt die Ansicht eines Bildes die volle Breite des Programms ein.
-  Umschalten auf die ZWEIFENSTERANSICHT. In dieser Ansicht werden zwei Bilder nebeneinander angezeigt.

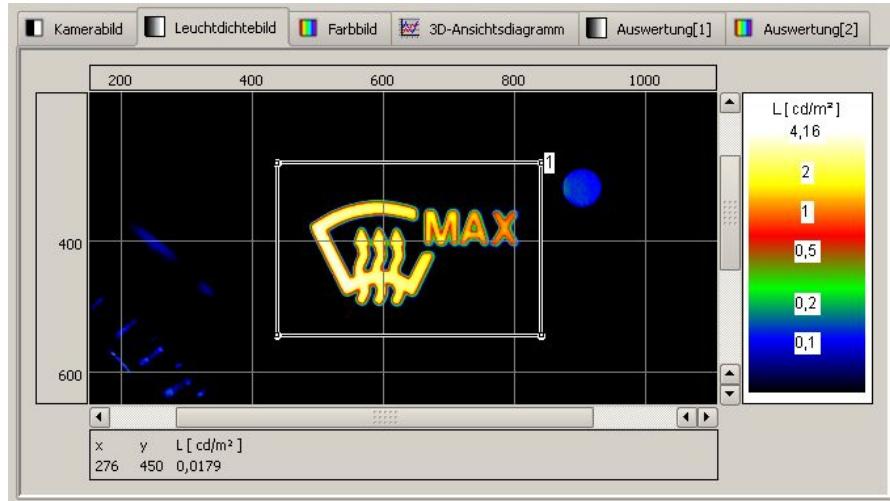
Die Menüpunkte, mit denen ebenfalls diese Anzeigen geändert werden können, findet man unter dem Menüpunkt „FENSTER“ im Hauptmenü.

Bildanzeige

Hinter den letzten drei Knöpfen der Schaltfeldleiste verbergen sich Menüs, mit denen die Anzeige des aktuellen Bildes geändert werden kann. In Abhängigkeit von den aktuellen Einstellungen verändert sich auch das Aussehen dieser Schaltfelder. Zum Ändern der Einstellungen muss man nicht auf das Schaltfeld, sondern auf den rechts daneben stehenden Pfeil klicken.

-  Anzeige der aktuellen Skalierung und Möglichkeit, diese zu ändern. Für nähere Informationen siehe Abschnitt [8.3](#) auf Seite [75](#).
-  Anzeige der aktuellen Farbpalette und Möglichkeit, diese zu ändern. Für nähere Informationen siehe Abschnitt [8.4](#) auf Seite [77](#).
-  Anzeige des aktuellen Cursors und Möglichkeit, diesen zu ändern. Für nähere Informationen siehe Kapitel [11](#) ab Seite [103](#).

3.3.3 Bildanzeige



Im Mittelteil des Programms werden die Bilder und Diagramme in einem Karteikasten angezeigt. Durch Mausklick auf einen Karteikastenreiter kann man das entsprechende Bild oder Diagramm in den Vordergrund holen. Nach dem Programmstart gibt es die Bilder KAMERABILD und LEUCHTDICHTEBILD. Das FARBBILD ist nur vorhanden, wenn mit einer Farbkamera gearbeitet wird oder mit der Farbauswertungsversion des Programms. Die weiteren Reiter wurden während der Arbeit mit dem Programm bei Bedarf angelegt:

- Das 3D-ANSICHTSDIAGRAMM ist die Ergebnisansicht einer statistischen Auswertung, siehe dazu das Kapitel 12 ab Seite 107.
- Das Bild AUSWERTUNG[1] ist ein monochromes, das Bild AUSWERTUNG[2] ein farbiges Auswertungsbild. Zur Nutzung von Auswertungsbildern in der Bildverarbeitung siehe Kapitel 13 ab Seite 149 und für die Farbauswertung in Kapitel 14 ab Seite 171.

In der Mitte wird ein Ausschnitt des Leuchtdichtebildes angezeigt. Die für die Pseudocolorierung der Leuchtdichtewerte verwendeten Farben kann man der rechts neben dem Bild angezeigten Farbpalette entnehmen. Die in dieser Palette gezeigten Werte geben an, welche Leuchtdichten in welcher Farbe im Bild erscheinen.

An der im Bild angezeigten rechteckigen Messregion findet man rechts oben ihre Bezeichnung „1“. Bildname und Regionenname gestatten in allen Ergebnisansichten eine eindeutige Beziehung zwischen den Messwerten der Statistiken und ihrem Messort.

Die waagerechten und senkrechten Hilfslinien im Bild gehören zum verwendeten Koordinatensystem. Die dazu gehörende Achseneneinteilung findet man am linken und am oberen Rand des Bildes.

Unterhalb des Bildes werden in einem Kasten Messwerte angezeigt, die zu dem im Bild verwendeten Cursor gehören. Im Beispiel wurde an der Position (x, y) ein Leuchtdichtewert L in cd/m^2 gemessen. Die Bezeichnungen und Einheiten der geometrischen Position hängen vom verwendeten Koordinatensystem ab, siehe Kapitel 10 ab Seite 99. Physikalische Größe und Einheit können mit dem Dialog BILDEIGENSCHAFTEN geändert werden, siehe dazu den Abschnitt 8.6.2 auf Seite 84.

Mit den rechts und unten neben dem Bild befindlichen Scrollbalken kann man im Bild navigieren. Die Bildvergrößerung kann am einfachsten mit dem Scrollrad der Maus geändert werden.

3.3.4 Tabellen und Grafiken

Im unteren Teil des Programms findet man einen zweiten Karteikasten, der zur Ergebnisanzeige dient. Hier werden die Ergebnisse der statistischen Auswertungen in tabellarischer und grafischer Form dargestellt. Immer vorhanden sind dort die folgenden Anzeigen:

- ÜBERBLICK: Diese Tabelle enthält eine Liste aller im Programm definierten Statistiken, zusammen mit ihren Parametern, wie zum Beispiel Statistiktyp, Bild und Region, für die diese Statistik angelegt wurde.

Überblick											
		Letzte Aufnahme		Cursor - Grafik		Cursor - Tabelle		Standardfarbstatistik			
Abs.Nr.	Statistik	Stat.Nr.	Kennzeichner	Bild	Obj.Nr.	Markiert	Standard	Geo	Photo	MinMax	Zeit
1	Standardfarbstatistik	1	Std_Co[1]	Farbbild	2	0	1	0	0	0	0
2	Standardfarbstatistik	2	Std_Co[1]	Farbbild	3	0	1	0	0	0	0
3	3D-Ansichtsdigramm	1	3D_Gr[1]	Leuchtdichtheitbild	1	0	1	0	0	0	0

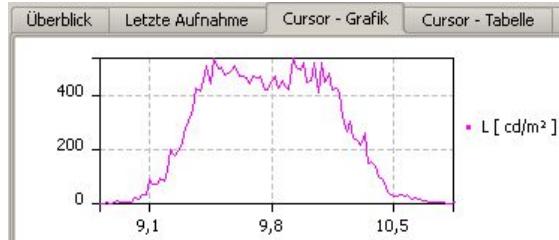
Im angezeigten Beispiel wurden im FARBBILD zwei Objekte vom Typ STANDARDFARBSTATISTIK angelegt. Eine weitere Auswertung vom Typ 3D-ANSICHTSDIAGRAMM existiert im LEUCHTDICHTEBILD.

- LETZTE AUFNAHME: Diese Tabelle enthält nach einer Aufnahme die verwendeten Parameter.

Überblick		Letzte Aufnahme		Cursor - G	
Parameter	Wert				
Aufnahmezeit	20.11.2008 09:49:32				
Aufnahmetyp	HighDyn-Aufnahme				
Bildanzahl	4				
Max. Belichtungszeit	0,6999 s				
Min. Belichtungszeit	0,01999 s				
Fokusfaktor	0,8361 (TT50 - scale 2)				
Graufilter	0,04404 (TTF 115-3)				
Farbfilter	VL				
Aussteuerung	61,9%				
Überlauf	0,0%				

- CURSOR - GRAFIK und CURSOR - TABELLE: Diese beiden Ansichten sind nur aktiviert, wenn im aktuellen Bild mit einem RECHTECK-, KREIS- oder LINIENCURSOR gearbeitet wird. In diesen Fällen werden die statistischen Messergebnisse an der Cursorposition tabellarisch und grafisch dargestellt. Im Fall eines Rechteck- oder Kreiscursors enthält die Anzeige ein Histogramm der Messwerte innerhalb des Cursors, im Fall des Liniencursors eine Schnittdarstellung entlang des Cursors.

3 Starten und Beenden des Programms



- Alle anderen Tabellen und Grafiken werden erst angelegt, wenn statistische Objekte erzeugt wurden und die Sichtbarkeit der entsprechenden Ansichten gewünscht ist. Das Anlegen, Parametrieren und Löschen statistischer Auswertungen ist ausführlich im Kapitel 12 ab Seite 107 beschrieben.

Überblick	Letzte Aufnahme	Cursor - Grafik	Cursor - Tabelle	Standardfarbstatistik					
Stat.Nr.	Klassifikator	Bild	Objekt	Farbe	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	R (RGB)	10190	60,86	133,4	96,63	15
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	G (RGB)	10190	123,3	193,3	160,5	19,21
1	Std_Co[1]	Farbbild	2	B (RGB)	10190	255	255	255	0
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	R (RGB)	14190	92,52	155,2	124,7	16,6
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	G (RGB)	14190	215	255	243	13,18
2	Std_Co[1]	Farbbild	3	B (RGB)	14190	229,3	255	249,9	7,85

3.3.5 Kontextmenüs

Kontextmenüs stehen in verschiedenen Ansichten des Programms zur Verfügung und können durch Drücken der rechten Maustaste geöffnet werden. Zum Teil enthalten sie dieselben Menüpunkte, die man für diese Ansichten auch im Hauptmenü findet, zum Teil enthalten sie aber zusätzliche Optionen, die sich auf den aktuellen Zustand der entsprechenden Ansicht beziehen.



Das Kontextmenü des Bildkarteikastens enthält Menüpunkte, die man auch im Pop-upmenü „AUSWERTUNG“ des Hauptmenüs findet. Der Menüpunkt „AKTUELLES BILD LÖSCHEN“ ist deaktiviert, weil das Leuchtdichtebild als permanent vorhandenes Bild im Gegensatz zu benutzerdefinierten Auswertungsbildern nicht gelöscht werden kann.

Der Menüpunkt „SEITE WECHSELN“ ist nur benutzbar, wenn man im Zweikarteikastenmodus arbeitet. Mit Hilfe dieses Menüpunktes kann man ein Bild vom linken in den rechten Karteikasten verschieben, ohne den entsprechenden Dialog („AUSWERTUNG | ZUORDNUNG DER FENSTER“) zu bemühen.

3.3 Hauptfenster der Applikation

Überblick		Letzte Aufnahme		Cursor - Grafik		Cursor - Tabelle		Standardfarbstatistik	
Stat.Nr.	Klassifikator	Bild	Objekt	Farbe	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Co[1]	Farbbild	2 P (PCB)	10190	60.86	133,4		96,63	15
1	Std_Co[1]	Farbbild				Speichern unter ...	8,3	160,5	19,21
1	Std_Co[1]	Farbbild				Kopieren	55	255	0
2	Std_Co[1]	Farbbild				Drucken	5,2	124,7	16,6
2	Std_Co[1]	Farbbild				Sichtbarkeit der Spalten	55	243	13,18
2	Std_Co[1]	Farbbild				Umschneiden	55	249,9	7,85

Die Kontextmenüs in den Anzeigen der Tabellen und Grafiken im unteren Programmbe- reich sind identisch mit den entsprechenden Menüpunkten im Hauptmenü bei „TABELLE“ und „GRAFIK“.



Die Menüpunkte im Kontextmenü eines Bildes wechseln in Abhängigkeit davon, ob keine, eine oder mehrere Regionen markiert sind. Außerdem sind einige Operationen nicht mit allen Regionentypen möglich. Zum Beispiel ist es bei der Arbeit mit rechteckigen Regionen nicht möglich, Konturpunkte zu löschen oder neue einzufügen.

3 Starten und Beenden des Programms

4 Kamera, Objektiv und Rekalibrierung

4.1 Installieren neuer Kalibrierdaten

Nach der Installation des Programms sind die Kalibrierdaten für die zu verwendende Kamera und ihre Objektive noch nicht vorhanden. Sie können mit dem Menübefehl „KAMERA | NEUE KALIBRIERDATEN“ übernommen werden. Es wird ein Verzeichnisdialog geöffnet, mit dem das Verzeichnis (üblicherweise auf CD) ausgewählt werden kann, das die benötigten Daten enthält.



Das angegebene Verzeichnis mit den Kalibrierdaten wird automatisch in das Unterverzeichnis CAMERA der bestehenden Programminstallation kopiert.

Wenn bei einem Update bestehende Daten überschrieben werden, erfolgt zuvor eine Sicherheitsabfrage. Nach dem Kopieren der Daten stehen die neuen Daten sofort zur Verfügung und können ohne Programmneustart ausgewählt und verwendet werden.

4.2 Auswahl von Kamera und Objektiv

Der beim Programmstart beim Vorhandensein von Kalibrierdaten sich automatisch öffnende Dialog zur Auswahl einer Kamera-Objektiv-Kombination kann zu einem beliebigen Zeitpunkt manuell durch den Aufruf des Menüpunkts „KAMERA | ÄNDERN“ geöffnet werden. Man kann damit zu einer anderen Kamera, einem anderen Objektiv oder zur Auswertungsversion des Programms ohne Hardwarenutzung wechseln.

Wenn der Dialog mit „DIALOG SCHLIESSEN“ verlassen wird, dann bleibt die Voreinstellung erhalten, die als rote Zeile markiert ist. Nach dem Drücken von „ÜBERNEHMEN“ wird die gewünschte Hardware initialisiert.

4.3 Einstellung von Kamera- und Objektiveigenschaften

Durch Auswahl des Menüpunkts „KAMERA | REKALIBRIERUNG“ öffnet man den Dialog AUFNAHMEOPTIONEN. Dieser Dialog enthält die Seite REKALIBRIERUNG, mit der die durch Auswahl der Kamera-Objektiv-Kombination geladenen Kalibrierdaten ergänzt werden können.



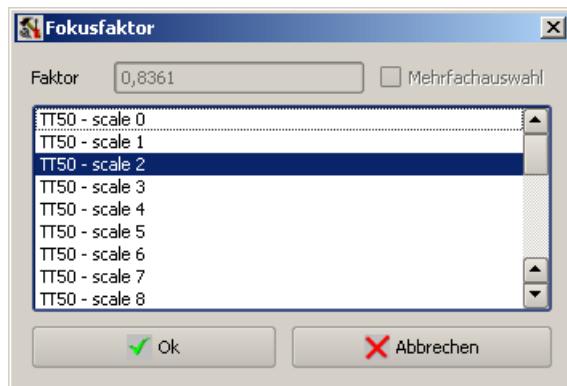
Im Abschnitt EINHEITENUMRECHNUNG werden die Einheit und der Umrechnungsfaktor für die Leuchtdichteberechnung festgelegt. Die Firma TechnoTeam kalibriert ihre Kameras für die Leuchtdichtemessung in „cd/m²“ mit dem Umrechnungsfaktor „1“. Möchte man eine Ergebnisausgabe zum Beispiel in Footlambert, dann muss man hier als Einheit „fL“ und als Umrechnungsfaktor 3.4262591 eintragen.

4.3 Einstellung von Kamera- und Objektiveigenschaften

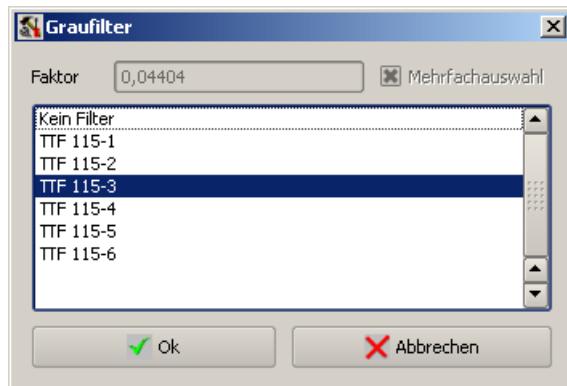
Wenn eine Abweichung der gemessenen Leuchtdichten von den werkseigenen Kalibrier-normalen festgestellt wird, dann kann diese durch Eingabe eines Faktors im Abschnitt REKALIBRIERUNG korrigiert werden.

Im Abschnitt AUFNAHMEINSTELLUNGEN sind folgende Korrekturen möglich:

- Bei der Arbeit mit einem fokussierbaren Objektiv verändert sich ein Kalibrierfaktor in Abhängigkeit von der Entfernungseinstellung am Objektiv. In diesem Fall muss man den Skalenwert vom Objektiv ablesen, auf den Knopf ÄNDERN in der Zeile FOKUS drücken und den gewünschten Fokuswert im Dialog auswählen:



- Wenn Neutralgraufilter oder andere Filter verwendet werden und für diese entsprechende Faktoren in den Kalibrierdaten vorhanden sind, dann können die verwendeten Filter nach Drücken des Knopfes ÄNDERN in der Zeile GRAUFILTER eingetragen werden. Durch Festhalten der Strg-Taste im Dialog GRAUFILTER können mehrere Filter gleichzeitig ausgewählt werden, für die dann ein gemeinsamer Korrekturfaktor berechnet wird.



- Die Leuchtdichtekalibrierung der Kamera erfolgt mit NORMLICHTART A. Bei der Messung von schmalbandigen Lichtquellen können sich größere Abweichungen in der gemessenen Leuchtdichte ergeben. In der Zeile FARBKORR. kann man deshalb eigene Kalibrierfaktoren definieren, mit denen Abweichungen bei immer wiederkehrenden Messaufgaben mit bekannten Lichtquellen dieses Typs korrigiert werden können.

4 Kamera, Objektiv und Rekalibrierung



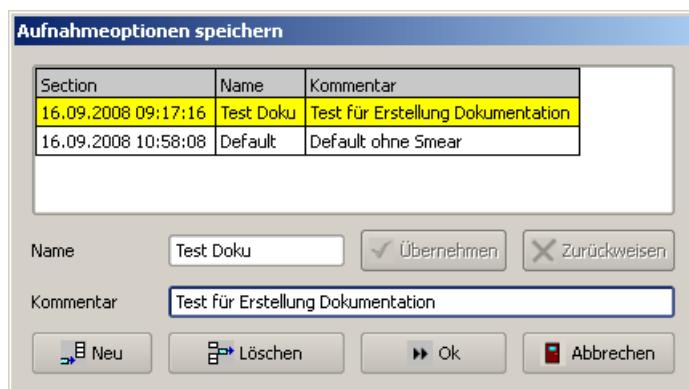
Im Unterschied zu den beiden Dialogen zur Auswahl eines Fokusfaktors bzw. eines Neutralgraufilters ist die Liste mit den Farbkorrekturfaktoren bei der Auslieferung des Programms in der Regel leer. Durch Drücken des Knopfes NEUER EINTRAG kann man einen neuen Korrekturfaktor benennen und mit einem Wert versehen. Bestehende Einträge können mit EINTRAG ÄNDERN bearbeitet und mit EINTRAG LÖSCHEN wieder entfernt werden.

Bei der Arbeit mit einer Farbkamera kann man mit dem Knopf ÄNDERN im Abschnitt FARBFAKTOREN die Farbmatrizierung ändern. Diese Möglichkeit ist im folgenden Abschnitt [4.3.1](#) auf Seite [45](#) beschrieben.

Nach dem Drücken des Knopfes VORGABE werden alle Einstellungen in diesem Dialog auf ihre Standardeinstellungen zurückgesetzt:

- Leuchtdichthemessung in cd/m^2 .
- Rekalibrierungsfaktor = 1.
- Kein Fokusfaktor, kein Neutralgraufilter, kein Farbkorrekturfaktor.
- Verwendung der Standardfarbfaktoren bei der Aufnahme von Farbfiltern.

Mit den Knöpfen LADEN und SPEICHERN können selbstdefinierte Kalibrierdatensätze verwaltet werden. Es wird der Dialog AUFNAHMEOPTIONEN SPEICHERN oder der Dialog AUFNAHMEOPTIONEN LADEN geöffnet:



In diesen Dialogen kann beim Speichern von Optionen mit dem Knopf NEU ein neuer Datensatz mit Aufnahmeeoptionen angelegt werden. Nach Änderungen eines Datensatzes

4.3 Einstellung von Kamera- und Objektiveigenschaften

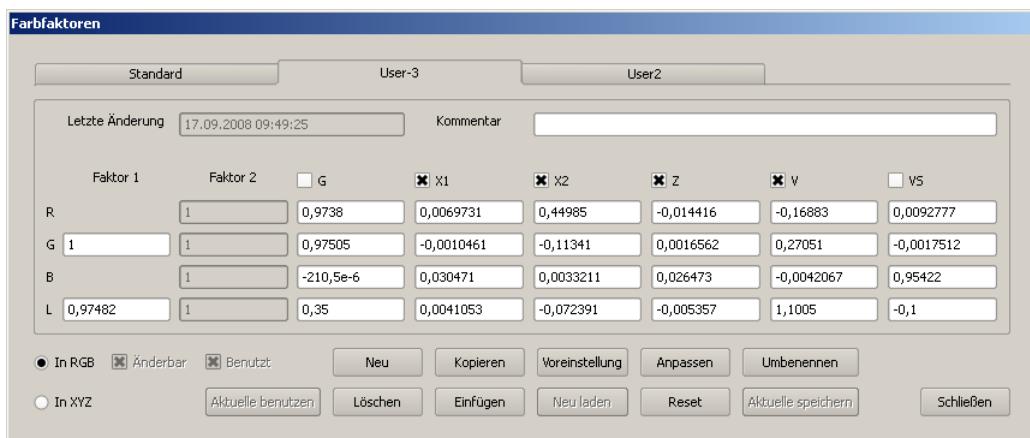
werden mit ÜBERNEHMEN die Daten akzeptiert, durch ZURÜCKWEISEN die Änderungen verworfen. Mit OK werden je nach Aufruf des Dialogs aus dem Rekalibrierdialog die Daten entweder in das Programm übernommen oder in eine Datei geschrieben.

4.3.1 Farbfaktoren

Bei der Arbeit mit einer Filterradfarbkamera kann die werkseigene Farbmatrizierung durch den Benutzer durch eine eigene Matrizierung ersetzt werden, um eine bessere Anpassung der gemessenen Farbwerte an die eigenen Messaufgaben zu erreichen. Der Dialog zur Änderung der Farbmatrizierung kann, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, über den Aufnahmefoptionendialog erreicht werden.



Werkseigene Matrizierung



Benutzerdefinierte Matrizierung

Oben im Dialog befindet sich ein Karteikastenreiter mit den im Programm vorhandenen Matrizierungen. In der Mitte des Dialogs findet man für eine Matrizierung folgende Angaben:

- LETZTE ÄNDERUNG: Zeitpunkt der letzten Änderung des betreffenden Farbfaktorensatzes.
- KOMMENTAR: Hier können Bemerkungen zur Matrizierung eingetragen werden.

4 Kamera, Objektiv und Rekalibrierung

- Mit den 6 nebeneinander angeordneten Checkboxen kann ausgewählt werden, welche der maximal 6 Filter im Filterrad für eine Leuchtdichte- bzw. Farbaufnahme verwendet werden sollen.
- FAKTOR1: Ein Vorfaktor für das Farb- und ein weiterer für das Schwarzweißbild.
- FAKTOR2: Jeweils ein Vorfaktor pro Farbkanal.
- 4x6 Feld mit Faktoren für die Gewichtung eines Farbfilters im jeweiligen Ergebnisbild.

Der untere Bereich des Dialogs enthält folgende Funktionen:

- Die Ansicht im Dialog ändert sich je nachdem, ob man unten mit den Radioknöpfen IN RGB bzw. IN XYZ die entsprechende Ansicht ausgewählt hat. Die Faktoren werden im entsprechenden Farbraum angezeigt.
- Die Checkbox ÄNDERBAR gibt an, ob die Koeffizienten des Datensatzes vom Benutzer geändert werden dürfen. In der Voreinstellung ist der erste Datensatz (STANDARD) schreibgeschützt. Von diesem Datensatz werden für weitere benutzerdefinierte Datensätze die Voreinstellungsparameter übernommen.
- Die Checkbox BENUTZT gibt an, ob mit den aktuell angezeigten Parametern die nächsten Farbbilder berechnet werden. Es kann jeweils genau ein Datensatz diesen Zustand haben. Ist es nicht gesetzt, dann kann mit dem Knopf AKTUELLE BENUTZEN der angezeigte Datensatz zum verwendeten gemacht werden.
- Mit dem Knopf NEU kann ein neuer Datensatz angelegt werden. In einem Dialog wird der Name des neuen Datensatzes abgefragt, danach wird der neue Datensatz oben im Karteikasten angezeigt. Beim Erzeugen werden in diesem Datensatz die Parameter des STANDARD-Datensatzes eingetragen.
- Mit dem Knopf LÖSCHEN kann der angezeigte Datensatz gelöscht werden. Es können alle Datensätze gelöscht werden, die als „änderbar“ gekennzeichnet sind. Der erste STANDARD-Datensatz kann nicht gelöscht werden.
- Mit den beiden Knöpfen KOPIEREN und EINFÜGEN können die Faktoren zwischen Datensätzen über die Zwischenablage ausgetauscht werden. Nicht kopiert werden Name, Kommentar, das Benutzt- und das Änderbar-Flag.
- Mit dem Knopf VOREINSTELLUNG werden die Daten des STANDARD-Datensatzes auf den aktuellen übertragen.
- Wenn die im Dialog gemachten Änderungen noch nicht gespeichert worden sind, dann kann man mit dem Knopf NEU LADEN den letzten Zustand rekonstruieren.
- Mit dem Knopf ANPASSEN kann die Farbraumtransformation auf den Messwert eines Referenzgerätes (L_{xy}) angepasst werden. Hierfür ist eine gleichzeitige Messung mit der Lmk und diesem Referenzgerät notwendig.
- Mit dem Knopf RESET werden die Faktoren in der Spalte FAKTOR2 auf 1 gesetzt (nur sichtbar in der Ansicht IN XYZ).
- Nach dem Drücken des Knopfes UMBENENNEN kann man einen neuen Namen für den aktuellen Datensatz eingeben. Eine doppelte Namensgebung wird durch das Programm nicht zugelassen.

4.3 Einstellung von Kamera- und Objektiveigenschaften

- Änderungen am aktuellen Datensatz können durch Drücken des Knopfes AKTUELLE SPEICHERN übernommen werden.

Hat man Änderungen der Parameter vorgenommen, sind diese zunächst nur im Programm verfügbar und noch nicht dauerhaft in die Kalibrierdaten übernommen. Deshalb erfolgt beim Verlassen des Dialogs durch Drücken des Knopfes SCHLIESSEN eine entsprechende Nachfrage.

4 Kamera, Objektiv und Rekalibrierung

5 Aufnahme von Bildern

5.1 Aufnahme von Kamerabildern

Mit dem Menüpunkt „KAMERA | GRAB“ wird ein einzelnes Kamerabild mit der aktuellen Belichtungszeit aufgenommen.

Mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | AUTOSCAN“ werden ein oder mehrere Kamerabilder aufgenommen und nach jeder Aufnahme die Bildhelligkeit geprüft. Eine optimale Bildhelligkeit ist dadurch charakterisiert, dass die hellsten Bereiche im Bild gerade noch nicht übersteuert sind. Solange noch keine optimale Bildhelligkeit erreicht ist, korrigiert das Programm automatisch die Belichtungszeit und nimmt weitere Kamerabilder auf.

5.1.1 Fortlaufenden Bildeinzug einschalten (Live-Mode)

Durch Drücken des Knopfes oder mit dem Menüpunkt „KAMERA | LIVE“ wird der ständige Bildeinzug durch die Kamera eingeschaltet. Gleichzeitig wird die Ansicht des Programms so geändert, dass das Kamerabild auch sichtbar ist. Dazu wird im Bildkartekasten das KAMERABILD zum aktiven Fenster gewählt. Zum Einstellen der Belichtung wird gleichzeitig zu Beginn des Live-Modes der Dialog BELICHTUNGSZEIT geöffnet.

5.1.2 Fortlaufenden Bildeinzug ausschalten (Freeze-Mode)

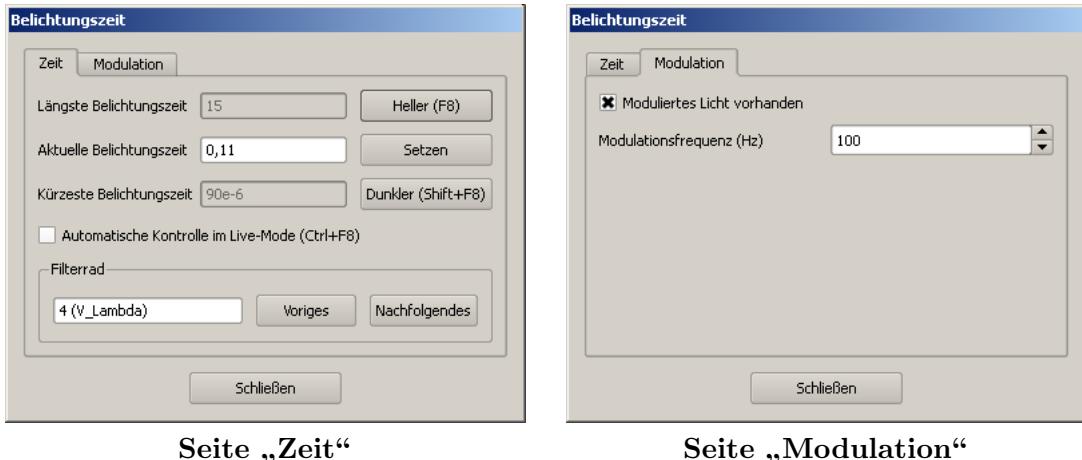
Durch Drücken des Knopfes oder mit dem Menüpunkt „KAMERA | FREEZE“ kann der ständige Bildeinzug der Kamera beendet werden. Der unter Umständen noch geöffnete Belichtungszeitdialog wird gleichzeitig geschlossen.

5.1.3 Bildeinzugseigenschaften ändern

Mit den vorangegangenen Menüpunkten wird zeitgleich der Dialog zur Einstellung der Belichtungszeit der Kamera geöffnet und wieder geschlossen. Er kann jedoch auch zu einem beliebigen anderen Zeitpunkt mit dem Menüpunkt „KAMERA | BELICHTUNGSZEIT“ oder dem Knopf geöffnet werden, um sich über die gerade eingestellten Parameter zu informieren oder um sie zu ändern.

Der Dialog enthält die beiden Seiten ZEIT und MODULATION. Das Aussehen der Seite ZEIT hängt davon ab, ob mit einer Filterradfarbkamera oder mit einer Schwarzweißkamera gearbeitet wird. Nur bei Verwendung einer Filterradkamera ist der Abschnitt FILTERRAD vorhanden.

5 Aufnahme von Bildern



Aktuelle Belichtungszeit

Im Eingabefeld AKTUELLE BELICHTUNGSZEIT wird die derzeit von der Kamera verwendete Belichtungszeit angezeigt bzw. kann dort vom Benutzer geändert werden. Eingaben sind entweder mit der ENTERTASTE oder mit dem Drücken des SETZEN-Knopfes abzuschließen. Der für Benutzereingaben zulässige Bereich wird in LÄNGSTE bzw. KÜRZESTE BELICHTUNGSZEIT angezeigt. Alternativ zu Zahleneingaben kann man auch die Knöpfe HELLER oder DUNKLER bzw. die Funktionstasten F8 oder SHIFT-F8 für die Wahl einer anderen Belichtungszeit verwenden.

In den Fällen, in denen die hellsten Bildbereiche die zu vermessenden Objekte enthalten, kann man die Wahl einer geeigneten Belichtungszeit dem Programm überlassen. Für diesen Zweck ist die Option AUTOMATISCHE KONTROLLE IM LIVE-MODE vorhanden. Der implementierte Algorithmus prüft nach der Aufnahme jedes neuen Kamerabilds dieses Bild auf Über- oder Untersteuerung und korrigiert die verwendete Belichtungszeit entsprechend.

Filterrad

Wenn mit einer Filterradkamera gearbeitet wird, kann man im Abschnitt FILTERRAD das verwendete Filter ändern. Mit diesem Filter erfolgt die nächste Aufnahme eines monochromen Bildes mit dem SINGLEPIC-, MULTIPIC- oder HIGHDYN-Algorithmus, siehe dazu die folgenden Abschnitte. Auf die Aufnahme eines Farbbilds mit dem FARBHIGH-DYN-Algorithmus hat die Filterwahl im Dialog keinen Einfluss. Zur Verwendung der Filter für die Aufnahme von Farbbildern siehe den Abschnitt 4.3.1 auf Seite 45.

Modulation

Wenn die Lichtquellen mit Wechselspannung betrieben werden, ist ihr ausgestrahltes Licht moduliert. Um Messfehler durch die Modulation zu vermeiden, ist es zweckmäßig mit Belichtungszeiten zu arbeiten, die ganzzahlige Vielfache der Periodendauer der Modulation sind. Auf der Seite MODULATION kann die Modulationsfrequenz eingegeben und

das Programm mit der Option MODULIERTES LICHT VORHANDEN angewiesen werden, nur dafür geeignete Zeiten zu benutzen.

Bei Ansteuerung mit Wechselspannung kann in der Regel die doppelte Frequenz eingegeben werden, da das Licht mit der doppelten Frequenz moduliert ist.

Die im Dialog BELICHTUNGSZEIT eingegebene Modulationsfrequenz stimmt mit derjenigen überein, die im Dialog AUFNAHMEOPTIONEN auf der Seite MODULATION verwendet wird, siehe dazu den Abschnitt [5.2.2](#) auf Seite [52](#).

Es ist zu beachten, dass bei eingeschalteter Modulationsoption keine Belichtungszeiten kürzer als eine Periodendauer mehr möglich sind.

5.2 Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern

Die Befehle zur Aufnahme von Bildern findet man im Menü „AUFNAHME“ bzw. in den zugehörigen Schaltfeldern der Schaltfeldleiste. (Die Möglichkeiten der Aufnahme von Messreihen findet man im Kapitel [6](#) ab Seite [59](#).)

5.2.1 Aufnahmealgorithmen

Aufnahmen von LEUCHTDICHE-Bildern sind mit den Menüpunkten „AUFNAHME | SINGLEPIC“, „AUFNAHME | MULTIPIC“ und „AUFNAHME | HIGHDYN“ sowie über die entsprechenden Schaltfelder der Schaltfeldleiste möglich.

Wird mit einer Farbkamera gearbeitet, dann wird bei monochromen Aufnahmen das Filterrad nicht neu positioniert. Man hat deshalb die Möglichkeit, einkanalige Aufnahmen mit einem beliebigen Filter vorzunehmen, das sich im Filterrad befindet. Eine Positionierung des Filterrads kann mit dem Dialog BELICHTUNGSZEIT erfolgen, der mit dem Menüpunkt „KAMERA | BELICHTUNGSZEIT“ aufgerufen werden kann und im vorigen Abschnitt beschrieben wurde.

Echte Leuchtdichtebilder werden mit der Filterradfarbkamera unter Verwendung des V(λ)-Filters aufgenommen. Dieses Filter wird vom Programm automatisch eingestellt:

- nach jedem Programmstart
- nach jeder Aufnahme eines Farbbilds

„SinglePic“-Aufnahme

Mit Hilfe des SINGLEPIC-Algorithmus wird ein Kamerabild aufgenommen und in ein Leuchtdichtebild umgerechnet. Man startet eine Aufnahme mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | SINGLEPIC“ oder dem Schnellstartfeld .

„MultiPic“-Aufnahme

Der MULTIPIC-Algorithmus nimmt nacheinander mehrere Kamerabilder mit derselben Belichtungszeit auf und verrechnet sie zu einem gemeinsamen Leuchtdichtebild. Durch

5 Aufnahme von Bildern

die Verwendung mehrerer Kamerabilder wird das Rauschen im berechneten Leuchtdich-
tebild verringert. Eine Aufnahme wird durch den Menüpunkt „AUFNAHME | MULTIPIC“
oder das Schnellstartfeld  begonnen.

„HighDyn“-Aufnahme

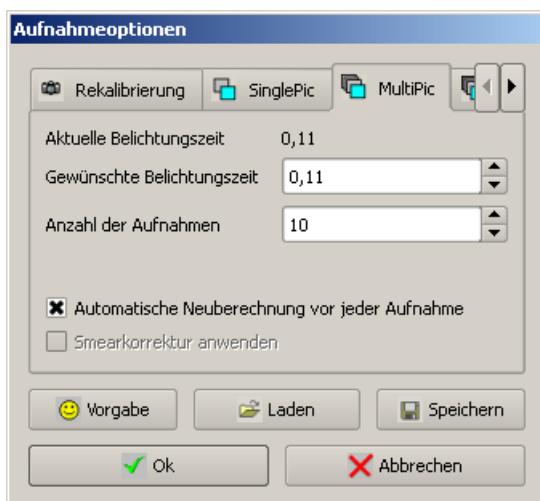
Mit dem HIGHDYN-Algorithmus werden mehrere Kamerabilder mit verschiedenen Be-
lichtungszeiten zu einem Leuchtdichtebild verrechnet. Durch die Verwendung verschie-
dener Zeiten ist die Bewältigung eines höheren Dynamikumfangs in der aufgenommenen
Szene möglich. Eine Aufnahme wird mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | HIGHDYN“
oder das Schnellstartfeld  erzeugt.

„ColorHighDyn“-Aufnahme

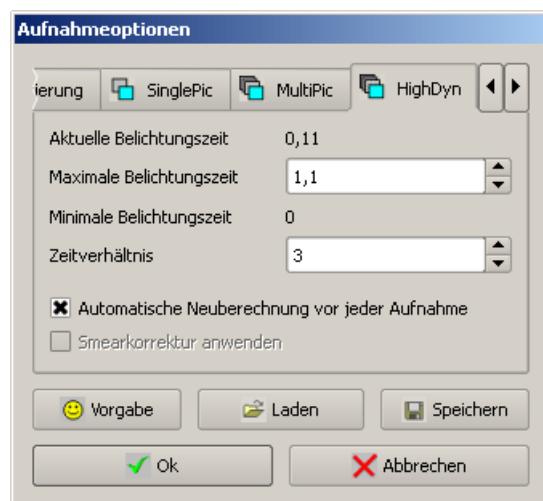
Nur bei der Arbeit mit einer Filterradfarbkamera steht der FARBHIGHDYN-Algorithmus
zur Verfügung. Hier werden bei Verwendung einer Filterradkamera viele Kamerabilder
sowohl mit unterschiedlichen Belichtungszeiten als auch unterschiedlichen Farbfiltern
zu einer Farbaufnahme verrechnet. Zum Start einer solchen Aufnahme kann man den
Menüpunkt „AUFNAHME | COLORHIGHDYN“ oder das Schnellstartfeld  verwenden.

5.2.2 Parametrierung der Aufnahmen

Mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | EIGENSCHAFTEN“ können die Parameter für die drei
Aufnahmeverfahren inspiert und geändert werden. Dazu wird ein Dialog geöffnet, in
dem auf separaten Seiten die Parameter für jedes Verfahren getrennt eingestellt werden
können.



Seite „MultiPic“



Seite „HighDyn“

Die Seite SINGLEPIC unterscheidet sich von der Seite MULTIPIC lediglich in dem Pa-
rameter ANZAHL DER AUFNAHMEN, da beim SINGLEPIC-Algorithmus nur mit jeweils
einem aufgenommenen Kamerabild weitergearbeitet wird.

Neben den Parametern für die drei Aufnahmeverfahren gibt es in diesem Dialog weitere Seiten:

- REKALIBRIERUNG: Auf dieser Seite können Rekalibrierungs-, Fokus-, Graufilter- und Farbfaktoren eingesehen und geändert werden. Die Beschreibung dieser Seite erfolgte bereits im Zusammenhang mit den Rekalibrierungsmöglichkeiten der Kamera im Abschnitt [4.3](#) auf Seite [42](#).
- MODULATION: Auf dieser Seite kann die Frequenz einer modulierten Lichtquelle eingestellt werden. Für diese Optionen siehe die Beschreibung im Abschnitt [5.1.3](#) auf Seite [49](#).
- LETZTE AUFNAHME: Auf dieser Seite werden die Parameter und Ergebnisse der letzten monochromen oder Farbaufnahme eingetragen, die im Programm durchgeführt wurde.

Für jedes Aufnahmeverfahren vorhandene Angaben

- In der obersten Zeile wird die aktuell eingestellte Belichtungszeit der Kamera angezeigt. Diese kann mit dem BELICHTUNGSZEITDIALOG verändert werden, dessen Beschreibung im Abschnitt [5.1.3](#) auf Seite [49](#) erfolgt ist.
- Ist die Option AUTOMATISCHE NEUBERECHNUNG VOR JEDER AUFNAHME eingeschaltet, dann werden die Zeiten für die Aufnahmealgorithmen angepasst, wenn im BELICHTUNGSZEITDIALOG die Belichtungszeit der Kamera geändert wird: Vergrößerungen oder Verkleinerungen der Belichtungszeit führen dann automatisch zu Vergrößerungen oder Verkleinerungen der von den Aufnahmeverfahren verwendeten Zeiten.
- Ist diese Option jedoch ausgeschaltet, dann werden für die Aufnahmen genau die hier im AUFNAHMEOPTIONENDIALOG eingegebenen Zeiten verwendet, unabhängig von einem eventuellen Wechsel der Belichtungszeit der Kamera im LIVE-Mode.
- Als SMEAR wird ein Effekt bezeichnet, der bei der Aufnahme sehr hoher Leuchtdichten auftreten kann. Man beobachtet in den Bildern senkrechte weiße Streifen, die in der Messszene nicht auftreten. Durch das Einschalten der Smearoption werden diese Streifen in den aufgenommenen Bildern beseitigt.

Einzelparameter der Aufnahmeverfahren

- GEWÜNSCHTE BELICHTUNGSZEIT: Im SINGLEPIC- und MULTIPIC-Verfahren werden die Kamerabilder mit dieser Belichtungszeit aufgenommen. Mit eingeschalteter Option AUTOMATISCHE NEUBERECHNUNG VOR JEDER AUFNAHME verändert das Programm diese Zeiten bei interaktiver Veränderung der Belichtungszeit der Kamera. Ist diese Option ausgeschaltet, dann wird genau mit der eingegebenen Zeit gearbeitet.
- ANZAHL DER AUFNAHMEN: Beim MULTIPIC-Verfahren wird nacheinander diese Zahl von Kamerabildern aufgenommen und zu einem Leuchtdichtebild verrechnet.
- MAXIMALE BELICHTUNGSZEIT: Beim HIGHDYN-Verfahren beginnt die Kamera mit dieser maximalen Belichtungszeit. Für die nächste Aufnahme wird die Belich-

5 Aufnahme von Bildern

tungszeit verringert, solange bis es keine übersteuerten Bildpunkte im Kamerabild mehr gibt.

- **ZEITVERHÄLTNIS:** Im HIGHDYN-Verfahren legt dieser Parameter fest, wie stark die Belichtungszeit aufeinander folgender Kamerabilder verringert werden soll. Im Allgemeinen sollte dieser Parameter nicht geändert werden.

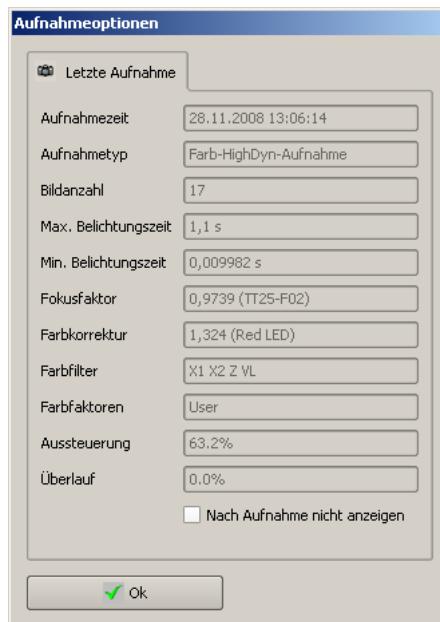
Laden und Speichern von Aufnahmeparametern

Bereits im Abschnitt 4.3 auf Seite 42 wurde dokumentiert, dass ein im AUFNAHMEOPTIONENDIALOG erstellter Datensatz gespeichert und später wieder geladen werden kann, um die für eine bestimmte Messaufgabe erforderlichen Parameter nicht ständig neu eingeben zu müssen. Für diese Aufgabe gibt es im Dialog die Knöpfe LADEN und SPEICHERN.

5.2.3 Durchführung der Aufnahmen

Mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | VERDUNKLUNG WÄHREND DER AUFNAHME“ kann man festlegen, dass der Monitor während einer Aufnahme verdunkelt wird, damit das vom Bildschirm ausgehende Licht nicht die Ergebnisse in der Messszene verfälscht.

Nach der Durchführung der Aufnahme eines Leuchtdichte- oder Farbbildes werden die Parameter und Ergebnisse der Aufnahme angezeigt:



Mit der Option NACH AUFNAHME NICHT ANZEIGEN kann man für nachfolgende Aufnahmen diese Ergebnisanzeige unterdrücken. Da es im Dialog AUFNAHMEOPTIONEN (Menüpunkt „AUFNAHME | EIGENSCHAFTEN“) die Seite LETZTE AUFNAHME ebenfalls gibt, kann man nachträglich diese Option wieder einschalten.

Unabhängig von diesem Dialog werden im unteren Programmreich dieselben Angaben in der Tabelle LETZTE AUFNAHME angezeigt.

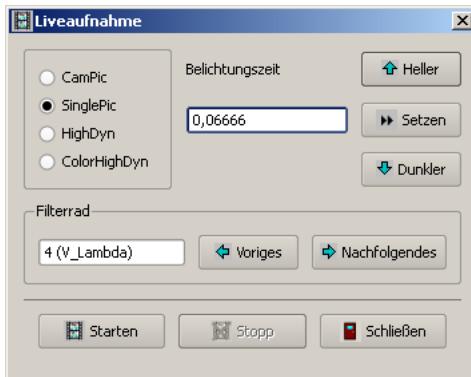
5.2 Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern

Parameter	Wert
Aufnahmzeit	28.11.2008 13:06:14
Aufnahmetyp	Farb-HighDyn-Aufnahme
Bildanzahl	17
Max. Belichtungszeit	1,1 s
Min. Belichtungszeit	0,009982 s
Fokusfaktor	0,9739 (TT25-F02)
Farbkorrektur	1,324 (Red LED)
Farbfilter	X1 X2 Z VL
Farbfaktoren	User
Aussteuerung	63.2%
Überlauf	0.0%

Die Angabe in der Zeile AUSSTEUERUNG gibt in Prozent an, wie hoch die relative Aussteuerung in den Kamerabildern war. Die Genauigkeit der Leuchtdichtewerte im Bild ist umso besser, je näher die Aussteuerung an 100% liegt. Bei sehr kleinen Werten empfiehlt sich die Wiederholung der Aufnahme mit größeren Belichtungszeiten. Werte größer als 100% zeigen eine Übersteuerung im Kamerabild an. In diesem Fall gibt die Prozentangabe in der Zeile ÜBERLAUF die relative Anzahl der übersteuerten Punkte im Bild an. Für übersteuerte Bildpunkte sind die berechneten Leuchtdichten falsch.

5.2.4 Liveaufnahme

Für Einstellarbeiten ist der Dialog „LIVEAUFNAHME“ nützlich, der mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | LIVEAUFNAHME“ geöffnet werden kann.



Nach dem Drücken des Knopfes „STARTEN“ wird die fortlaufende Aufnahme von Leuchtdichte- oder Farbbildern begonnen. Diese Aufnahmen können durch Drücken des Knopfes „STOPP“ wieder beendet werden.

Auf der rechten Seite des Dialogs kann die dabei verwendete Belichtungszeit variiert werden. Dabei können entweder die beiden Knöpfe „HELLER“ und „DUNKLER“ verwendet werden oder man gibt im Eingabefeld die gewünschte Zeit ein und drückt den Knopf „SETZEN“.

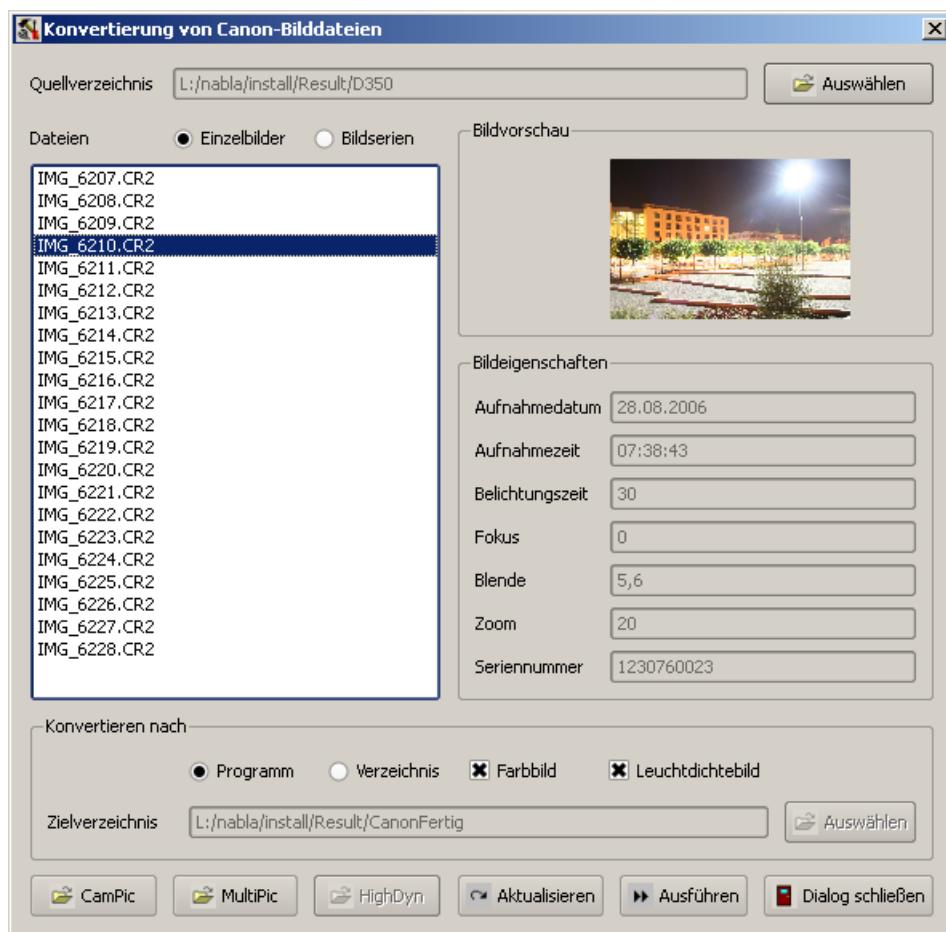
Bei der Arbeit mit einer Filterradkamera kann im Abschnitt „FILTERRAD“ das für die Aufnahme von monochromen Bildern zu verwendende Filter eingestellt werden.

5.3 Aufnahmen mit der LMK mobile advanced

Wird mit einer „LMK MOBILE ADVANCED“ gearbeitet (Canon EOS 350D bzw. Canon EOS 450D), dann können die aufgenommenen und auf der Festplatte gespeicherten Kameralieder in Leuchtdichte- bzw. Farbbilder konvertiert werden.

Zu den Möglichkeiten der Bedienung der Kamera, der Bildaufnahme und zum Kopieren von Bilddateien gibt es die Dokumentation „LMK MOBILE ADVANCED“. Im Folgenden wird nur die Konvertierung der Bilddateien beschrieben, sodass die aufgenommenen Bilder mit dem Programm „LMK LABSOFT“ weiterbearbeitet werden können.

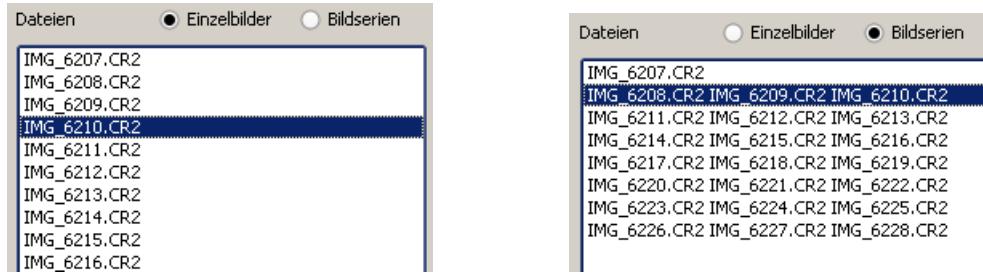
Nach dem Laden der Kalibrierdaten für die Kamera mit dem Menüpunkt „KAMERA | ÄNDERN“ steht im Menü „AUFNAHME“ der Menüpunkt „CANON-DATEN“ zur Verfügung. Mit ihm wird der Dialog „KONVERTIERUNG VON CANON-BILDDATEIEN GEÖFFNET“.



Nach dem Drücken des oberen Knopfes „AUSWÄHLEN“ kann man in einem Verzeichnisauswahl dialog das Verzeichnis angeben, in dem sich die zu konvertierenden Bilddateien im *.cr2-Format befinden. Nach der Auswahl wird im Dialog eine Liste der Bilder in diesem Verzeichnis angezeigt.

5.3 Aufnahmen mit der LMK mobile advanced

Mit den beiden Knöpfen „EINZELBILDER“ bzw. „BILDSERIEN“ schaltet man die Anzeige der Dateien im Dialog um. Mit der Ansicht „BILDSERIEN“ werden dabei die Bilder, die zusammen aufgenommen wurden, auch gemeinsam in einer Zeile angezeigt:



Die so gewählte Ansicht bestimmt gleichzeitig, wie die betreffenden Bilder später konvertiert werden. In der Ansicht „BILDSERIEN“ werden die Kamerabilder, die gemeinsam in einer Zeile stehen, auch gemeinsam zu einem Farb-Highdyn- bzw. Leuchtdichte-Highdynbild verrechnet.

Durch Klicken mit der Maus können Zeilen in der Liste der Dateien markiert werden. Hält man zusätzlich zum Klicken mit der Maustaste die Strg-Taste gedrückt, so können gleichzeitig mehrere Zeilen markiert werden. Mit den Knöpfen im unteren Teil des Dialogs werden jeweils nur die markierten Dateien verarbeitet. Ist in der Liste nur eine Zeile markiert, dann werden auf der rechten Seite des Dialogs sowohl eine Vorschau als auch Informationen über das aufgenommene Bild angezeigt:



Im Abschnitt „KONVERTIEREN NACH“ werden Konvertierungsparameter festgelegt:

Ist die Option „PROGRAMM“ ausgewählt, dann findet die Konvertierung der Kamerabilder in das Leuchtdichtebild und das Farbbild statt. (Die Konvertierung in ein Farbbild findet nur in einer Programmversion statt, die Farbauswertungen gestattet.)

5 Aufnahme von Bildern

Ist die Option „VERZEICHNIS“ ausgewählt, dann können die berechneten Bilder in einem Verzeichnis gespeichert werden. Mit den beiden Optionsschaltern „LEUCHTDICHTEBILD“ und „FARBBILD“ kann festgelegt werden, welche Bilder berechnet und gespeichert werden sollen. Das Zielverzeichnis kann man in einem Verzeichnisauswahldialog nach dem Drücken des Knopfes „AUSWÄHLEN“ festlegen.



Die Dateinamen werden aus den Namen der konvertierten Kameradateien gebildet. Dabei wird ein „-0“ für nicht übersteuerte und ein „-1“ für übersteuerte Kamerabilder angehängt. Die Dateiendung ist durch den Bildtyp festgelegt. Für Farbbilder ist sie „.pcf“, für Schwarzweißbilder „.pf“.

Die Konvertierung aller markierten Dateien in der Liste wird durch Drücken des Knopfes „AUSFÜHREN“ gestartet. Nach der Konvertierung findet man im „KAMERABILD“ das zuletzt geladene Bild der Canon-Kamera, das Leuchtdichte- bzw. das Farbbild enthalten die Ergebnisse der letzten Konvertierung. Während der Umwandlung wird ein Fortschrittsdialog angezeigt:



Mit dem Knopf „AKTUALISIEREN“ kann der Inhalt der Dateiliste erneuert werden, wenn zwischenzeitlich weitere Bilddateien der Canon-Kamera in das Quellverzeichnis kopiert wurden.

Die drei Knöpfe auf der linken Seite des Dialogs können zu Testzwecken bzw. zum Konvertieren einzelner Dateien verwendet werden:

- Mit dem Knopf „CAMPIC“ lädt man eine einzelne markierte Bilddatei in das Kamerabild des Programms, ohne eine Konvertierung mit den Kalibrierdaten der Kamera durchzuführen.
- Der Knopf „MULTIPICT“ gestattet die Konvertierung mehrerer Bilddateien mit gleichen Aufnahmeparametern (Belichtungszeit, Zoom, Blende, Fokus) zu einem gemeinsamen Leuchtdichte- bzw. Farbbild.
- Mit Hilfe des Knopfes „HIGHDYN“ können mehrere Bilder mit unterschiedlicher Belichtungszeit zu einem gemeinsamen Bild verrechnet werden. Voraussetzung ist aber die Gleichheit aller anderen Aufnahmeparameter wie Zoom, Blende und Fokus.

Die Knöpfe sind nur freigeschaltet, wenn in der Dateiliste dazu passende Dateien ausgewählt worden sind.

6 Messreihen

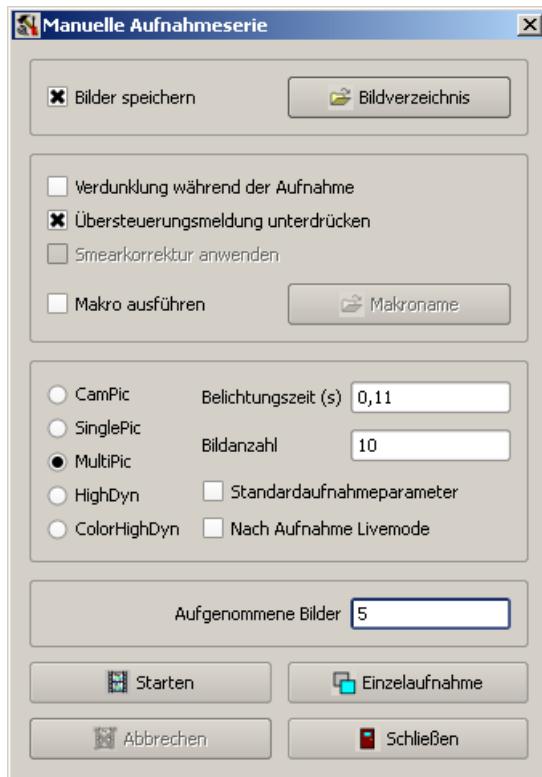
Im Menü „AUFNAHME | MESSREIHE“ sind alle Möglichkeiten zusammengefasst, mit denen mehrere Bilder hintereinander aufgenommen und verarbeitet werden können:

- Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | MANUELL“ öffnet man einen Dialog, in dem entweder fortlaufend oder nach einem Tastendruck ein neues Bild aufgenommen und zu einer Bildfolge hinzugefügt werden kann.
- Unter „AUFNAHME | MESSREIHE | ZEITGESTEUERT“ hat man die Möglichkeit, Bildfolgen zu festgelegten Zeiten und mit festgelegten Aufnahmeparametern zu erstellen.
- Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | DATEIGESTEUERT“ kann man bereits aufgenommene und gespeicherte Bilder erneut laden und mit ihnen automatisierte Auswertungen vornehmen.
- Unter „AUFNAHME | MESSREIHE | ZUSAMMENSETZEN VON BILDERN“ bietet sich die Möglichkeit, alle zuvor aufgenommenen Bilder einer Messreihe zu einem gemeinsamen Ergebnisbild zusammenzusetzen. In diesem Bild können dann alle Auswertungen für die aufgenommenen Bilder gemeinsam erfolgen.
- Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | BILDKONVERTER“ öffnet man einen Dialog, in dem es folgende Möglichkeiten gibt:
 - Verringerung der Größe der Bilder einer Bildfolge, in dem alle Bilder auf eine einstellbare Größe zugeschnitten werden.
 - Multiplikation aller Bilder einer Bildfolge mit einem konstanten Faktor.
 - Konvertierung aller Bilder in BMP- oder JPG-Dateien.
 - Erzeugung einer AVI-Datei aus allen Bildern einer Bildfolge.
- Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | BILDVERZEICHNIS“ öffnet man einen Dialog, in dem das Verzeichnis für die Speicherung der aufgenommenen Bilder festgelegt bzw. bereits dort vorhandene Bilder wieder geladen werden können.
- Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | ZEITLISTE“ kann man die Zeitpunkte und Aufnahmeparameter bearbeiten, die für zeitgesteuerte Aufnahmeserien verwendet werden.

6.1 Aufnehmen einer Messreihe

6.1.1 Manuelle Aufnahmeserie

Mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | MESSREIHE | MANUELL“ öffnet man einen Dialog, in dem entweder fortlaufend oder nach einem Tastendruck ein neues Bild aufgenommen und zu einer Bildfolge hinzugefügt werden kann:



Ist die Option BILDER SPEICHERN gesetzt, dann werden die aufgenommenen Bilder in einem Verzeichnis gespeichert. Durch Drücken des Knopfes BILDVERZEICHNIS öffnet man einen Dialog, in dem das Verzeichnis und weitere Parameter der Speicherung festgelegt werden. Dieser Dialog ist im Abschnitt [6.2.1](#) auf Seite [64](#) beschrieben.

Mit VERDUNKLUNG WÄHREND DER AUFNAHME wird der Bildschirm bei der Aufnahme dunkel geschaltet.

Mit ÜBERSTEUERUNGSMELDUNG UNTERDRÜCKEN kann man das Mitteilungsfenster ausblenden lassen, das sonst standardmäßig eine Übersteuerung bei der Aufnahme der Bilder anzeigt. Die Auswahl dieser Option ist sinnvoll, wenn die Aufmerksamkeit auf dunkleren Bildteilen liegt und deshalb übersteuerte Bildbereiche nicht interessieren.

Die Option SMEARKORREKTUR ANWENDEN steht nur zur Verfügung, wenn mit der verwendeten Kamera eine Smearkorrektur möglich ist. Zur Erklärung von Smeareffekten und deren Korrektur siehe den Abschnitt [5.2.2](#) auf Seite [52](#).

Setzt man das Auswahlfeld MAKRO AUSFÜHREN, dann wird nach jeder Aufnahme das Makro abgearbeitet, dass zuvor nach dem Drücken des Knopfs MAKRONAME ausgewählt

werden konnte. Dieses Makro kann aufgabenspezifische Abläufe enthalten. Makros können auf Wunsch von TechnoTeam erstellt oder vom Benutzer mit den Möglichkeiten zur Aufzeichnung von Abläufen selbst erzeugt werden. Siehe dafür den Abschnitt [13.9](#) auf Seite [168](#).

Im darunter stehenden Abschnitt werden die Aufnahmeparameter festgelegt. Man kann sich für einen der folgenden Aufnahmetypen entscheiden:

- **CAMPIC:** Es wird ein einzelnes Kamerabild mit der eingestellten Integrationszeit aufgenommen.
- **SINGLEPIC, MULTIPIC, HIGHDYN:** Es wird ein Leuchtdichtebild mit dem gewünschten Verfahren und den eingestellten Parametern aufgenommen.
- **COLORHIGHDYN:** Diese Möglichkeit steht nur für Farbkameras zur Verfügung. Es wird ein FarbHighDyn-Bild berechnet.

Ist die Option STANDARDAUFNAHMEPARAMETER eingeschaltet, dann sind die beiden Eingabefelder BELICHTUNGSZEIT und BILDANZAHL unsichtbar. Das Programm arbeitet mit den Einstellungen für die Aufnahme von Bildern, die im Dialog AUFNAHMEOPTIONEN eingestellt wurden, siehe den Abschnitt [5.2.2](#) auf Seite [52](#).

Ist die Option NACH AUFNAHME LIVEMODE gesetzt, wird nach der Aufnahme eines Bildes der fortlaufende Einzug von Kamerabildern eingeschaltet. Das ist sinnvoll, wenn mit der automatischen Belichtungssteuerung gearbeitet wird oder wenn das Bild zwischen den Aufnahmen beobachtet werden soll.

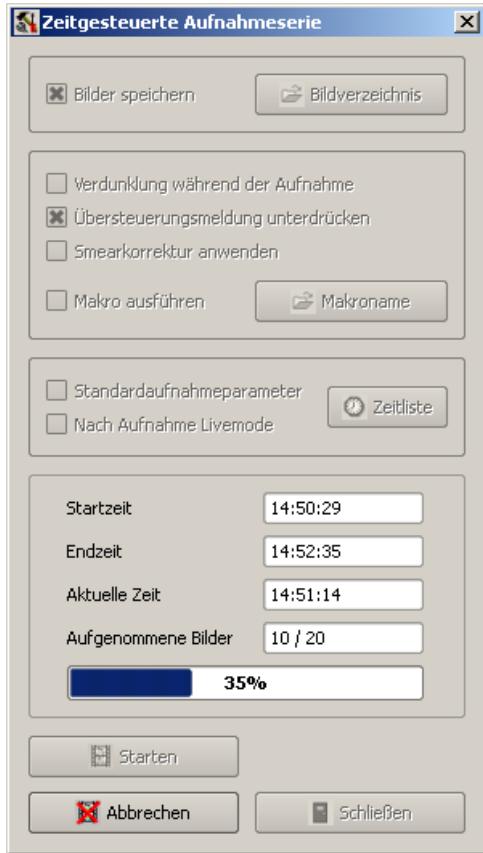
Mit dem Knopf **EINZELAUFNAHME** startet man die Aufnahme eines Bildes gemäß den eingestellten Parametern.

Mit dem Knopf **FORTLAUFENDE AUFNAHME** startet man die ununterbrochene Aufnahme von Bildern mit den voreingestellten Parametern. Diese Serie kann durch Drücken des Knopfes **ABBRECHEN** beendet werden.

Mit dem Knopf **SCHLIESSEN** wird der Dialog zur Aufnahme manueller Serien geschlossen.

6.1.2 Zeitgesteuerte Aufnahmeserie

Unter „AUFNAHME | MESSREIHE | ZEITGESTEUERT“ hat man die Möglichkeit, Bildfolgen zu bestimmten Zeitpunkten und mit festgelegten Aufnahmeparametern zu erstellen.



Die beiden oberen Abschnitte in diesem Dialog entsprechen denjenigen, die bereits im vorigen Abschnitt über MANUELLE AUFNAHMESERIEN beschrieben wurden.

Im Unterschied zu diesen manuellen Serien werden bei einer zeitgesteuerten Aufnahmeserie die Aufnahmeparameter in einer Liste festgelegt, die in einem separaten Dialog editiert, geladen und gespeichert werden kann. Durch Drücken des Knopfes ZEITLISTE öffnet man diesen Dialog, der im Abschnitt 6.2.2 auf Seite 65 beschrieben ist.

Die Aufnahmeserie wird durch Drücken des STARTEN-Knopfes begonnen. Bei laufender Serie wird der Fortschritt der Aufnahmen in einem separaten Abschnitt des Dialogs angezeigt, in STARTZEIT, ENDZEIT, AKTUELLE ZEIT, AUFGENOMMENE BILDER und mit Hilfe eines Fortschrittsbalkens.

ABBRECHEN beendet eine laufende Serie vorzeitig, BEENDEN schließt den Dialog.

6.1.3 Dateigesteuerte Aufnahmeserie

Mit „AUFNAHME | MESSREIHE | DATEIGESTEUERT“ kann man bereits aufgenommene und gespeicherte Bilder erneut laden und mit ihnen automatisierte Auswertungen vornehmen.



Durch Drücken des Knopfes BILDVERZEICHNIS öffnet man einen Dialog, in dem der Ort der gespeicherten Bilder angegeben werden kann. Dieser Dialog ist im Abschnitt 6.2.1 auf Seite 64 beschrieben.

Da in einem Verzeichnis auf der Festplatte Bilder verschiedenen Typs gespeichert sein können, kann man in dem darunter liegenden Abschnitt auswählen, mit welchem Bildtyp man arbeiten möchte. Kamerabilder werden ins KAMERABILD, Leuchtdichtebilder ins LEUCHTDICHTEBILD und Farbbilder bei Arbeit mit einer Programmversion, die Farbbilder unterstützt, ins FARBBILD geladen.

Setzt man das Auswahlfeld MAKRO AUSFÜHREN, dann wird nach dem Laden jedes Bildes das Makro abgearbeitet, das zuvor mit dem Drücken des Knopfs MAKRONAME ausgewählt werden konnte. Dieses Makro kann aufgabenspezifische Abläufe enthalten. Makros können auf Wunsch von TechnoTeam erstellt oder vom Benutzer mit den Möglichkeiten zur Aufzeichnung von Abläufen selbst erzeugt werden. Siehe dafür den Abschnitt 13.9 auf Seite 168.

Wenn die Verarbeitung einer Bildserie erfolgt, die mit einer MANUELLEN oder ZEITGESTEUERTEN AUFNAHMESERIE erstellt wurde, dann werden die Bilder zwar so schnell wie möglich geladen, bei den Berechnungen im Programm aber die zeitlichen Abstände zwischen den Bildern zum Zeitpunkt der Aufnahme berücksichtigt. Es ist deshalb auch

6 Messreihen

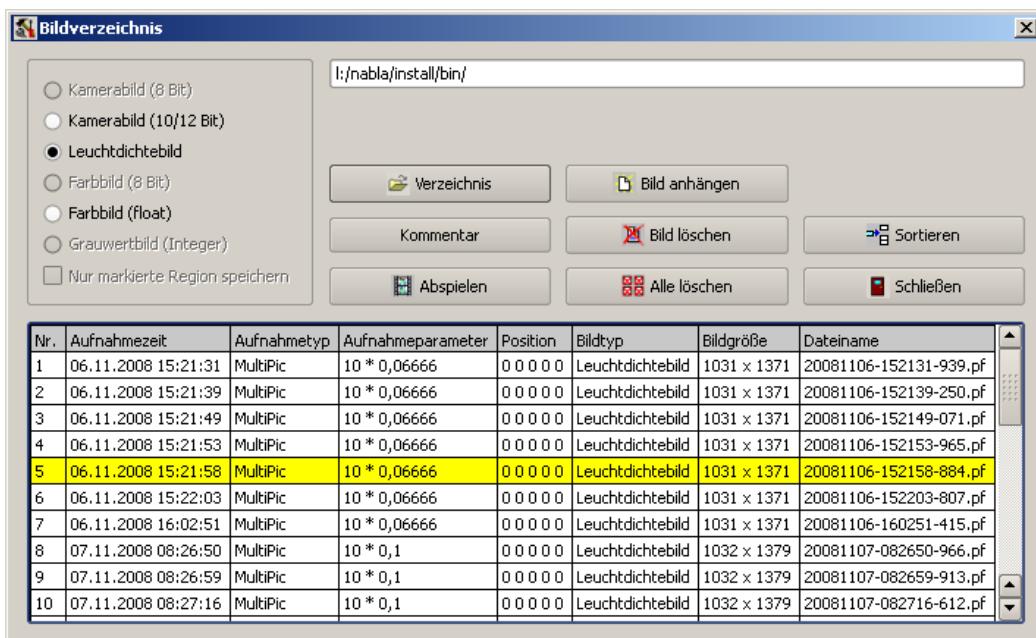
nachträglich möglich, mit diesen Bildern eine Zeitstatistik zu erstellen, so wie das im Kapitel 12 ab Seite 107 beschrieben ist.

Mit STARTEN wird das automatische Laden der Bilder begonnen. Mit dem Knopf AB-BRECHEN kann das Laden der Bilder abgebrochen werden. Mit ZURÜCKSETZEN kehrt man zum ersten Bild der Liste zurück. Mit dem Knopf SCHLIESSEN kann die Arbeit mit dem Dialog beendet werden.

6.2 Parameter einer Messreihe

6.2.1 Bildverzeichnis

In den MANUELLEN und ZEITGESTEUERTEN AUFNAHMESERIEN können die erzeugten Bilder in einem Verzeichnis gespeichert werden. In der DATEIGESTEUERTEN AUFNAHMESERIE können Bilder eines Verzeichnisses nacheinander wieder geladen und verarbeitet werden. Alle diese Verfahren benutzen einen gemeinsamen Dialog zum Laden und Speichern von Bildern. Unabhängig von diesen drei bereits beschriebenen Methoden kann der Dialog zur Bearbeitung dieser Bildverzeichnisse auch separat mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | MESSREIHE | BILDVERZEICHNIS“ verwendet werden.



Links oben werden die Bildtypen angezeigt, die im Dialog verwaltet werden können. Die Möglichkeiten hängen von der verwendeten Programmversion ab. Die Vorgabe, welche Bilder gespeichert werden sollen, trifft der Nutzer durch Anklicken des entsprechenden Knopfs.

Vor dem Start einer Aufnahmeserie muss vom Benutzer der richtige Bildtyp eingestellt werden. Wird das Aufnahmeverfahren CAMPIC benutzt, dann sind Kamerabilde auszuwählen. Nach der Auswahl eines der Verfahren SINGLEPIC, MULTIPIC oder

HIGHDYN können Leuchtdichtebilder gespeichert werden. Nach COLORHIGHDYN entsprechend Farbbilder.

Im Auswahlfeld NUR MARKIERTE REGION SPEICHERN kann man bei Bedarf festlegen, dass nur der Inhalt einer Bildregion gespeichert werden soll. Um diese Möglichkeit nutzen zu können, muss im Bild eine einzelne rechteckige Region markiert werden. Das Zuschneiden kann auch nachträglich mit dem Bildkonverter erfolgen, siehe dazu Abschnitt [6.3.2](#) auf Seite [69](#).

Mit dem Knopf VERZEICHNIS kann der Benutzer das Verzeichnis auf der Festplatte angeben, in das die Bilder gespeichert bzw. aus dem sie geladen werden. Das Verzeichnis wird in der Textzeile oberhalb der Knöpfe angezeigt. Nach der Auswahl eines neuen Verzeichnisses wird die darunter stehende Liste der Bilder in diesem Verzeichnis aktualisiert.

Klickt man mit der Maus auf eine Zeile in der Liste, dann wird das betreffende Bild ins Programm geladen. Das Zielbild hängt dabei vom Bildtyp ab:

- Kamerabilder werden in das KAMERABILD geladen.
- Leuchtdichtebilder in das LEUCHTDICHTEBILD.
- Farbbilder (Float) in das FARBBILD.

Nach dem Drücken des Knopfs BILD LÖSCHEN wird das markierte Bild in der Liste ohne weitere Rückfrage gelöscht, das Programm lädt automatisch das nächste Bild aus der Liste in die Anzeige.

Nach dem Drücken des Knopfs ALLE LÖSCHEN erfolgt eine Sicherheitsabfrage des Programms, ob tatsächlich alle Bilder gelöscht werden sollen. Das Verzeichnis auf der Festplatte, in dem sich die Bilder befinden haben, wird in keinem Fall mitgelöscht.

Nach dem Drücken des Knopfs ABSPIELEN lädt der Dialog nacheinander alle gespeicherten Bilder im Abstand von jeweils einer Sekunde in das Programm. Dabei wird mit dem gerade aktuell markierten Bild in der Liste begonnen.

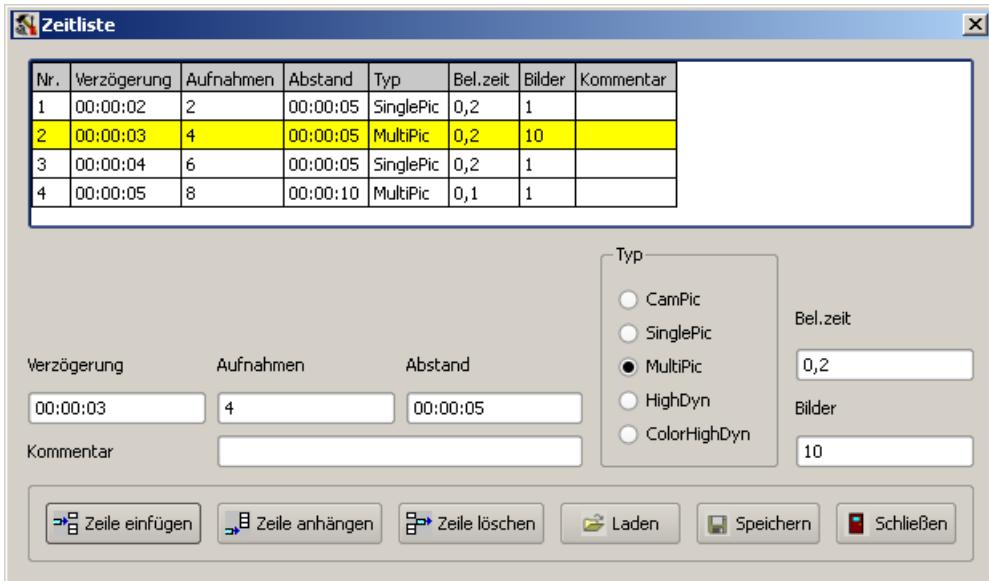
Durch Drücken des Knopfes KOMMENTAR öffnet man ein Dialogfenster, in dem man einen Kommentar anlegen kann, der als HTML-Datei in dem betreffenden Verzeichnis gespeichert wird. Die Sicherung dieses Kommentars erfolgt automatisch beim Schließen des Kommentarfensters.

6.2.2 Zeitliste

Der Dialog ZEITLISTE kann auf unterschiedliche Art geöffnet werden:

- Durch Auswahl des Menüpunkts „AUFNAHME | MESSREIHE | ZEITLISTE.“
- Im Dialog ZEITGESTEUERTE AUFNAHMESERIE durch das Drücken des Knopfes ZEITLISTE.

6 Messreihen



In der oberen Hälfte des Dialogs findet man die Liste der Aufnahmezeiten und Parameter. Die einzelnen Spalten haben die folgende Bedeutung:

- VERZÖGERUNG: Das Programm nimmt in dieser Zeit keine Aufnahmen vor.
- AUFNAHMEN: Danach wird die gewünschte Anzahl Bilder gemacht.
- ABSTAND: Zwischen den einzelnen Aufnahmen wird der angegebene zeitliche Abstand eingehalten.
- TYP: Die möglichen Aufnahmetypen sind CamPic bis ColorHighDyn.
- INT.ZEIT: Belichtungszeit für alle Kamerabilder bzw. für das erste Kamerabild bei HighDyn-Aufnahmen.
- BILDER: Anzahl der Bilder für eine MultiPic-Aufnahme. Für die anderen Aufnahmeverfahren hat dieser Parameter keine Bedeutung.
- KOMMENTAR: Jedem der Einträge kann ein einzeiliger Kommentar zugeordnet werden.

Wenn man in der Liste durch Mausklick eine Zeile markiert hat, dann können in den unter der Liste stehenden Textfeldern VERZÖGERUNG bis BILDER die entsprechenden Parameter editiert werden.

In den beiden Feldern VERZÖGERUNG und ABSTAND ZWEIER AUFNAHMEN ist die Eingabe von Zeiten in folgenden Formaten möglich:

- xxx: Die Eingabe wird als Zeit in Sekunden interpretiert.
- xx:xx: Die Zeit wird als Eingabe in Minuten und Sekunden gelesen.
- xx:xx:xx: Das Programm nimmt eine Zeiteingabe in der Form Stunden, Minuten und Sekunden an.

Mit dem Knopf ZEILE EINFÜGEN wird vor der aktuell markierten Zeile ein neuer Eintrag eingefügt. Mit dem Knopf ZEILE ANHÄNGEN wird ein neuer Eintrag an das Ende der

Liste gesetzt. Nach dem Drücken des Knopfs ZEILE LÖSCHEN wird die aktuell markierte Zeile der Liste entfernt.

Die beiden Knöpfe LADEN bzw. SPEICHERN gestatten es, eine editierte Liste zu sichern und später wieder zu verwenden. Das vom Programm genutzte Textdateiformat hat den folgenden Aufbau (das Beispiel entspricht dem bereits gezeigten Dialoginhalt):

4						
2.00e+000	5.00e+000	1.00e+001	0	2.00e-001		
3.00e+000	5.00e+000	2.00e+001	1	2.00e-001	10	"Mein Kommentar"
4.00e+000	5.00e+000	3.00e+001	0	2.00e-001		
5.00e+000	1.00e+001	8.00e+001	2	1.00e+000	0.00e+000	2.10e+000

- Die erste Zeile der Datei enthält die Anzahl der nachfolgenden Zeilen (Datensätze).
- In der ersten Spalte steht die Startverzögerung in Sekunden.
- Die zweite Spalte enthält den zeitlichen Abstand zwischen zwei Aufnahmen in Sekunden.
- Die dritte Spalte enthält die Gesamtzeit, die für die Aufnahmen dieses Listeneintrags berechnet wurde. Teilt man diese Zeit durch den zeitlichen Abstand zweier Aufnahmen, dann erhält man die Anzahl der Aufnahmen.
- Die darauf folgende Spalte kodiert den Aufnahmealgorithmus:

- 0 SinglePic
- 1 MultiPic
- 2 HighDyn
- 3 CamPic
- 4 ColorHighDyn

- Die nächste Spalte enthält die zu verwendende Integrationszeit in Sekunden.
- Der Inhalt der u.U. folgenden Spalten ist vom Aufnahmealgorithmus abhängig:
 - Für die Aufnahmealgorithmen CAMPIC und SINGLEPIC sind keine weiteren Parameter notwendig.
 - Für den MULTIPIC-Algorithmus folgt die Anzahl der Kamerabilder, die jeweils für ein Leuchtdichtebild aufgenommen werden sollen.
 - Für den HIGHDYN-Algorithmus folgen die minimale Integrationszeit und der zeitliche Faktor zwischen zwei aufeinander folgenden Kamerabildern. Diese beiden Parameter sind nur noch aus Abwärtskompatibilitätsgründen zu älteren Programmversionen angegeben. Die Vorgaben des Programms sollten hier nicht verändert werden.
 - Im Anschluss an die Aufnahmeparameter kann jede Zeile einen Kommentar enthalten, der in der Datei jeweils in Anführungszeichen einzuschließen ist.

Eine Möglichkeit für die externe Bearbeitung der Aufnahmeparameter besteht darin, sich innerhalb des Programms eine Zeitliste zu erstellen und in einem Texteditor lediglich die in der Datei enthaltenen Zahlen zu modifizieren.

6.3 Auswerten einer Messreihe

Die Speicherung der aufgenommenen Bilder während einer manuellen oder zeitgesteuerten Aufnahmeserie ist optional, weil viele Auswertungsaufgaben bereits unmittelbar nach der Aufnahme eines Bildes gelöst werden können:

- Sind im aufgenommenen Bild Messregionen eingezeichnet und wurden für diese Regionen statistische Auswertungsobjekte angelegt (siehe Kapitel 12 ab Seite 107), dann werden die Ergebnisse dieser Statistiken aktualisiert, bevor mit der Aufnahme eines neuen Bildes fortgefahren wird. Wenn zum Beispiel der zeitliche Verlauf statistischer Parameter protokolliert werden muss, dann kann das mit Hilfe einer Zeitstatistik der Messobjekte erfolgen, die sowohl in Form einer Grafik als auch einer Tabelle gespeichert werden kann.
- Nach der Aufnahme jeden Bildes kann der Aufruf eines Makros erfolgen, mit dem benutzerspezifische Operationen auf dem aufgenommenen Bild durchgeführt werden können.
- Wenn die Bilder gespeichert wurden, dann können beide Methoden - die Berechnung einer Zeitstatistik und die Bearbeitung der Bilder mit Hilfe eines Makros - auch nachträglich mit Hilfe einer dateigesteuerten Aufnahmeserie erfolgen.

Auswertungsmöglichkeiten, die das Vorliegen einer Bildserie in Dateiform erfordern, sind das Zusammensetzen aller Bilder zu einem Einzelbild und die Konvertierung der aufgenommenen Bilder in andere Formate. Siehe dazu die folgenden beiden Abschnitte.

6.3.1 Zusammensetzen von Bildern



Mit dem Menüpunkt „AUFNAHME | MESSREIHE | ZUSAMMENSETZEN VON BILDERN“ kann ein Dialog aufgerufen werden, in dem mehrere Bilder zu einem einzigen zusammengefügt werden.

Zunächst muss man mit Hilfe des Knopfs **BILDVERZEICHNIS** das Verzeichnis auswählen, aus dem die gespeicherten Bilder gelesen werden sollen. Da ein Bildverzeichnis Bilder verschiedener Typen enthalten kann, muss der Benutzer entscheiden, mit welchem Bildtyp er weiterarbeiten will. Für diesen Bildtyp wird im Anzeigefeld **BILDANZAHL** die dort vorgefundene Anzahl der Bilder angezeigt. Außerdem prüft das Programm die Bildgrößen der vorgefundenen Bilder (Anzeigefeld **GLEICHE GRÖSSE?**) und zeigt die Größen der Quellbilder und des möglichen Zielbildes an.

Beim Zusammensetzen von Bildern muss man den Speicherbedarf im Speicher und auf der Festplatte beachten. Im angezeigten Beispiel wird das Zielbild mit 5155 Zeilen und 2742 Spalten eine Größe von mehr als 56 MByte haben. Möglichkeiten zur Reduktion des benötigten Speicherbedarfs sind:

- Bei der Aufnahme und Speicherung der Quellbilder wird nur eine kleine Region des gesamten Bildes gespeichert. Zu dieser Möglichkeit siehe den Abschnitt [6.2.1](#) auf Seite [64](#) und dort die Option **NUR MARKIERTE REGION SPEICHERN**.
- Mit Hilfe des im nächsten Abschnitt beschriebenen Bildkonverter wird nachträglich aus den Bildern einer Bildfolge eine kleinere Region ausgeschnitten und als neue Bildfolge gespeichert.

Im unteren Teil des Dialogs kann man festlegen, wie sich das Ergebnisbild zusammensetzen soll. Soll sich das Bild aus einer vorgegebenen Anzahl von Zeilen oder Spalten zusammensetzen, dann kann man diese Angabe editieren. Die jeweils andere Größe wird vom Programm berechnet. Sollen alle Bilder in einer Zeile bzw. einer Spalte angeordnet werden, dann sind keine Eingaben notwendig.

Das Laden der Bilder der Bildfolge erfolgt entsprechend des Typs der Bilder über das **KAMERABILD**, **LEUCHTDICHTEBILD** oder **FARBBILD**. Deshalb kann das zusammengesetzte Zielbild keines dieser Bilder sein. Im Auswahlfeld **ZIELBILD** kann man das gewünschte Bild angeben, seine Größe wird automatisch angepasst.

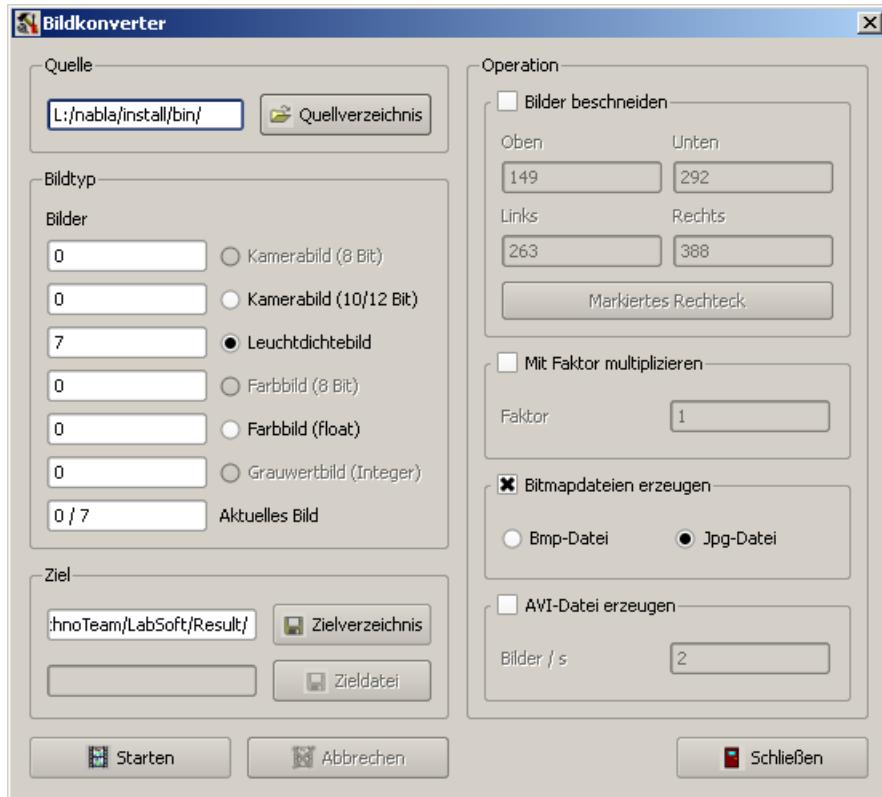
Nach dem Drücken des Knopfes **AUSFÜHREN** wird die Berechnung des Zielbildes gestartet. Mit dem Drücken des Knopfes **SCHLIESSEN** wird die Arbeit mit dem Dialog beendet.

6.3.2 Bildkonverter

Mit dem Menüpunkt „**AUFNAHME | MESSREIHE | BILDKONVERTER**“ kann ein Dialog aufgerufen werden, der verschiedene Konvertierungsmöglichkeiten für Bildfolgen in andere Formate enthält:

- Zuschneiden der Bilder auf eine rechteckige Region und Speichern dieser verkleinerten Bilder als neue Bildfolge.
- Multiplikation aller Bilder mit einem konstanten Faktor.
- Berechnung von Bitmapdateien.
- Erzeugung eines Videos im AVI-Format.

6 Messreihen



Nach der Auswahl eines Quellverzeichnisses und der Festlegung des zu verwendenden Bildtyps auf der linken Seite des Dialogs kann sich der Benutzer für eine der vier Konvertierungsmöglichkeiten entscheiden.

Beim Zuschneiden der Bilder und der Multiplikation mit einem konstanten Faktor entstehen neue Folgen von Bildern mit demselben Typ wie die Quellbilder.

Beim Erzeugen von Bitmapdateien oder einem AVI-Video werden die Bilder so in die entsprechenden Ausgabedateien übernommen, wie ihre Darstellung in der Bildanzeige ist. Man kann also die Skalierung, den Typ der Farbpalette sowie die Sichtbarkeit von Palette, Messregionen und Bildausschnitt vor der Konvertierung so einstellen, wie man es möchte.

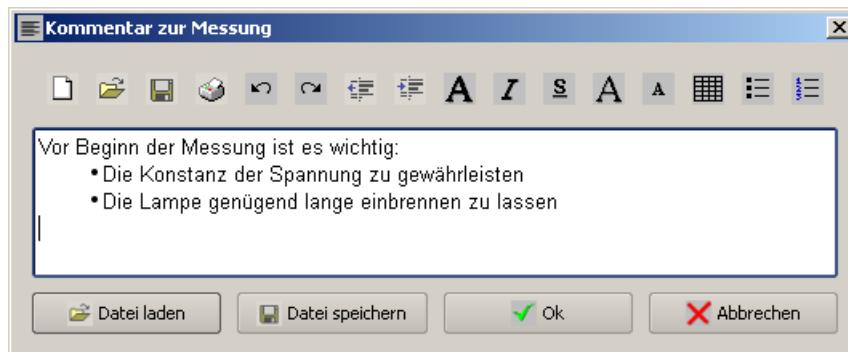
Beim Zuschneiden, der Multiplikation mit einem Faktor und der Erzeugung von Bitmapdateien entstehen mehrere Dateien, für die ein Zielverzeichnis angegeben werden muss. Bei der Konvertierung in eine AVI-Datei ist hingegen nur die Angabe des Namens einer Zieldatei erforderlich. Die AVI-Datei ist unkomprimiert und kann bei Bedarf mit entsprechenden Drittanbieterprogrammen nachbearbeitet werden.

Die Konvertierung wird mit dem STARTEN-Knopf begonnen. Mit dem SCHLIESSEN-Knopf kann der Dialog verlassen werden.

7 Protokolle

In Protokollen kann der vollständige Bearbeitungsstand zu einem bestimmten Zeitpunkt gespeichert werden. Protokollinhalt:

- Es werden alle im Programm verwendeten BILDER gesichert: Kamerabild, Leuchtdichtebild, Farbbild und alle vom Benutzer angelegten Auswertungsbilder.
- MESSREGIONEN: Die in den verschiedenen Bildern eingezeichneten Regionen und die Zuordnung der Regionenlisten zu den Bildern. Zur Möglichkeit, in mehreren Bildern mit derselben Regionenliste zu arbeiten, siehe Abschnitt 9.6 auf Seite 97.
- STATISTIKEN: Das Protokoll enthält die statistischen Auswertungen einschließlich der Ergebnisse der Zeitstatistiken.
- ANZEIGEPARAMETER: Dazu gehören Skalierungen und Farbpaletten der Bilder, die Formatierung der Tabellen, Grafiken und Diagramme.
- KOMMENTAR: Mit dem Menüpunkt „PROTOKOLL | KOMMENTAR ZUR MESSUNG“ öffnet man einen Dialog, in dem man eigene Anmerkungen verfassen kann. Dieser Text wird im Protokoll im HTML-Format gespeichert.
- LETZTE AUFNAHME: Die Informationen über die letzte Kamera-, Leuchtdichte- oder Farbaufnahme werden ebenfalls gespeichert und beim Laden des Protokolls in der Tabelle LETZTE AUFNAHME rekonstruiert.



Das Speichern eines Messprotokolls erfolgt mit dem Menübefehl „PROTOKOLL | DATEI SPEICHERN“ bzw. mit dem Schnellstartfeld . Das Laden eines Protokolls kann mit „PROTOKOLL | DATEI LADEN“ bzw. mit durchgeführt werden.

Das Einlesen von Protokolldateien im HDF5-Format, so wie es in der Lmk2000-Software verwendet wurde, ist möglich. Dazu kann der Menüpunkt „PROTOKOLL | HDF5-DATEI IMPORTIEREN“ verwendet werden.

7 Protokolle

8 Bilder

8.1 Ein- und Ausgabe

8.1.1 Laden und Speichern

Nach Aufruf der Menübefehle „BILD | SPEICHERN UNTER“ und „BILD | LADEN“ können Bilder gespeichert und später wieder geladen werden. Für die verschiedenen Bildtypen stehen verschiedene Dateiformate zur Verfügung:

1. 8BIT-KAMERABILD bei der Arbeit mit einer 8Bit-Kamera:
Picture Unsigned-Char-Bilder (*.puc), Textformatbilder (*.txt), 8Bit-Tiffbilder (*.tif)
2. 10/12BIT-KAMERABILD bei der Verwendung einer 10- oder 12Bit-Kamera:
Picture Unsigned-Short-Bilder (*.pus), Textformatbilder (*.txt), Unsigned short-Tixbilder (*.tix), Unsigned short-Tiffbilder (*.tif), PCO-Bilder (*.b16)
3. LEUCHTDICHTEBILD und monochrome Auswertungsbilder:
Picture-FLOAT-Bilder (*.pf), Textformatbilder (*.txt), FLOAT-Tix-Bilder (*.tix)
4. FARBBILD und farbige Auswertungsbilder:
Picture-Color-FLOAT-Bilder (*.pcf), Textformatbilder (*.txt), Farbraumtextformatbilder (*.cos)

Für das schnelle Speichern und Laden innerhalb des Programms empfiehlt sich die Verwendung der TechnoTeam-Formate *.puc, *.pus, *.pf und *.pcf.

Für den Datenaustausch mit anderen Programmen bieten sich Textformatbilder *.txt an, wenn das entsprechende Programm Textdateien lesen bzw. schreiben kann. Unter Umständen müssen auch nur wenige Änderungen am Dateiheader vorgenommen werden, um einen Datenaustausch zu ermöglichen.

Beim Lesen und Schreiben von Tiffdateien (*.tif, *.tix) ist zu beachten, dass der Tiffstandard mehr Varianten beinhaltet, als im Programm implementiert wurden.

Eine Beschreibung aller Dateiformate findet man im Abschnitt [17.1](#) auf Seite [205](#).

8.1.2 Kopieren und Einfügen

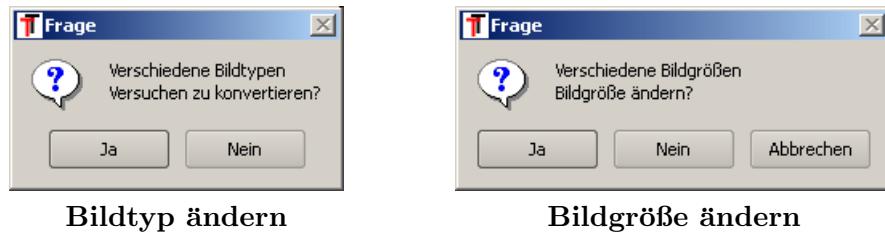
Mit dem Menüpunkt „BILD | KOPIEREN“ wird das aktuelle Bild in verschiedenen Formaten in die Zwischenablage kopiert:

- Der aktuelle Bildausschnitt wird als Bitmap abgelegt. In anderen Programmen (Grafikprogramme, Textverarbeitungen), die in der Lage sind, Bilder aus der Zwi-

8 Bilder

schenablage zu lesen, kann dieses Bitmap eingefügt werden. (Zum Beispiel in Microsoft Word mit „BEARBEITEN | EINFÜGEN“.)

- Das gesamte Bild wird in einem Binärformat in der Zwischenablage gespeichert. Damit können zum Beispiel Bildinhalte zwischen dem Leuchtdichtebild und den Auswertungsbildern ausgetauscht werden. Beim Einfügen in ein Bild mit einer anderen Größe oder einem anderen Typ wird der Benutzer darauf hingewiesen:



- Damit das Bild auch im Textformat in die Zwischenablage kopiert wird, muss man zuvor mit dem Menüpunkt „BILD | OPTIONEN BEIM KOPIEREN | TEXT“ diese Option einschalten. Standardmäßig ist sie deaktiviert, weil sie viel Rechenzeit und Speicherplatz benötigt.

Mit dem Menüpunkt „BILD | EINFÜGEN“ kann zuvor in der Zwischenablage eingefügter Bildinhalt in das aktuelle Bild übernommen werden.

Mit dem Menüpunkt „BILD | BITMAP MIT PALETTE KOPIEREN“ wird ein Bitmap des aktuellen Bildausschnitts zusammen mit der rechts neben dem Bildinhalt stehenden Farbpalette in die Zwischenablage kopiert und kann von dort als Bitmap in ein anderes Programm eingefügt werden. Für Farbbilder steht diese Möglichkeit nicht zur Verfügung, da für sie keine Farbpalette angezeigt wird.



Zum Kopieren und Einfügen des Inhalts von Bildregionen in andere Bilder siehe den Abschnitt 9.4 auf Seite 94.

8.1.3 Drucken

Mit dem Menüpunkt „BILD | DRUCKEN“ kann das aktuelle Bild auf einem Drucker ausgegeben werden. Die Ansicht entspricht dabei der aktuellen im Programm, d.h. es wird der dort gezeigte Bildausschnitt einschließlich der Messregionen, dem Koordinatensys-

tem und der Farbpalette ausgegeben. Diese Anzeigeeoptionen kann man vor dem Drucken mit den Menüpunkten im Menü BILDANSICHT ändern.

Zu weitergehenden Möglichkeiten der Gestaltung eines Druckreports siehe das Kapitel 15 ab Seite 177 DRUCKEN UND EXPORTIEREN.

8.2 Vergrößerung der Anzeige

Die einfachste Möglichkeit der Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Bildanzeige bietet das Scrollrad der Maus. Wenn es möglich ist, wird dabei der Bereich um den Mauszeiger vergrößert oder verkleinert. Mit den Scrollbars am unteren und rechten Rand des Bildes kann man den sichtbaren Bereich innerhalb des Bildes verschieben.

Wenn es notwendig ist, kann man Vergrößerungs- und Sichtbereich auch in einem Dialog einstellen. Diesen Dialog öffnet man mit dem Menüpunkt „BILDANSICHT | VERGRÖSSERUNG“.



Bild- und Fenstergröße liegen beim Öffnen des Dialogs fest, während der Sichtbereich und der Vergrößerungsfaktor wählbar sind. Die Optionen im unteren Teil des Dialogs sind in einigen Anwendungsfällen von Interesse:

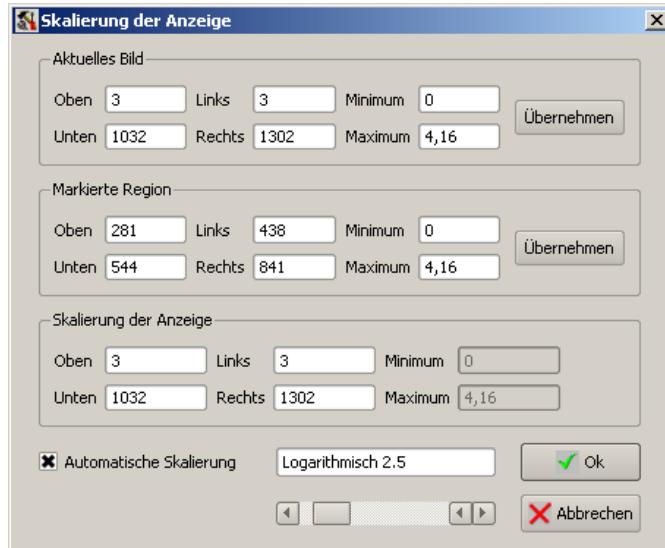
- Mit der Option IMMER GANZES BILD ZEIGEN wird die Bildgröße beim Vergrößern oder Verkleinern des Bildes automatisch angepasst.
- Mit den beiden Optionen KEIN MAUSRAD und KEINE SCROLLBARS verhindert man die Veränderung der Anzeige durch den Benutzer.

8.3 Skalierung der Anzeige

Mit Hilfe des Menüs „BILD | SKALIERUNG“ bzw. des entsprechenden Schnellschaltfelds kann zwischen verschiedenen Skalierungen gewechselt werden: LINEAR, LOGARITHMISCH2

8 Bilder

bis LOGARITHMISCH7 und IM DIALOG. Bei den ersten Möglichkeiten findet eine lineare bzw. logarithmische Skalierung der Bildpunktwerte des gesamten Bildes anhand einer vordefinierten Skala statt. Mit dem Menüpunkt „BILDANSICHT | SKALIERUNG | IM DIALOG“ öffnet man einen Dialog mit weitergehenden Einstellungsmöglichkeiten:



In diesem Dialog kann man die Grenzwerte (MINIMUM, MAXIMUM) einstellen, zwischen denen die lineare Skalierung ausgeführt wird. Für die logarithmische Skalierung wird nur die obere Grenze (MAXIMUM) verwendet. In Farbbildern wird das absolute Minimum bzw. Maximum aus den drei Farbkanälen Rot, Grün und Blau angezeigt.

Der Dialog besteht aus drei Abschnitten:

- Im oberen Teil des Dialogs AKTUELLES BILD werden die Größe des Bildes, sowie minimaler und maximaler Leuchtdichtewert im Bild angezeigt.
- Wurde vor dem Öffnen des Dialogs eine rechteckige Region markiert, dann enthält der mittlere Abschnitt MARKIERTE REGION die zu diesem Bildbereich gehörenden Angaben zur Größe und den Messwerten.
- Im unteren Teil des Dialogs SKALIERUNG DER ANZEIGE stehen zu Beginn die Angaben, mit denen das Bild derzeit skaliert wird. In Abhängigkeit von der Einstellung der Auswahl AUTOMATISCHE SKALIERUNG kann der Benutzer dort Änderungen vornehmen:
 - Mit Hilfe der Knöpfe ÜBERNEHMEN in den beiden Abschnitten AKTUELLES BILD und MARKIERTE REGION können die dort angezeigten Bereichsgrenzen, Minima und Maxima in den Abschnitt SKALIERUNG DER ANZEIGE übernommen werden.
 - Ist AUTOMATISCHE SKALIERUNG eingeschaltet, dann kann im Abschnitt SKALIERUNG DER ANZEIGE der Teil des Bildes (OBEN, UNTEN, LINKS, RECHTS) festgelegt werden, in dem der größte und der kleinste Wert gemessen und als Grenzwerte für die Skalierung des gesamten Bildes verwendet werden sollen.

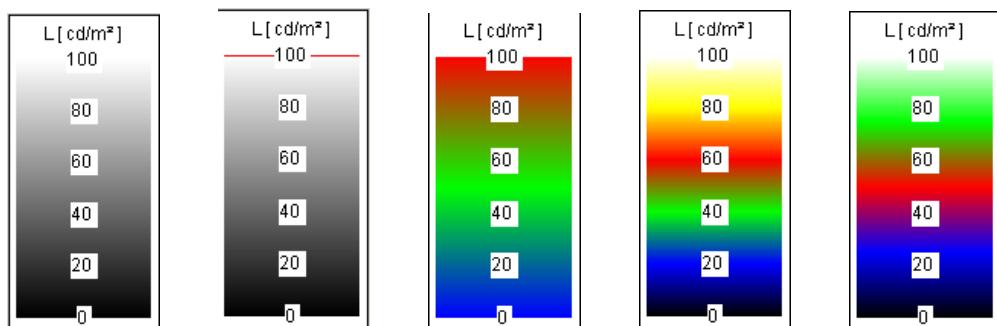


- Ist AUTOMATISCHE SKALIERUNG ausgeschaltet, dann spielt der geometrische Bereich keine Rolle, weil die beiden Grenzwerte MINIMUM bzw. MAXIMUM fest gewählt werden können.



8.4 Farbpaletten für Schwarzweißbilder

Monochrome Bilder können pseudicoloriert werden, was in vielen Fällen die Interpretation der Messergebnisse erleichtert. Die Zuweisung von Farbpaletten für das aktuelle Bild erfolgt im Menü „BILDANSICHT | PALETTE“ oder durch das entsprechende Schaltfeld.



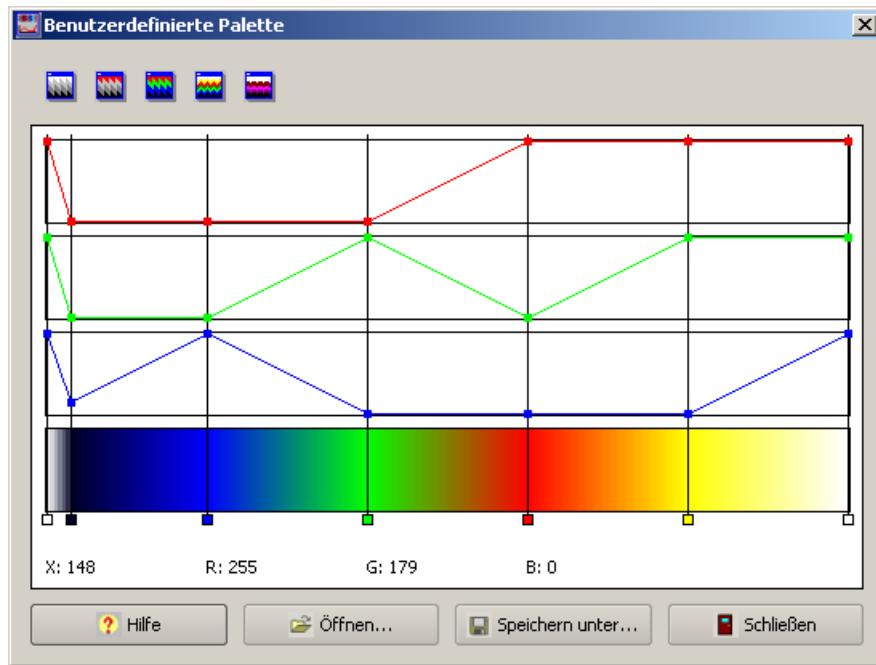
Außer den vordefinierten Farbpaletten GRAU, ÜBERLAUF, FARBE, LMK1 und LMK2 bestehen zwei weitere Möglichkeiten, eigene Farbpaletten zu erstellen:

- Mit Hilfe einer benutzerdefinierten Palette können eigene kontinuierliche Farbpalettenverläufe erstellt werden.
- Mit Hilfe einer Isofarbenpalette können verschiedenen Helligkeitsbereichen gleiche Farben zugewiesen werden.

Diese Möglichkeiten werden in den beiden folgenden Abschnitten dokumentiert.

8.4.1 Benutzerdefinierte Palette

Mit Hilfe des Menüpunkts „BILDANSICHT | PALETTE | BENUTZERDEFINIERT“ bzw. mit dem entsprechenden Schaltfeld kann auf die Anzeige einer vom Nutzer änderbaren Farbpalette umgeschaltet werden. Es wird der Dialog BENUTZERDEFINIERTE PALETTE geöffnet.



Im Dialog wird die letzte, dem Programm für das aktuelle Bild bekannte, nutzerdefinierte Palette angezeigt. In drei Kurven werden die Farbverläufe für die drei Farben Rot, Grün und Blau dargestellt, aus denen sich diese Palette zusammensetzt. Beim Öffnen des Dialogs wird zugleich die Bildanzeige auf diese Farbpalette umgeschaltet.

Mit den Schaltfeldern können die vordefinierten Paletten (GRAU, ..., LMK2) eingestellt werden. Mit dem Knopf SPEICHERN UNTER kann eine neu erstellte oder geänderte Farbpalette in einer Datei gespeichert werden. Mit dem Knopf LADEN kann eine zuvor erstellte und gespeicherte Palette geladen und verwendet werden. Mit dem Knopf SCHLIESSEN wird die Arbeit im Dialog beendet.

Folgende Operationen sind bei der Änderung einer Farbpalette von Bedeutung:

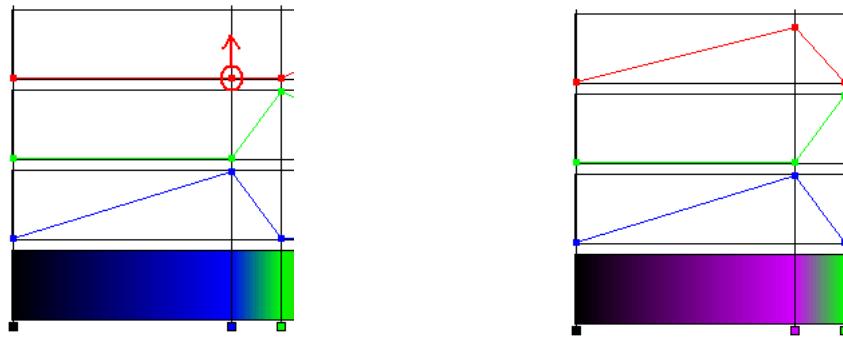
1. Festlegung des Ortes einer Änderung der Palette.

Dazu ist einer der senkrechten Splitter mit der Maus zu erfassen und mit gedrückter linker Maustaste an den gewünschten Ort zu ziehen.



2. Festlegen der Farbwerte für diesen Ort.

Dazu ist in einer der drei Farbkurven einer der Regler mit der Maus zu erfassen und nach oben oder unten zu ziehen.



Nach dem Drücken des Knopfs HILFE wird ein Hilfetext geöffnet, der über das Vorhandensein zweier Kontextmenüs informiert. Das erste Kontextmenü wird nach dem Drücken der rechten Maustaste geöffnet, wenn man sich mit der Maus in der Farbpalette befindet. Das zweite Kontextmenü wird geöffnet, wenn man mit der Maus über einem der viereckigen Regler steht und dort die rechte Maustaste drückt.



Kontextmenü 1



Kontextmenü 2

Alle übrigen Operationen werden mit Hilfe dieser beiden Kontextmenüs durchgeführt:

3. Löschen eines bestehenden Splitters.



Vor dem Löschen



Nach dem Löschen

4. Einfügen eines neuen Splitters



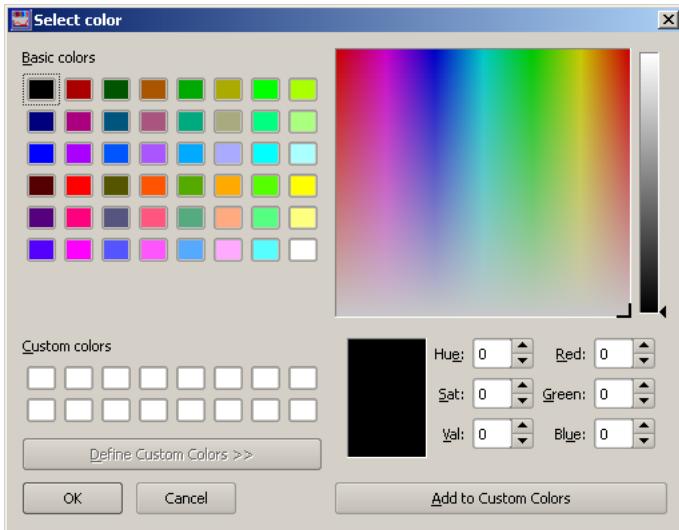
Vor dem Einfügen



Nach dem Einfügen

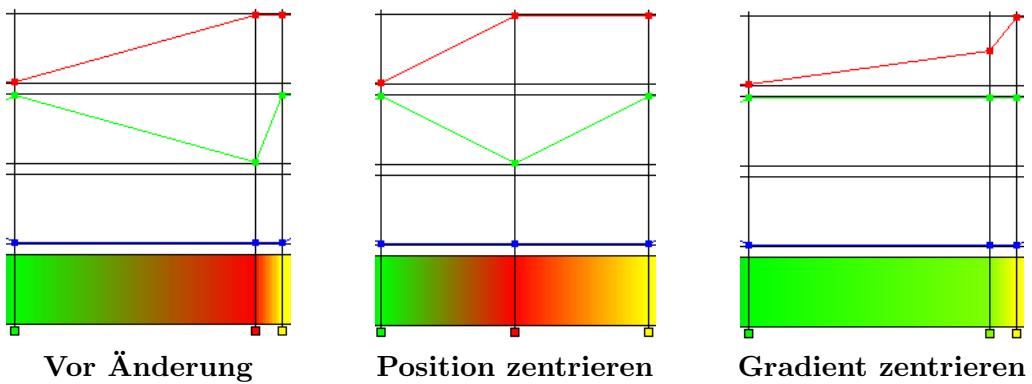
5. Farbe über einen Dialog eingeben

Das Kontextmenü 2 enthält den Menüpunkt FARBE SETZEN. Mit Hilfe dieses Menüpunkts kann man die Farbe für einen Splitter über einen Standardfarbdialog eingeben:



6. Position zentrieren, 7. Gradient zentrierieren

Die beiden noch nicht dokumentierten Menüpunkte im Kontextmenü 2 POSITION ZENTRIEREN und GRADIENT ZENTRIEREN normalisieren entweder die Position oder die Farbe eines Splitters in Bezug auf seine beiden Nachbarsplitter:



8.4.2 Isofarbenpalette

Mit einer Isofarbendarstellung werden Leuchtdichtebereiche farblich gekennzeichnet.



Der Dialog zur Zuordnung von Leuchtdichtebereichen zu Farben wird mit dem Menüpunkt „BILDANSICHT | PALETTE | ISOFAARBEN“ oder über das entsprechende Schaltfeld geöffnet.



Im Feld FARBANZAHL kann man die Anzahl der Farben zwischen 2 und 10 einstellen. In jeder Zeile des Dialogs wird nach dem Drücken des Knopfs FARBE ein Standardfarbdialog zur Auswahl einer vordefinierten oder zur Eingabe einer eigenen Farbe geöffnet. Auf der rechten Seite des Isofarbendialogs kann der entsprechende Schwellwert eingestellt werden, an dem der Wechsel von einer Farbe zur nächsten erfolgen soll.

Nach dem Drücken auf den Knopf STANDARD wird auf die Voreinstellung im Programm zurückgeschaltet:

- Arbeit mit 6 Farben und 5 Schwellwerten.
- Die Schwellwerte liegen gleichabständig zwischen dem Minimum und dem Maximum im Bild.
- Die 6 Farben sind Weiß, Gelb, Rot, Grün, Blau und Schwarz.

Mit den Knöpfen LADEN und SPEICHERN können die festgelegten Schwellwerte und Farben in einer Datei gespeichert bzw. von dort geladen werden.

Eine weitere Möglichkeit der Abgrenzung von Leuchtdichtebereichen voneinander bietet die Isoliniendarstellung, die mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | ISOLINIEN“ aufgerufen werden kann und im Abschnitt [13.7](#) auf Seite [159](#) beschrieben ist.

8.5 Farträume für Farbbilder

In Abhängigkeit von der Anwendung der aufgenommenen Farbbilder ist eine Darstellung der Ergebnisse in unterschiedlichen Farträumen notwendig. Eine Übersicht über die im Programm implementierten Räume und deren Beziehungen untereinander findet man im Kapitel 18 ab Seite 213 FARBMETRIK.

Nach dem Aufruf des Menüpunkts „BILD | FARBRAUM“ wird der Dialog FARBRAUM geöffnet.



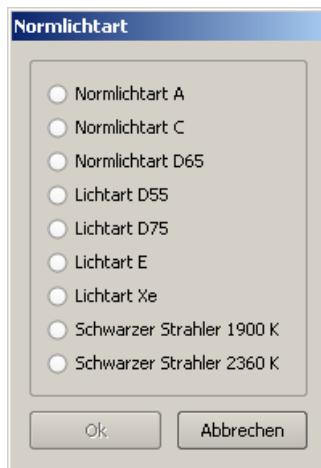
In diesem Dialog kann der gewünschte Farbraum aus einer Liste ausgewählt werden. Benötigt der ausgewählte Farbraum eine Referenzfarbe („Weißpunkt“), dann kann diese ebenfalls im Dialog eingegeben werden. Für die Eingabe einer Referenzfarbe wird der mittlere Teil des Dialogs eingeblendet.

Die Eingabe der Referenzfarbe kann nur in einem Farbraum erfolgen, der selbst keine Referenzfarbe benötigt. Um die Eingabe zu erleichtern, sind die Knöpfe AUS NORMLICHT, AUS LETZTER EINGABE und AUS MARKIERTEM RECHTECK vorhanden.

Mit dem Knopf AUS LETZTER EINGABE kann man eine, zuvor in einem anderen Farbbild benutzte Eingabe von Farbkoordinaten erneut verwenden.

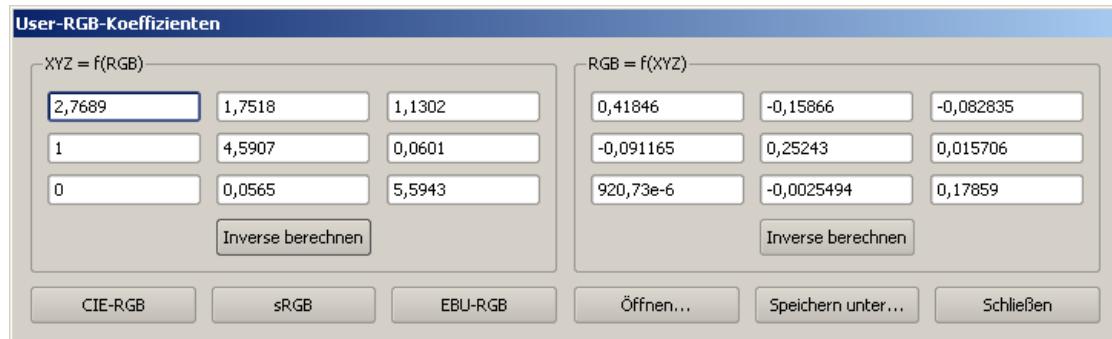
Der Knopf AUS MARKIERTEM RECHTECK steht nur zur Verfügung, wenn im Bild genau eine rechteckige Region markiert wurde. In diesem Fall wird als Referenzfarbe der Mittelwert dieser Region verwendet.

Beim Drücken des Knopfs AUS NORMLICHT wird ein weiterer Dialog geöffnet mit einer Auswahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Normlichtarten.



Eine Besonderheit stellt der Farbraum USER-RGB dar. Für diesen Farbraum hat der Benutzer die Möglichkeit, eigene Koeffizienten einzugeben und unter einem Namen als Parametersatz zu laden und zu speichern. Deshalb kann auch zwischen mehreren verschiedenen User-RGB-Farbräumen gewechselt werden.

Mit dem Knopf KOEFFIZIENTEN wird der Dialog USER-RGB-KOEFFIZIENTEN geöffnet. In der Voreinstellung enthält der Dialog die Koeffizientenmatrizen zur Umrechnung zwischen dem XYZ- und dem CIE-RGB-FARBRAUM, d.h. die Vorgabe für die User-RGB-Koeffizienten sind die CIE-RGB-Koeffizienten.



Der Benutzer muss nur eine der beiden Koeffizientenmatrizen $XYZ = f(RGB)$ oder $RGB = f(XYZ)$ eingeben und kann sich danach die inverse Transformation mit einem der beiden Knöpfe INVERSE BERECHNEN erzeugen lassen. Diese automatische Erzeugung ist besser als die Übernahme von Koeffizienten aus der Literatur, weil sie dort häufig nur mit einer niedrigen Zahl von Nachkommastellen angegeben sind.

Mit den Knöpfen CIE-RGB, sRGB und EBU-RGB lädt man die Koeffizienten bekannter RGB-Farbräume in den Dialog. Die Knöpfe LADEN und SPEICHERN dienen der Ablage der eingegebenen und berechneten Koeffizienten in einer Datei. Nach dem Drücken des SCHLIESSEN-Knopfes wird die Arbeit im Dialog beendet.

Nach der Umschaltung in den neuen Farbraum des Bildes erfolgen alle weiteren Anzeigen in der Statuszeile, in den Spezialcursoren (Linie, Rechteck, Kreis), in den Statistiktabellen und Grafiken im ausgewählten Farbraum.

Standardfarbstatistik						
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Farbe	Fläche	Mittelwert
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	L [cd/m ²] (Luv)	1813	570,3
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	u (Luv)	1813	0,1727
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	v (Luv)	1813	0,3099

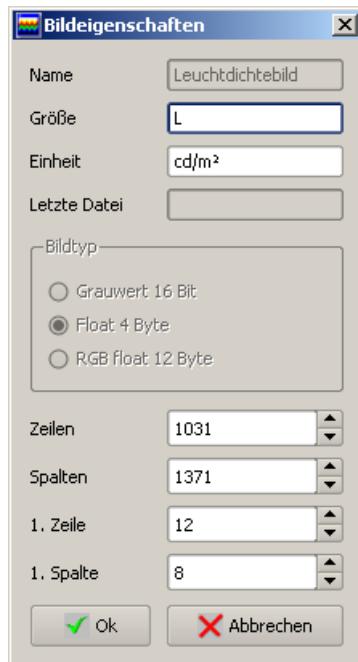
8.6 Weitere Möglichkeiten

8.6.1 Duplizieren und Füllen

Mit dem Menüpunkt „BILD | DUPLIZIEREN“ kann man ein neues Auswertungsbild anlegen, dass denselben Bildinhalt wie das aktuelle Bild bekommt. Auch die Anzeigeeigenschaften des aktuellen Bildes werden in das neue Bild übernommen. Mit dem Menüpunkt „BILD | FÜLLEN“ kann man dem gesamten Bild einen konstanten Wert zuweisen. Diese Möglichkeit wird häufig benötigt, wenn das Bild im Rahmen von Bildverarbeitungsoperationen für arithmetische Operationen genutzt werden soll, siehe dazu das Kapitel 13 ab Seite 149.

8.6.2 Bildeigenschaften

Mit dem Menüpunkt „BILD | EIGENSCHAFTEN“ wird ein Dialog geöffnet, in dem einige Bildeigenschaften angesehen oder geändert werden können.



Im mittleren Teil des Dialogs wird der Typ des Bildes angezeigt. Er wird beim Anlegen des Bildes festgelegt und kann danach nicht mehr geändert werden. Zum Anlegen neuer Auswertungsbilder siehe den Abschnitt 13.1 auf Seite 151.

Im oberen Teil des Dialogs werden der Name des Bildes und die physikalische Größe und Einheit angezeigt und können geändert werden. Diese Größen werden in einer Reihe von Anzeigen im Programm verwendet, u.a. bei der Anzeige der Messergebnisse, die in diesem Bild gewonnen wurden.

Im unteren Teil des Dialogs kann die Bildgröße geändert werden. Für viele Bildverarbeitungsoperationen ist es erforderlich, dass die dabei verwendeten Bilder dieselbe Größe haben, weil alle Bildpunkte der Quell- und Zielbilder miteinander verknüpft werden sollen. Aus diesem Grund werden neue Auswertungsbilder auch in derselben Größe wie die bereits vorhandenen Bilder angelegt. Wenn man ein Bild mit einer anderen Bildgröße benötigt, kann man sie nachträglich mit Hilfe des Bildeigenschaften-Dialogs ändern.

8.6.3 Bild in Textdatei exportieren

Für das einfache Speichern eines Bildes im Textformat kann man den Menüpunkt „BILD | SPEICHERN UNTER“ wählen und als Dateityp *.TXT wählen, siehe Abschnitt [8.1.1](#) auf Seite [73](#). Für weitergehende Exportmöglichkeiten kann der Menüpunkt „BILDVERARBEITUNG | BILDEXPORT IN TEXTDATEI“ genutzt werden.



Im Dialog BILD IN TEXTDATEI EXPORTIEREN gibt es folgende Möglichkeiten:

- Es kann ein Ausgaberaster gewählt werden (nicht jeder Bildpunkt wird verwendet).
- Die Ausgabe erfolgt in dem im Bild verwendeten Koordinatensystem.
- Es stehen zwei verschiedene Ausgabeformate zur Verfügung (eindimensionale Datenliste, zweidimensionales Datenfeld).
- Gemeinsam mit den Daten können die zugehörigen Bildkoordinaten und die Einheiten ausgegeben werden.

In den beiden Abschnitten HÖHE und BREITE kann die Größe des auszugebenden Bereichs des Bildes und der Abstand der Ausgabepunkte bzw. deren Anzahl eingegeben werden. Um die Eingabe des Bildbereichs zu erleichtern, findet man im unteren Teil des Dialogs die beiden Knöpfe GANZES BILD und MARKIERTES RECHTECK. Mit dem Schal-

8 Bilder

ter GANZES BILD wird die Größe des ausgewählten Bildes in die Eingabefelder OBEN, UNTEN, LINKS und RECHTS eingetragen. Wurde im Bild vor dem Öffnen des Dialogs eine rechteckige Region markiert, dann ist der Schalter MARKIERTES RECHTECK verfügbar. Mit ihm kann die Größe des markierten Rechtecks in die entsprechenden Eingabefelder übernommen werden.

Man kann in den beiden Abschnitten HÖHE und BREITE entweder den Abstand oder die Anzahl der Stützstellen im auszugebenden Bildausschnitt auswählen. Da aus dem Abstand der Stützstellen deren Anzahl folgt und umgekehrt, kann jeweils nur eine der beiden Größen eingegeben werden, die andere wird automatisch berechnet.

Im unteren Teil des Dialogs findet man das Auswahlfeld VERWENDUNG DES BILDKOORDINATENSYSTEMS. Ist diese Option eingeschaltet, dann erfolgen alle Eingaben in den Feldern OBEN, UNTEN, LINKS, RECHTS und ABSTAND in den Einheiten des gewählten Koordinatensystems. (Jedem Bild kann mit dem Menüpunkt „BILD | KOORDINATENSYSTEM“ ein eigenes Koordinatensystem zugewiesen werden.) Für Farbbilder erfolgt die Ausgabe im für dieses Bild eingestellten Farbraum. (Der Farbraum jedes Farbbildes kann mit dem Menüpunkt „BILD | FARBRAUM“ eingestellt und parametriert werden.)

Mit den beiden Alternativen AUSGABE ALS LISTE bzw. AUSGABE ALS ARRAY und den Auswahlfeldern KOPF MIT NAME UND EINHEIT und AUSGABE DER KOORDINATEN beeinflusst man das Format der erzeugten Textdatei.

Benötigt man unterschiedliche Parametersätze, weil man Daten mit verschiedenen Einstellungen exportieren möchte, dann kann man diese verschiedenen Parametersätze nach dem Drücken des Schalters PARAMETER SPEICHERN in einer Parameterdatei (Dateiendung *.ini) sichern und bei Bedarf nach dem Drücken des Schalters PARAMETER LADEN auswählen und erneut verwenden.

Nach dem Drücken des Schalters AUSFÜHREN wird der Dateiname der zu erzeugenden Exportdatei abgefragt und danach der Datenexport begonnen. Durch Drücken des Schalters DIALOG SCHLIESSEN wird der Dialog beendet.

Beispiele für die so erzeugten Textdateien findet man im Abschnitt [17.1.4](#) auf Seite [209](#).

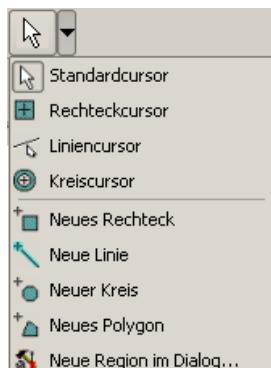
9 Messregionen

Die meisten statistischen Auswertungen erfordern es, dass neben dem Bild, in dem eine Auswertung erfolgen soll, auch eine Region im Bild angegeben wird. Als Typen von Regionen stehen zur Verfügung: Rechteck, Kreis, Polygon, Linie. Eine Messregion kann erstellt werden, indem sie in das betreffende Bild eingezeichnet oder über einen Dialog eingegeben wird. Diese beiden Möglichkeiten werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

9.1 Messregionen mit der Maus bearbeiten

9.1.1 Erstellen einer Region

Zum Erstellen einer Region mit Hilfe der Maus muss der Cursor im aktuellen Bild in einen dafür geeigneten Modus umgeschaltet werden. Die Umschaltmöglichkeiten findet man in den Menüs „REGIONEN | NEU“, „BILDANSICHT | CURSOR“, in einem Schnellschaltfeld und im Kontextmenü des Bildes.



Menüs, Schnellstartfeld



Kontextmenü

- Hat man auf den Cursormodus NEUES RECHTECK umgeschaltet, dann kann man durch Drücken der linken Maustaste den ersten Punkt einer rechteckigen Region festlegen. Danach zieht man das Rechteck durch Bewegen der Maus mit gedrückt gehaltener Maustaste auf und definiert den gegenüberliegenden Eckpunkt des Rechtecks durch das Loslassen der Maustaste.
- Im Cursormodus NEUE LINIE definiert das Drücken der linken Maustaste den Beginn, das Loslassen der Maustaste das Ende einer Linie.
- Im Cursormodus NEUER KREIS können Kreise eingezeichnet werden. Das Drücken der Maustaste legt den Mittelpunkt des Kreises fest, das Loslassen einen Punkt auf dem Umfang.

9 Messregionen

- Polygone werden durch mehr als zwei Punkte gebildet. Deshalb definiert jedes Ziehen mit gedrückter Maustaste eine weitere Seite des Polygons. Die Erzeugung eines Polygons wird abgeschlossen, wenn zum zweiten Mal auf den zuletzt eingezeichneten Punkt des Polygons geklickt wird, ohne die Maus zu bewegen, oder wenn der Cursormodus NEUES POLYGON verlassen wird.

9.1.2 Regionen markieren

Für das Markieren, Ändern oder Löschen bestehender Regionen muss man sich im Standardcursor-Modus befinden. In diesen Modus schaltet man mit dem Menüpunkt STANDARDCURSOR.

Die Markierung von Regionen wird geändert durch:

- Mausklick: Die Region unter dem Cursor wird markiert. Alle vorher markierten Regionen verlieren ihre Markierung.
- Shift-Mausklick: Der Markierungszustand der Region unter dem Cursor wird geändert, d.h. eine markierte Region wird demarkiert, eine nichtmarkierte wird markiert. Alle vorher markierten Regionen bleiben markiert.
- Zeichnen eines umschreibenden Rechtecks um die zu markierenden Regionen, d.h. linke Maustaste drücken, Rechteck aufziehen, Maustaste loslassen.
 - zieht man das umschreibende Rechteck von links oben nach rechts unten, dann werden alle Regionen markiert, die vollständig in dem aufgezogenen Rechteck enthalten sind.
 - zieht man das umschreibende Rechteck von rechts unten nach links oben, dann werden alle Regionen markiert, die von dem aufgezogenen Rechteck berührt werden.

Zum Ändern einer Region muss diese markiert werden (Ausnahme: Rückgängig machen einer Änderung). Mögliche Änderungen von Messregionen sind:

- Regionen verschieben, duplizieren oder löschen
- Eckpunkte einer Region verschieben, einfügen oder löschen

9.1.3 Regionen verschieben



Befindet sich der Cursor über einer markierten Region und wird der VERSCHIEBEN-Cursor angezeigt, dann können die markierten Regionen verschoben werden. Dazu werden die markierten Regionen mit gedrückter linker Maustaste an die gewünschte neue Position gezogen.

9.1.4 Regionen duplizieren



Zum Duplizieren der markierten Regionen ist wie beim Verschieben vorzugehen. Gleichzeitig muss die STRG-Taste gedrückt gehalten werden. (Bei gedrückter gehaltener STRG-Taste erkennt man den geänderten Modus am KOPIEREN-Cursor.)

9.1.5 Regionen löschen

Markierte Regionen werden gelöscht durch:

- Klicken der rechten Maustaste und Auswahl des Menüpunkts „LÖSCHEN“ im Kontextmenü oder
- Drücken der Tastenkombination ALT-ENTF auf der Tastatur.

Alle Regionen können unabhängig von ihrem Markierungszustand gelöscht werden durch Aufruf des Menüpunkts „REGIONEN | LÖSCHEN.“

9.1.6 Konturpunkt verschieben



Befindet sich der Cursor über einem Eckpunkt einer markierten Region, wird der PUNKT-VERSCHIEBEN-Cursor angezeigt. Dann kann der Punkt an eine andere Stelle verschoben werden. Dazu wird er mit gedrückter linker Maustaste an die gewünschte neue Position gezogen.

9.1.7 Konturpunkt einfügen



9 Messregionen

Diese Operation ist nur für Polygone erlaubt. Befindet sich der Mauszeiger über einer Kante eines markierten Polygons, wird der PUNKT-EINFÜGEN-Cursor angezeigt. An dieser Stelle kann ein weiterer Konturpunkt eingefügt werden:

- Klicken der rechten Maustaste und Auswahl des Menüpunkts „EINFÜGEN“ im Kontextmenü oder
- Drücken der Tastenkombination STRG-EINFG auf der Tastatur.

9.1.8 Konturpunkt löschen



Diese Operation ist nur für Polygone erlaubt. Befindet sich der Mauszeiger über einem Konturpunkt eines markierten Polygons, hat das Polygon noch mehr als 3 Eckpunkte und wird der PUNKT-VERSCHIEBEN-Cursor angezeigt, so kann der betreffende Punkt gelöscht werden. Der Punkt kann gelöscht werden durch:

- Klicken der rechten Maustaste und Auswahl des Menüpunkts „PUNKT LÖSCHEN“ im Kontextmenü oder
- Drücken von STRG-ENTF auf der Tastatur.

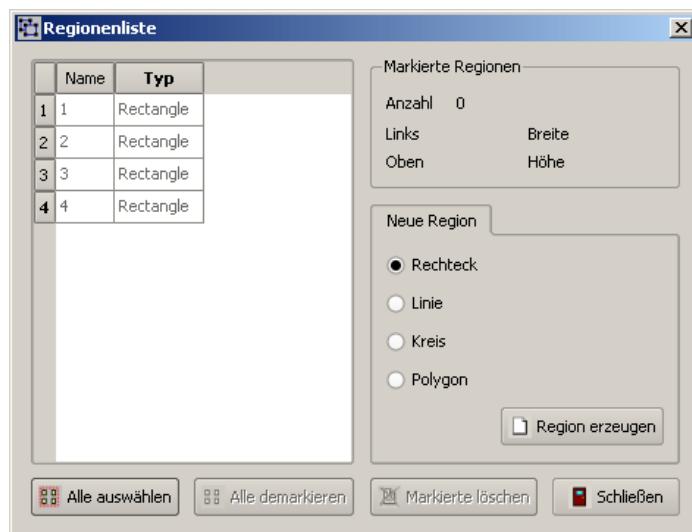
9.1.9 Änderungen rückgängig machen

Mit dem Menüpunkt „REGIONEN | RÜCKGÄNGIG“ können Änderungen an den Regionen schrittweise wieder rückgängig gemacht werden.

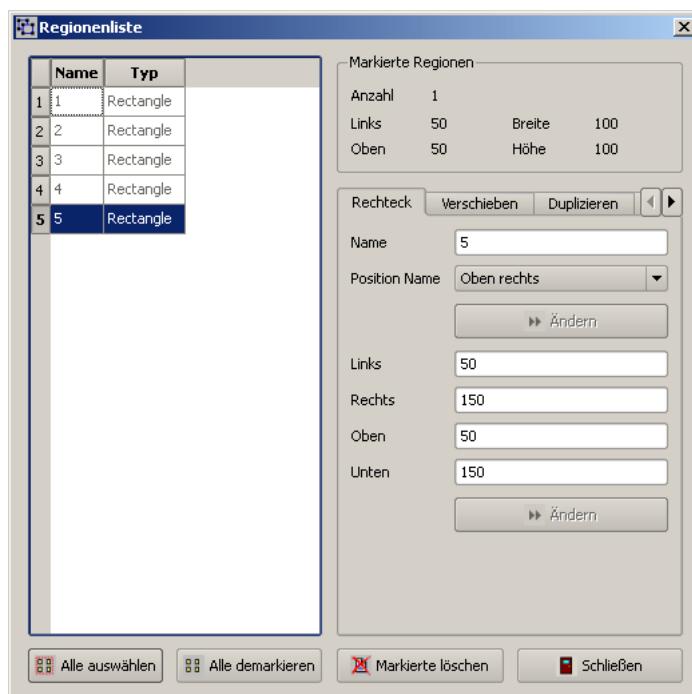
Mit dem Menüpunkt „REGIONEN | WIEDERHOLEN“ wird das Rückgängig machen selbst rückgängig gemacht.

9.2 Messregionen im Dialog bearbeiten

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Möglichkeiten beschrieben, Messregionen mit Hilfe von Cursorfunktionen zu bearbeiten. Messregionen können außerdem mit Hilfe eines Dialogs erzeugt, verändert oder gelöscht werden. Mit dem Menüpunkt „REGIONEN | EIGENSCHAFTEN“ wird der Dialog REGIONENLISTE geöffnet. Ist keine Region im Bild markiert können im Dialog neue Regionen angelegt werden:



Durch Drücken auf den Knopf REGION ERZEUGEN wird eine Region des gewünschten Typs angelegt, im Bild eingezeichnet und markiert. Da im Dialog stets auf der rechten Seite die Eigenschaften markierter Regionen angezeigt werden, kann sofort mit der Änderung ihrer Eigenschaften begonnen werden:



9 Messregionen

Die Angaben auf der Eigenschaftenseite einer Region hängen vom Regionentyp ab:

Rechteck	Verschieben	Duplizieren	Neu
Name	5	Ändern	
Position Name	Oben rechts	Ändern	
Links	50	Ändern	
Rechts	150	Ändern	
Oben	50	Ändern	
Unten	150	Ändern	
<hr/>			
Linie	Verschieben	Duplizieren	Neu
Name	6	Ändern	
Position Name	Oben rechts	Ändern	
x1	100	Ändern	
y1	100	Ändern	
x2	200	Ändern	
y2	100	Ändern	
<hr/>			
Kreis	Verschieben	Duplizieren	Neu
Name	7	Ändern	
Position Name	Oben rechts	Ändern	
xm	200	Ändern	
ym	100	Ändern	
Radius	50	Ändern	
<hr/>			
Polygon	Verschieben	Duplizieren	Neu
Name	8	Ändern	
Position Name	Oben rechts	Ändern	
Punkte	3	Ändern	
Punkt Nr.	0	Ändern	
x	250	Ändern	
y	50	Ändern	
<input type="button" value="Punkt löschen"/>		Ändern	
<input type="button" value="Punkt einfügen"/>		Ändern	

Im oberen Teil des Dialogs können für jede Region ihr Name und dessen Position festgelegt werden. Im unteren Teil können die Eckpunkte der Regionen geändert werden. Für Polygone besteht hier auch die Möglichkeit, Eckpunkte einzufügen oder zu löschen. Änderungen von Namen oder Koordinaten im Dialog werden erst in die Regionenliste übertragen und im Bild sichtbar, wenn sie durch das Drücken des jeweiligen Ändern-Knopfes übernommen wurden.

Alle Ortsangaben im Dialog erfolgen in der Einheit des im Bild verwendeten Koordinatensystems, siehe dazu das Kapitel 10 ab Seite 99.



Auf zwei weiteren Seiten des Dialogs gibt es die Möglichkeit, eine oder mehrere markierte Regionen zu verschieben, zu verdrehen, in ihrer Größe zu ändern oder zu duplizieren.

Auch bei diesen Operationen werden die gewünschten Aktionen erst in der Regionenliste und im Bild ausgeführt, wenn nach der Eingabe der Werte die Ausführen-Knöpfe (VERSCHIEBEN, DREHEN, SKALIEREN und DUPLIZIEREN) gedrückt werden.

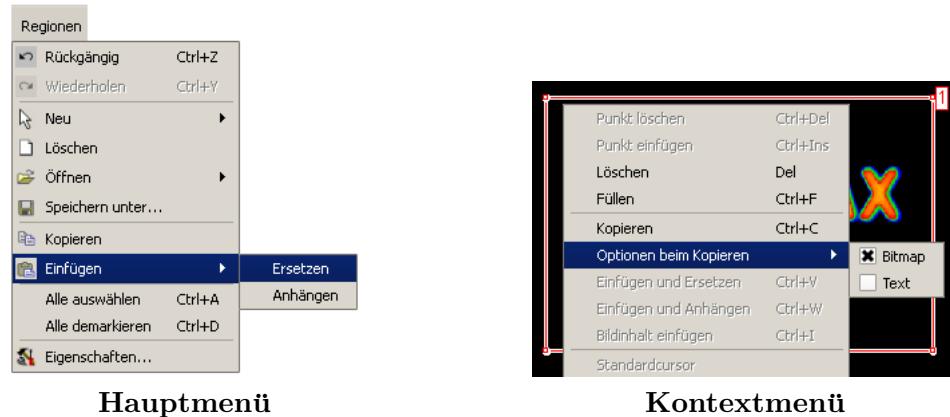
Die Option JEDE REGION EINZELN auf der Seite VERSCHIEBEN beeinflusst das Verdrehen und das Skalieren. Ohne eingeschaltete Option werden die Regionen gemeinsam um ihren Mittelpunkt verdreht bzw. in Bezug auf ihren gemeinsamen Mittelpunkt skaliert. Mit eingeschalteter Option wird jede Region um ihren eigenen Mittelpunkt gedreht bzw. skaliert.

Alle Ortsangaben im Dialog erfolgen in der Einheit des im Bild verwendeten Koordinatensystems, siehe dazu das Kapitel 10 ab Seite 99.

9.3 Laden und Speichern

Mit dem Menüpunkt „REGIONEN | SPEICHERN“ kann man eine Regionenliste in einer Datei speichern. Später kann diese Liste wieder in das Programm gelesen werden. Beim Lesen kann man sich entscheiden, entweder die bestehenden Regionen zu überschreiben (Menüpunkt „REGIONEN | LADEN | ERSETZEN“ oder die neuen Regionen den bereits bestehenden hinzuzufügen (Menüpunkt „REGIONEN | LADEN | ANHÄNGEN“).

9.4 Kopieren und Einfügen



Beim Kopieren und Einfügen werden Daten über die Zwischenablage übertragen. Man muss unterscheiden:

- Mit den Menüpunkten im Hauptmenü REGIONEN („REGIONEN | KOPIEREN“, „REGIONEN | EINFÜGEN“) werden Aktionen mit der gesamten Regionenliste ausgeführt.
- Mit den Menüpunkten im Kontextmenü des Bilds („KOPIEREN“, „EINFÜGEN UND ERSETZEN“, „EINFÜGEN UND ANHÄNGEN“, „BILDINHALT EINFÜGEN“) wird zusätzlich die Markierung der Regionen im aktuellen Bild berücksichtigt. Deshalb müssen weitere Fälle unterschieden werden:
 - Es ist keine Region markiert.
 - Es ist genau ein Rechteck markiert.
 - Es sind mehrere Regionen markiert oder die einzige markierte Region ist kein Rechteck.

9.4.1 Kopieren und Einfügen der gesamten Regionenliste

Mit dem Menübefehl „REGIONEN | KOPIEREN“ wird die gesamte Regionenliste eines Bilds in die Zwischenablage gespeichert. Wechselt man danach in ein anderes Bild, dann können in dieses Bild die Regionen aus der Zwischenablage mit dem Befehl „REGIONEN | EINFÜGEN | ANHÄNGEN“ oder „REGIONEN | EINFÜGEN | ERSETZEN“ übernommen werden. Je nach der gewählten Option bleiben dabei die in diesem Bild bereits vorhandenen Regionen erhalten oder werden durch die neuen ersetzt.

Da die Regionen des Quellbilds in das Zielbild kopiert wurden, beeinflussen nachträgliche Änderungen der Regionen in einem der beiden Bilder die Regionen im jeweils anderen Bild nicht. Möchte man in mehreren Bildern eine gemeinsame Regionenliste verwenden, dann steht dafür eine andere Möglichkeit zur Verfügung, die mit dem Menüpunkt „PROGRAMMANSICHT | ZUORDNUNG DER REGIONENLISTEN“ aufgerufen werden kann, siehe dazu den Abschnitt 9.6 auf Seite 97.

9.4.2 Kopieren und Einfügen mehrerer markierter Regionen

Wurden im Bild eine oder mehrere Regionen markiert, dann steht im Kontextmenü des Bilds der Menüpunkt KOPIEREN zur Verfügung. Mit ihm werden die markierten Regionen als eine separate Regionenliste in die Zwischenablage kopiert. Mit den Hauptmenüpunkten „REGIONEN | EINFÜGEN | ANHÄNGEN“ und „REGIONEN | EINFÜGEN | ERSETZEN“ können sie in die Regionenliste eines anderen Bildes übernommen werden, so als ob sich die gesamte Regionenliste eines Bildes in der Zwischenablage befindet.

9.4.3 Kopieren und Einfügen eines markierten Rechtecks

Ist nur eine rechteckige Region im Bild markiert, dann erhalten die Menüpunkte zum Kopieren und Einfügen im Kontextmenü eines Bildes eine zusätzliche Bedeutung. Jetzt können nicht nur die Regionen, sondern auch der Bildinhalt aus einer rechteckigen Region aus einem Bild kopiert und in eine rechteckige Region desselben oder eines anderen Bildes eingefügt werden.

Beim Kopieren genau einer markierten rechteckigen Region werden in der Zwischenablage gespeichert:

- Eine Regionenliste, die die Lage und Größe der rechteckigen Region enthält.
- Der Bildinhalt dieser rechteckigen Region.
- Optional ein Bitmap des Bildinhalts dieser Region. Dazu muss im Kontextmenü die Option „OPTIONEN BEIM KOPIEREN | BITMAP“ eingeschaltet sein.
- Optional den Bildinhalt in Form eines Textarrays. Dazu muss zuvor im Kontextmenü die Option „OPTIONEN BEIM KOPIEREN | TEXT“ eingeschaltet sein.

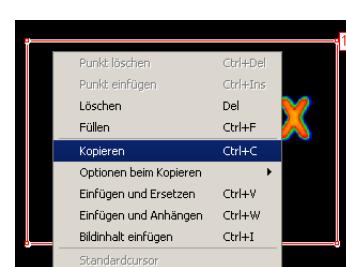
Die beiden letztgenannten Möglichkeiten können für den Datenexport in andere Programme verwendet werden (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation).

Die beiden erstgenannten Möglichkeiten kann man zum Kopieren und Einfügen von Bildinhalten in andere Bilder oder in einen anderen Bereich desselben Bildes verwenden. Dafür ist folgender Ablauf notwendig:

1. Markieren einer rechteckigen Region in einem Bild.
2. Aufruf des Menüpunkts KOPIEREN im Kontextmenü.



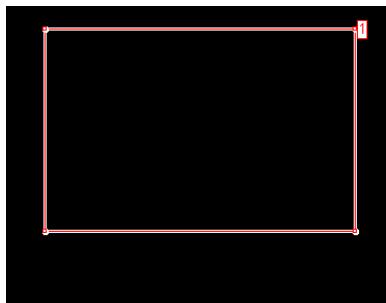
Markieren



Kopieren

9 Messregionen

3. Umschalten auf ein anderes Bild.
4. Aufruf des Menüpunkts „REGIONEN | EINFÜGEN | ANHÄNGEN“ im Hauptmenü oder „EINFÜGEN UND ERSETZEN“ oder „EINFÜGEN UND ANHÄNGEN“ im Kontextmenü. Damit wird eine markierte aber noch leere Region in dem anderen Bild eingefügt.
5. Platzieren der neuen markierten rechteckigen Region an der gewünschten Stelle.
6. Aufruf des Menüpunkts BILDINHALT EINFÜGEN im Kontextmenü. Durch dieses Einfügen wird der Bildinhalt in die Region eingefügt.



Region einfügen



Bildinhalt einfügen

7. Verschieben der markierten Region an die gewünschte Stelle.
8. Entmarkieren der Region. Erst das Entmarkieren der Region kopiert den neuen Bildinhalt dauerhaft in das Zielbild.



Verschieben



Entmarkieren

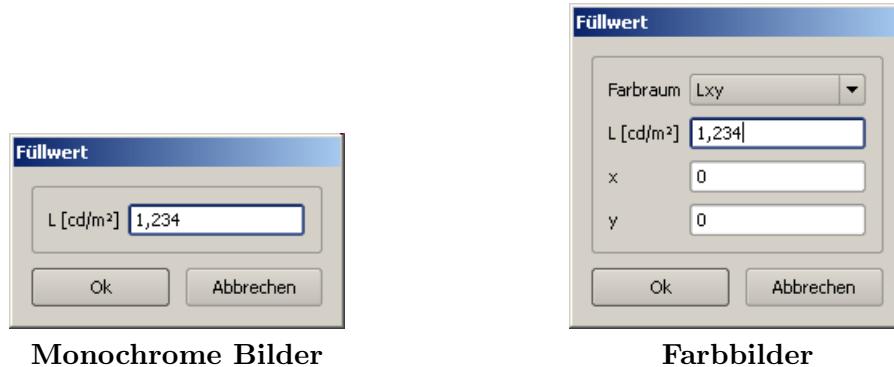
Man kann die vorangegangenen Schritte auch mehrmals wiederholen, also Verschieben der erneut markierten Region an eine andere Stelle, Aufruf des Menüpunkts „BILDINHALT EINFÜGEN“ im Kontextmenü und Demarkieren der Region.



Nach Wiederholung

9.5 Regionen füllen

Mit dem Menüpunkt FÜLLEN im Kontextmenü kann man die markierten Regionen mit einem konstanten Wert füllen. Der Dialog zur Eingabe eines Füllwerts in Farbbildern gestattet die Eingabe in verschiedenen Farbräumen.



9.6 Gleiche Regionenlisten in verschiedenen Bildern

Jedem neu angelegten Auswertungsbild wird automatisch eine neue Regionenliste für die Festlegung von Messregionen zugeordnet. Deshalb können in den einzelnen Bildern Messregionen erzeugt, verändert oder gelöscht werden, ohne dass es dadurch Veränderungen in anderen Bildern gibt.

In einigen Anwendungsfällen ist es aber sinnvoll, wenn in unterschiedlichen Bildern mit denselben Messregionen gearbeitet werden darf. Beispielsweise kann so ein Vergleich von Messdaten zwischen einem Soll- und einem Istbild erfolgen, wobei in beiden Bildern dieselben Messregionen vereinbart worden sind.

Mit dem Menüpunkt „PROGRAMMANSICHT | ZUORDNUNG VON REGIONENLISTEN“ kann man den Dialog ZUORDNUNG DER REGIONENLISTEN öffnen, sich dort über die aktuelle Zuordnung informieren und sie ändern.



Im Kamerabild, Leuchtdichtebild und im Farbbild wird eine gemeinsame Liste verwendet. Diese Liste wird im Dialog als STANDARDLISTE bezeichnet. Die Zuordnung der STANDARDLISTE zu diesen immer vorhandenen Bildern kann vom Nutzer nicht geändert

9 Messregionen

werden. Für alle übrigen, selbst angelegten Bilder kann die Zuordnung frei gewählt werden. Im angezeigten Beispiel wird die STANDARDLISTE auch im Bild AUSWERTUNG[1] verwendet.

Auf der linken Seite des Dialogs wählt man die Regionenliste aus. Auf der rechten Seite wird deren Zuordnung zu Bildern angezeigt und kann geändert werden. In jedem Bild kann stets nur genau eine Regionenliste verwendet werden.

Mit dem Knopf VOREINSTELLUNG werden die benutzerdefinierten Zuordnungen rückgängig gemacht.

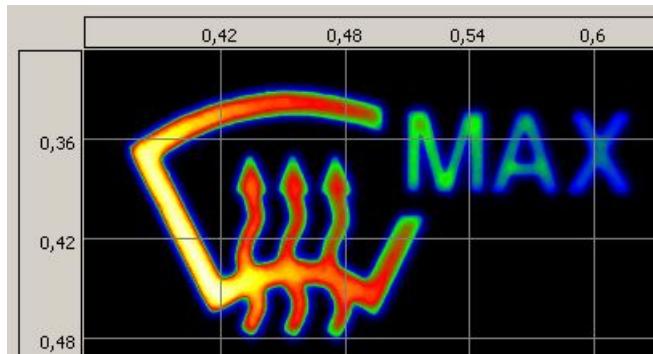
10 Koordinatensysteme

Die Anzeige geometrischer Informationen im Bild erfolgt immer in den Einheiten eines Koordinatensystems. Wird kein besonderes Koordinatensystem definiert, erfolgen die Anzeigen in Pixeln ohne explizite Angabe einer Einheit. Dabei liegt der Koordinatenursprung oben links. Die x-Werte nehmen nach rechts zu, die y-Werte nach unten.

Mit den Menüpunkten „KOORDINATENSYSTEM | SPEICHERN“ bzw. „KOORDINATENSYSTEM | LADEN“ können die aktuellen Angaben in eine Datei gespeichert bzw. aus einer solchen Datei geladen werden.

Die beiden Menüpunkte „KOORDINATENSYSTEM | KOPIEREN“ und „KOORDINATENSYSTEM | EINFÜGEN“ können verwendet werden, um die Parameter des Koordinatensystems eines Bildes in ein anderes Bild zu übertragen.

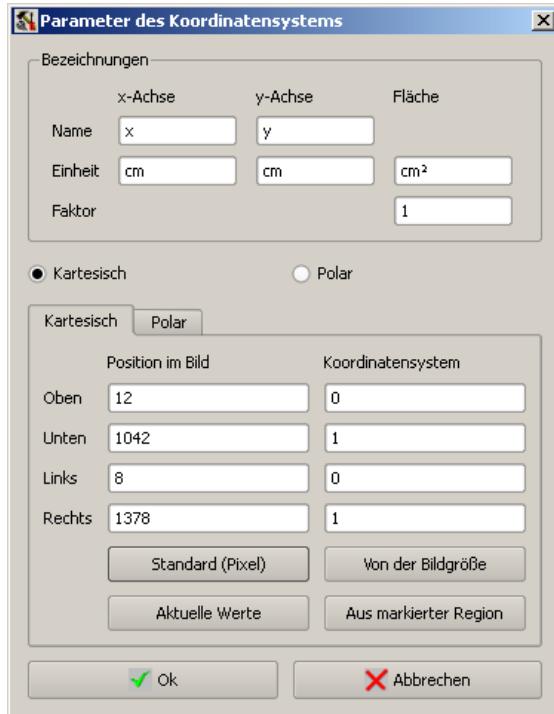
Mit dem Menüpunkt „BILDANSICHT | KOORDINATENSYSTEM“ kann man sich das aktuell verwendete Koordinatensystem im Bild anzeigen lassen.



Mit dem Menüpunkt „KOORDINATENSYSTEM | EIGENSCHAFTEN“ kann man die Einstellungen zum verwendeten Koordinatensystem ändern. Es besteht die Möglichkeit, ein anderes kartesisches oder ein Polarkoordinatensystem zu definieren. Die Anzeige von Positionen, Höhen, Breiten, Längen und Flächen erfolgt in Größen und Einheiten des verwendeten Koordinatensystems.

Im oberen Teil des Dialogs können Bezeichnungen und Einheiten der Achsen des definierten Koordinatensystems eingegeben werden.

10.1 Kartesisches Koordinatensystem



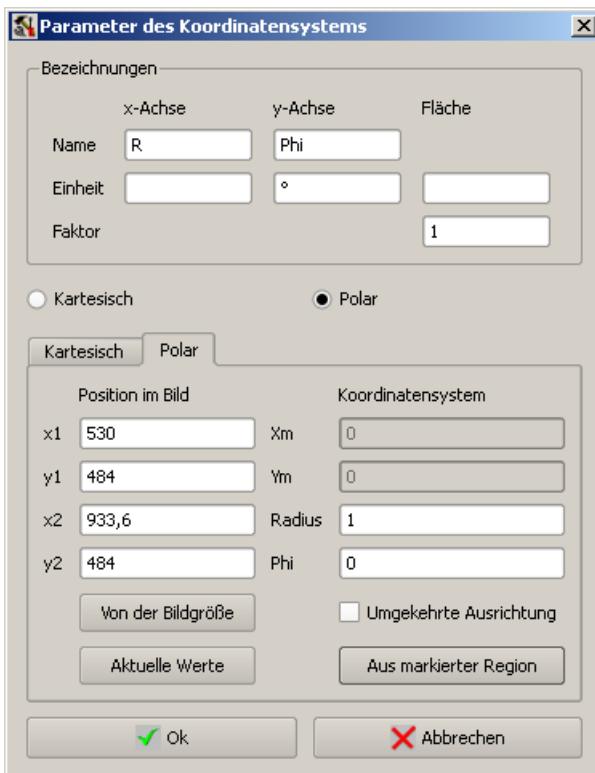
Wählt man im Koordinatensystemdialog die Option KARTESISCH, dann kann man auf der entsprechenden Seite die Eigenschaften dieses Koordinatensystems editieren.

In den vier Eingabefeldern auf der linken Seite können vier Koordinatenwerte im Bild in Pixelkoordinaten angegeben werden. In den vier Feldern auf der rechten Seite werden diesen vier Eingaben vier Koordinatenwerte im gewünschten Koordinatensystem zugeordnet. Aus diesen Eingaben berechnet das Programm die Umrechnung zwischen den Pixel- und den Koordinatensystemwerten.

Die vier Knöpfe unterhalb der Eingabefelder dienen zur Erleichterung der Bestimmung der Parameter der Koordinatentransformation:

- STANDARD (PIXEL): Das Drücken dieses Knopfes setzt das Koordinatensystem auf eine Anzeige in Pixelkoordinaten zurück.
- VON DER BILDGRÖSSE: Trägt in die vier Eingabefelder auf der linken Seite die Größe des Bildes ein.
- AKTUELLE WERTE: Setzt die acht Eingabefelder auf den Zustand vor dem Öffnen des Dialogs zurück (Undo-Funktion).
- AUS MARKIERTER REGION: Wenn im Bild genau ein Rechteck markiert ist, dann werden nach dem Drücken dieses Knopfes in die vier Eingabefelder auf der linken Seite die Koordinaten des markierten Rechtecks eingetragen.

10.2 Polarkoordinatensystem



Wählt man im Koordinatensystemdialog die Option POLAR, dann kann man auf der entsprechenden Seite die Eigenschaften dieses Koordinatensystems editieren.

Auf der linken Seite des Dialogs kann man die Koordinaten zweier Punkte angeben. Der erste der beiden Punkte definiert den Nullpunkt im Polarkoordinatensystem. Für den zweiten Punkt kann man auf der rechten Seite seine Werte im Polarkoordinatensystem angeben.

Mit der Option Umgekehrte Ausrichtung kann man die Drehrichtung für den Winkel ϕ umkehren. Zusammen legen diese Angaben die Parameter der Umrechnung von den Pixel- in Polarkoordinaten eindeutig fest.

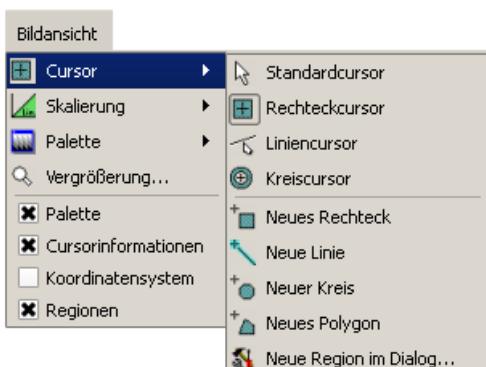
Die drei Knöpfe unterhalb der Eingabefelder dienen zur Erleichterung der Bestimmung der Parameter der Koordinatentransformation:

- VON DER BILDGRÖSSE: Trägt in die vier Eingabefelder auf der linken Seite die Größe des Bildes ein.
- AKTUELLE WERTE: Setzt die Eingabefelder auf den Zustand vor dem Öffnen des Dialogs zurück (Undo-Funktion).
- AUS MARKIERTER REGION: Wenn im Bild genau ein Kreis markiert ist, dann werden nach dem Drücken dieses Knopfes die Parameter des Mittelpunktes und des sich rechts auf dem Umfang befindlichen zweiten Punktes in die Eingabefelder eingetragen.

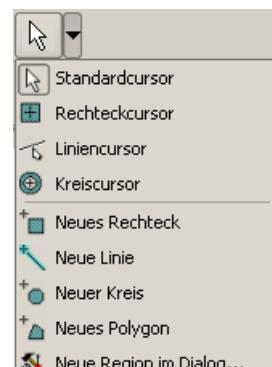
10 Koordinatensysteme

11 Cursoren

Bewegt man den Mauszeiger über das Bildfeld, dann werden in der Statuszeile Informationen über den Bildinhalt oder über die Regionen angezeigt, die sich unter dem Mauszeiger befinden. In den unterschiedlichen Mausmodi wechseln die Anzeigen in der Statuszeile, es können verschiedene Operationen mit der Maus und in einigen zusätzlich geöffneten Dialogen vorgenommen werden. Die Umschaltung des Mausmodus erfolgt entweder im Menü „BILDANSICHT | CURSOR“ oder mit dem entsprechenden Schaltfeld.



Menü



Schaltfeld

11.1 Cursortypen

Die Cursortypen NEUES RECHTECK, NEUE LINIE, NEUER KREIS und NEUES POLYGON dienen dem Anlegen neuer Messregionen und wurden bereits im Abschnitt 9.1 auf Seite 87 ausführlich beschrieben.

11.1.1 Standardcursor

Wenn der STANDARDCURSOR eingeschaltet ist, wird in der Statuszeile der Bildwert an der Stelle des Mauszeigers angezeigt. Bei Farbbildern erfolgt diese Anzeige im eingestellten Farbraum, bei Schwarzweißbildern in der in diesem Bild gültigen Einheit. Wurde für das Bild ein Koordinatensystem vereinbart, dann werden die geometrischen Parameter in diesem Koordinatensystem angezeigt.

x [mm]	y [mm]	L [cd/m ²]
0,4565	0,4363	2,916

Monochromes Bild

x [mm]	y [mm]	L [cd/m ²] (Lxy)	x (Lxy)	y (Lxy)
0,4511	0,4383	3,124	0,3333	0,3333

Farbbild

11 Cursoren

Mit einem Klick der linken Maustaste über einer Region oder dem Zeichnen eines umschließenden Rechtecks um die Regionen können diese markiert werden, siehe dazu auch den Abschnitt 9.1.2 auf Seite 88. Die Markierung ist für einige Operationen mit Messregionen notwendig: Verschieben, Duplizieren, Ändern, Löschen, Erstellung und Änderung einer statistischen Auswertung.

Befindet sich der Mauszeiger über einer markierten Region, dann werden in der Statuszeile Informationen über diese Region angezeigt. Die Anzeige wechselt in Abhängigkeit davon, ob man sich im Inneren der Region, auf ihrer Kontur oder auf einem der Eckpunkte befindet.

Objekt	Typ	Punkte	Fläche	Umfang	Objekt	Typ	Linie	Länge	Winkel	Objekt	Typ	Punkt	x [mm]	y [mm]
1	Rectangle	4	0,07929	1,132	1	Rectangle	2	0,3102	180	1	Rectangle	2	0,6451	0,5258

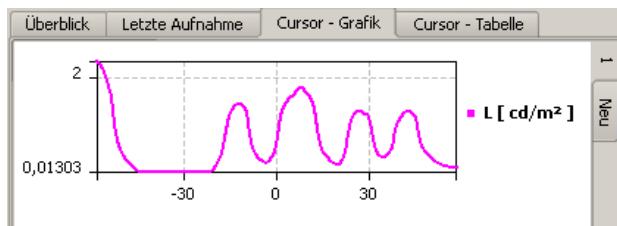
Fläche

Kontur

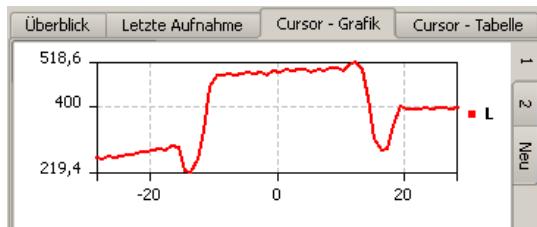
Eckpunkt

11.1.2 Liniencursor

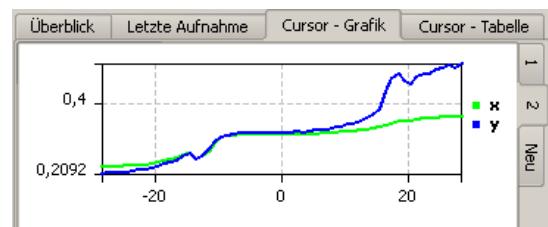
Wenn der LINIENCURSOR eingeschaltet ist, dann wird in einem Fenster unterhalb des aktuellen Bildes ein Leuchtdichte- bzw. Farbschnitt entlang des Cursors angezeigt.



Anzeige im monochromen Bild



Anzeige1 im Farbbild



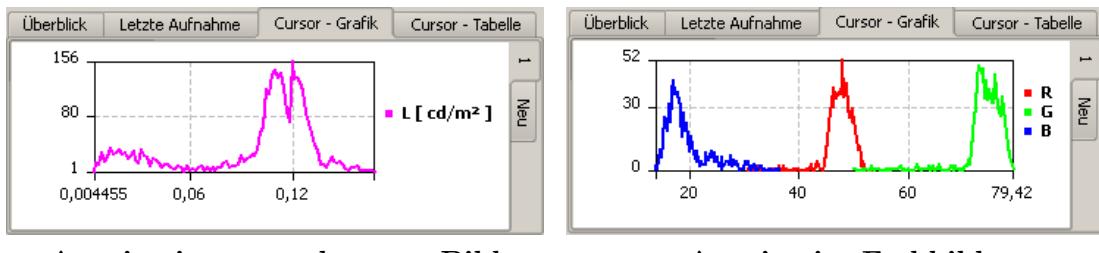
Anzeige2 im Farbbild

Da für das Farbbild die Ausgabe der Messwerte im Farbraum LUV gewählt wurde, erfolgt auch die Cursoranzeige in diesem Farbraum. Die Kurven für L bzw. für u,v wurden auf zwei verschiedene Seiten der Grafikanzeige gelegt, weil die Wertebereiche für die Leuchtdichte L und die Farbwerte u,v sehr unterschiedlich sind.

11.1.3 Rechteck- und Kreiscursor

Mit dem RECHTECK- oder dem KREISCURSOR kann in einem Fenster unterhalb des aktuellen Bildes ein Histogramm angezeigt werden. Wie es der Name des Cursors schon

ausdrückt, wird im ersten Fall mit einer rechteckigen, im zweiten mit einer kreisförmigen Cursorregion gearbeitet.



11.2 Parametrierung der Cursoren

Wenn auf einen der drei Spezialcursoren LINIENCURSOR, RECHTECKCURSOR oder KREISCURSOR umgeschaltet wurde, dann wird automatisch ein Dialog geöffnet, in dem die Parameter der Cursoren angezeigt werden und geändert werden können. Die Anzeigen bzw. Eingaben in diesem Dialog erfolgen in den Einheiten des aktuellen Koordinatensystems.



Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten, die Größe eines Cursors zu ändern:

- Nach dem Drücken der linken Maustaste kann man je nach eingestelltem Cursortyp beginnen, eine Linie, ein Rechteck oder einen Kreis zeichnen. Mit dem Loslassen der Maustaste ist das Zeichnen beendet und die neue Cursorgröße festgelegt. Die geänderten Parameter werden dann auch im Dialog angezeigt.
- Eingabe der gewünschten Cursorgröße im Dialog.

Der Parameter DICKE im Parameterdialog für den LINIENCURSOR führt zu einer Glättung des angezeigten Schnitts. Es wird eine Mittlung der Leuchtdichte- bzw. Farbwerte in der Umgebung der Schnittlinie durchgeführt.

Wenn man den Dialog mit dem SCHLIESSEN-Knopf verlässt, dann wird er bei der nächsten Änderung der Cursorgröße mit der Maus wieder geöffnet, um die neue Cursorgröße anzuzeigen. Mit der Option DIALOG NUR BEI CURSORTYPÄNDERUNG ANZEIGEN kann man dieses Verhalten ändern. Der Dialog wird dann erst wieder geöffnet, wenn man zum Beispiel von einem RECHTECK- auf einen LINIENCURSOR umschaltet.

11 Cursoren

12 Statistische Auswertungen

Nach der Aufnahme und Berechnung eines Leuchtdichte- bzw. Farbbildes mit einem der in der Software implementierten Aufnahmeverfahren stehen Ergebnisbilder zur Verfügung, die für jeden Bildpunkt einen Leuchtdichte- oder Farbwert angeben. Häufig sind aber nicht die Messwerte einzelner Bildpunkte von Interesse, sondern es interessieren Aussagen zu den Objekten, die mit Hilfe der Kamera aufgenommen wurden. Für komplexe Aufgabenstellungen existieren eine Reihe von Algorithmen, die Messwerte mehrerer Bildpunkte in einer Region des Bilds zu gemeinsamen Ergebniswerten zusammenfassen. Mit den im Kapitel 11 ab Seite 103 vorgestellten Cursorfunktionen kann man bereits einige Größen ermitteln. Alle Cursoren liefern photometrische bzw. colorimetrische Aussagen zu Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum im Cursorgebiet. Mit einem Liniencursor kann man den Leuchtdichte- bzw. den Farbwertverlauf entlang einer Linie ermitteln. Mit Hilfe flächenhafter Cursoren wie z.B. dem Rechteckcursor erhält man eine Histogrammstatistik der Leuchtdichten bzw. Farbwerte im Bereich des Cursors. Die Ergebnisse der Cursoren sind jedoch „flüchtig“, da sie an die Bewegung des Mauszeigers gebunden sind.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Methoden können Messergebnisse aus Regionen berechnen, die der Anwender im Bild definiert hat. Die Messwerte bleiben solange erhalten, bis ein neues Bild aufgenommen, die Messregionen oder die Parameter der Auswertungsverfahren verändert wurden. Die berechneten Werte können gespeichert, gedruckt oder in verschiedenen Formaten in andere Programme exportiert werden. Wie bereits im Kapitel 9 ab Seite 87 vorgestellt, stehen als geometrische Messregionen Linien, Rechtecke, Kreise und Polygone zur Verfügung. Einige der im Folgenden vorgestellten Auswertungsmethoden (Leuchtdichte-, Integral- und Symbolobjekt) gestatten neben der geometrischen Objektdefinition an Hand der Kontur der Messregion auch eine photometrische Festlegung eines Messobjekts. Zum Beispiel kann ein Objekt durch die Festlegung einer Leuchtdichteschwelle vom Hintergrund getrennt werden, wenn es heller oder dunkler als seine Umgebung ist. Auf diese Weise können auch sehr kompliziert geformte Messobjekte definiert werden.

Als Messergebnisse stehen sowohl photometrische und colorimetrische als auch geometrische Werte zur Verfügung:

- PHOTOMETRISCH, COLORIMETRISCH: Mittelwert, Streuung, Minimum, Maximum, Anzahl der Bildpunkte, photometrischer Schwerpunkt.
- GEOMETRISCH: Geometrischer Schwerpunkt, Fläche, Ort des Minimums und des Maximums.
- BENUTZERDEFINIERT: Außerdem besteht die Möglichkeit, aus den zur Verfügung stehenden Messwerten eigene benutzerdefinierte Werte zu berechnen. Zum Beispiel kann der Anwender aus Mittelwert, Minimum und Maximum eine für seine Problemstellung geeignete Kontrastdefinition bilden.

12 Statistische Auswertungen

Ein statistisches Objekt ist durch folgende fünf Eigenschaften charakterisiert:

- **BILD:** Ein Schwarzweiß- oder Farbbild liefert die Pixelwerte.
- **MESSREGION:** Die im Bild definierte Region legt fest, auf welche Bildpunkte die Auswertung angewendet werden soll.
- **TYP:** Die Art der durchzuführenden Berechnung. Im Programm sind folgende Typen implementiert:
STANDARDSTATISTIK, SCHNITT, HISTOGRAMM, PROJEKTION, LEUCHTDICHTEOBJEKT, INTEGRALOBJEKT, SYMBOLOBJEKT, 3D-ANSICHTSDIAGRAMM, FARBSYMBOLOBJEKT, FARBWERTLINIENDIAGRAMM, FARBWERTFLÄCHENDIAGRAMM.
- **BERECHNUNGSPARAMETER:** Je nach Typ sind für die Durchführung der Berechnungen unterschiedliche Parameter erforderlich.
- **ANSICHTEN:** Die Präsentation der Messergebnisse kann in unterschiedlichen Formaten erfolgen.

Der erste Schritt bei der Erstellung einer statistischen Auswertung besteht darin, in einem Bild für die gewünschten Auswertungen Messregionen einzuziehen und diese zu markieren. Danach wird entweder im Kontextmenü des Bildes der Menüpunkt „STATISTIKEN“ aufgerufen oder der Menüpunkt „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ im Hauptmenü des Programms. Siehe dazu die unmittelbar folgenden Abschnitte. Es ist wichtig zu wissen, dass nach dem Anlegen einer Messregion nicht automatisch eine Statistik für diese neue Region berechnet wird. Außerdem kann für jede Messregion jeweils nur eine einzige Statistik berechnet und angezeigt werden.

Die Darstellung der statistischen Ergebnisse erfolgt in tabellarischer oder grafischer Form. Die Dokumentation dieser verschiedenen Ansichten enthält der Abschnitt [12.4](#) auf Seite [133](#). In der Voreinstellung werden nicht alle für eine Statistik vorhandenen Ansichten angezeigt. Zum Beispiel wird bei Schnitten und Histogrammen die Tabelle mit der Standardstatistik (Mittelwert, Streuung, Minimum, Maximum) nicht angezeigt, sondern nur der gemessene Funktionsverlauf in einer Grafik. Die Einstellungen zur Sichtbarkeit können für jeden Statistiktyp mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ geändert werden.

In jeder der Ansichten gibt es ein Kontextmenü, das durch Drücken der rechten Maustaste geöffnet werden kann. Es enthält jeweils dieselben Menüpunkte, die auch im Hauptmenü des Programms in den Popupmenüs „TABELLE“, „DIAGRAMM“ und „GRAFIK“ vorhanden sind. Zu den Einzelheiten der Ansichten siehe den Abschnitt [12.4](#) auf Seite [133](#).

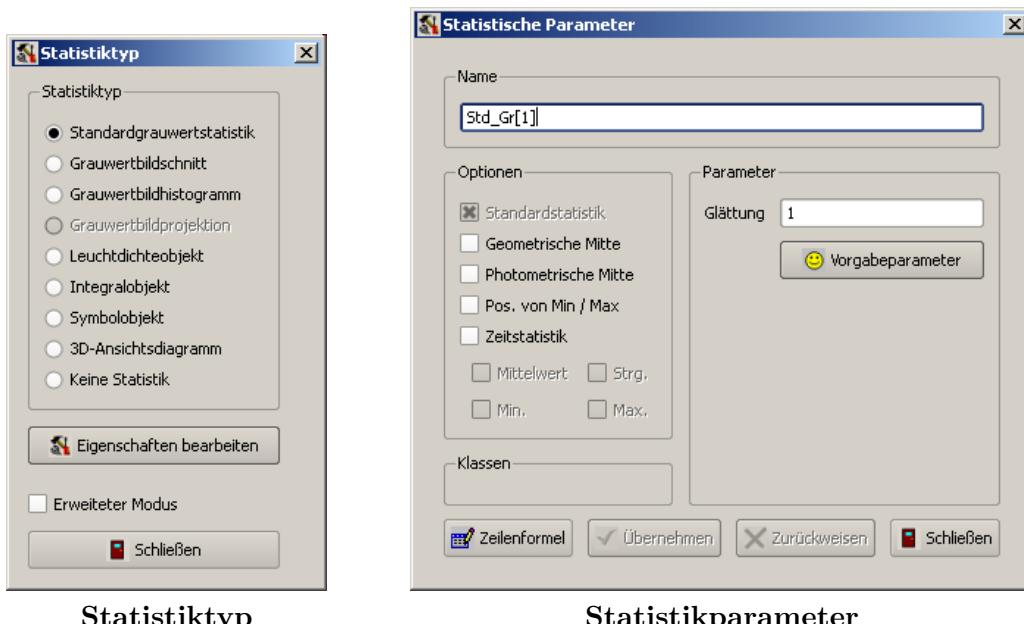
12.1 Erstellen und Parametrieren einer Statistik

12.1.1 Standardstatistik

In einer Standardstatistik werden für alle Pixel einer Region Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum berechnet. Zusätzlich können der geometrische und der photometrische Schwerpunkt der Region und die Orte von Minimum und Maximum berechnet werden. Es ist möglich, von allen diesen Werten eine Zeitstatistik zu erzeugen, d.h. z.B. nach einer Bildaufnahme, die geänderten statistischen Messwerte zu protokollieren.

12.1 Erstellen und Parametrieren einer Statistik

Zum Anlegen einer Standardstatistik ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog STATISTIKTYP je nach Bildtyp entweder STANDARDGRAUWERTSTATISTIK oder STANDARDFARBSTATISTIK auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt STATISTIKEN oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.



Statistiktyp

Statistikparameter

Im Dialog STATISTIKTYP kann durch Drücken des Knopfes „EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN“ der Dialog STATISTISCHE PARAMETER geöffnet werden, in dem Berechnungsparameter modifiziert werden können.

Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern. Das gemessene Minimum wird vergrößert, Maximum und Streuung verkleinert. Alle anderen Optionen beider Dialoge werden im Abschnitt [12.2](#) auf Seite [125](#) ausführlich beschrieben.

Standardgrauwertstatistik								
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	1936	0,0118	3,962	0,6985	1,227
2	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	2	2208	0,0453	3,658	1,963	1,128
3	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	3	2544	0,007126	2,882	0,9898	1,033

Standardstatistik im Leuchtdichtebild

Standardfarbstatistik						
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Farbe	Fläche	Mittelwert
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	L [cd/m ²] (Lxy)	1936	9868
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	x (Lxy)	1936	0,2725
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	y (Lxy)	1936	0,2794
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	L [cd/m ²] (Lxy)	2208	78280
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	x (Lxy)	2208	0,347
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	y (Lxy)	2208	0,4248

Standardstatistik im Farbbild

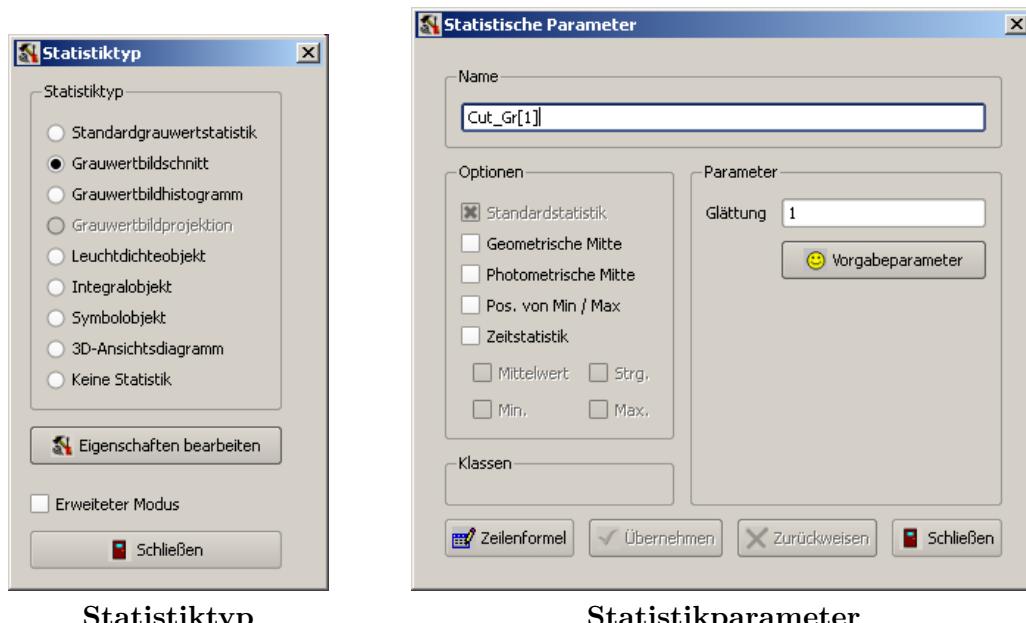
12 Statistische Auswertungen

Für alle anderen statistischen Objekttypen werden die Ergebnisse der Standardstatistik (Mittelwert, Streuung, Minimum, Maximum) ebenfalls berechnet. In den meisten Fällen wird aber in der Voreinstellung die Tabelle mit den Standardergebnissen nicht angezeigt. Wird diese Ergebnisanzeige zusätzlich benötigt, dann kann man sie mit Hilfe des Dialogs „SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ einschalten. Dieser Dialog wird mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ geöffnet.

12.1.2 Schnitte

Mit Schnitten kann der Helligkeitsverlauf entlang einer Linie dargestellt werden. Im Allgemeinen wird man mit einer linienhaften Messregion arbeiten, um den Verlauf entlang dieser Linie zu beurteilen. Es können aber auch die flächenhaften Messregionen Rechteck, Kreis und Polygon verwendet werden. Für sie erfolgt die Darstellung des Schnitts entlang ihrer Konturlinie.

Zum Anlegen eines Schnittes ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ je nach Bildtyp entweder GRAUWERTSCHNITT oder FARBSCHNITT auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.

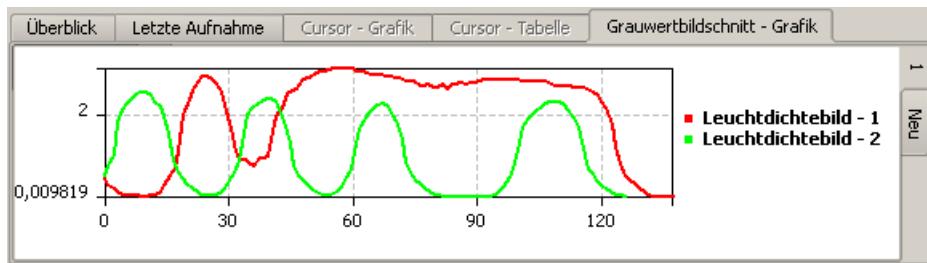


Im Dialog „STATISTIKTYP“ kann durch Drücken des Knopfes „EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN“ der Dialog „STATISTISCHE PARAMETER“ geöffnet werden, in dem Berechnungsparameter modifiziert werden können. Beide Dialoge werden im Abschnitt 12.2 auf Seite 125 ausführlich beschrieben.

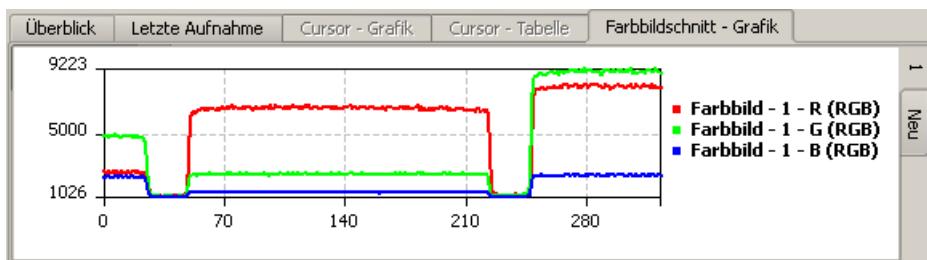
- Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern. Die Kurve in der grafischen Darstellung wird dadurch geglättet. Das gemessene Minimum wird vergrößert, Maximum und Streuung verkleinert.

12.1 Erstellen und Parametrieren einer Statistik

- Alle anderen Optionen beider Dialoge werden im Abschnitt [12.2](#) auf Seite [125](#) ausführlich beschrieben.



Schnitt im Leuchtdichtebild



Schnitt im Farbbild

Wenn die Messwerte entlang der Linie benötigt werden, muss man die entsprechende Ergebnisansicht „DATEN“ im Dialog „SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ einschalten:



Sichtbarkeit einschalten

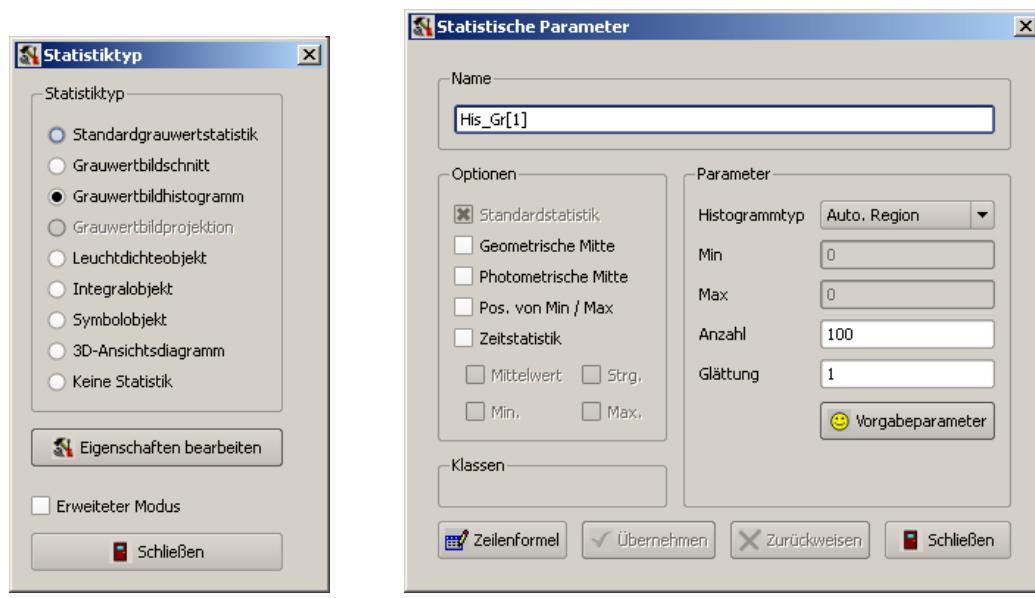
Grauwertbildschnitt - Daten			
Nr.	x[1]	y[1]	v[1]
1	434	452	0,006537
2	435	452	0,007263
3	436	452	0,006537
4	437	452	0,006518
5	438	452	0,004885
6	439	452	0,004567

Datenansicht

12.1.3 Histogramme

Histogramme stellen die Häufigkeitsverteilung von Leuchtdichten oder Farbwerten in einer Messregion dar. Im Allgemeinen wird man mit einer flächenhaften Messregion wie Rechteck, Kreis oder Polygon arbeiten. In der Voreinstellung ist nur die grafische Anzeige aktiv.

Zum Anlegen eines Histogramms ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog STATISTIKTYP je nach Bildtyp entweder GRAUWERTHISTOGRAMM oder FARBHISTOGRAMM auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt STATISTIKEN oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.



Statistiktyp

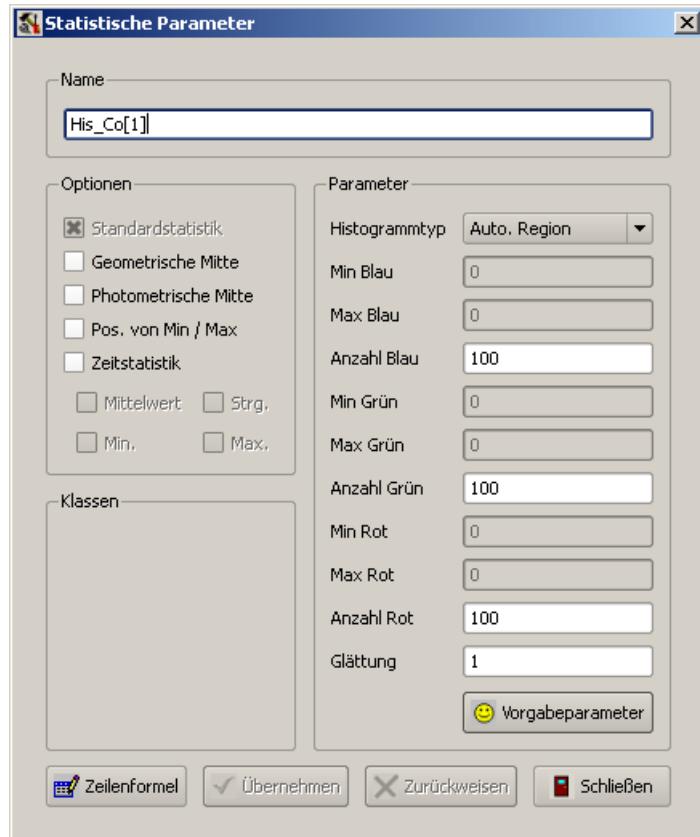
Statistikparameter

Im Dialog STATISTIKTYP kann durch Drücken des Knopfes „EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN“ der Dialog „STATISTISCHE PARAMETER“ geöffnet werden, in dem Berechnungsparameter modifiziert werden können.

- Mit dem Parameter ANZAHL wird festgelegt, in wie viele Intervalle der Bereich zwischen dem Minimum und dem Maximum eingeteilt werden soll.
- Der HISTOGRAMMTYP beeinflusst die Festlegung der Größen MIN und MAX:
 - AUTO. REGION: Das Minimum und das Maximum werden aus den Leuchtdichten bzw. den Farbwerten innerhalb der Messregionen bestimmt. Deshalb sind die Eingabefelder für Minimum und Maximum deaktiviert. Diese Einstellung ist die Voreinstellung.
 - AUTO. BILD: Das Minimum und das Maximum werden aus den Leuchtdichten bzw. den Farbwerten innerhalb des Bildes bestimmt. Deshalb sind die Eingabefelder für Minimum und Maximum deaktiviert.
 - MANUELL: Der Benutzer kann in den Eingabefeldern Minimum und Maximum feste Schwellwerte eintragen.

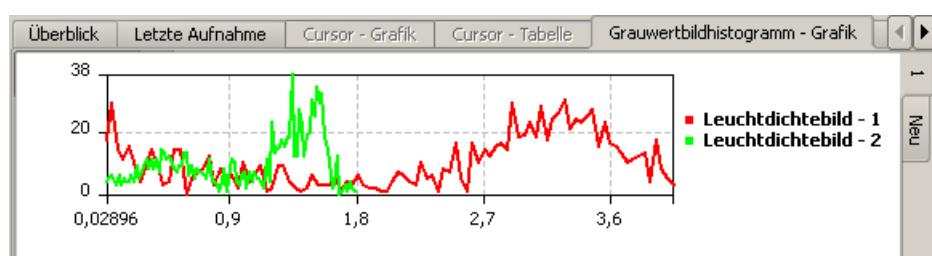
12.1 Erstellen und Parametrieren einer Statistik

- MIN, MAX: Wenn als Histogrammtyp MANUELL gewählt wurde, können in diesen Eingabefeldern die gewünschten festen Schwellwerte eingegeben werden.
- Für Farbbilder können die Parameter ANZAHL, MIN und MAX für jede der drei Farben eingegeben werden.



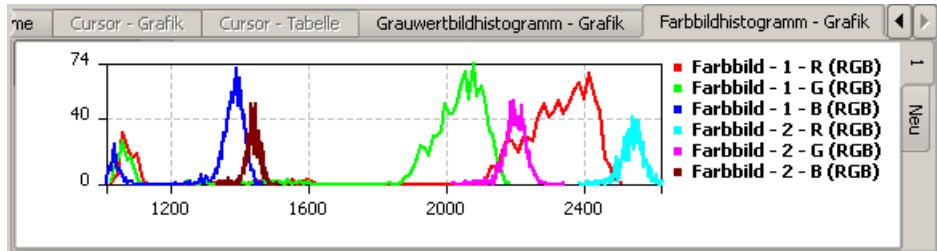
Parameter Farbhistogramm

Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern. Die Kurve in der grafischen Darstellung wird geglättet. Das gemessene Minimum wird vergrößert, Maximum und Streuung verkleinert. Alle anderen Optionen beider Dialoge werden im Abschnitt 12.2 auf Seite 125 ausführlich beschrieben.



Histogramm im Leuchtdichtebild

12 Statistische Auswertungen



Histogramm im Farbbild

Wenn die Messwerte des Histogramms benötigt werden, muss man die entsprechende Ergebnisansicht „DATEN“ im Dialog „SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ einschalten:

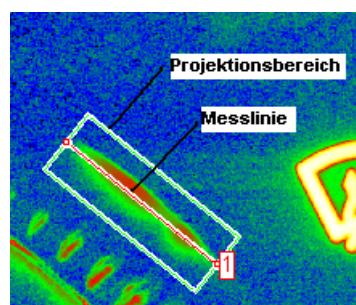


Sichtbarkeit einschalten

Datenansicht

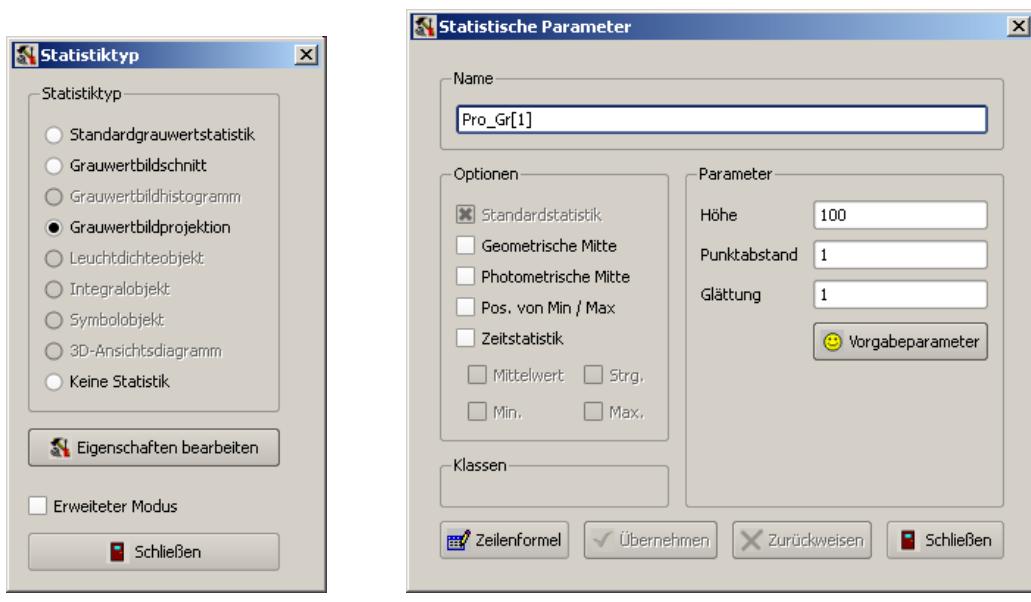
12.1.4 Projektionen

Mit einer Projektion wird der Verlauf der Pixelwerte innerhalb einer Region in einem Schwarzweiß- oder Farbbild auf eine Linie projiziert. Der Benutzer gibt die Linie und den maximalen Abstand der zu projizierenden Pixel von der Linie an. Aus der Linie und dem maximalen Abstand ergibt sich ein rechteckiger Bereich, der zur Information des Benutzers ebenfalls im Bild eingezeichnet wird.



Messregion der Projektion

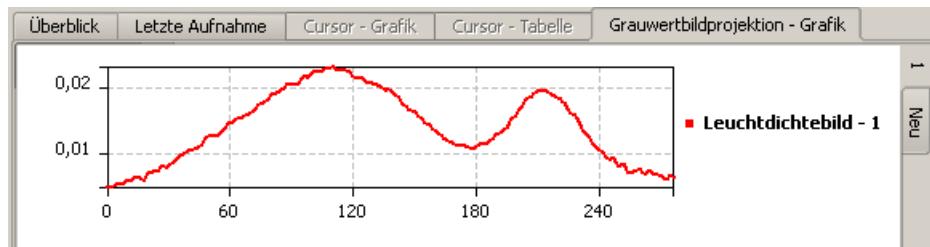
Zum Anlegen einer Projektion ist die gewünschte Messlinie im Bild zu markieren und im Dialog STATISTIKTYP je nach Bildtyp entweder GRAUWERTBILDPROJEKTION oder FARBBILDPREJEKTION auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt STATISTIKEN oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.



Statistiktyp

Statistikparameter

Im Dialog „STATISTIKTYP“ kann durch Drücken des Knopfes „EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN“ der Dialog „STATISTISCHE PARAMETER“ geöffnet werden, in dem Berechnungsparameter modifiziert werden können. Beide Dialoge werden im Abschnitt 12.2 auf Seite 125 ausführlich beschrieben.



Ergebniskurve der Projektion

Wenn die Messwerte der Projektion benötigt werden, muss man die entsprechende Ergebnisansicht „DATEN“ im Dialog „SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ einschalten, so wie das bereits für Schnitte und Histogramme in den entsprechenden Abschnitten beschrieben wurde.

12.1.5 Leuchtdichteobjekte

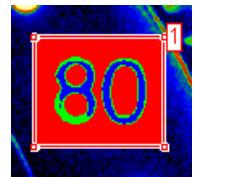
Eine Statistik vom Typ Leuchtdichteobjekt ist durch zwei Leuchtdichteschwellen charakterisiert. Mit Hilfe dieser beiden Schwellwerte können alle Bildpunkte der Messregion einem von drei somit entstandenen Leuchtdichtebereichen zugeordnet werden:

- Dunkler Bereich: kleiner als die untere Leuchtdichteschwelle
- Zwischenbereich: größer als die untere aber kleiner als die obere Leuchtdichteschwelle
- Heller Bereich: größer als die obere Leuchtdichteschwelle.

12 Statistische Auswertungen

Die Ermittlung der statistischen Parameter wie Mittelwerte und Varianzen erfolgt getrennt für jeden der drei Leuchtdichtebereiche. Im Bild werden die drei Leuchtdichtebereiche farblich gekennzeichnet, wenn die Messregion markiert ist:

- Dunkler Bereich: Rot
- Zwischenbereich: Grün
- Heller Bereich: Blau



Markierte Region



Nicht markiert

In der Tabelle werden die Zeilen mit den Messergebnissen der drei Bereiche in der Spalte „KLASSE“ ebenfalls farblich mit blau oder grün oder rot gekennzeichnet:

Leuchtdichteobjekt									
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Hell	3270	2,738	3,811	3,087	0,2187
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Zwischenliegend	2702	1,372	2,737	2,21	0,3822
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Dunkel	23230	600,2e-6	1,368	0,08475	0,2147

Tabelle mit Messergebnissen

Zum Anlegen eines Leuchtdichteobjekts ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ als Typ LEUCHTDICHTEOBJEKT auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.

Da die Pixelklassen durch Leuchtdichteschwellen definiert wurden, hängen die berechneten statistischen Ergebnisse natürlich von diesen Schwellwerten ab. Ein Beispiel: Mit einer Leuchtdichteschwelle wurde eine helle Region vom Hintergrund getrennt. Zur hellen Vordergrundregion gehören alle Bildpunkte oberhalb des Schwellwerts. Wenn man die Leuchtdichteschwelle senkt, dann verändern sich damit automatisch die berechneten statistischen Parameter: Die Anzahl der Bildpunkte wird größer, der Mittelwert wird kleiner. Die Streuung kann sowohl kleiner als auch größer werden.

12.1.6 Integralobjekte

Die Vermessung von Objekten mit Hilfe des Leuchtdichteobjekts (voriger Abschnitt) liefert stabile und ausreichend genaue Ergebnisse für die mittlere Leuchtdichte heller Objekte, wenn diese ausreichend groß sind (genügende Pixelanzahl). Bei kleinen hellen Objekten muss man damit rechnen, dass auf Grund der Abbildung durch das Objektiv unscharfe Hell-Dunkel-Kanten entstehen. Das heißt, Licht vom Objekt wird in Bereiche außerhalb des Objekts verschmiert. Deshalb wurde das Integralobjekt implementiert, dem folgende Grundgedanken zu Grunde liegen:

1. Mit einer niedrigen Leuchtdichteschwelle wird alles vom Objekt kommende Licht eingesammelt (integriert).
2. Mit einer zweiten Leuchtdichteschwelle werden die Bildpunkte ermittelt, die zum Objekt gehören. Diese Schwelle wird adaptiv an die tatsächliche Leuchtdichteverteilung innerhalb des Objekts angepasst. Dazu wird für jeden Bildpunkt in seiner Umgebung (Höhe * Breite) die maximale Leuchtdichte bestimmt. Die Entscheidung, ob der Bildpunkt zum Objekt gehört oder nicht, wird durch den Vergleich seiner Leuchtdichte mit dem Produkt aus einem Faktor und der maximalen Leuchtdichte in der Umgebung getroffen. Die zweite Leuchtdichteschwelle wird also als ein Faktor vorgegeben.
3. Der Messwert für die mittlere Leuchtdichte des Objekts ergibt sich aus dem Quotienten des eingesammelten Lichtes nach (1) und der geschätzten Objektgröße nach (2).



Zu vermessendes Objekt

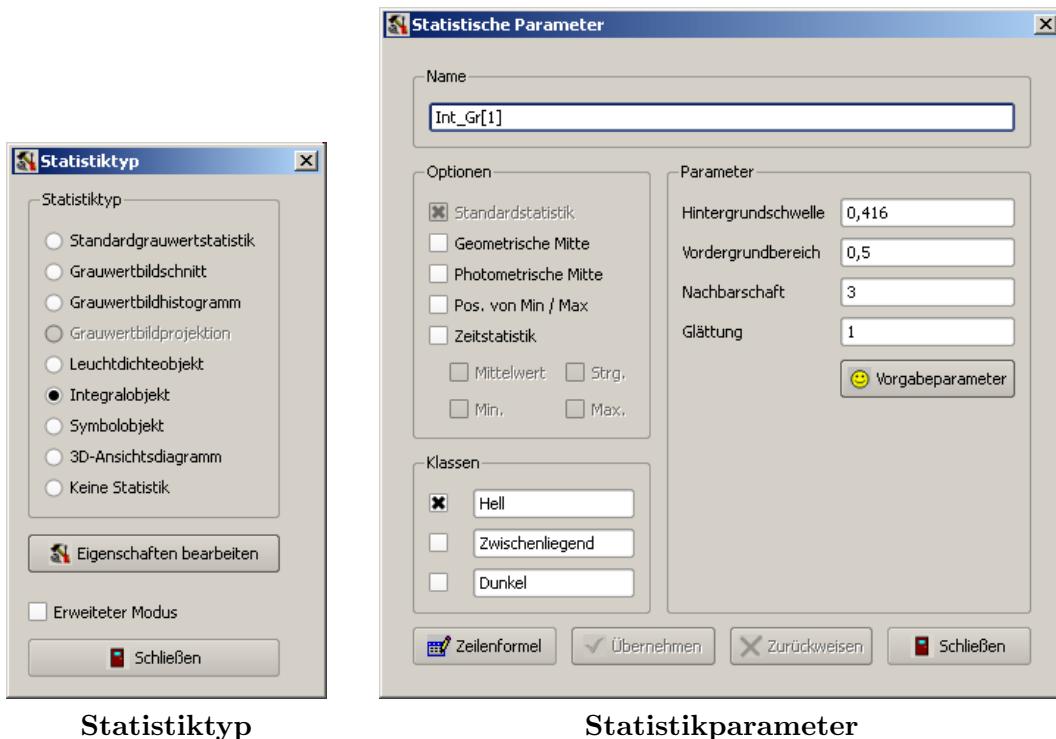


Integralobjekt

Der Bildausschnitt zeigt das zu vermessende Objekt. Die Strukturbreite beträgt nur wenige Bildpunkte, sodass ein größerer Teil des Lichts des Objekts in den Randbereich verschmiert wurde. Mit dem Integralobjekt werden Licht und Fläche des Objekts getrennt bestimmt. Die blauen Bildpunkte definieren die Größe des Messobjekts. Die blauen und grünen Bildpunkte tragen zur Leuchtdichte des Objekts bei.

Zum Anlegen eines Integralobjekts ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ den Typ INTEGRALOBJEKT auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.

12 Statistische Auswertungen



- Alle Bildpunkte, die eine niedrigere Leuchtdichte als die „HINTERGRUNDSCHWELLE“ haben, werden dem Hintergrund zugeordnet (Pixelklasse DUNKEL).
- VORDERGRUNDBEREICH: Bestimmt einen Faktor, mit der ein Pixel mit der maximalen Leuchtdichte in seiner Umgebung verglichen wird. Der Wert 0.5 (Voreinstellung) legt z.B. fest, dass das Pixel zum Objekt gehört, wenn seine Leuchtdichte wenigstens 50% der maximalen Leuchtdichte des hellsten Pixels in seiner Umgebung hat. Alle Bildpunkte, die heller als 50% der maximalen Leuchtdichte in ihrer Nachbarschaft sind, werden der Pixelklasse HELL zugeordnet. Alle übrigen, weder zu HELL noch zu DUNKEL gehörenden Punkte gehören automatisch zu ZWISCHENLIEGEND.
- NACHBARSCHAFT: Legt den Suchbereich um den Bildpunkt herum fest. In diesem Bereich wird die für das Pixel verwendete maximale Leuchtdichte bestimmt.
- Da der Algorithmus für das Integralobjekt speziell für die Vermessung von hellen Symbolen entwickelt wurde, werden in der Voreinstellung nur die Messergebnisse für die hellen Bildpunkte angezeigt.

Überblick	Letzte Aufnahme	Cursor - Grafik	Cursor - Tabelle	Integralobjekt					
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Int_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Hell	17220	0,416	4,16	1,843	0,9734

Messergebnisse

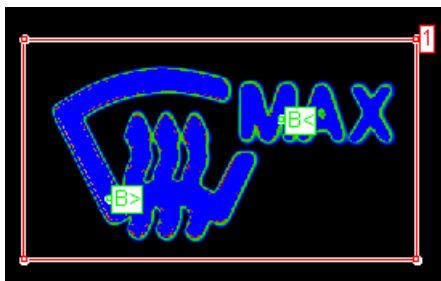
Diese Voreinstellung kann im Abschnitt KLASSEN des Dialogs „STATISTISCHE PARAMETER“ geändert werden.

- Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern. Das gemessene Minimum wird vergrößert, Maximum und Streuung verkleinert.

Nach den bei TechnoTeam vorliegenden Erfahrungen sollten die ersten beiden Parameter NACHBARSCHAFT und VORDERGRUNDBEREICH vom Anwender wenn möglich nicht geändert werden. Die voreingestellten Werte wurden über eine größere Anzahl von Messungen optimiert. Lediglich der Parameter HINTERGRUNDSCHWELLE muss vom Anwender an die aktuelle Messszene angepasst werden. Für ihn empfiehlt es sich, zuerst die Leuchtdichte im Hintergrund außerhalb des Objekts zu messen und dann als Hintergrundschwelle eine geringfügig größere Leuchtdichte zu verwenden.

12.1.7 Symbolobjekte in Leuchtdichtebildern

Bei der Charakterisierung von hinterleuchteten Symbolen sind neben der mittleren Leuchtdichte oft auch das Minimum und das Maximum und deren Lage von Interesse. Zur Erfassung dieser Messwerte wurde das Symbolobjekt implementiert. Das Symbolobjekt basiert auf dem Integralobjekt. Der Algorithmus der Bestimmung des leuchtenden Objekts und der mittleren Leuchtdichte sind bei beiden gleich.



Zusätzlich wird das Minimum und das Maximum im hellen Objekt gesucht. Ähnlich wie bei der Anwendung eines punktweise arbeitenden Leuchtdichtemessers wird dabei das Objekt mit einem kreisförmigen Spot abgetastet. Die Bildpunkte innerhalb dieses Kreises werden zu einem lokalen Mittelwert zusammengefasst. Das Minimum und das Maximum aller lokalen Mittelwerte werden zusammen mit ihrer Lage als zusätzliche Messwerte zur Verfügung gestellt. Die Spotgröße ist einstellbar.

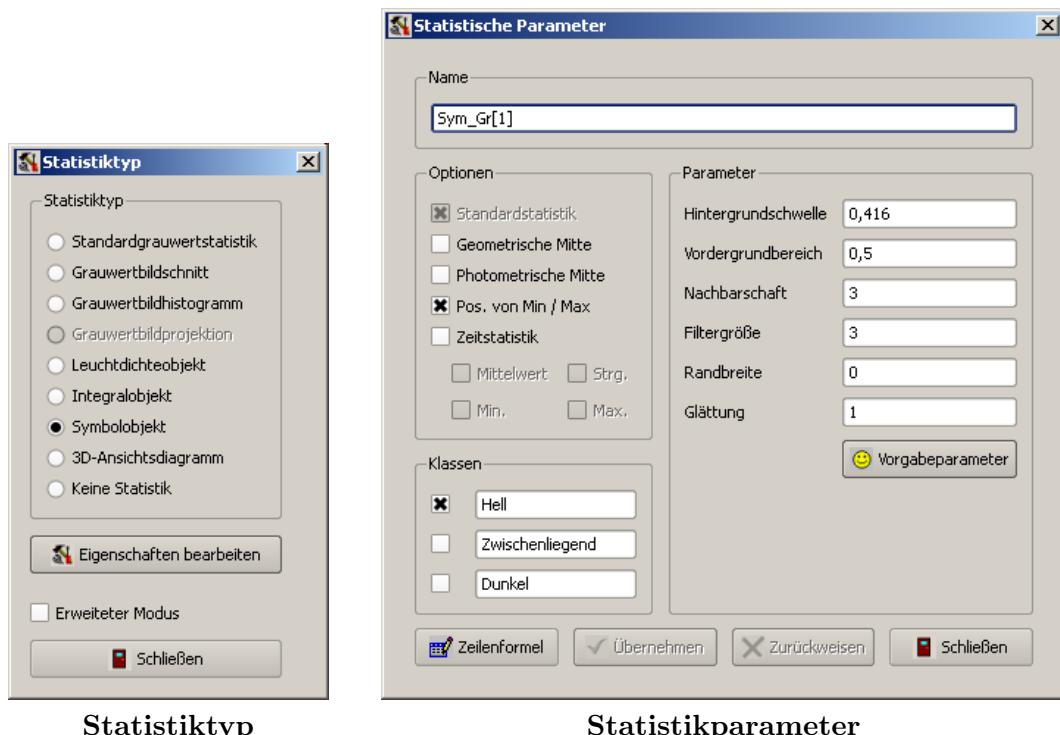
Zum Anlegen eines Symbolobjekts ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ der Typ SYMBOLOBJEKT auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.

Im Parameterdialog haben die Werte HINTERGRUNDSCHWELLE, VORDERGRUNDBEREICH, NACHBARSCHAFT und GLÄTTUNG dieselbe Bedeutung wie für das Integralobjekt, von dem das Symbolobjekt abgeleitet wurde. Als neue Parameter kommen hinzu:

- FILTERGRÖSSE: Mit diesem kann die Größe des „Punktsensors“ eingestellt werden. In Abhängigkeit von der hier gewählten Größe ändern sich die Angaben zum Minimum bzw. Maximum in der Tabelle der Messwerte und in der Anzeige von Minimum und Maximum im Bild.

12 Statistische Auswertungen

- **RANDBREITE:** Mit diesem Parameter kann ein zusätzlicher Abstand des Punktsensors vom Rand des Symbols erzwungen werden. Auch durch diesen Parameter verändert man die Lage und die Größe von Minimum und Maximum. Wenn zum Beispiel die Strukturbreite des zu vermessenden Symbols zu klein für die angegebene Randbreite ist, können Minimum und Maximum an dieser Stelle überhaupt nicht mehr bestimmt werden.



In der Ergebnistabelle werden zusätzlich zu den Messergebnissen der hellen Region auch die Lage und die Werte des Minimums und des Maximums angezeigt.

Überblick	Letzte Aufnahme	Cursor - Grafik	Cursor - Tabelle	Symbolobjekt	Farbsymbolobjekt										
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung	MinX	MinY	MinVal	MaxX	MaxY	MaxVal
1	Sym_Gr[1]	Leuchtdichtebild		1 Hell	17220	0,451	4,124	1,843	0,9734	702	387	0,451	541	461	4,124

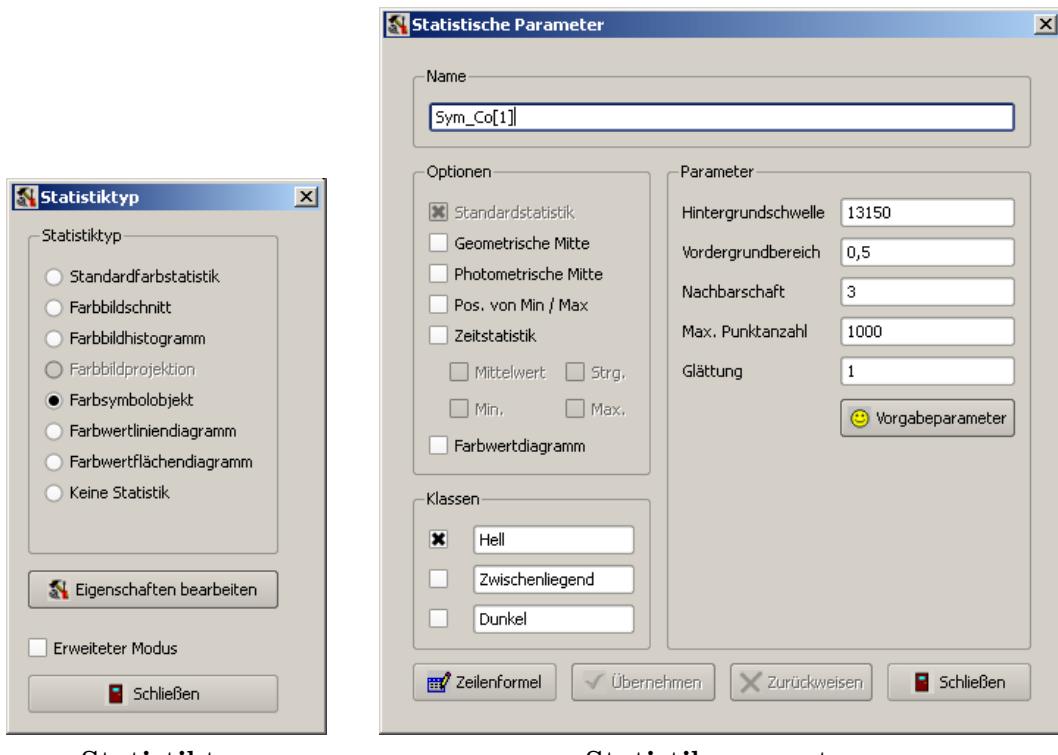
12.1.8 Symbolobjekte in Farbbildern

Im Unterschied zum Symbolobjekt für Leuchtdichtebilder können mit dem Farbsymbolobjekt hinterleuchtete Symbole in Farbbildern analysiert werden. Für die Einteilung der Bildpunkte im Farbbild in die drei Klassen HELL, ZWISCHENBEREICH und DUNKEL wird die Leuchtdichte der Bildpunkte verwendet. Nach der Klassifikation der Bildpunkte erfolgt die Berechnung der statistischen Werte getrennt für die einzelnen Farben. Die Messwertausgabe erfolgt in dem Farbraum, der für das entsprechende Bild gewählt wurde.

Zum Anlegen eines Farbsymbolobjekts ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ das FARBSYMOLOBJEKT auszuwählen. Dieser

12.1 Erstellen und Parametrieren einer Statistik

Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.

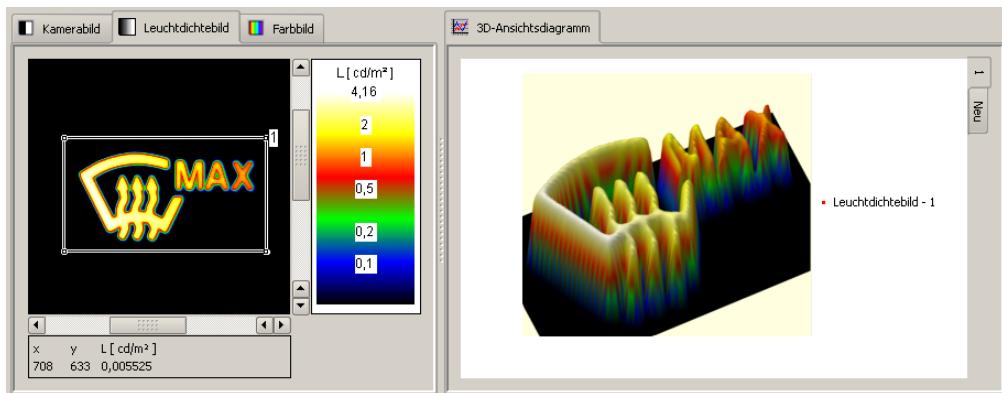


Statistiktyp

Statistikparameter

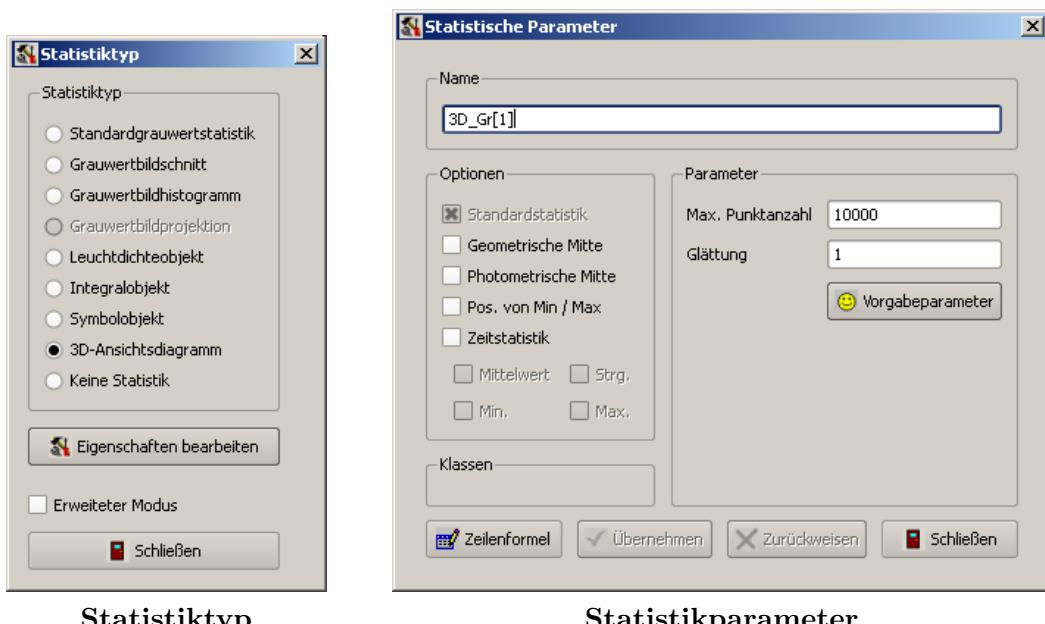
- Die Wirkung der Parameter HINTERGRUNDSCHWELLE, VORDERGRUNDBEREICH, NACHBARSCHAFT und GLÄTTUNG wurde bereits für das Integralobjekt für Leuchtdichtebilder dokumentiert, siehe den Abschnitt 12.1.6 auf Seite 117. Wie in der Einleitung zum Farbsymbolobjekt beschrieben wurde, gibt die HINTERGRUNDSCHWELLE einen minimalen Leuchtdichtewert an, den Bildpunkte erfüllen müssen, um zum zu vermessenden Symbol zugehörig zu zählen.
- Im Abschnitt OPTIONEN kann man die Möglichkeit FARBWERTDIAGRAMM auswählen. In diesem Fall wird ein entsprechendes Diagramm „SYMOLOBJEKT FARBWERTE“ berechnet, das die xy-Farbwerthe für zum Symbol gehörende helle Bildpunkte anzeigt.
- Wird ein Farbwertdiagramm angezeigt, dann ist auf der rechten Seite des Dialogs im Abschnitt PARAMETER der Eintrag MAX. PUNKTANZAHL von Bedeutung. Kleinere Werte beschleunigen die Berechnung des Farbwertdiagramms auf langsamem Rechnern.

12.1.9 3D-Ansichten



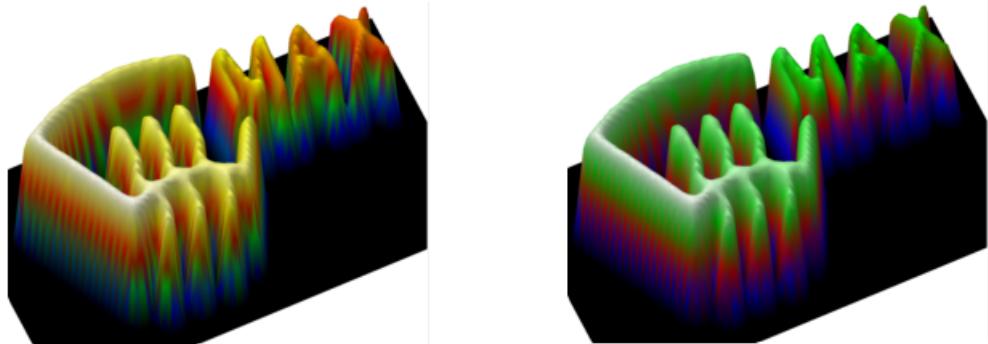
Mit diesem Statistiktyp kann eine dreidimensionale Darstellung der Leuchtdichten in einer rechteckigen Region berechnet und angezeigt werden.

Zum Anlegen einer 3D-Ansicht ist die gewünschte rechteckige Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ der Eintrag 3D-ANSICHTSDIAGRAMM auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.



- Eine Verringerung der Eigenschaft MAX. PUNKTANZAHL im Dialog STATISTISCHE PARAMETER ist nur auf langsamem Rechnern notwendig, um das Berechnen und Zeichnen des Objekts zu beschleunigen.
- Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern und führt bei Notwendigkeit zu einer etwas geglätteten grafischen Darstellung.

Die Anzeigeeinstellungen im Bild beeinflussen die Darstellung im Diagramm. Je nach der gewählten Skalierung im Bild (linear oder logarithmisch) ändert sich das Aussehen des Gebirges. Die verwendeten Farben im Diagramm entsprechen denen der Pixel im Bild.



Weitere Veränderungen der Anzeige des Objekts können mit Hilfe der Maus vorgenommen werden. Um das Scrollrad benutzen zu können, muss zuvor mit der Maus auf das Objekt geklickt und damit das Diagramm aktiviert werden. Danach gibt es folgende Möglichkeiten:

- Mit dem Scrollrad der Maus kann man das Objekt vergrößern oder verkleinern.
- Mit gedrückter linker Maustaste kann das Objekt durch Bewegung der Maus gedreht werden.
- Drückt man gleichzeitig die Shifttaste und bewegt dann die Maus mit gedrückt gehaltener linker Maustaste, dann wird das Objekt nicht gedreht, sondern kann verschoben werden.

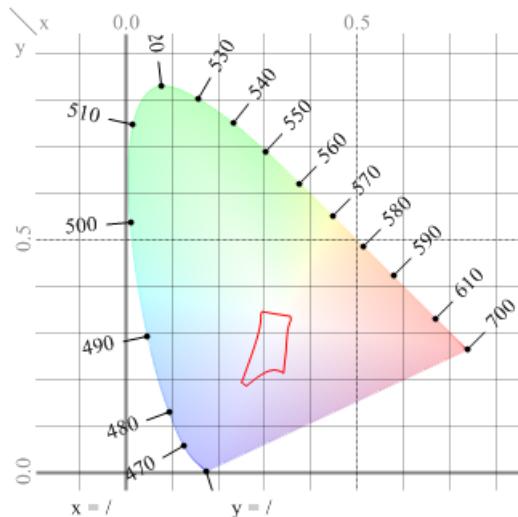
Weitere Anzeigeeigenschaften wie die Höhe des Gebirges und die Farbe des Hintergrundes kann man in einem Dialog ändern, der mit dem Menüpunkt „DIAGRAMM | OPTIONEN“ geöffnet werden kann. Um den Menüpunkt benutzen zu können, muss zuvor mit der Maus auf das 3D-Objekt geklickt und damit das Diagramm aktiviert werden.

12.1.10 Farbwertdiagramme

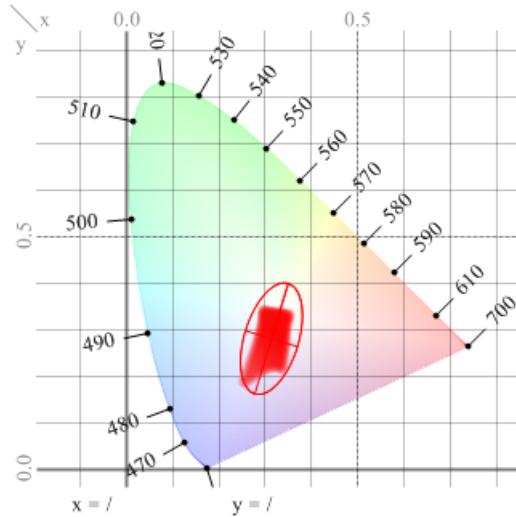
Farbwertdiagramme sind eine Möglichkeit, die Farbwertanteile eines Bildes grafisch darzustellen. Es sind zwei verschiedene Diagrammtypen implementiert:

- In einem Farbwertliniendiagramm kann der Farbwertverlauf entlang einer Linie oder der Kontur eines flächenhaften Region grafisch dargestellt werden.
- In einem Farbwertflächendiagramm wird ein zweidimensionales Histogramm der Farbwertanteile aller Bildpunkte innerhalb einer flächenhaften Region (Rechteck, Kreis, Polygon) angezeigt.

12 Statistische Auswertungen



Farbwertliniendiagramm

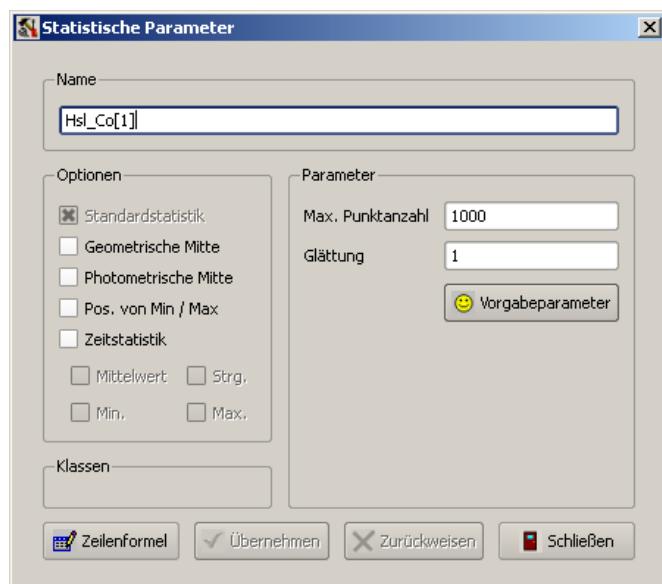


Farbwertflächendiagramm

Zum Anlegen eines Farbwertdiagramms ist die gewünschte Messregion im Bild zu markieren und im Dialog „STATISTIKTYP“ entweder der Eintrag FARBWERTLINIENDIAGRAMM oder FARBWERTFLÄCHENDIAGRAMM auszuwählen. Dieser Dialog kann entweder im Kontextmenü des Bildes mit dem Menüpunkt „STATISTIKEN“ oder im Hauptmenü mit „AUSWERTUNG | STATISTIKEN“ geöffnet werden.



Statistiktyp



Statistikparameter

Der Parameterdialog für beide Diagrammtypen ist gleich.

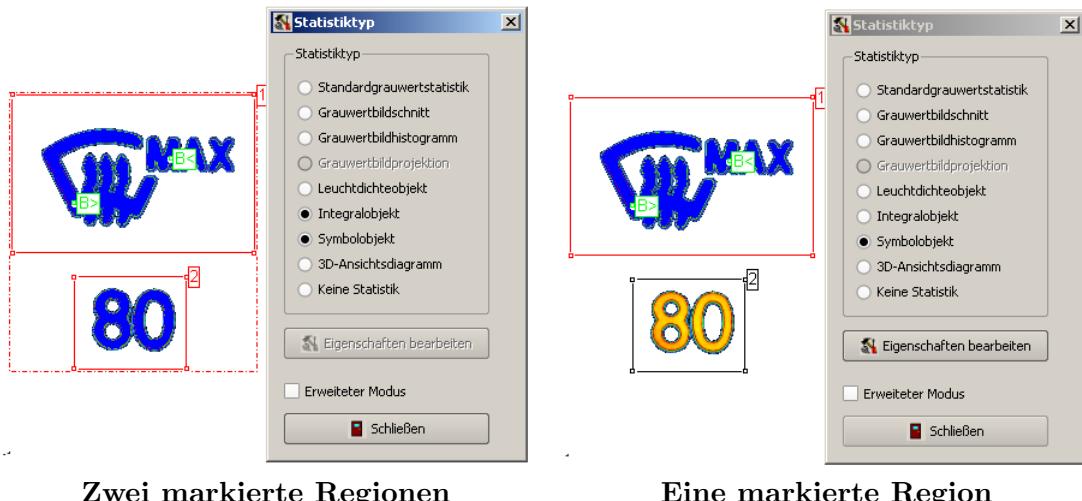
- Eine Verringerung der Eigenschaft MAX. PUNKTANZAHL im Dialog STATISTISCHE PARAMETER ist nur auf langsamem Rechnern notwendig, um das Berechnen und Zeichnen des Objekts zu beschleunigen.

- Ein vergrößerter Parameter GLÄTTUNG verringert eventuell vorhandenes Rauschen in den Bildern und führt bei Notwendigkeit zu einer etwas geglätteten grafischen Darstellung.

12.2 Statistiktypdialog

Einfacher Modus

In den vorangegangenen Abschnitten, die sich mit der Erstellung und Parametrierung statistischer Objekte beschäftigen, wurde bereits die Anwendung des Statistiktypdialogs gezeigt. Die Radioknöpfe in diesem Dialog zeigen das Vorhandensein statistischer Objekte im aktuellen Bild an bzw. ermöglichen es, solche Objekte für die markierten Regionen anzulegen, zu ändern oder zu löschen.



Im linken Beispiel sind zwei Regionen im Bild markiert, für die zwei unterschiedliche statistische Auswertungen angelegt wurden. Deshalb sind im Dialog zwei Radioknöpfe markiert. Der Knopf EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN ist deaktiviert, weil die beiden Objekte von unterschiedlichem Typ sind und deshalb über unterschiedliche Parameter verfügen.

Durch das Anklicken eines anderen Radioknopfes STANDARDGRAUWERTSTATISTIK ... KEINE STATISTIK kann man für beide Regionen eine Auswertung von demselben Typ anlegen. Durch diese Operation werden die beiden zuvor existierenden Auswertungen vom Typ INTEGRALOBJEKT bzw. SYMBOLOBJEKT gelöscht, weil für jede Region nur eine Auswertung zulässig ist.

Im rechten Beispiel ist nur eine Region markiert. Mit dem Knopf EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN können die Parameter für dieses Objekt geändert werden.

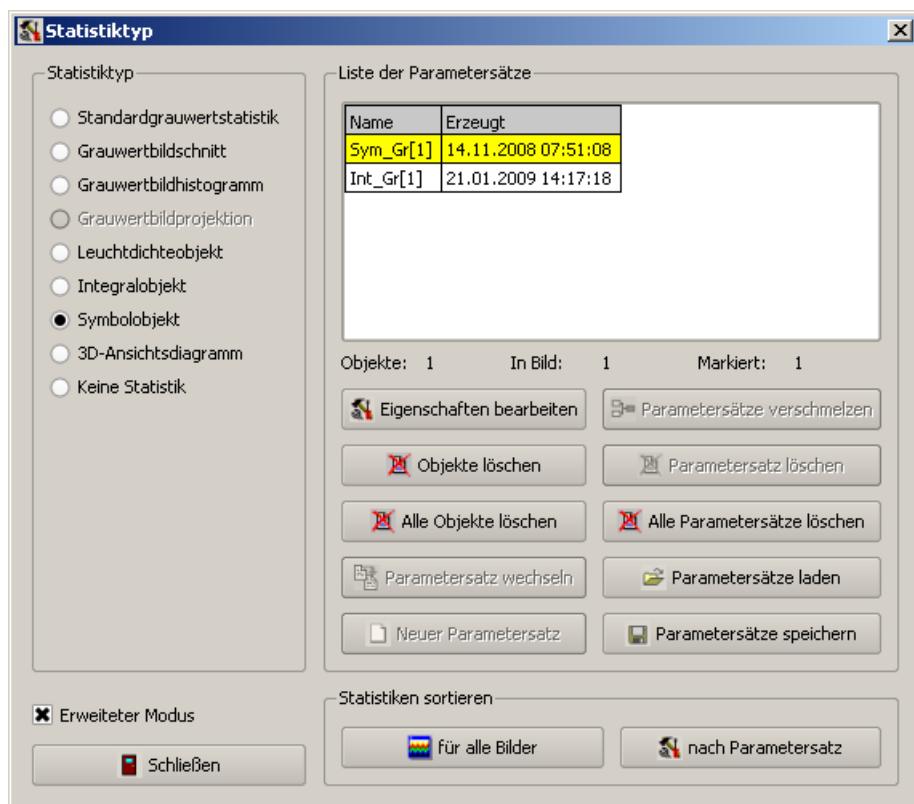
Erweiterter Modus

In allen bisherigen Beispielen wurde mit dem Statistiktypdialog im einfachen Modus gearbeitet. Dieser Modus ist ausreichend, wenn für alle statistischen Objekte von ei-

12 Statistische Auswertungen

nem Typ mit denselben Parametern gearbeitet werden soll. Man kann zum Beispiel mehrere Symbolobjekte für verschiedene Regionen in unterschiedlichen Bildern anlegen. Verändert man im Statistikparameterdialog, der mit dem Knopf EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN geöffnet werden kann, Berechnungsparameter, dann wirken sie sich zugleich auf alle anderen Symbolobjekte in allen anderen Bildern aus.

Ist es notwendig, Symbolobjekte mit verschiedenen Parametern zu berechnen, dann muss man den Statistiktypdialog durch Setzen der Option ERWEITERTER MODUS umschalten.



Die linke Seite in diesem Dialog entspricht weitgehend der Ansicht im einfachen Modus. Die Funktion dieser Dialogseite bleibt im erweiterten Modus unverändert: Durch Änderung der angezeigten und markierten Radioknöpfe bei einem Wechsel des aktuellen Bildes oder beim Wechsel der Markierung von Regionen wird man darüber informiert, welche statistischen Auswertungen für diese Regionen vorhanden sind bzw. ausgewählt wurden. Durch Drücken der Radioknöpfe kann man auch neue Auswertungen für Messregionen anlegen oder vorhandene Auswertungen löschen.

Links unten findet man den Optionsschalter ERWEITERTER MODUS, wenn man die erweiterten Möglichkeiten doch nicht benutzen möchte. Nach dem Ausschalten dieser Option wird wieder die vereinfachte Version des Dialogs angezeigt.

Die rechte Seite des Dialogs enthält die zusätzlichen Möglichkeiten im erweiterten Modus. Rechts oben wird eine Liste der im Programm vorhandenen Parametersätze angezeigt. Ausgewählte Datensätze sind gelb markiert. Diese Markierung kann sich wie folgt ändern:

- Der Benutzer kann im Bild Regionen markieren und für diese mit den links stehenden Radioknöpfen statistische Auswertungen anlegen. In diesem Fall wird in der rechts stehenden Liste der jeweils zugehörige Parametersatz markiert.
- Der Benutzer kann mit der Maus in der rechts stehenden Liste der Parametersätze einen oder mehrere dieser Datensätze auswählen. Durch einen einfachen Mausklick wählt man genau einen der Datensätze aus. Durch einen Mausklick bei gleichzeitig gedrückter Shift-Taste wechselt man den Markierungszustand in einer Zeile und kann so keinen, einen oder mehrere Datensätze gleichzeitig auswählen. Für einige der im Weiteren beschriebenen Operationen ist die Markierung von einem oder mehreren Parametersätzen notwendig.

Die Zeile unterhalb der Liste informiert über die Verwendung des aktuellen Parametersatzes:

Liste der Parametersätze	
Name	Erzeugt
Sym_Gr[1]	14.11.2008 07:51:08
Int_Gr[1]	21.01.2009 14:17:18
Objekte: 1	In Bild: 1
Markiert: 1	

Im angezeigten Beispiel benutzen zwei statistische Objekte denselben Parametersatz. Beide Objekte wurden im aktuell im Programm angezeigten Bild angelegt. Eine der beiden verwendeten Messregionen ist im Bild markiert.

Die Knöpfe unterhalb dieser Anzeige dienen dem Anlegen neuer Parametersätze, dem Bearbeiten ihrer Eigenschaften und dem Löschen nicht mehr benötigter Parametersätze. Die Aktivierung und Deaktivierung der Knöpfe hängt davon ab, welche Regionen im Bild bzw. welche Parametersätze markiert sind:

- EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN:** Dieser Knopf ist benutzbar, wenn in der Liste der Parametersätze genau ein Eintrag markiert ist. Das Drücken dieses Knopfs öffnet den Statistikparameterdialog, der bereits in den Abschnitten über das Anlegen statistischer Objekte vorgestellt wurde und im nächsten Abschnitt [12.3](#) auf Seite [129](#) ausführlich beschrieben wird.
- OBJEKTE LÖSCHEN:** Nach dem Drücken dieser Taste werden alle statistischen Objekte gelöscht, die mit den in der Liste markierten Parametersätzen arbeiten. Die Parametersätze und die markierten Messregionen in den Bildern bleiben erhalten.
- ALLE OBJEKTE LÖSCHEN:** Mit diesem Knopf löscht man alle statistischen Objekte im Programm, unabhängig vom Markierungszustand der Regionen im Bild und den Parametersätzen in der Liste. Die Parametersätze und die markierten Messregionen in den Bildern bleiben erhalten.
- PARAMETERSATZ LÖSCHEN:** Dieser Knopf kann nur benutzt werden, wenn es keine statistischen Objekte gibt, die die aktuell in der Liste markierten Parametersätze benutzen. Die markierten Parametersätze werden durch diese Operation aus der Liste entfernt.
- ALLE PARAMETERSÄTZE LÖSCHEN:** Mit diesem Knopf werden alle Parametersätze in der Liste gelöscht, unabhängig von ihrem Markierungszustand in der Liste. Da

12 Statistische Auswertungen

es ohne Parameter auch keine statistischen Auswertungen geben kann, werden bei dieser Operation auch alle statistischen Auswertungen im Programm entfernt. Auf die in den Bildern eingezeichneten Messregionen hat diese Operation keine Auswirkungen.

- NEUER PARAMETERSATZ: Dieser Knopf kann verwendet werden, wenn die Anzahl der markierten Objekte, die einen Parametersatz verwenden, kleiner als die Gesamtzahl der Objekte ist, die diesen Parametersatz verwenden:

Name	Erzeugt
Sym_Gr[1]	14.11.2008 07:51:08
Int_Gr[1]	21.01.2009 14:17:18

Objekte: 2 In Bild: 2 Markiert: 1

Durch das Drücken des Knopfes wird ein neuer Parametersatz für die markierten Regionen erzeugt:

Name	Erzeugt
Sym_Gr[1]	14.11.2008 07:51:08
Int_Gr[1]	21.01.2009 14:17:18
Sym_Gr[2]	21.01.2009 14:25:57

Objekte: 1 In Bild: 1 Markiert: 1

Die Eigenschaften des neuen Parameterdatensatzes sind eine Kopie des zuvor verwendeten. Nach dem Anlegen können durch den Statistikparameterdialog dem neuen Datensatz andere Parameter als dem alten zugewiesen werden. Zum Aufrufen dieses Dialogs kann man den Knopf EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN drücken.

- PARAMETERSATZ WECHSELN: Gibt es für einen Statistiktyp mehrere Datensätze, dann kann man den Objekten eines Typs einen anderen Datensatz zuweisen. Beim Drücken des Knopfs wird ein Dialog mit einer Liste aller anderen Parametersätze angezeigt, zu denen man mit den markierten Objekten wechseln kann:



- PARAMETERSÄTZE VERSCHMELZEN: Sind in der Liste mehrere Datensätze desselben Statistiktyps markiert, dann kann den Objekten ein gemeinsamer Parametersatz zugewiesen werden. In einer Auswahlliste kann der gewünschte angegeben werden:

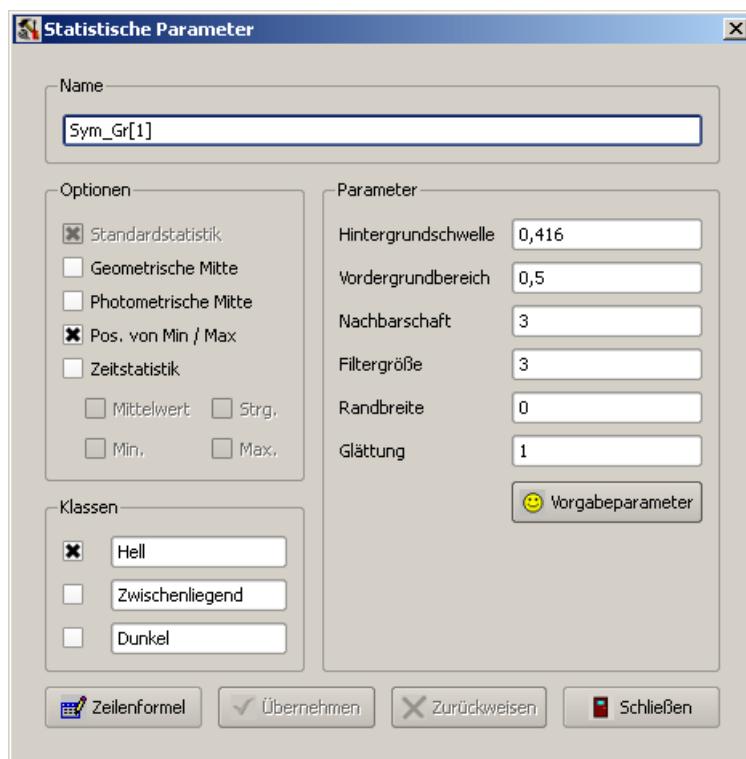


- **PARAMETERSÄTZE SPEICHERN:** Nach dem Drücken dieses Knopfs kann man die vorhandenen Parametersätze in einer Datei speichern. In einem Dateiauswahldialog kann das Ziel angegeben werden.
- **PARAMETERSÄTZE LADEN:** Zuvor gespeicherte Parameterdatensätze können mit dieser Operation wieder ins Programm gelesen werden. Beim Lesen sorgt das Programm dafür, dass es keine doppelten Benennungen von Parametersätzen gibt. Die bereits vorhandenen Parameterdatensätze und statistischen Objekte bleiben beim Laden erhalten.

Mit den beiden Knöpfen FÜR ALLE BILDER und NACH PARAMETERSATZ im Abschnitt STATISTIKEN SORTIEREN kann die Reihenfolge der Einträge in den Statistiktabellen geändert werden.

12.3 Statistikparameterdialog

Mit dem Knopf EIGENSCHAFTEN BEARBEITEN kann man im Dialog STATISTIKTYP, der im vorigen Abschnitt beschrieben wurde, den Dialog STATISTIKPARAMETER öffnen, in dem die Parameter eines Parametersatzes eingestellt werden können.



Name

Im Abschnitt NAME kann man dem Parametersatz eine aussagekräftige Bezeichnung geben. Nach dem Anlegen eines Parametersatzes erhält jeder Datensatz automatisch einen Namen, der aus der englischsprachigen Bezeichnung des entsprechenden Statistiktyps

12 Statistische Auswertungen

gebildet wird. Im Beispiel wurde z.B. „Sym_Gr[1]“ gebildet, weil es sich um den ersten Parametersatz für ein Symbolobjekt in einem Grauwertbild handelt.

Parameter

Die Eingabefelder in diesem Abschnitt des Dialogs hängen vom Statistiktyp ab. Diese typspezifischen Eingaben wurden bereits im Abschnitt 12.1 auf Seite 108 im Zusammenhang mit der Erstellung statistischer Objekte verschiedener Typen beschrieben. Das obige Beispiel zeigt die Parameter eines SYMOLOBJEKTS im Leuchtdichtebild.

Optionen

In diesem Abschnitt können verschiedene Optionen ein- und ausgeschaltet werden. Für alle Statistiktypen wird immer eine STANDARDSTATISTIK mitberechnet. In vielen Fällen wird aber die entsprechende Anzeige dieser Ergebnisse ausgeblendet. Die Ergebnistabelle mit Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum kann im Dialog SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN eingeschaltet werden. Dieser Dialog wird nach der Auswahl des Menüpunktes „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ geöffnet.



Wie das Beispiel zeigt, ist die Anzeige dieser Tabelle in der Voreinstellung für die STANDARDSTATISTIKEN eingeschaltet, für SCHNITTE und HISTOGRAMME jedoch nicht.



Wird die Option ZEITSTATISTIK eingeschaltet, dann kann man zusätzlich auswählen, für welches der Ergebnisse Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum eine Zeitstatistik berechnet werden soll.



In der Voreinstellung wird die Zeitstatistik nur als Grafik dargestellt. Eine Tabelle mit den Messwerten der Zeitstatistik kann mit dem Dialog SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN eingeschaltet werden.

Klassen



Die Anzeige im Abschnitt KLASSEN unterscheidet sich in Abhängigkeit vom Statistiktyp. Bei einer Standardstatistik, Schnitten oder Histogrammen gibt es dort keine weitere Unterteilung der Bildpunkte einer Region. Bei den Typen mit einer photometrischen Zuordnung der Bildpunkte kann man dort die Benennung und die Sichtbarkeit der berechneten Pixelklassen festlegen.

In der Voreinstellung werden für das Leuchtdichteobjekt alle drei Pixelklassen angezeigt, die sich durch die Unterteilung mit Hilfe von zwei Leuchtdichteschwellen bilden lassen. Auch die entsprechenden Ergebnistabellen enthalten dann für jedes Messobjekt drei Einträge:

Leuchtdichteobjekt									
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Hell	3169	2,774	4,16	3,325	0,4014
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Zwischenliegend	7249	1,387	2,773	2,117	0,3988
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Dunkel	96230	0	1,387	0,08863	0,2415

In diesem Beispiel wurden für ein Objekt die Messergebnisse sowohl für die dunkle als auch die mittlere und die helle Region angezeigt.

Der Berechnungsalgorithmus für Integral- und Symbolobjekte hingegen wurde speziell auf die hellen Bildpunkte innerhalb einer Messregion ausgerichtet. Deshalb erfolgt hier in der Voreinstellung auch nur die Anzeige der Messwerte der als „hell“ klassifizierten Bildpunkte in der entsprechenden Messwerttabelle:

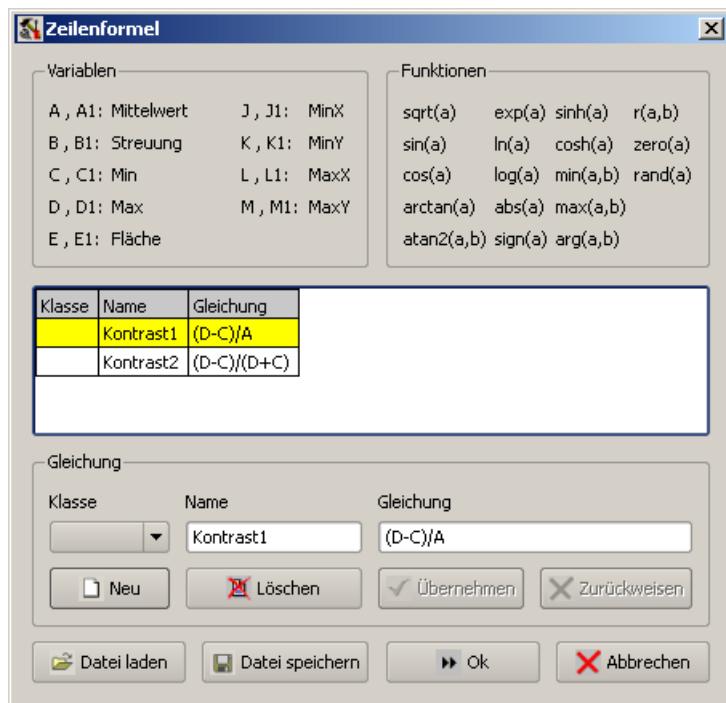
12 Statistische Auswertungen

Symbolobjekt															
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung	MinX	MinY	MinVal	MaxX	MaxY	MaxVal
1	Sym_Gr[2]	Leuchtdichtebild		1 Hell	17220	0,451	4,124	1,843	0,9734	702	387	0,451	541	461	4,124
2	Sym_Gr[2]	Leuchtdichtebild		2 Hell	6762	0,6761	3,777	2,479	0,7727	674	622	0,6761	650	667	3,777

In diesem Beispiel wurden für drei Messobjekte jeweils nur die Ergebnisse der hellen Region angezeigt. Da es sich um ein Symbolobjekt handelt, werden in der Voreinstellung nicht nur die statistischen Parameter der hellen Region ausgegeben, sondern auch die Minima und Maxima und deren Lage im Bild.

Zeilenformel

Im Abschnitt 15.4 auf Seite 184 ist ein Weg beschrieben, Messwerttabellen nach Microsoft Excel zu exportieren. Dort können beliebig komplexe Berechnungen mit den gemessenen Daten vorgenommen werden. Für einfache Auswertungen gibt es bereits innerhalb des Programms die Möglichkeit, arithmetische Berechnungen unter Verknüpfung mehrerer Datenspalten auszuführen. Ein charakteristischer Anwendungsfall ist die Eingabe einer eigenen Kontrastdefinition. Der Dialog zur Eingabe einer oder mehrerer Zeilenformeln wird mit dem Knopf Zeilenformel geöffnet:



In dem angezeigten Beispiel wurden zwei verschiedene Kontrastdefinitionen erstellt, die in der Ergebnistabelle in zwei zusätzlichen Spalten angezeigt werden:

Symbolobjekt												
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung	Kontrast1	Kontrast2	
1	Sym_Gr[2]	Leuchtdichtebild		1 Hell	17220	0,451	4,124	1,843	0,9734	1,993	0,8028	
2	Sym_Gr[2]	Leuchtdichtebild		2 Hell	6762	0,6761	3,777	2,479	0,7727	1,251	0,6963	

Die für die Berechnung zur Verfügung stehenden Variablen hängen vom Statistiktyp, den dort eingestellten Optionen und der Sichtbarkeit der Messergebnisse dieser Statistik ab:



Im Falle eines Leuchtdichteobjekts für ein monochromes Bild oder für eine Standardstatistik in einem Farbbild werden in der Voreinstellung in der Tabelle jeweils drei Zeilen mit Messergebnissen eines Objekts angezeigt. Für das Leuchtdichteobjekt sind das die Ergebnisse der hellen, zwischenliegenden und dunklen Bildpunkte, in einem Farbbild die drei Komponenten im entsprechenden Farbraum. In diesen Fällen kann man in einer Zeilenformel nicht nur auf klassenunabhängige Ergebnisse zugreifen (A, B, C, D, E), sondern auch gezielt nur die Ergebnisse einzelner Klassen benutzen (A1, ..., E3).



In diesem Beispiel wurde der Kontrast als Quotient aus dem Mittelwert der hellen und dem Mittelwert der dunklen Region berechnet und soll in der Zeile mit der zwischenliegenden Pixelklasse angezeigt werden. Das Ergebnis in der Tabelle der Messergebnisse:

Leuchtdichteobjekt									
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Hell	3169	2,774	4,16	3,325	0,4014
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Zwischenliegend	7249	1,387	2,773	2,117	0,3988
1	Lum_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Dunkel	96230	0	1,387	0,08864	0,2415

Mit dem Knopf DATEI SPEICHERN im Zeilenformeldialog hat man die Möglichkeit, die verwendeten Gleichungen in einer Datei zu sichern. Mit DATEI LADEN können derart gespeicherte Formeln erneut geladen und verwendet werden. Dabei ist auf die Verfügbarkeit der in den Gleichungen benutzten Variablen in der entsprechenden Statistik zu achten.

12.4 Ergebnisansichten einer Statistik

Die Messergebnisse der statistischen Auswertungen können in verschiedenen Formaten angezeigt werden:

- STANDARDTABELLEN: Diese Tabellen enthalten die Standardstatistikwerte Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum. Wenn in den Optionen der Statistik die Berechnung des geometrischen oder photometrischen Schwerpunkts bzw. die An-

12 Statistische Auswertungen

zeige der Lage von Minima und Maxima ausgewählt wurde, dann findet man diese Ergebnisse ebenfalls in diesen Tabellen. Bei eingeschalteter Zeitstatistik werden in den Tabellen auch die zeitlichen Mittelwerte der protokollierten Werte angezeigt.

Die Tabellen werden in der Voreinstellung für die Standardstatistik, Leuchtdichte-, Integral- und Symbolobjekte angezeigt. Für alle übrigen Statistiktypen sind diese Tabellen im Normalfall nicht sichtbar und müssen mit dem Aufruf des Menüpunktes „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ erst eingeschaltet werden.

Diese Möglichkeit der Umschaltung der Sichtbarkeit gilt im Weiteren für alle Tabellen, Diagramme und Grafiken.

- **WERTETABELLEN DER KURVENVERLÄUFE VON SCHNITTEN, HISTOGRAMMEN UND PROJEKTIONEN SOWIE FÜR ZEITSTATISTIKEN:** In den Tabellen für Schnitte und Projektionen werden die Messwerte als Funktionen des Ortes numerisch dargestellt. In Histogrammen findet man den Funktionsverlauf in Abhängigkeit von der Leuchtdichte oder einer Farbe. Die Tabellen der Zeitstatistiken enthalten eine Liste mit den gemessenen Werten über der Zeit.

Alle Wertetabellen sind in der Voreinstellung ausgeschaltet.

- **GRAFIKEN DER STANDARDSTATISTIK:** Diese Grafiken können für die Standardgrauwert- und die Standardfarbstatistik angezeigt werden. Hier sind Mittelwerte, Streuungen, Minima und Maxima grafisch dargestellt. In der Voreinstellung sind diese Grafiken nicht sichtbar.
- **GRAFIKEN DER KURVENVERLÄUFE VON SCHNITTEN, HISTOGRAMMEN, PROJEKTIONEN:** In diesen Grafiken werden die Verläufe der betreffenden Funktionen grafisch dargestellt. Für Schnitte, Histogramme und Projektionen sowohl in monochromen als auch in Farbbildern sind diese Anzeigen die Voreinstellung.
- **GRAFIKEN DER ZEITSTATISTIK:** In diesen Grafiken werden die zeitlichen Verläufe der zu protokollierenden Messwerte als Kurven angezeigt. In der Voreinstellung sind diese Grafiken sichtbar.
- **FARBWERTDIAGRAMME:** Farbwertdiagramme werden für die Statistiktypen Farbwertflächendiagramm, Farbwertliniendiagramm und als gesonderte Ausgabemöglichkeit für das Farbsymbolobjekt angezeigt. Werden diese Statistiken berechnet, dann erfolgt auch immer eine Anzeige der entsprechenden Diagramme.
- **3D-ANSICHTEN:** Das 3D-Ansichtsdiagramm ist die Ausgabe für das gleichnamige Statistikobjekt. Diese Ausgabe kann ebenfalls nicht ausgeschaltet werden, wenn die entsprechende Statistik berechnet wird.

12.4.1 Standardtabellen

Für jeden Statistiktyp gibt es eine Tabelle, die die Werte der Standardstatistik enthält, nach Einschalten der entsprechenden Optionen auch geometrische und photometrische Schwerpunkte, Mittelwerte der Zeitstatistiken und unter Umständen die Ergebnisse der benutzerdefinierten Zeilenformeln. Je nach Statistiktyp und den Klasseneinstellungen

nehmen die Messwerte eines Objektes ein bis drei Zeilen in der Tabelle ein. Einige Beispiele derartiger Tabellen:

Standardgrauwertstatistik								
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	1936	0,0118	3,962	0,6985	1,227
2	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	2	2208	0,0453	3,658	1,963	1,128
3	Std_Gr[1]	Leuchtdichtebild	3	2544	0,007126	2,882	0,9898	1,033

Standardstatistik im Leuchtdichtebild

Standardfarbstatistik						
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Farbe	Fläche	Mittelwert
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	L [cd/m ²] (Lxy)	1936	9868
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	x (Lxy)	1936	0,2725
1	Std_Co[1]	Farbbild	1	y (Lxy)	1936	0,2794
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	L [cd/m ²] (Lxy)	2208	78280
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	x (Lxy)	2208	0,347
2	Std_Co[1]	Farbbild	2	y (Lxy)	2208	0,4248

Standardstatistik im Farbbild

Integralobjekt									
Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Klasse	Fläche	Min	Max	Mittelwert	
1	Int_Gr[1]	Leuchtdichtebild	1	Hell	17220	0,416	4,16	1,843	0,9734

Integralobjekt im Leuchtdichtebild

Folgende Spalten können diese Tabellen enthalten:

- STAT.NR.: Fortlaufende Nummerierung der Messergebnisse dieser Statistik.
- PARAMETER: Name des Parametersatzes, der für die Berechnung dieser Statistik verwendet wurde.
- BILD: Name des Bildes, in dem sich das Messobjekt befindet. Es werden immer alle Ergebnisse eines Statistiktyps in einer Tabelle angezeigt, auch wenn sich die Messobjekte in unterschiedlichen Bildern befinden.
- REGION: Name bzw. Nummer der Region im betreffenden Bild.
- KLASSE: Für Statistiktypen, bei denen die Bildpunkte einer Region in mehrere Pixelklassen eingeteilt werden, wird hier die Bezeichnung der entsprechenden Klasse angezeigt.
- FARBE: Für Statistiken aus Farbbildern wird die Bezeichnung der Farbkomponente angezeigt.
- FLÄCHE, MIN, MAX, MITTELWERT, STREUUNG: Ergebnisse der Standardstatistik. Die Anzeige der Fläche erfolgt in der Einheit des im Bild verwendeten Koordinatensystems. Das gilt im Weiteren auch für alle übrigen möglichen geometrischen Angaben. Streuungen werden in Farbbildern nur angegeben, wenn in dem betreffenden Bild im RGB-Farbraum gearbeitet wird.
- GEOX, GEOY: Wenn die Berechnung des geometrischen Schwerpunkts einer Region eingeschaltet wurde, dann wird dieser hier angezeigt.

12 Statistische Auswertungen

- PHOTOX, PHOTOY: Wenn die Berechnung des photometrischen Schwerpunkts einer Region eingeschaltet wurde, dann wird dieser hier angezeigt.
- MINX, MINY, MINVAL, MAXX, MAXY, MAXVAL: Wenn die Berechnung des geometrischen Orts von Minimum und Maximum eingeschaltet wurde, dann erfolgt hier deren Anzeige.
- ZEITANZAHL: Wenn man für das Messobjekt eine Zeitstatistik eingeschaltet hat, dann wird in dieser Spalte unabhängig von den gewünschten Messergebnissen der Zeitstatistik die Anzahl der Messwerte angezeigt.
- MIN(MW), MAX(MW), MITTELWERT(MW), STREUUNG(MW),
MIN(STRG), MAX(STRG), MITTELWERT(STRG), STREUUNG(STRG),
MIN(MIN), MAX(MIN), MITTELWERT(MIN), STREUUNG(MIN),
MIN(MAX), MAX(MAX), MITTELWERT(MAX), STREUUNG(MAX): Für die Berechnung der Zeitstatistik kann man in den Optionen unabhängig voneinander die Werte von Minimum, Maximum, Mittelwert und Streuung protokollieren lassen. In der zugehörigen Standardtabelle wird nur die Standardstatistik der Liste der Zeitwerte angezeigt. Lässt man zum Beispiel den Mittelwert zeitlich protokollieren, dann enthält die Standardtabelle eine Zusammenfassung dieser Werteliste:
 - MIN(MW): Das Minimum der Einträge in der Liste der Mittelwerte.
 - MAX(MW): Das Maximum der Einträge in der Liste der Mittelwerte.
 - MITTELWERT(MW): Der Mittelwert der Einträge in der Liste der Mittelwerte.
 - STREUUNG(MW): Die Streuung der Einträge in der Liste der Mittelwerte.

Dasselbe gilt bei einer Protokollierung der Streuung, des Minimums und des Maximums. Die Liste der eigentlichen Werte als Funktion der Zeit findet man in einer separaten Wertetabelle, siehe dazu den folgenden Abschnitt.

- BENUTZERDEFINIERTES SPALTEN bei Verwendung eigener Zeilenformeln: Wie auf Seite [132](#) beschrieben, kann der Benutzer eigene Gleichungen definieren, deren Ergebnisse in diesen Spalten angezeigt wird.

Wird im unteren Karteikasten eine Standardtabelle angezeigt, dann kann man durch Drücken der rechten Maustaste in der Tabelle ein Kontextmenü öffnen. Dasselbe Menü lässt sich auch über die Hauptmenüleiste unter dem Menüpunkt „TABELLE“ öffnen. Folgende Menüpunkte stehen zur Verfügung:

- SPEICHERN UNTER: Ermöglicht die Ablage der Messergebnisse der Tabelle in einer Textdatei. Ein erneutes Einlesen solcher Dateien in das Programm ist nicht vorgesehen, da alle hier verwendeten Daten automatisch berechnet werden.
- KOPIEREN: Die Tabelle wird in die Zwischenablage kopiert. Von dort kann sie in andere Programme eingefügt werden.
- DRUCKEN: Die Tabelle wird sofort auf einem Drucker ausgegeben. Bei Notwendigkeit wird die Tabelle gedreht bzw. es werden Spalten umgebrochen. Für weitere Möglichkeiten des Kopierens und Druckens nach Microsoft Word und Microsoft Excel siehe das Kapitel [15](#) ab Seite [177](#).

- **SICHTBARKEIT DER SPALTEN:** In einigen Ausgabefällen wird nicht die Ausgabe aller Tabellenspalten benötigt. In diesem Fall kann man einzelne von ihnen in der Anzeige ausblenden. Nach der Auswahl dieses Menüpunkts wird der Dialog „SICHTBARKEIT DER SPALTEN“ angezeigt. In diesem Dialog werden alle derzeit in der Tabelle zur Verfügung stehenden Spalten angezeigt. Es kann ihre Sichtbarkeit einzeln ein- oder ausgeschaltet werden.

Obwohl die Standardtabellen für jeden Statistiktyp existieren, werden sie für einige in der Voreinstellung nicht angezeigt. Für Schnitte, Histogramme, Projektionen, Farbwertdiagramme und 3D-Ansichten liegt der Schwerpunkt auf der grafischen Repräsentation der Messwerte. Nicht sichtbare Tabellen können mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ zur Anzeige gebracht werden.

Durch Anklicken mit der Maus können Objekte in den Tabellen markiert werden. Durch Anklicken bei gedrückt gehaltener Shift-Taste kann der Markierungszustand gewechselt werden. Damit ist es auch möglich, mehrere Objekte gleichzeitig zu markieren. Die Regionen, die zu den in der Tabelle stehenden Objekten gehören, werden in ihren Bildern ebenfalls markiert bzw. demarkiert.

12.4.2 Wertetabellen

Weitere im Programm genutzte Tabellen sind Wertetabellen. Sie werden angewendet:

- für die numerische Darstellung der Messwerte in Schnitten, Histogrammen und Projektionen,
- als Liste der Messwerte einer Zeitstatistik.

Im Unterschied zu den Standardtabellen, in denen die Information über ein Messobjekt ein oder mehrere Zeilen umfasst, gehören in den Wertetabellen zu jedem Objekt ein oder mehrere Spalten. Wenn zum Beispiel Schnitte unterschiedlich lang sind oder die Zeitstatistik für unterschiedlich viele Zeiten erfasst wurde, enthält die Tabelle unterschiedlich viele Zeilen für jedes Messobjekt. Beispiele solcher Tabellen:

1:Zeit	1:Mittelwert	2:Zeit	2:Mittelwert
00:00:00	169,5	00:00:00	166,3
00:00:02	168,1	00:00:02	164,9
00:00:04	169,3	00:00:04	166,2
00:00:06	169,6	00:00:06	166,5
00:00:08	168	00:00:08	164,8
00:00:10	167,8	00:00:10	164,7

Zeitstatistik

Nr.	x[1]	y[1]	v[1]
1	569	194	164,6
2	570	194	165,7
3	571	194	166
4	572	194	166
5	573	194	164,4
6	574	194	162,6

Schnitt

Bei der Tabelle der Zeitstatistik auf der linken Seite wurde die Mittelwerte der Standardstatistik zweier Regionen protokolliert. Die Tabelle auf der rechten Seite zeigt die Werte eines Schnittes, zusammen mit den Ortskoordinaten jeden Wertes.

12 Statistische Auswertungen

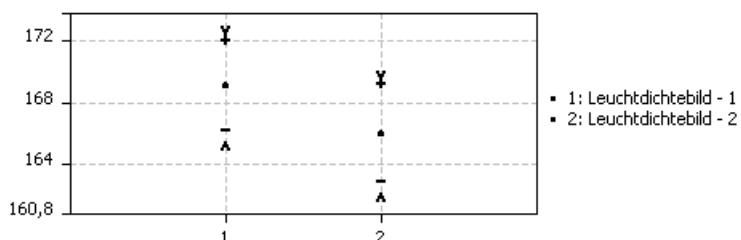
Das in den Wertetabellen verfügbare Kontextmenü bzw. die Menüpunkte, die im Hauptmenü unter „TABELLE“ zur Verfügung stehen, entsprechen denen der Standardtabellen. Für eine Beschreibung siehe deshalb den vorhergehenden Abschnitt.

Alle Wertetabellen sind in der Voreinstellung nicht sichtbar. Ihre Anzeige kann mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | SICHTBARKEIT VON TABELLEN UND DIAGRAMMEN“ eingeschaltet werden. Für Schnitte, Histogramme und Projektionen ist dafür die Option in der Spalte DATEN einzuschalten, für Zeitstatistiken die Option in der Spalte ZEITTABELLE.



12.4.3 Grafiken der Standardstatistik

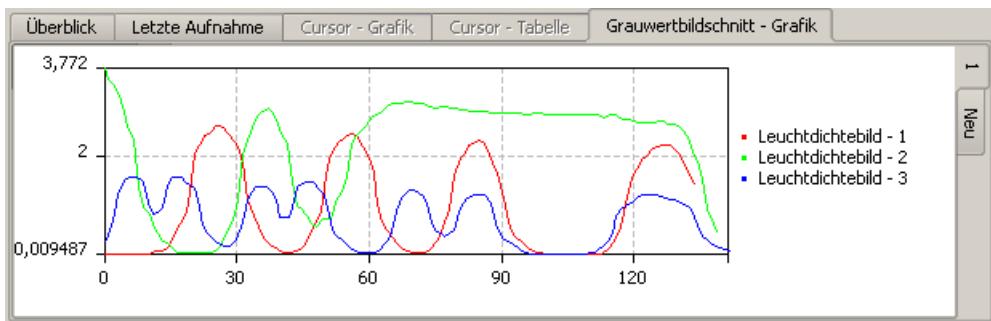
Für die Standardstatistiken in Grauwert- und in Farbbildern gibt es eine spezielle grafische Darstellung der Messwerte Mittelwert, Streuung, Minimum und Maximum.



In diesen Diagrammen gibt „●“ den Mittelwert, „▽“ das Maximum und „△“ das Minimum an. Zwischen „+“ und „-“ befindet sich der 3σ -Bereich um den Mittelwert.

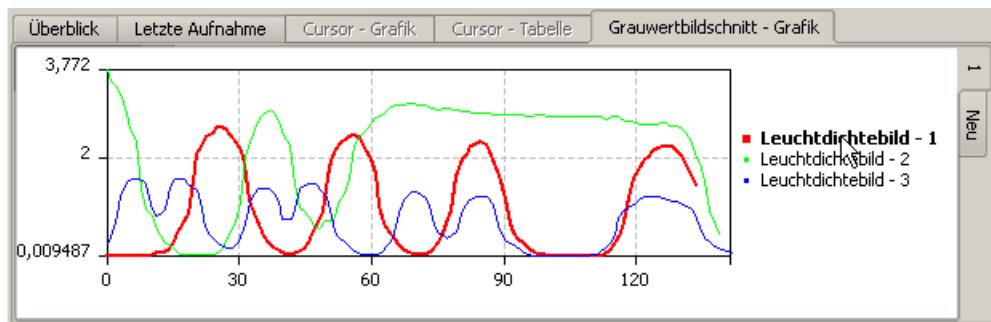
Alle Möglichkeiten der Arbeit mit dem Diagramm (Aufteilung der Werte auf mehrere Diagrammblätter, Vergrößerung, Kontextmenü) werden im folgenden Abschnitt beschrieben, da sie sich nicht von den dort vorgestellten Grafiken der Kurvenverläufe unterscheiden.

12.4.4 Grafiken der Kurvenverläufe

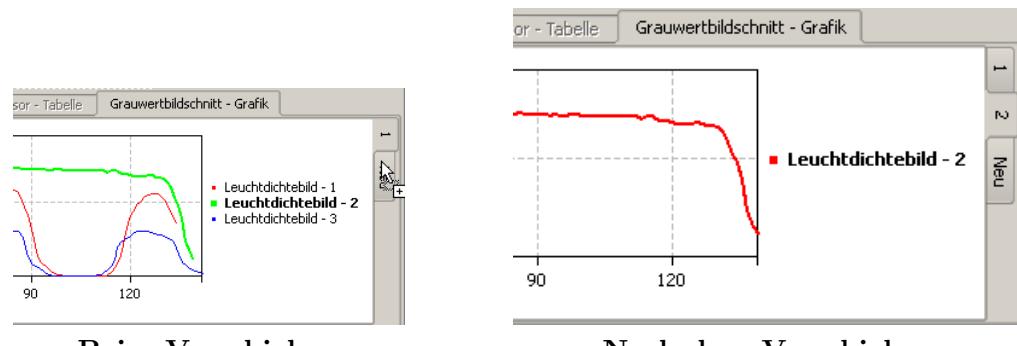


Rechts neben der grafischen Darstellung findet man eine Legende der dargestellten Kurven. Dort werden der Name des Bildes und der Name der Region angezeigt. Ein kleines Rechteck vor dieser Bezeichnung ist in der Farbe der zugehörigen Kurve gehalten.

Die Bezeichnung wechselt vom Normal- zum Fettdruck, wenn die betreffende Region markiert ist. In diesem Fall wird auch die Kurve gegenüber den anderen hervorgehoben. Das Markieren der Region kann entweder im Bild oder aber in der grafischen Darstellung selbst erfolgen, in dem man auf die betreffende Bezeichnung klickt. Beim Anklicken mit gedrückt gehaltener Shift-Taste wird ein bestehender Markierungszustand geändert, man kann so auch mehrere Kurven gleichzeitig markieren.



Die Kurven können auch auf mehrere Blätter verteilt werden. Zum einen wird dies vom Programm automatisch getan, wenn die Anzahl der Kurven zu groß für eine gute Darstellung auf einem einzigen Blatt ist. Zum anderen kann der Benutzer diese Aufteilung auch manuell ändern. Dazu ist ein Kurvenbezeichner anzuklicken und mit gedrückt gehaltener linker Maustaste auf einen anderen Karteikartenreiter zu ziehen:



12 Statistische Auswertungen

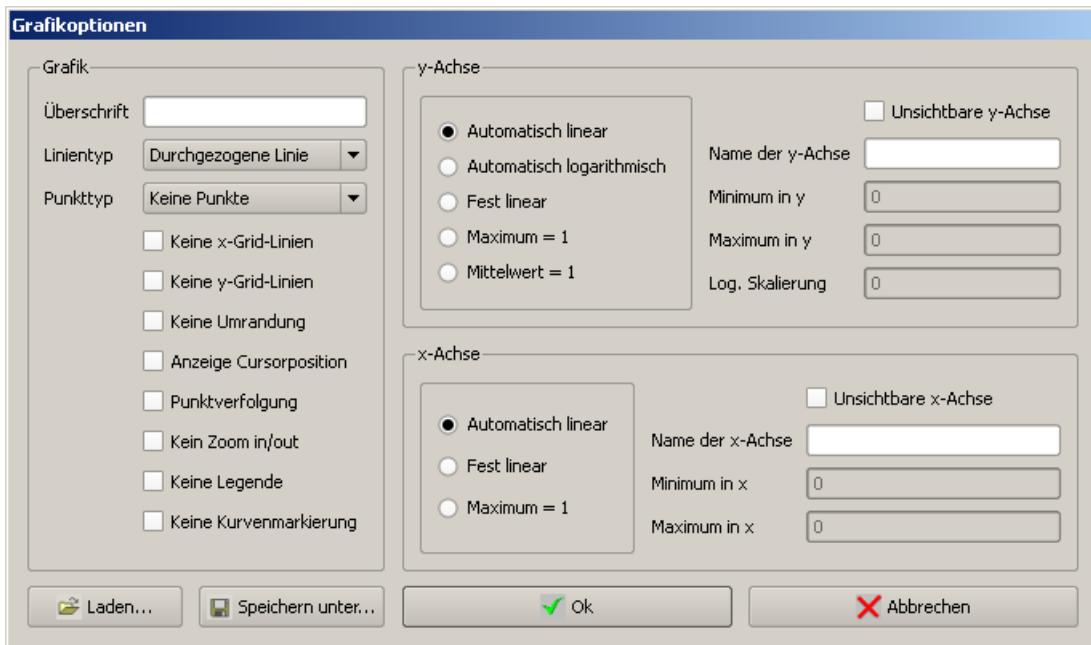
In diesem Beispiel wurde die Kurve „LEUCHTDICHTEBILD - 2“ auf den Karteikartenreiter NEU gezogen. Das Programm hat daraufhin ein neues Blatt „2“ erzeugt, das nur die verschobene Kurve enthält.

Mit dem Scrollrad kann man in die Grafik hinein- und hinauszoomen. Bei vergrößerter Darstellung kann man mit gedrückt gehaltener linker Maustaste den angezeigten Ausschnitt verschieben.

Wird im unteren Karteikasten eine Grafik angezeigt, dann kann man durch Drücken der rechten Maustaste in der Grafik ein Kontextmenü öffnen. Dasselbe Menü lässt sich auch über die Hauptmenüleiste unter dem Menüpunkt „GRAFIK“ öffnen. Folgende Menüpunkte stehen zur Verfügung:

- **SPEICHERN UNTER:** Nach Aufruf dieses Menüpunkts wird ein Dateidialog geöffnet, in dem man einen Dateinamen auswählen kann, unter dem die aktuelle Grafik abgelegt werden soll. Als Formate stehen BMP und JPG zur Verfügung. Die Speicherung der Grafik erfolgt so, wie sie gerade auf dem Bildschirm dargestellt wird. Man erreicht also zum Beispiel durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Anzeigefensters eine entsprechende Vergrößerung oder Verkleinerung der Bitmapdatei.
- **KOPIEREN:** Mit Hilfe dieses Menüpunktes kann man die Grafik als Bitmap in die Zwischenablage kopieren. Auch hier bestimmt die aktuelle Anzeige das Aussehen der Kopie.
- **DRUCKEN und ALLE GRAFIKEN DRUCKEN:** Mit dem ersten Menüpunkt wird nur die aktuelle Grafik auf dem Drucker ausgegeben, mit dem zweiten alle Grafiken der entsprechenden Statistik untereinander auf einem oder mehreren Blättern. Auch in diesem Fall kann man durch die Größe des Anzeigefensters die Ausgabe beeinflussen.
- **OPTIONEN und OPTIONEN FÜR ALLE GRAFIKEN:** In beiden Fällen wird der Dialog GRAFIKOPTIONEN geöffnet. Mit dem ersten Menübefehl gelten die dort vorgenommenen Einstellungen nur für die aktuelle Grafik, im zweiten Fall für alle Grafiken dieses Statistiktyps.

Grafikoptionendialog



Auf der linken Seite des Dialogs gibt es im Abschnitt GRAFIK folgende Möglichkeiten:

- **ÜBERSCHRIFT:** Eine hier eingegebene Bezeichnung wird oberhalb der Kurven in der Grafik angezeigt.
- **LINIENTYP:** LINIEN verbinden die Punkte der Messwerte. Hier kann man zwischen den Möglichkeiten „DURCHGEZOGENE LINIE“, „PUNKTLINIE“, „STRICHLINIE“ und „KEINE LINIE“ wählen. Die Voreinstellung ist eine durchgezogene Linie.
- **PUNKTTYP:** PUNKTE stellen den Ort der Messwerte dar. Hier gibt es die Möglichkeiten „KEINE PUNKTE“, „RECHTECKIG“, „KREIS“, „KREUZ“, „HORZ. LINIE“, „PFEIL HOCH“ und „PFEIL TIEF“. Die Voreinstellung ist „KEINE PUNKTE“.
- **KEINE X-GRID-LINIEN:** Keine Anzeige der senkrechten Hilfslinien in der Grafik.
- **KEINE Y-GRID-LINIEN:** Keine Anzeige der waagerechten Hilfslinien in der Grafik.
- **KEINE UMRANDUNG:** Keine rechteckige Umrandung um die Grafik.
- **ANZEIGE CURSORPOSITION:** Wird diese Option eingeschaltet, dann wird neben dem Mauszeiger eine Anzeige eingeblendet, die die Koordinaten des Mauszeigers in der Grafik angibt.
- **PUNKTVERFOLGUNG:** Diese Option ist für die grafische Darstellung von Schnitten von Interesse. Wird sie eingeschaltet, dann wird in der Grafik eine senkrechte Linie eingezeichnet. Gleichzeitig wird für alle markierten Objekte dieser Statistik auf diesem Grafikblatt im entsprechenden Bild ein kleiner Punkt an dem Ort der Region eingezeichnet, der den Wert der Grafik an der Mausposition enthält.
- **KEIN ZOOM IN/OUT:** Wenn diese Option eingeschaltet ist, dann funktioniert das Vergrößern und Verkleinern der Grafikanzeige weder mit dem Scrollrad noch durch

12 Statistische Auswertungen

Aufziehen eines Rechtecks. Es bleibt die vor dem Öffnen des Dialogs gültige Vergrößerung erhalten.

- **KEINE LEGENDE:** Die sich in der Voreinstellung rechts neben der Grafik befindliche Legende mit der Zuordnung zwischen den Namen und den Farben der Kurven wird ausgeblendet.
- **KEINE KURVENMARKIERUNG:** Man kann die Objekte in der Legende nicht mehr mit einem Mausklick markieren oder demarkieren. Damit ist auch eine Verschiebung auf andere Blätter nicht mehr erlaubt. Eine Markierung der entsprechenden Objekte durch Markieren der Regionen im Bild bleibt aber weiterhin möglich.

Die beiden Abschnitte **x-ACHSE** und **y-ACHSE** auf der rechten Seite des Dialogs enthalten weitere Formatierungsmöglichkeiten:

- **UNSICHTBARE ACHSE:** Mit dieser Option kann die Anzeige der betreffenden Achse in der Grafik ausgeblendet werden.
- **NAME DER ACHSE:** Hier kann die Bezeichnung der Achse geändert werden.
- Skalierungsmöglichkeiten:
 - „**AUTOMATISCH LINEAR**“: Die Kurve wird für die betreffende Achse linear zwischen dem größten und dem kleinsten Wert skaliert.
 - „**AUTOMATISCH LOGARITHMISCH**“: Die Skalierung erfolgt zwischen Null und dem Maximum der Kurve.
 - „**FEST LINEAR**“: Die Begrenzung des Wertebereichs kann in den Eingabefeldern **MINIMUM** und **MAXIMUM** eingegeben werden.
 - „**MAXIMUM = 1**“: Die Kurve wird linear so skaliert, dass das Maximum Eins beträgt.
 - „**MITTELW. = 1**“: Die Werte werden so angepasst, dass der Mittelwert Eins wird.

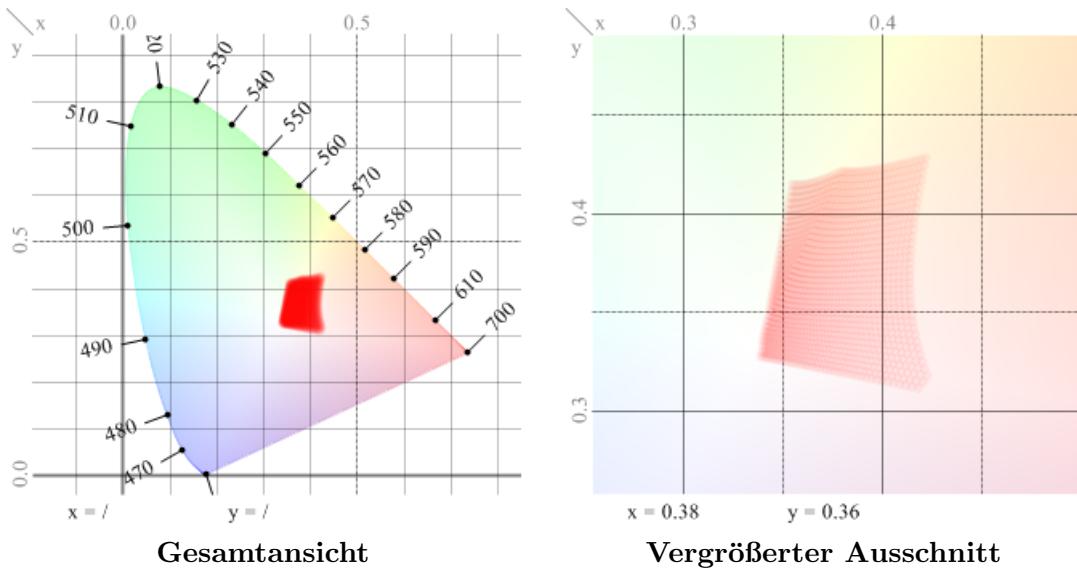
Mit den Knöpfen **SPEICHERN** bzw. **LADEN** kann man einen Parametersatz für eine spätere Verwendung in eine Datei kopieren bzw. von dort wieder in das Programm übernehmen.

Nach Drücken des Knopfes **OK** werden die geänderten Einstellungen in der Grafik wirksam. Nach Drücken von **ABBRECHEN** bleibt der derzeitige Zustand der Grafik erhalten.

12.4.5 Farbwertdiagramme

Für die Statistiken **FARBWERTLINIENDIAGRAMM** und **FARBWERTFLÄCHENDIAGRAMM** sowie bei eingeschalteter Option **FARBWERTDIAGRAMM** auch für das **FARBSYMOLOBJEKT** wird ein Farbwertdiagramm berechnet und angezeigt. Im Unterschied zu den in den vorigen Abschnitten dokumentierten Grafiken werden die Farbwertdiagramme im selben Karteikasten wie die Bilder angezeigt, d.h. im oberen Bereich des Hauptfensters der Applikation. Da aus diesem Grund die gleichzeitige Darstellung sowohl des Bildes als auch der Ergebnisanzeige in der **EINFENSTERANSICHT** nicht möglich ist, empfiehlt sich der Wechsel zur **ZWEIFENSTERANSICHT**. Siehe dazu den Abschnitt [13.3](#) auf Seite [153](#).

Dort kann man zum Beispiel das Bild mit der Messregion links und das berechnete Farbwertdiagramm rechts anzeigen lassen.



Im Diagramm werden die Farborte der Messobjekte in zwei Farbkoordinaten angezeigt. Im Fall eines Farbwertliniendiagramms als Linie der Farborte entlang der Messlinie. Im Fall eines Farbwertflächendiagramms bzw. Farbsymbolobjekts als Punktfolge der Messpunkte innerhalb der Region bzw. Pixelklasse. In horizontaler Richtung wird die erste Farbkomponente, in vertikaler Richtung die zweite angezeigt. Die Beschriftungen am Rande des Kurvenzuges geben die Wellenlängen in Nanometern an. Unterhalb des Diagramms findet man eine ständig wechselnde Anzeige „ $x = \dots$ $y = \dots$ “. Das ist die Ausgabe der Farbkoordinaten an der aktuellen Mausposition.

Mit dem Scrollrad der Maus kann man in das Diagramm hinein- und wieder herauszoomen. Bei gedrückt gehaltener linker Maustaste kann der sichtbare Ausschnitt verschoben werden. Im Kontextmenü gibt es die Menüpunkte „ADAPT ZOOM“ und „ZOOM RESET“, die ebenfalls zu einer Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Darstellung führen.

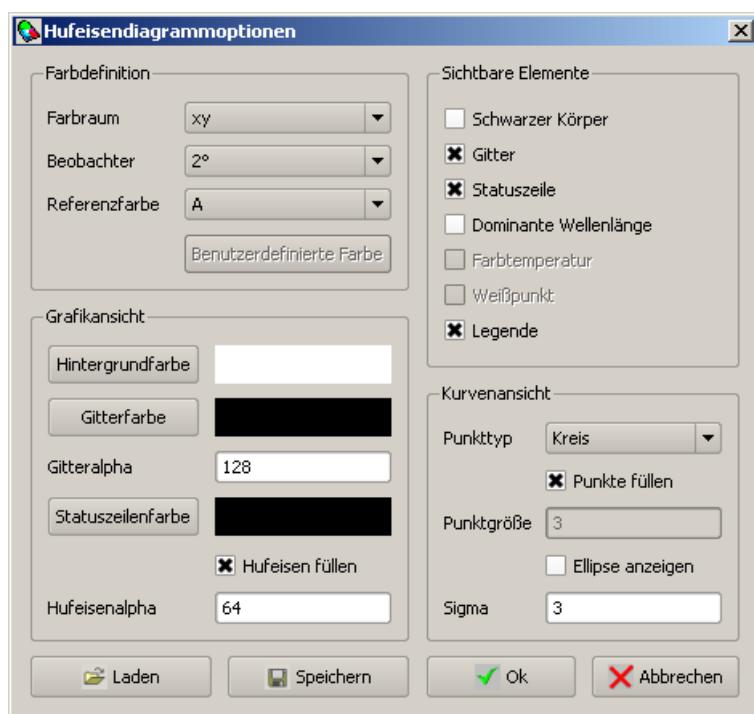
Das Hauptmenü des Programms enthält das Untermenü **DIAGRAMM**. (Wenn es deaktiviert ist, bitte einmal in das Farbwertdiagramm hineinklicken, um das Menü zu aktivieren.) In diesem Menü gibt es folgende Möglichkeiten:

- **SPEICHERN UNTER:** Nach Aufruf dieses Menüpunkts wird ein Dateidialog geöffnet, in dem man einen Dateinamen auswählen kann, unter dem das aktuelle Diagramm abgelegt werden soll. Als Formate stehen BMP und JPG zur Verfügung. Die Speicherung des Diagramms erfolgt so, wie es gerade auf dem Bildschirm dargestellt wird. Man erreicht also zum Beispiel durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Anzeigefensters eine entsprechende Vergrößerung oder Verkleinerung der Bitmapdatei.
- **KOPIEREN:** Mit Hilfe dieses Menüpunktes kann man das Diagramm als Bitmap in die Zwischenablage kopieren. Auch hier bestimmt die aktuelle Anzeige das Aussehen der Kopie.

12 Statistische Auswertungen

- DRUCKEN: Das aktuelle Diagramm wird auf dem Drucker ausgegeben. Auch in diesem Fall kann man durch die Größe des Anzeigefensters die Ausgabe beeinflussen.
- OPTIONEN und OPTIONEN FÜR ALLE GRAFIKEN: In beiden Fällen wird der Dialog FARBWERTDIAGRAMMOPTIONEN geöffnet. Mit dem ersten Menübefehl gelten die dort vorgenommenen Einstellungen nur für die aktuelle Grafik, im zweiten Fall für alle Diagramme dieses Statistiktyps.

Farbwertdiagrammoptionendialog



Im Abschnitt Farbdefinition werden die Eigenschaften des Farbraums festgelegt, in dem die Anzeigen erfolgen sollen.

- FARBRAUM: Zur Auswahl stehen hier die Farträume xy , uv , $u'v'$, u^*v^* , a^*b^* und rg . In Abhängigkeit vom hier gewählten Farbraum ändert sich die grafische Darstellung des Diagramms, weil der begrenzende Spektralfarbenzug in diesen Farträumen jeweils einen anderen Verlauf hat.
- BEOBACHTER: Hier kann zwischen einem 2° - und einem 10° -Beobachter gewechselt werden.
- REFERENZFARBE: Zur Auswahl stehen die Normlichtarten E, A, C, D55, D65, D75, 1900K, 2300K und USER DEFINED. Im letzten Fall kann der Anwender mit dem Knopf „BENUTZERDEFINIERTE FARBE“ die gewünschte Referenzfarbe eingeben.

Im Abschnitt GRAFIKANSICHT können die Farben im Diagramm geändert werden. Die Beschriftung ist weitgehend selbsterklärend. Die Alphawerte geben die Durchsichtigkeit

der entsprechenden Farben an. Der Wertebereich liegt zwischen 0 (transparent) und 255 (undurchsichtig).

Im Abschnitt SICHTBARE ELEMENTE können verschiedene Anzeigoptionen geändert werden:

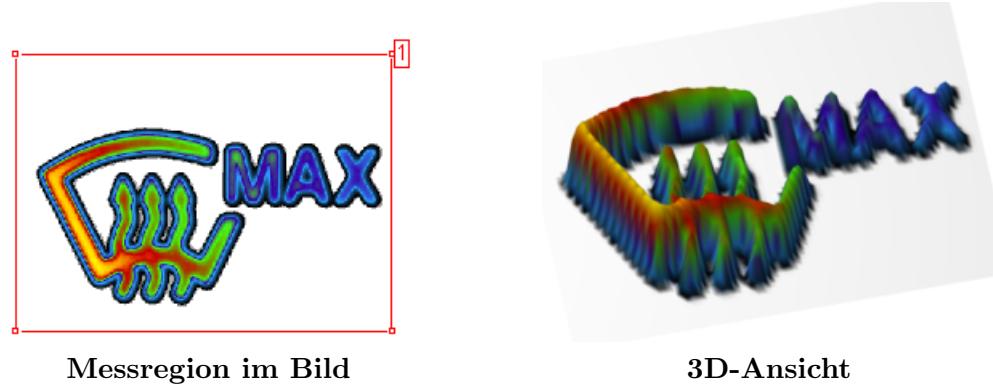
- SCHWARZER KÖRPER: Beim Einschalten wird im Diagramm ein Kurvenzug eingeblendet, der die Farbwerte schwarzer Körper bei verschiedenen Temperaturen angibt.
- GITTER: Beim Ausschalten dieser Option werden die Koordinatenachsen und das Koordinatengitter ausgeblendet.
- STATUSZEILE: Beim Ausschalten wird die Anzeige der Farbwerte an der Cursorposition entfernt.
- DOMINANTE WELLENLÄNGE: Im Diagramm wird die dominante Wellenlänge für die aktuelle Cursorposition angezeigt.
- LEGENDE: Ein Ausschalten dieser Option entfernt die rechts neben dem Diagramm stehenden Namen der Messobjekte, mit denen der Zusammenhang zu den zur Darstellung im Diagramm verwendeten Farben hergestellt wird.

Im Abschnitt Kurvenansicht kann man die Anzeige der Kurven selbst beeinflussen:

- PUNKTTYP: Verändert die Form der Punkte, die im Diagramm angezeigt werden. Diese Option spielt nur für Farbwertflächendiagramme und Farbsymbolobjekte eine Rolle.
- PUNKTE FÜLLEN: Hier kann man festlegen, ob die angezeigten Punkte ausgefüllt werden sollen oder nicht.
- PUNKTGRÖSSE: Hier kann man die Größe der angezeigten Punkte ändern.
- ELLIPSE ANZEIGEN: Mit dieser Option kann man die Anzeige einer Ellipse einschalten, die mit ihrer Lage und Größe den Mittelwert und die Varianz der Farborte anzeigt. Diese Option spielt nur für Farbwertflächendiagramme und Farbsymbolobjekte eine Rolle.
- SIGMA: Bei eingeschalteter Option „ELLIPSE ANZEIGEN“ kann man hier die Größe der Ellipse in Einheiten der Streuung SIGMA festlegen.

12.4.6 3D-Ansichten

Genau wie Farbwertdiagramme werden 3D-Ansichtsdiagramme im selben Karteikasten wie die Bilder angezeigt, d.h. im oberen Bereich des Hauptfensters der Applikation. Da aus diesem Grund die gleichzeitige Darstellung sowohl des Bildes als auch der Ergebnisanzeige in der EINFENSTERANSICHT nicht möglich ist, empfiehlt sich der Wechsel zur ZWEIFENSTERANSICHT. Siehe dazu den Abschnitt 13.3 auf Seite 153. Dort kann man zum Beispiel das Bild mit der Messregion links und die berechnete 3D-Ansicht rechts anzeigen lassen.



Messregion im Bild

3D-Ansicht

Die farbliche Darstellung im Diagramm entspricht der Darstellung der korrespondierenden Punkte im Bild, d.h. durch eine Änderung der Farbpalette und der Skalierung des Bildes ändert sich die Anzeige im Diagramm ebenfalls.

Mit dem Scrollrad der Maus kann man die Darstellung vergrößern oder verkleinern. Mit gedrückter linker Maustaste kann das 3D-Gebirge gedreht werden. Hält man gleichzeitig die Shift-Taste gedrückt, dann wird das Objekt nicht gedreht, sondern verschoben.

Das Hauptmenü des Programms enthält das Untermenü **DIAGRAMM**. (Wenn es deaktiviert ist, bitte einmal in das Diagramm hineinklicken, um das Menü zu aktivieren.) In diesem Menü gibt es folgende Möglichkeiten:

- **SPEICHERN UNTER:** Nach Aufruf dieses Menüpunkts wird ein Dateidialog geöffnet, in dem man einen Dateinamen auswählen kann, unter dem das aktuelle Diagramm abgelegt werden soll. Als Formate stehen BMP und JPG zur Verfügung. Die Speicherung des Diagramms erfolgt so, wie es gerade auf dem Bildschirm dargestellt wird. Man erreicht also zum Beispiel durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Anzeigefensters eine entsprechende Vergrößerung oder Verkleinerung der Bitmapdatei.
- **KOPIEREN:** Mit Hilfe dieses Menüpunktes kann man das Diagramm als Bitmap in die Zwischenablage kopieren. Auch hier bestimmt die aktuelle Anzeige das Aussehen der Kopie.
- **DRUCKEN:** Das aktuelle Diagramm wird auf dem Drucker ausgegeben. Auch in diesem Fall kann man durch die Größe des Anzeigefensters die Ausgabe beeinflussen.
- **OPTIONEN und OPTIONEN FÜR ALLE GRAFIKEN:** In beiden Fällen wird der Dialog **OPTIONEN DER 3D-ANSICHT** geöffnet. Mit dem ersten Menübefehl gelten die dort vorgenommenen Einstellungen nur für die aktuelle Grafik, im zweiten Fall für alle Diagramme dieses Statistiktyps.

Optionendialog für 3D-Ansicht



Nach Drücken des Knopfes FARBE kann man die Hintergrundfarbe im Diagramm auswählen. Im Eingabefeld HÖHE oder mit dem daneben stehenden Schieberegler kann man einen Vergrößerungsfaktor für die Höhe der Darstellung im Vergleich zur Breite und Tiefe auswählen.

Nach dem Drücken auf VOREINSTELLUNG werden die Standardeinstellungen für 3D-Diagramme wiederhergestellt. Mit den Knöpfen SPEICHERN und LADEN kann man gewählte Einstellungen sichern bzw. rekonstruieren.

Verlässt man den Dialog mit OK, werden die Einstellungen dauerhaft übernommen. Beim Beenden des Dialogs mit ABBRECHEN werden die Einstellungen rekonstruiert, die vor dem Öffnen des Dialogs bestanden haben.

12 Statistische Auswertungen

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

Nach dem Programmstart stehen das Kamerabild und das Leuchtdichtebild zur Verfügung. Bei der Arbeit mit einer Farbkamera wird zusätzlich das Farbbild angezeigt. Aufnahmen mit der Kamera werden in diesen Bildern gespeichert:

- Die Bildaufnahmen mit den Menübefehlen „KAMERA | LIVE“, „KAMERA | GRAB“ und „AUFNAHME | AUTOSCAN“ werden in das Kamerabild geschrieben.
- Mit den Menübefehlen „AUFNAHME | SINGLEPIC“, „AUFNAHME | MULTIPIC“ und „AUFNAHME | HIGHDYN“ werden Leuchtdichtebilder aufgenommen. Für diese Algorithmen ist die Aufnahme von Kamerabildern notwendig, sodass sich der Inhalt des Kamerabild ebenfalls ändert.
- Mit „AUFNAHME | COLORHIGHDYN“ kann bei Verwendung einer Farbkamera ein Farbbild aufgenommen werden. Als Ergebnisse dieser Aufnahme gibt es ein neues Farb- und ein Leuchtdichtebild.

Für viele Anwendungsfälle reichen diese drei Bilder nicht aus. Man benötigt zum Beispiel zusätzliche Bilder, um Bildinhalte miteinander zu vergleichen, arithmetische Berechnungen mit Bildern durchzuführen oder andere Bildverarbeitungsalgorithmen anzuwenden. Folgende Menüpunkte zur Arbeit mit Auswertungsbildern stehen zur Verfügung:

- Mit den Menüpunkten „BILD | NEU“ und „BILD | DUPLIZIEREN“ können neue Auswertungsbilder angelegt werden. Mit dem Menüpunkt „BILD | ENTFERNEN“ wird ein nicht mehr benötigtes Auswertungsbild wieder gelöscht. Eine Beschreibung dieser Operationen findet man im folgenden Abschnitt.
- Mit dem Menüpunkt „BILD | OPTIONEN KOPIEREN“ können Anzeigoptionen eines Bildes in ein anderes Bild übertragen werden. Siehe dafür den Abschnitt [13.2](#) auf Seite [152](#).
- In der Voreinstellung wird im Programm immer nur ein Bild angezeigt - „EINFENSTERANSICHT“. Möchte man zwei Bilder visuell miteinander vergleichen, kann man zur „ZWEIFENSTERANSICHT“ wechseln. Diese und weitere Möglichkeiten zur Änderung der Fensteraufteilung findet man ebenfalls im Menü „PROGRAMMANSICHT“. Siehe auch den Abschnitt [13.3](#) auf Seite [153](#).
- In einigen Anwendungsfällen enthalten verschiedene Auswertungsbilder ähnliche Bildinhalte und es sollen mit diesen Bildern ähnliche Auswertungen durchgeführt werden. Zu diesem Zweck kann es sinnvoll sein, in verschiedenen Bildern mit derselben Regionenliste zu arbeiten, damit die Messregionen in den Bildern an denselben Stellen liegen. Eine Möglichkeit, mehreren Bildern dieselbe Regionenliste zuzuweisen, bietet der Menüpunkt „PROGRAMMANSICHT | ZUORDNUNG DER REGIONENLISTEN“. Siehe dafür den Abschnitt [13.4](#) auf Seite [154](#).

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

- Der Hauptanwendungsfall einer projektiven Entzerrung ist die Korrektur einer perspektivischen Verzerrung in einem Bild. Der geometrische Zusammenhang zwischen den Bildpunkten des Quell- und des Zielbildes wird vom Programm aus jeweils einer im Quell- und Zielbild markierten Region automatisch ermittelt. Diese Messregionen können vom Benutzer selbst an den richtigen Stellen platziert werden.

Einen Dialog zur Lösung der Entzerrungsaufgabe findet man unter dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | PROJEKTIVE ENTZERRUNG“. Eine ausführliche Beschreibung dieses Dialogs und des Algorithmus enthält der Abschnitt [13.5](#) auf Seite [155](#).

- Genau wie bei der projektiven Entzerrung wird mit Hilfe einer Koordinatentransformation aus einem Quellbild ein neues Zielbild berechnet. Im Unterschied zur projektiven Entzerrung benötigt das Programm dafür zwei vorberechnete Indexbilder. Diese Indexbilder können auf Wunsch von der Firma TechnoTeam erstellt werden. Typische Anwendungsfälle sind zum Beispiel die Verzeichnungskorrektur von Objektiven oder die Darstellung von Lichtstärkeverteilungskörpern (LVK) in einem Theta-Phi-Koordinatensystem.

Den Menüpunkt zum Aufruf des entsprechenden Dialogs findet man unter „AUSWERTUNG | KOORDINATENTRANSFORMATION“. Eine ausführliche Beschreibung enthält der Abschnitt [13.6](#) auf Seite [157](#).

- Um Bereiche unterschiedlicher Helligkeit durch Linien voneinander zu trennen, gibt es das Isolinienverfahren. Nach Auswahl des Menüpunkts „AUSWERTUNG | ISOLINIEN“ wird ein Dialog geöffnet, in dem man die dafür benötigten Parameter eingeben und die gewünschte Isolinendarstellung berechnen lassen kann. Siehe dazu den Abschnitt [13.7](#) auf Seite [159](#).
- Eine große Anzahl von Bildverarbeitungsmöglichkeiten findet man zusätzlich im Dialog BILDVERARBEITUNG, der mit dem Menübefehl „AUSWERTUNG | BILDVERARBEITUNG“ geöffnet werden kann. Alle Operationen, die in diesem Dialog vorhanden sind, können aufgezeichnet und später als Makro unter einem selbst definierten Menüpunkt wieder verwendet werden. Unter anderem stehen in diesem Dialog die folgenden Algorithmen zur Verfügung:

- Laden und Speichern von Bildern.
- Projektive Entzerrung, Koordinatentransformation und Isolinienberechnung anhand von Parametersätzen, die in den zuvor vorgestellten Parametrierungsdialogen erstellt wurden.
- Arithmetische Verknüpfungen von Bildern mit anderen Bildern oder Konstanten, wie Addition, ..., Inversion.
- Operationen wie das Spiegeln, Verdrehen, Vergrößern oder Verkleinern von Bildern.
- Bildfilter wie Box, Erosion und Dilatation.
- Speziell für die Aufzeichnung von benutzereigenen Makros ist die Möglichkeit vorgesehen, zwischen den Operationen Messageboxen anzuzeigen.

- In die Aufzeichnung benutzereigener Makros können das Anlegen und Löschen von Auswertungsbildern, die Aufnahme von Kamera-, Leuchtdichte- und Farbbildern, der Datenexport nach Microsoft Word und Microsoft Excel sowie der Aufruf bereits vorhandener Makros einbezogen werden. Für die Verwaltung der nutzereigenen Makros gibt es einen gesonderten Dialog, der mit dem Menüpunkt „MAKROS | MAKROREKORDER“ geöffnet werden kann. Für die Dokumentation siehe den Abschnitt [13.9](#) auf Seite [168](#).

Die Möglichkeiten zur Auswertung von Farbbildern werden im Kapitel [14](#) ab Seite [171](#) beschrieben.

13.1 Nutzung von Auswertungsbildern

Mit dem Menüpunkt „BILD | NEU“ kann man ein neues Auswertungsbild anlegen. Es wird der Dialog Bildeigenschaften geöffnet:



In diesem Dialog können die Parameter des neuen Bildes eingestellt werden: Name, physikalische Größe und Einheit, Bildgröße. Bei der Arbeit mit einer Programmversion, die Farbbilder unterstützt, kann hier auch dieser Bildtyp ausgewählt werden. Der Bildtyp kann nachträglich nicht mehr geändert werden.

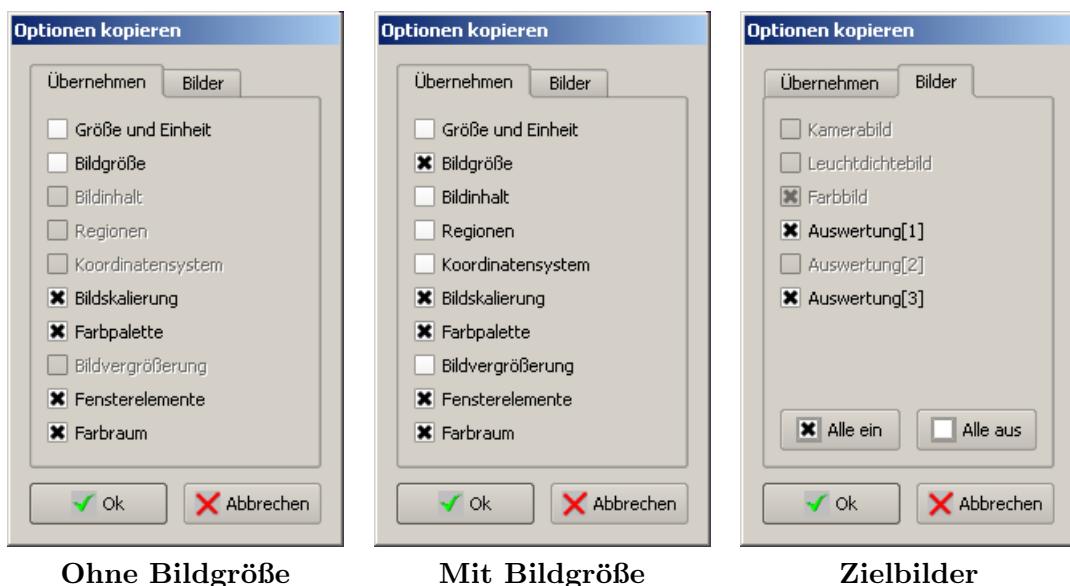
Mit dem Menüpunkt „BILD | DUPLIZIEREN“ wird eine Kopie eines bereits vorhandenen Bildes erzeugt. Es wird nicht nur der Bildinhalt in das neue Bild übernommen, sondern auch die physikalische Größe und Einheit, die Bildskalierung und die Farbpalette. Beim Duplizieren wird der Bildname automatisch gewählt. Bei Bedarf kann er nachträglich mit dem Menüpunkt „BILD | EIGENSCHAFTEN“ geändert werden.

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

Mit dem Menüpunkt „BILD | ENTFERNEN“ kann ein nicht mehr benötigtes Auswertungsbild gelöscht werden. Die immer vorhandenen Bilder KAMERABILD, LEUCHTDICHTEBILD und eventuell FARBBILD können vom Benutzer nicht entfernt werden.

13.2 Kopieren von Anzeigeoptionen in andere Bildern

Für den visuellen Vergleich mehrerer Bilder kann es sinnvoll sein, in mehreren Bildern mit denselben Anzeigeeinstellungen zu arbeiten. Mit dem Menüpunkt „BILD | OPTIONEN KOPIEREN“ öffnet man einen Dialog, mit dem die Einstellungen eines Bildes in ein oder mehrere andere Bilder kopiert werden können.



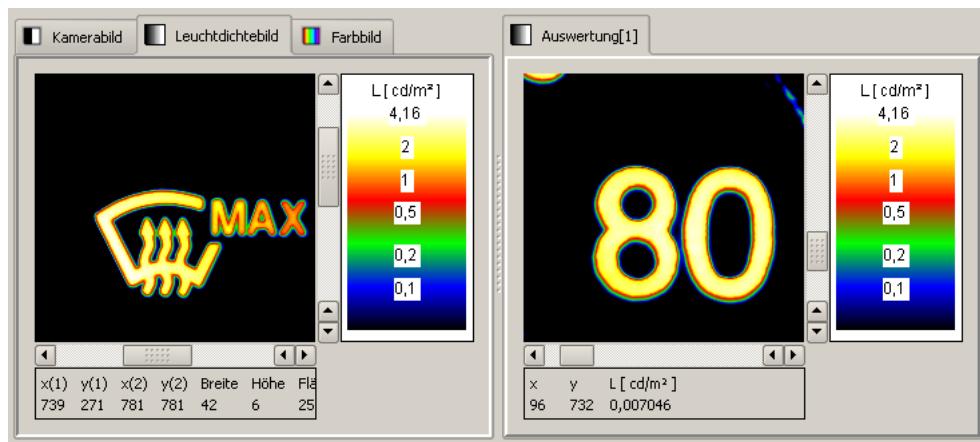
Auf der Seite ÜBERNEHMEN legt man fest, welche Eigenschaften des Bildes in andere Bilder kopiert werden sollen. Außer den Anzeigeeigenschaften wie physikalische Größe und Einheit, Bildskalierung und Farbpalette können auch der Bildinhalt selbst, die eingezeichneten Regionen und das verwendete Koordinatensystem kopiert werden. Für die Übernahme dieser Eigenschaften ist es natürlich notwendig, dass die Größe der Zielbilder des Kopierens wenn nötig angepasst wird.

Die Option FENSTERELEMENTE kann gesetzt werden, um die Anzeige der Regionen, der Statuszeile, des Koordinatensystems und der Farbpalette ebenfalls in die Zielbilder zu übernehmen. (Diese Optionen werden für ein Bild mit den Menüpunkten „BILDANSICHT | PALETTE“ bis „BILDANSICHT | REGIONEN“ ein- oder ausgeschaltet.)

Auf der zweiten Seite des Dialogs können die Bilder ausgewählt werden, in die die Optionen kopiert werden sollen. Natürlich ist es nicht möglich, die Optionen in das Quellbild der Kopieroperation und in Bilder eines anderen Bildtyps zu übernehmen. Die beiden Knöpfe „ALLE EIN“ bzw. „ALLE AUS“ sollen die Eingaben erleichtern. Mit OK wird der Kopievorgang gestartet, mit ABBRECHEN der Dialog ohne Aktion verlassen.

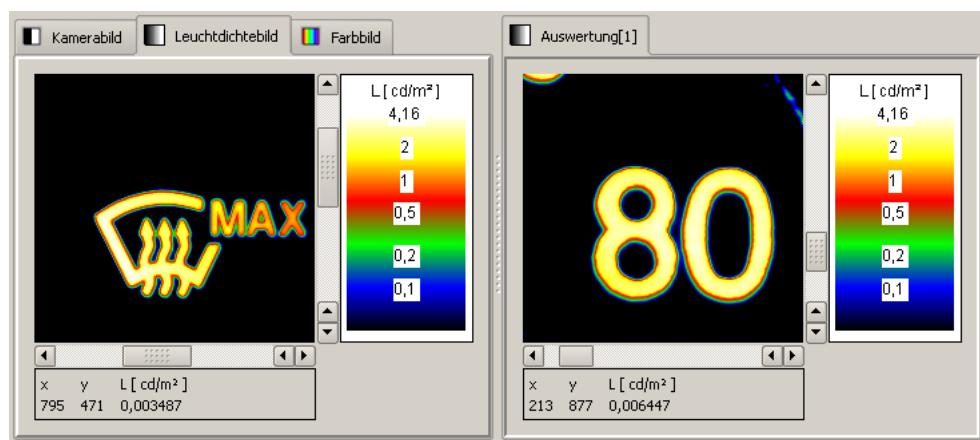
13.3 Ein- und Zweifensteransicht

Um eine bessere Übersicht zu haben, Bilder miteinander vergleichen zu können oder ein Bild und ein Diagramm gleichzeitig betrachten zu können, gibt es zusätzlich zur standardmäßig eingestellten Einfensteransicht eine Zweifensteransicht. In dieser kann die Zuordnung der Bilder und Diagramme zur linken oder rechten Seite frei gewählt werden. Zur Umschaltung können die Menüpunkte „PROGRAMMANSICHT | EIN-FENSTER-DARSTELLUNG“ und „PROGRAMMANSICHT | ZWEI-FENSTER-DARSTELLUNG“ verwendet werden. (Das Menü PROGRAMMANSICHT enthält darüber hinaus einige weitere Menüpunkte zur Beeinflussung der Fensteraufteilung: Mit ANORDNEN kann man die Voreinstellung wiederherstellen, mit „NUR BILDER ANZEIGEN“ bzw. „NUR TABELLEN ZEIGEN“ werden die jeweils anderen Elemente ausgeblendet.)



Zweifensteransicht, linkes Bild aktiv

In der Zweifensteransicht muss bei der gleichzeitigen Anzeige zweier Bilder beachtet werden, dass man dann zwar zwei Bilder gleichzeitig sehen kann, in der Kopfzeile des Programms aber die Menüs BILD, REGIONEN, KOORDINATENSYSTEM und Bildansicht nur einmal vorhanden sind. Diese Menüs werden automatisch demjenigen Bild zugeordnet, das aktiv ist. Man aktiviert ein Bild, in dem man einmal mit der Maus in dieses Bild hinein klickt. Den Aktivierungszustand erkennt man am Rand des jeweiligen Fensters.



Zweifensteransicht, rechtes Bild aktiv

13.4 Zuordnung von Regionenlisten

In jedem Bild können Messregionen eingezeichnet, geändert und gelöscht werden. Zur Verfügung stehen dabei die Regionentypen Rechteck, Kreis, Linie und Polygon. Alle Messregionen eines Bildes sind in genau einer, dem Bild zugeordneten Liste enthalten. Die Messregionen werden zum Beispiel für die Arbeit mit statistischen Auswertungen benötigt, siehe Kapitel 12 ab Seite 107. Die Voreinstellung im Programm für die Arbeit mit den Messregionen ist:

- In den Auswertungsbildern sind die Messregionen der einzelnen Bilder unabhängig voneinander, ändert man Regionen in einem Bild, hat das keinen Einfluss auf die Regionen in einem anderen Bild.
- Im Kamerabild, Leuchtdichtebild und Farbbild wird eine gemeinsame Regionenliste verwendet. Ändert man in einem dieser Bilder eine oder mehrere Messregionen, sind diese Änderungen in den beiden anderen Bildern ebenfalls wirksam. Die gemeinsame Liste in den drei Bildern wird „Standardliste“ genannt.

In einigen Anwendungsfällen enthalten verschiedene Auswertungsbilder ähnliche Bildinhalte und es sollen mit diesen Bildern ähnliche Auswertungen durchgeführt werden. Zu diesem Zweck kann es sinnvoll sein, in verschiedenen Bildern mit derselben Regionenliste zu arbeiten, damit die Messregionen in den Bildern an denselben Stellen liegen. Eine Möglichkeit, mehreren Bildern dieselbe Regionenliste zuzuweisen, bietet der Menüpunkt „PROGRAMMANSICHT | ZUORDNUNG DER REGIONENLISTEN“. In dem damit geöffneten Dialog kann die Zuordnung von Regionenlisten zu Bildern geändert werden:



Die beiden oben stehenden Abbildungen zeigen die Voreinstellung: Die „Standardliste“ wird im Kamera-, Leuchtdichte- und im Farbbild verwendet. Die Regionenliste „Liste[1]“ wird im Bild „Auswertung[1]“ verwendet. Durch Anklicken eines anderen Eintrages auf der linken Seite kann man sich die Zuordnung der entsprechenden Liste zu Bildern anzeigen lassen. Durch Anklicken auf der rechten Seite kann man der Liste ein weiteres Bild zuweisen.

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen das Ergebnis einer Zuweisung der „Standardliste“ an die Bilder „Auswertung[1]“ und „Auswertung[2]“. Die zuvor in „Auswertung[1]“ verwendete „Liste[1]“ wird in keinem Bild mehr verwendet.

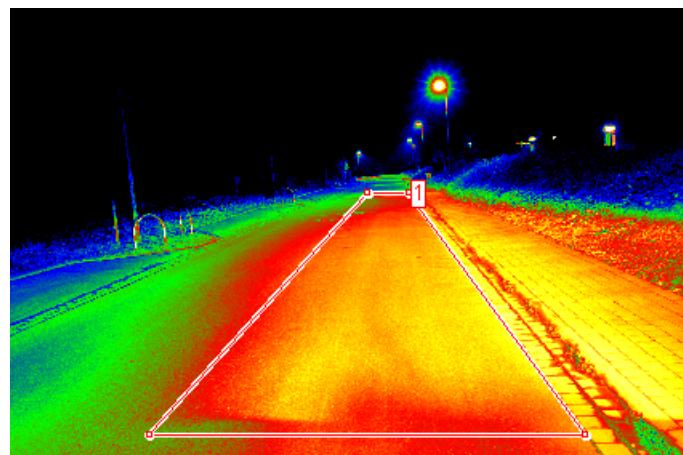
Eine Änderung der Zuweisung von Regionenlisten zu Bildern auf der rechten Seite des Dialogs wird sofort ausgeführt. Es ist zu beachten, dass statistische Auswertungen im betreffenden Bild, die ja eine Zuordnung einer solchen Auswertung zu einem Bild und einer Region darstellen, dabei automatisch gelöscht werden.



Mit dem Drücken auf VOREINSTELLUNG kann man die originale Zuordnung der Regionenlisten wiederherstellen.

13.5 Projektive Entzerrung

Es gibt Messaufgaben, in denen die Kamera schräg auf die Messszene gerichtet ist, die Auswertungsaufgabe aber eigentlich einen senkrechten Blick erfordert, weil die Messpunkte in einem festen Raster in der Messszene platziert werden sollen. Ein typischer Anwendungsfall sind Straßenaufnahmen. Die Kamerablickrichtung ist in Richtung der Straße. Weiter entfernte Straßenteile erscheinen im Bild perspektivisch verkürzt. In solchen Fällen können die aufgenommenen Bilder perspektivisch entzerrt werden.



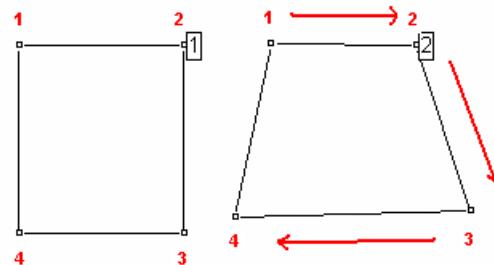
Den Dialog zur Parametrierung einer projektiven Entzerrung öffnet man mit dem Menübefehl „AUSWERTUNG | PROJEKTIVE ENTZERRUNG“.

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder



In diesem Dialog müssen zunächst das Quell- und das Zielbild der projektiven Entzerrung festgelegt werden. Im Beispiel sind das die Bilder „Auswertung[1]“ und „Auswertung[2]“. Zur Belehrung des Entzerrungsalgorithmus werden in jedem Bild vier Punkte benötigt, aus denen die Entzerrungsparameter berechnet werden. Zur Erleichterung der Eingabe der Koordinaten dieser Punkte kann man mit markierten Regionen in beiden Bildern arbeiten. Möglich ist die Verwendung von Rechtecken und von Polygonen mit vier Eckpunkten.

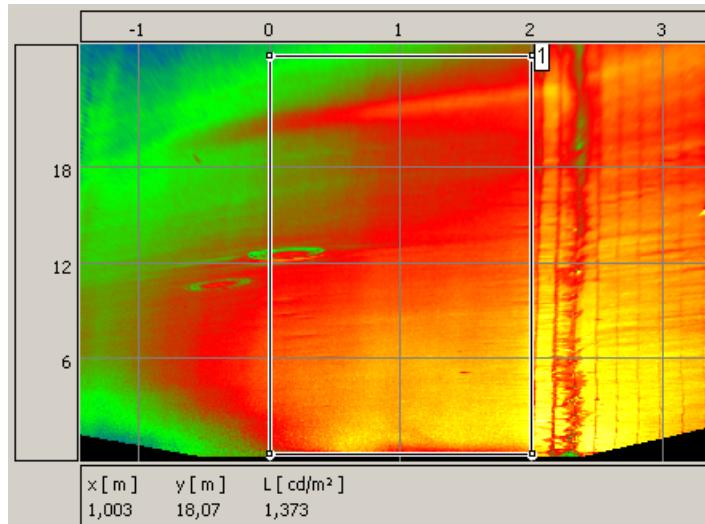
Bei der Standardaufgabe „Entzerrung von Straßenaufnahmen“ wird man im Quellbild ein Polygon verwenden, im Zielbild ein Rechteck. Da ein Rechteck durch die Angabe von zwei Punkten bereits eindeutig definiert ist, muss man in diesem Fall nur die Koordinaten zweier Punkte (links-oben und rechts-unten) angeben. Im Dialog besteht die Möglichkeit, die Koordinaten der Regionen aus dem Bild mit dem Knopf „PUNKTE AUS MARKIERTER REGION LESEN“ zu übernehmen. Auch der entgegengesetzte Fall ist möglich: Mit dem Knopf „PUNKTE IN MARKIERTE REGION SCHREIBEN“ werden im Dialog vorgenommene Eingaben in die markierte Region im Bild übertragen.



Bei der Entzerrung wird der Punkt1 des Quellbildes auf den Punkt1 des Zielbildes abgebildet, Punkt2 auf Punkt2 usw. Beim Einzeichnen von Rechtecken haben die Eckpunkte immer eine vorgegebene Reihenfolge: Beginnend von links oben im Uhrzeigersinn. Beim Zeichnen von Polygonen legt man die Reihenfolge der Punkte durch die Reihenfolge fest, in der man sie mit der Maus ins Bild zeichnet. Am besten ist es, mit dem Punkt links

oben zu beginnen und die weiteren Punkte im Uhrzeigersinn zu zeichnen, siehe die Abbildung. Die Feinpositionierung der Punkte des Polygons kann nach dem Abschluss des Zeichnens vorgenommen werden.

Hat man die Definition der Quell- und der Zielregion abgeschlossen, kann man mit dem Knopf AUSFÜHREN die Entzerrung starten. Im Anwendungsfall der Entzerrung einer Straße ist es möglich, das markierte Rechteck im Zielbild gleichzeitig zur Definition eines Koordinatensystems zu verwenden, siehe dazu den Abschnitt 10.1 auf Seite 100. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis einer Entzerrung, wobei das mit Hilfe des Rechtecks definierte Koordinatensystem ebenfalls angezeigt wird.

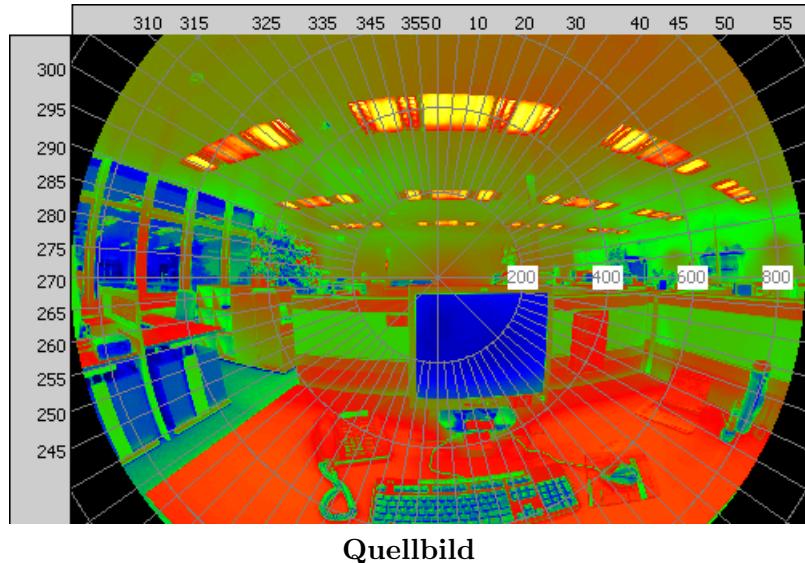


Mit dem Knopf „PARAMETER SPEICHERN“ kann ein Datensatz mit Entzerrungsparametern für eine erneute Nutzung in einer Datei gespeichert werden. Diesen Datensatz kann man später mit Hilfe des Knopfes „PARAMETER LADEN“ in das Programm zurückholen. Das Speichern eines Datensatzes ist ebenfalls notwendig, wenn die projektive Entzerrung in einem selbst erstellten Makro als eigener Menüpunkt benutzt werden soll. Siehe dazu auch die Seite 163.

13.6 Koordinatentransformation

Genau wie bei der projektiven Entzerrung wird mit Hilfe einer Koordinatentransformation aus einem Quellbild ein neues Zielbild berechnet. Im Unterschied zur projektiven Entzerrung benötigt das Programm dafür zwei vorberechnete Indexbilder. Diese Indexbilder können auf Wunsch von der Firma TechnoTeam erstellt werden. Typische Anwendungsfälle sind zum Beispiel die Verzeichnungskorrektur von Objektiven oder die Darstellung von Lichtstärkeverteilungskörpern (LVK) in einem Theta-Phi-Koordinaten-System. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Aufnahme mit einem Halbraumobjektiv. In die Bildanzeige ist ein Polarkoordinatensystem eingeblendet. In diesem Polarkoordinatensystem wächst der Radius vom Mittelpunkt beginnend nach außen. Der Winkel Phi nimmt im Uhrzeigersinn von 0 bis 360° zu.

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder



Quellbild

Mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | KOORDINATENSYSTEM“ öffnet man den Dialog KOORDINATENTRANSFORMATION.

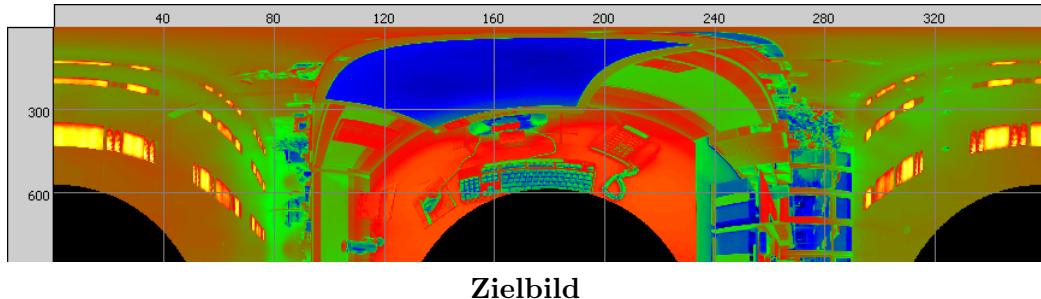


In diesem Dialog kann man zunächst das Quell- und das Zielbild der Transformation wählen. Danach sind die beiden Indexbilder zu laden. Die Namen der beiden Indexbilder werden angezeigt, außerdem prüft das Programm die Übereinstimmung der Bildgröße. Diese Bildgröße legt gleichzeitig die Größe des Zielbildes fest und wird im Dialog angezeigt. Sind diese Prüfungen erfolgreich gewesen, kann mit dem Knopf AUSFÜHREN die Koordinatentransformation gestartet werden.

Im Zielbild (siehe die folgende Abbildung) wurde das Koordinatensystem eingezeichnet. Hier wächst der Winkel Phi von links nach rechts von 0 bis 360°. Der Radius nimmt von oben nach unten zu.

Mit dem Knopf „PARAMETER SPEICHERN“ kann ein Datensatz mit Transformationsparametern für eine erneute Nutzung in einer Datei gespeichert werden. Diesen Datensatz kann man später mit Hilfe des Knopfes „PARAMETER LADEN“ in das Programm zurückholen. Das Speichern eines Datensatzes ist ebenfalls notwendig, wenn die Koor-

dinatentransformation in einem selbst erstellten Makro als eigener Menüpunkt benutzt werden soll. Siehe dazu auch die Seite [163](#).



13.7 Isolinendarstellung

Um Bereiche unterschiedlicher Helligkeit durch Linien voneinander zu trennen, gibt es das Isolinienverfahren. Nach Auswahl des Menüpunkts „AUSWERTUNG | ISOLINIEN“ wird ein Dialog geöffnet, in dem man die dafür benötigten Parameter eingeben und die gewünschte Isolinendarstellung berechnen lassen kann.



Nach der Wahl des Bildes, für das eine Isolinendarstellung berechnet werden soll, werden der kleinste und größte Leuchtdichtewert in diesem Bild angezeigt. Diese können zur Orientierung für die Leuchtdichteschwellen dienen, die man auf der linken Seite eingeben kann. Der Wippregler oben links dient dabei zur Festlegung der Anzahl der Schwellwerte. Nach dem Drücken des Knopfes VORGABE werden die Schwellwerte gleichabständig zwischen Minimum und Maximum in die entsprechenden Eingabefelder eingetragen.

Auf der rechten Seite kann man einige Optionen verändern, mit denen entweder die Berechnung oder die Anzeige der Isolinien beeinflusst werden können:

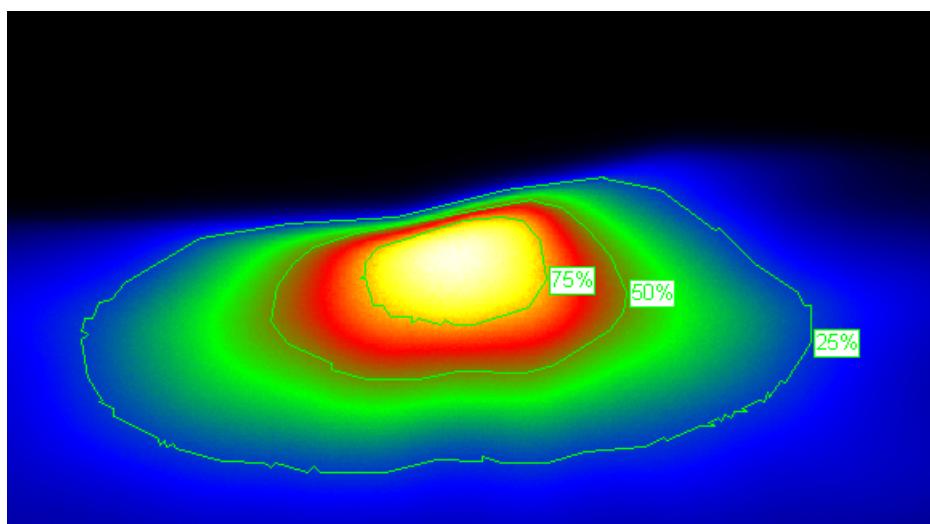
13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

- Das Einschalten der Option „RELATIV (%)“ bewirkt, dass die Eingaben in den links stehenden Eingabefeldern für die Schwellwerte als relative Angaben interpretiert werden.
- Die Option FARBIG bewirkt, dass die Markierungen im Bild als grüne und nicht als schwarz-weiße Linien erfolgen.
- In der Auswahlbox SCHWELLWERTE kann man die Orte festlegen, an denen im Bild die Anzeige der Schwellwerte an den jeweiligen Linien erfolgt.
- Ein größerer Parameter GLÄTTUNG bewirkt, dass die Kurven stärker geglättet werden. Das vermindert den Einfluss des Rauschens auf die Kurvenform.

Mit dem Knopf AUSFÜHREN startet man die Berechnung der Isolinien. Mit dem Knopf „LINIEN LÖSCHEN“ werden im Bild sichtbare Linien entfernt.

Mit dem Knopf „PARAMETER SPEICHERN“ kann ein Datensatz mit Berechnungsparametern für eine erneute Nutzung in einer Datei gespeichert werden. Diesen Datensatz kann man später mit Hilfe des Knopfes „PARAMETER LADEN“ in das Programm zurückholen. Das Speichern eines Datensatzes ist ebenfalls notwendig, wenn die Isolinienberechnung in einem selbst erstellten Makro als eigener Menüpunkt benutzt werden soll. Siehe dazu auch die Seite [164](#).

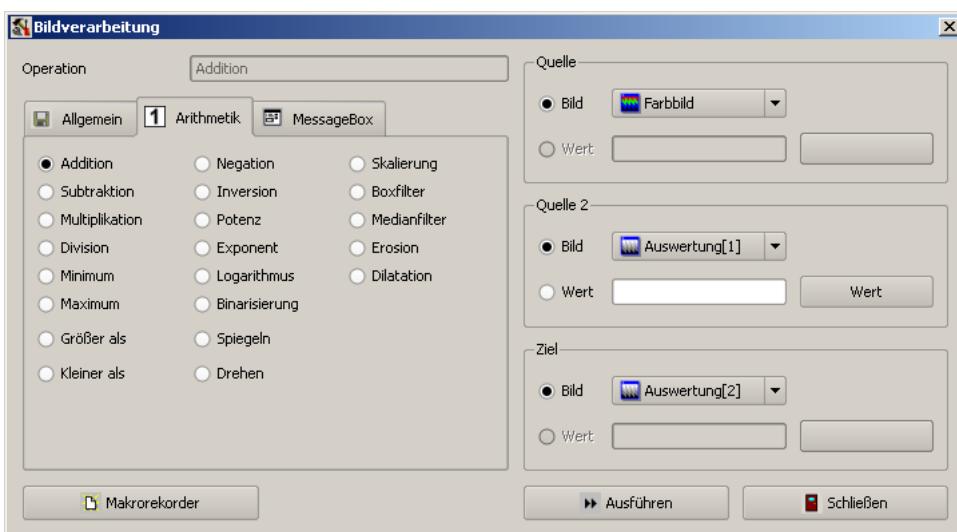
Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis einer Isolinienberechnung mit den Parametern, die im oben gezeigten Dialog eingestellt wurden:



13.8 Bildverarbeitung

Mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | BILDVERARBEITUNG“ öffnet man einen Dialog, in dem es folgende Möglichkeiten gibt:

- Es können arithmetische, logische und Filteroperationen mit Bildern durchgeführt werden.
- Benötigte Bilder können geladen, berechnete Bilder können gespeichert werden.
- Es können mehrere aufeinander folgende Operationen in einem Makro aufgezeichnet werden, um sie später unter einem selbst definierten Menüpunkt mehrfach ausführen zu können.
- In die selbst definierten Abläufe können folgende Operationen integriert werden:
 - Die Menüpunkte NEU und ENTFERNEN im Menü BILD zum Erzeugen bzw. Löschen von Auswertungsbildern.
 - Die Menüpunkte im Menü AUFNAHME zur Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern.
 - Die Menüpunkte zur Verarbeitung von Farbbildern „IN FARBKOMPONENTEN ZERLEGEN“ bis „FARBDIFFERENZ ZU EINER FARBE“ im Menü AUSWERTUNG können ebenfalls in Makros eingesetzt werden.
- Vorhandene Parametersätze für die projektive Entzerrung, die Koordinatentransformation und die Isolinienberechnung können ebenfalls verwendet werden, um diese Operationen im Dialog bzw. bei der Erstellung eigener Makros zu nutzen.



Auf der linken Seite des Dialogs wird die gewünschte Funktion durch Anklicken des entsprechenden Radioknopfes ausgewählt. Auf der rechten Seite können danach die benötigten Parameter für diese Funktion eingegeben werden. Nachdem man diese Eingaben vervollständigt hat, kann man die gewählte Funktion mit dem Knopf AUSFÜHREN starten.

Mit dem Knopf MAKROREKORDER öffnet man einen weiteren Dialog, in dem die Aufzeichnung der Eingaben in einem benutzerdefinierten Makro ein- und ausgeschaltet werden kann, siehe dazu den Abschnitt [13.9](#) auf Seite [168](#).

In den nun folgenden drei Abschnitten werden die im Dialog implementierten Operationen und ihre Parameter beschrieben.

13.8.1 Registerkarte „Allgemein“

Klickt man auf der linken Seite des Dialogs auf die Registerkarte ALLGEMEIN, dann kann man mit den sich dort befindenden Radioknöpfen eine der folgenden Operationen auswählen. Ihre Aufnahme in den Dialog erfolgte mit dem Ziel, sie in aufzuzeichnende Makros aufnehmen zu können.

Bild laden (fester Name)

Mit dieser Operation wird ein Bild mit festem Dateinamen in das Programm geladen. Auf der rechten Seite kann man im Abschnitt QUELLE den Dateinamen eingeben. Es ist sowohl möglich, diesen Namen direkt in das Eingabefeld zu schreiben als auch nach dem Drücken des Knopfs DATEINAME in einem Dateiauswahldialog festzulegen.

Im Abschnitt ZIEL kann man das Zielbild für das Laden auswählen. Nach dem Drücken des Knopfs AUSFÜHREN wird die gewünschte Datei in das Zielbild geladen.

Bild laden (Dateidialog)

Auch bei dieser Operation wird eine Datei in ein Bild geladen. Im Unterschied zur vorhergehenden Operation erfolgt die Auswahl des Dateinamens nicht vor dem Drücken des AUSFÜHREN-Knopfes, sondern erst danach. Deshalb ist der Abschnitt QUELLE im Dialog deaktiviert. Der Unterschied ist bei der Verwendung innerhalb eines Makros bedeutsam. Mit der ersten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros das Bild immer aus derselben Datei geladen. Mit der zweiten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros ein Dateiauswahldialog geöffnet, sodass immer eine andere Datei ausgewählt werden kann.

Bild speichern (in Verzeichnis)

Mit dieser Operation kann ein Bild in eine Datei gespeichert werden. Im Abschnitt QUELLE wird das Bild angegeben, das gespeichert werden soll. Im Abschnitt ZIEL muss man das Verzeichnis angeben, in das das Bild gespeichert werden soll. Der Dateiname wird automatisch aus dem Datum, der Uhrzeit und dem Bildtyp erzeugt.

Bild speichern (Dateidialog)

Mit dieser Operation kann man ebenfalls ein Bild in eine Datei speichern. Im Unterschied zur vorherigen Möglichkeit wird der Dateiname nicht automatisch festgelegt, sondern erst nach dem Drücken des Ausführen-Knopfes. Der Unterschied ist bei der Verwendung innerhalb eines Makros bedeutsam. Mit der ersten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros das Bild immer unter einem anderen Namen in dasselbe Verzeichnis gespeichert. Mit der zweiten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros ein Dateiauswahldialog geöffnet, sodass interaktiv ein Dateiname ausgewählt werden kann.

Bild kopieren

Mit Hilfe dieser Operation kann der Inhalt eines Bildes in ein anderes Bild kopiert werden. Beide Bilder müssen vom gleichen Typ sein. Die Bildgröße des Zielbildes wird an die Größe des Quellbildes angepasst. Parameter sind die Namen des Quell- und des Zielbildes.

Bild konvertieren

Mit Hilfe dieser Operation kann der Inhalt eines Bildes in ein anderes Bild kopiert werden. Beide Bilder können von unterschiedlichem Typ sein. Die Bildgröße des Zielbildes wird an die Größe des Quellbildes angepasst. Parameter sind die Namen des Quell- und des Zielbildes. Bei der Konvertierung von Farb- in monochrome Bilder enthält das Zielbild nach der Konvertierung die Leuchtdichte des Farbbildes. Bei der Konvertierung eines monochromen in ein Farbbild hat das Farbbild danach dieselbe Leuchtdichte wie das Quellbild. Die Farbkoordinaten sind $x=y=0.3333$.

Bildgröße setzen

Parameter dieser Operation sind ein Quell- und ein Zielbild. Beim Ausführen wird die Bildgröße des Zielbildes auf die Bildgröße des Quellbildes gesetzt.

Bild setzen (fester Wert)

Mit dieser Operation kann ein Bild auf einen festen Wert gesetzt werden. Dieser feste Wert kann entweder direkt in das Eingabefeld geschrieben oder nach dem Drücken des Knopfes Wert im Abschnitt Quelle in einem Dialog eingegeben werden. Für Farbbilder kann im Dialog die Eingabe in einem beliebigen Farbraum erfolgen. Im Eingabefeld wird der eingegebene Farbwert im Farbraum RGB in drei durch Leerzeichen getrennten Zahlen angezeigt.

Bild setzen (Eingabedialog)

Auch mit dieser Operation kann einem Bild ein fester Wert zugewiesen werden. Im Unterschied zur vorhergehenden Operation erfolgt die Abfrage des gewünschten Wertes erst nach dem Drücken des Knopfes AUSFÜHREN. Der Unterschied ist bei der Verwendung innerhalb eines Makros bedeutsam. Mit der ersten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros für das Bild immer derselbe vordefinierte Wert verwendet. Mit der zweiten Möglichkeit wird beim Ausführen des Makros ein Eingabedialog geöffnet, sodass jedes Mal ein anderer Wert verwendet werden kann.

Projektive Entzerrung

Das Verfahren der projektiven Entzerrung wurde im Abschnitt 13.5 auf Seite 155 beschrieben. Dort wurde auch die Möglichkeit erwähnt, die Parameter des Verfahrens in einer Datei zu speichern. Mit Hilfe dieser Parameterdatei kann eine projektive Entzerrung im Bildverarbeitungsdialog benutzt und in ein Makro eingebunden werden. Im Abschnitt QUELLE gibt man das Quellbild an, das entzerrt werden soll. In „QUELLE 2“ kann der Name der Parameterdatei ausgewählt werden. Im Abschnitt ZIEL wird das Zielbild der Entzerrung angegeben.

Koordinatentransformation

Das Verfahren der Koordinatentransformation wurde im Abschnitt 13.6 auf Seite 157 beschrieben. Dort wurde auch die Möglichkeit erwähnt, die Parameter des Verfahrens in einer Datei zu speichern. Mit Hilfe dieser Parameterdatei kann eine Koordinatentransformation im Bildverarbeitungsdialog benutzt und in ein Makro eingebunden werden. Im Abschnitt QUELLE gibt man das Quellbild an, das

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

transformiert werden soll. In „QUELLE 2“ kann der Name der Parameterdatei ausgewählt werden. Im Abschnitt ZIEL wird das Zielbild der Transformation angegeben.

Isolinien

Das Verfahren zur Darstellung von Isolinien wurde im Abschnitt 13.7 auf Seite 159 beschrieben. Dort wurde auch die Möglichkeit erwähnt, die Parameter des Verfahrens in einer Datei zu speichern. Mit Hilfe dieser Parameterdatei kann eine Isolinendarstellung im Bildverarbeitungsdialog benutzt und in ein Makro eingebunden werden. Da die Isolinendarstellung im selben Bild berechnet und eingezeichnet wird, muss nur im Abschnitt ZIELBILD das zu verwendende Bild angegeben werden.

13.8.2 Registerkarte „Arithmetik“

Auf der Seite ARITHMETIK findet man außer einigen arithmetischen und logischen Operationen mit Bildern auch Möglichkeiten zur Drehung und Spiegelung sowie zur Bildfilterung.

Bei der Verarbeitung von Farbbildern ist zu beachten, dass alle arithmetischen und logischen Operationen komponentenweise im Farbraum RGB erfolgen. D.h. die drei Farbkomponenten Rot, Grün und Blau werden unabhängig voneinander so bearbeitet, als ob es sich um drei unabhängige monochrome Bilder handelt. Werden andere Operationen in anderen Farbräumen benötigt, dann kann ihre Implementierung zum Beispiel so realisiert werden:

1. Zerlegung der Farbbilder in Farbauszüge. Siehe dazu den Abschnitt 14.1 auf Seite 172.
2. Durchführung der Berechnungen in den monochromen Farbauszügen.
3. Zusammensetzen der monochromen Farbauszüge zum Ergebnisfarbbild. Siehe dazu den Abschnitt 14.2 auf Seite 173.

Alle verwendeten Bilder müssen vom gleichen Typ sein. Wird mit zwei Quellbildern gearbeitet, dann müssen sie gleich groß sein. Die Größe des Zielbildes wird automatisch angepasst.

Addition

Mit dieser Operation können entweder zwei Bilder oder ein Bild und eine Konstante addiert und das Ergebnis in einem Zielbild gespeichert werden. Ob auf das Quellbild 1 ein zweites Quellbild oder eine Konstante addiert wird, entscheidet man mit einem Radioknopf im Abschnitt „QUELLE 2“. Dort ist in Abhängigkeit von dieser Entscheidung entweder das zweite Bild auszuwählen oder eine Konstante anzugeben.

Ist der zweite Quellparameter eine Konstante, dann kann man diese entweder direkt in das Eingabefeld schreiben, oder den Dialog benutzen, der nach dem Drücken des Knopfes WERT geöffnet wird. Für Farbbilder kann dabei die Eingabe eines Farbwertes in einem beliebigen Farbraum erfolgen. Im Eingabefeld wird diese Konstante immer im Farbraum RGB dargestellt.

Subtraktion

Die Bedeutung der Parameter bei der Subtraktion entspricht derjenigen der Addition.

Multiplikation

Die Bedeutung der Parameter bei der Multiplikation entspricht derjenigen der Addition.

Division

Die Bedeutung der Parameter bei der Division entspricht derjenigen der Addition. Eine Division durch Null wird innerhalb des Programms abgefangen. Der entsprechende Bildpunkt bzw. die Farbkomponente wird im Zielbild Null gesetzt.

Minimum

Die Bedeutung der Parameter bei der Berechnung des Minimums entspricht derjenigen der Addition. Das Zielbild enthält nach der Operation den kleineren der Werte des Quellbildes und des zweiten Operanden, der entweder eine Konstante oder ein zweites Quellbild sein kann.

Maximum

Die Bedeutung der Parameter bei der Berechnung des Maximums entspricht derjenigen der Addition. Das Zielbild enthält nach der Operation den größeren der Werte des Quellbildes und des zweiten Operanden, der entweder eine Konstante oder ein zweites Quellbild sein kann.

Größer als

Es können zwei Bilder oder ein Bild und eine Konstante miteinander verglichen werden. Das Ergebnis ist ein neues Bild, das das Vergleichsergebnis in Form von Bildpunkten mit den Werten „0“ oder „1“ enthält.

Kleiner als

Es können zwei Bilder oder ein Bild und eine Konstante miteinander verglichen werden. Das Ergebnis ist ein neues Bild, das das Vergleichsergebnis in Form von Bildpunkten mit den Werten „0“ oder „1“ enthält.

Negation

Bei einer Negation werden alle Bildpunkte im Quellbild, die nicht Null sind, auf Null gesetzt. Alle Bildpunkte, die Null sind, werden zu Eins gemacht.

Inversion

Bei einer Inversion werden alle Bildpunkte des Quellbildes im Zielbild auf den reziproken Wert gesetzt. Werte im Quellbild, die Null sind, bleiben Null.

Potenz

Mit dieser Operation können die Werte eines Bildes potenziert werden. Eine Potenz von 2,0 quadriert die Werte des Quellbildes. Mit einer Potenz von 0,5 kann man die Quadratwurzel ziehen.

Exponent

Die Operation berechnet die Exponentialfunktion zu jedem Bildpunkt des Quellbildes.

Logarithmus

Mit dieser Operation wird der natürliche Logarithmus eines Bildpunktes berechnet.

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder

Für Bildpunkte, die Null sind, wird der Ergebniswert auf Null gesetzt. Die Berechnung des Exponenten und des Logarithmus sind zueinander inverse Operationen. Der Logarithmus von Werten kleiner gleich Null wird auf Null gesetzt.

Binarisierung

Bei der Binarisierung werden die Bildpunkte des Quellbildes mit einer vorgegebenen Schwelle verglichen. Alle Werte größer oder gleich der Schwelle werden im Zielbild auf Eins gesetzt. Alle Werte unterhalb der Schwelle erhalten den Wert Null zugewiesen.

Spiegeln

Bei dieser Operation wird das Quellbild entweder an der senkrechten oder der waagerechten Bildmittellinie gespiegelt. Der zweite Quellparameter legt die Richtung der Spiegelung fest. Ist er Null, dann wird in waagerechter Richtung an der senkrechten Mittellinie des Bildes gespiegelt. Ist der Parameter Eins, dann erfolgt die Spiegelung senkrecht an der waagerechten Mittellinie.

Drehen

Bei dieser Operation wird das gesamte Bild gedreht. Die Festlegung des Drehwinkels erfolgt mit dem zweiten Quellparameter. Der Bildinhalt wird im mathematisch positiver Richtung gedreht. Die Bildgröße des Zielbildes wird so berechnet, dass das gesamte gedrehte Quellbild vollständig in das Zielbild passt. Als Drehzentrum wird der Bildmittelpunkt verwendet.

Skalierung

Mit dieser Operation kann ein Bild vergrößert oder verkleinert werden. Der Grad der Vergrößerung bzw. Verkleinerung wird mit dem zweiten Quellparameter festgelegt, der eine rationale Zahl größer Null sein muss. Werte kleiner Eins führen zu einer Verkleinerung, Werte größer Eins führen zu einer Vergrößerung.

Boxfilter

Mit dieser Operation können Bilder mit einem Boxfilter gefiltert werden. Ein Bildpunkt im Zielbild wird aus der Berechnung des Mittelwertes der Bildpunkte im Quellbild in einer kleinen Umgebung berechnet. Dieser Algorithmus verringert das Rauschen im Bild, verunschärft aber die Kanten der Objekte im Bild.

Der zweite Quellparameter ist die Größe des anzuwendenden Filters. Diese Größe sollte eine ganze ungerade Zahl sein.

Medianfilter

Mit dieser Operation können Bilder mit einem Medianfilter gefiltert werden. Ein Bildpunkt im Zielbild erhält den Medianwert der sortierten Liste der Bildpunkte in der Umgebung des Bildpunktes. Ein Medianfilter verringert das Rauschen im Bild und verunschärft die Kanten der Objekte im Bild nicht. Die Berechnung von Medianwerten ist aber langsamer als die Anwendung eines Boxfilters.

Der zweite Quellparameter ist die Größe des Bildbereichs, in dem die Liste der Bildpunkte aufgestellt wird. Diese Größe sollte eine ganze ungerade Zahl sein.

Erosion

Bei dieser Operation erhält ein Bildpunkt im Zielbild den kleinsten Wert der sortierten Liste der Bildpunkte in der Umgebung des Bildpunktes.

Der zweite Quellparameter ist die Größe des Bildbereichs, in dem die Liste der Bildpunkte aufgestellt wird. Diese Größe sollte eine ganze ungerade Zahl sein.

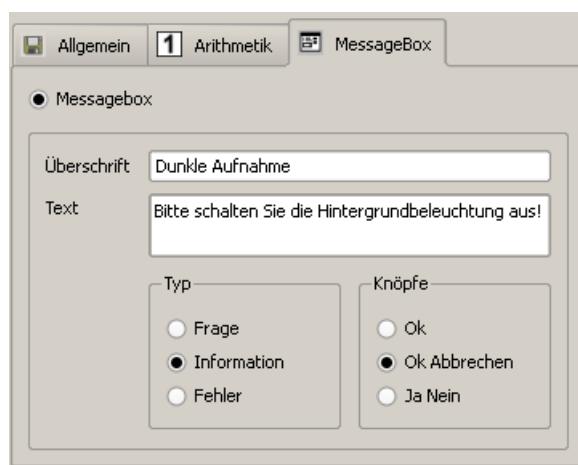
Dilatation

Bei dieser Operation erhält ein Bildpunkt im Zielbild den größten Wert der sortierten Liste der Bildpunkte in der Umgebung des Bildpunktes.

Der zweite Quellparameter ist die Größe des Bildbereichs, in dem die Liste der Bildpunkte aufgestellt wird. Diese Größe sollte eine ganze ungerade Zahl sein.

13.8.3 Registerkarte „MessageBox“

Auf dieser Seite kann die Anzeige einer MessageBox parametert werden. Diese Anzeigefenster können bei der Aufzeichnung eines Makros genutzt werden, um später den Ablauf eines Makros an dieser Stelle anzuhalten oder abzubrechen. Die so erzwungene Pause in der Abarbeitung eines Makros kann zum Beispiel genutzt werden, um Einstellungen am Messobjekt zu ändern, um danach eine weitere Aufnahme der Szene zu machen.



Wählt man den Radioknopf „MESSAGEBOX“ aus, dann wird die Parametereingabe auf der rechten Seite des Dialogs deaktiviert, weil alle Eingaben zu der gewünschten MessageBox auf der linken Seite des Dialogs selbst erfolgen. Man kann dort die Überschrift des Fensters und den anzugezeigenden Text eingeben. Weiterhin besteht die Möglichkeit, den Typ der MessageBox auszuwählen und die Knöpfe, die angezeigt werden. Bei den Möglichkeiten mit zwei Knöpfen (Ok-Abbrechen bzw. Ja-Nein) führt ein Drücken auf den ersten Knopf (Ok bzw. Ja) zu einer Fortsetzung der Abarbeitung des Makros, ein Drücken auf den zweiten Knopf (Abbrechen oder Nein) zum Abbruch des Makros.

Dass folgende Bild zeigt das Ergebnis der Eingaben im oben gezeigten Beispiel, wenn mit dem Knopf AUSFÜHREN die MessageBox getestet wird.



13.9 Aufzeichnung wiederkehrender Operationen

Im vorigen Abschnitt wurde bereits die Möglichkeit erwähnt, Benutzereingaben in einem Makro aufzuzeichnen, dieses Makro als Datei zu speichern und im Programm als benutzerdefinierten Menüpunkt zur Verfügung zu stellen. Folgende Benutzereingaben können aufgezeichnet werden:

- Anlegen, Verändern und Löschen eines Auswertungsbildes mit dem Menüpunkten „BILD | NEU“, „BILD | EIGENSCHAFTEN“ und „BILD | ENTFERNEN“.
- Die Aufnahme von Leuchtdichte- und Farbbildern mit den Menüpunkten „AUFNAHME | SINGLEPIC“, „AUFNAHME | MULTIPIC“, „AUFNAHME | HIGHDYN“ und „AUFNAHME | FARB-HIGHDYN“.
- Alle Bildverarbeitungsoperationen, die im Dialog BILDVERARBEITUNG ausgelöst werden. Dieser Dialog wird mit dem Menübefehl „AUSWERTUNG | BILDVERARBEITUNG“ geöffnet. Er wurde in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben.
- Die Auswertung von Farbbildern mit den Menüpunkten „AUSWERTUNG | IN FARBKOMPONENTEN ZERLEGEN“, „AUSWERTUNG | AUS FARBKOMPONENTEN ZUSAMMENSETZEN“, „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ ZWISCHEN BILDERN“ und „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ ZU EINER FARBE“. Diese Möglichkeiten der Farbbildverarbeitung werden im nächsten Kapitel dokumentiert.
- Der Datenexport nach MS Word und MS Excel. Dazu werden das Öffnen und Schließen von Word- bzw. Exceldokumenten und das Übertragen von Bildern, Tabellen, Grafiken und Diagrammen in diese beiden Programme aufgezeichnet, wenn diese Operationen in den beiden Dialogen „EXPORT NACH MS WORD“ bzw. „EXPORT NACH MS EXCEL“ durchgeführt werden. Siehe dazu Abschnitt 15.3 auf Seite 179 und Abschnitt 15.4 auf Seite 184.
- Der Aufruf eines bereits vorhandenen Makros durch Aufruf seines Menüpunktes im Menü „AUSWERTUNG“.

Der Dialog zur Aufzeichnung und Bearbeitung benutzerdefinierter Makros kann geöffnet werden mit:

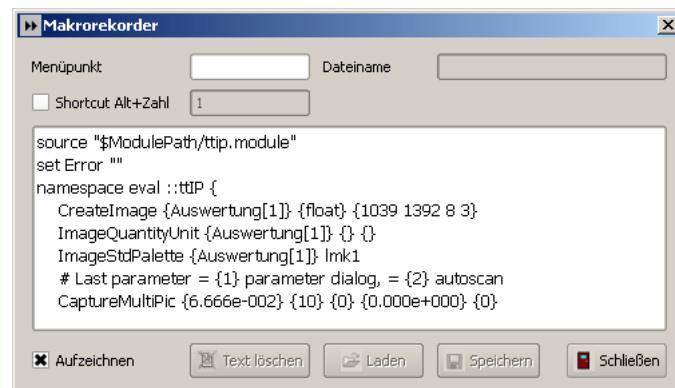
- dem Knopf MAKROREKORDER im Dialog BILDVERARBEITUNG.
- dem Menüpunkt „MAKROS | MAKROREKORDER“ im Hauptmenü des Programms. Dort werden auch die vom Benutzer aufgezeichneten Makros als Menüpunkte angezeigt.

13.9 Aufzeichnung wiederkehrender Operationen



Die links stehende Abbildung zeigt das Menü MAKROS mit dem Menüpunkt MAKROREKORDER und bereits einigen benutzerdefinierten Menüpunkten. Die rechts stehende Abbildung zeigt den Dialog MAKROREKORDER.

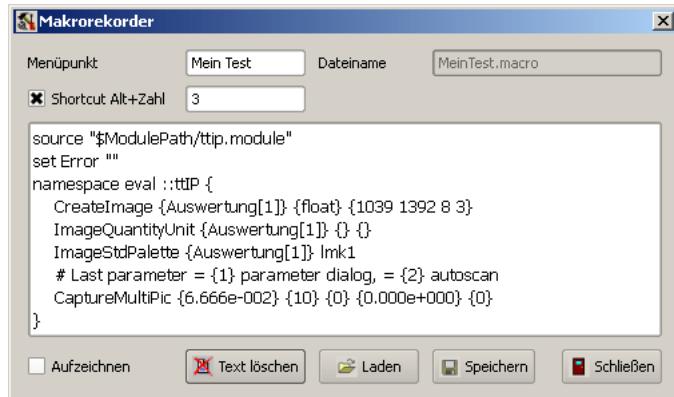
Die Aufzeichnung eines Makros wird begonnen, wenn man die Option AUFZEICHNEN im Dialog setzt. Danach kann man den Dialog während der Aufzeichnung wieder schließen und erst dann erneut öffnen, wenn das fertige Makro als Datei und als neuer Menüpunkt gespeichert werden soll. Die folgende Abbildung zeigt den Zustand des Dialogs während einer Aufzeichnung.



Die im Textfeld stehenden Befehle sind Kommandos in der Scriptssprache TCL. Für weitere Einzelheiten über diese in den Makros verwendete Scriptssprache siehe den Abschnitt [16.2](#) auf Seite [198](#).

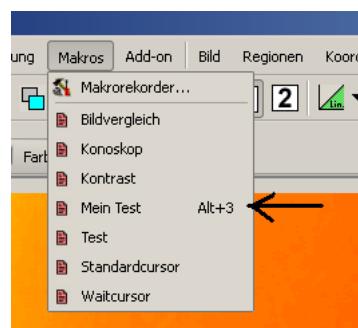
Für die Aufzeichnung von Makros ist keine Kenntnis der Scriptssprache notwendig!

13 Bildverarbeitung und Auswertungsbilder



Die Aufzeichnung eines Makros wird beendet, indem man die Option AUFZEICHNEN ausschaltet. Danach muss man im Eingabefeld MENÜPUNKT festlegen, wie die Bezeichnung des neuen Menüpunktes sein soll. Im Beispiel wurde dort „Mein Test“ eingetragen. Zusätzlich wurde im Beispiel angegeben, dass das neue Makro über den Tastaturbefehl „Alt+3“ aufgerufen werden kann.

Mit dem Knopf SPEICHERN wird das Makro als Datei gespeichert. Danach kann der Dialog MAKROREKORDER geschlossen werden, im Programm steht das Makro als neuer Menüpunkt zur Verfügung:



14 Farbbildauswertung

In den vorangegangenen Kapiteln wurden bereits einige Möglichkeiten für Farbauswertungen vorgestellt:

- In der Statuszeile eines Farbbildes werden die Farbwerte an der Cursorposition angezeigt. Der dabei verwendete Farbraum kann mit dem Menübefehl „BILD | FARBRAUM“ ausgewählt werden.
- Mit einem Liniencursor kann man sich eine Schnittdarstellung des Farbverlaufs in der Umgebung der Cursorposition anzeigen lassen. Flächenhafte Cursoren wie Rechteck- und Kreiscursor zeigen ein Histogramm der Farbwerte in der Cursorumgebung. Zur Arbeit mit den Cursoren siehe das Kapitel 11 ab Seite 103.
- Während Cursoren eine flüchtige Ergebnisdarstellung bieten, ermöglichen die im Kapitel 12 ab Seite 107 vorgestellten Schnitte (Abschnitt 12.1.2 auf Seite 110) und Histogramme (Abschnitt 12.1.3 auf Seite 112) eine an feste Auswertungsregionen im Bild gekoppelte Ergebnisausgabe.
- Weitere statistische Auswertungsmöglichkeiten, die sowohl in monochromen als auch farbigen Bildern zur Verfügung stehen, sind Standardstatistiken (Abschnitt 12.1.1 auf Seite 108) und Projektionen (Abschnitt 12.1.4 auf Seite 114).
- Speziell für Farbbilder steht die Möglichkeit zur Verfügung, Farbwertdiagramme zu berechnen, siehe dazu den Abschnitt 12.1.10 auf Seite 123.
- Mit Hilfe eines Farbsymbolobjektes (Abschnitt 12.1.8 auf Seite 120) kann der für monochrome Bilder entwickelte Algorithmus des Symbolobjektes auch in Farbbildern angewendet werden.
- Die im Kapitel 13 ab Seite 149 vorgestellten Algorithmen zur projektiven Entzerrung (Abschnitt 13.5 auf Seite 155) und zur Koordinatentransformation (Abschnitt 13.6 auf Seite 157) können ebenfalls in Farbbildern benutzt werden.
- Mit Auswertungsbildern und dem Dialog BILDVERARBEITUNG (Abschnitt 13.8 auf Seite 161) können arithmetische Berechnungen mit Farbbildern durchgeführt werden.

Im folgenden Kapitel werden zusätzliche Methoden zur Auswertung von Farbbildern vorgestellt:

- Mit den Dialogen zur Zerlegung von Farbbildern bzw. eines eventuellen späteren Zusammensetzens der bearbeiteten Farbauszüge stehen alle Möglichkeiten zur Verarbeitung monochromer Bilder auch für einzelne Farbauszüge zur Verfügung. Von Interesse sind hier vor allem die Möglichkeiten der Bildarithmetik, die im Abschnitt 13.8 auf Seite 161 beschrieben wurden.

14 Farbbildauswertung

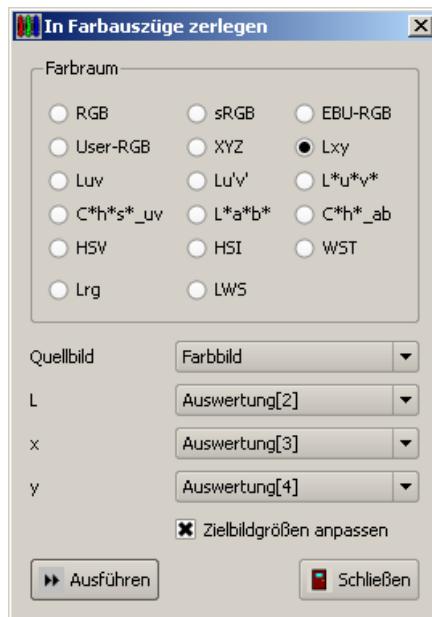
- Zwei spezialisierte Dialoge bieten die Möglichkeit, Farbabstände zu berechnen, siehe Abschnitt 14.3 auf Seite 173:
 - zwischen zwei Bildern,
 - zu einer Vergleichsfarbe.

Die im Programm implementierten Farbräume und Farbabstände sind im Detail im Kapitel 18 ab Seite 213 dokumentiert.

14.1 Zerlegen in Farbauszüge

Mit dem Menübefehl „AUSWERTUNG | IN FARBKOMPONENTEN ZERLEGEN“ öffnet man einen Dialog, in dem ein Farbbild in ein bis drei monochrome Bilder zerlegt werden kann, wodurch jedes monochrome Zielbild danach jeweils eine Farbkomponente enthält.

Ein denkbarer Anwendungsfall ist die Extraktion der Leuchtdichte und ein Vergleich mit den gewünschten Normwerten in monochromen Teilbild für die Leuchtdichte.



Im Abschnitt FARBRAUM wählt man die drei möglichen Farbkomponenten aus, die mit einer Zerlegung erzeugt werden können. In der Auswahlbox QUELLBILD kann eines der im Programm vorhandenen Farbbilder ausgewählt werden. In den drei darunter stehenden Zeilen wird links die mögliche Farbkomponente angezeigt, rechts können diesen Farbkomponenten monochrome Zielbilder zugewiesen werden. Wird eine Komponente nicht benötigt, dann kann man den Eintrag „KEIN BILD“ auswählen.

Da die Zielbilder unter Umständen eine andere Größe haben können als das Quellbild, kann man mit der Option „ZIELBILDGRÖSSEN ANPASSEN“ eine Änderung ihrer Größe veranlassen. Mit dem Knopf AUSFÜHREN wird die Zerlegung begonnen. Mit SCHLIESSEN kann der Dialog verlassen werden.

14.2 Verschmelzen von Farbauszügen

Mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | AUS FARBKOMPONENTEN ZUSAMMENSETZEN“ kann man ein Farbbild aus drei monochromen Bildern zusammensetzen, von denen jedes eine Farbkomponente zur Verfügung stellt. Das Zusammensetzen eines Farbbildes ist nicht aus jedem Farbraum möglich, der im Programm für die Anzeige und Zerlegung in Komponenten implementiert ist, weil einige Farbraumtransformationen nicht reversibel sind.

Eine mögliche Anwendung des Verfahrens ist die Erzeugung synthetischer Farbvorlagen aus monochromen Bildern oder das Zusammensetzen eines zuvor zerlegten Farbbildes, nachdem dazwischen Bildverarbeitungsalgorithmen auf einzelnen Farbkomponenten separat durchgeführt wurden.



Im Abschnitt FARBRAUM kann der Farbraum ausgewählt werden, in den die drei monochromen Quellbilder zu einem Farbbild zusammengeführt werden sollen. In den drei darunter folgenden Zeilen ist auf der linken Seite angegeben, welche Farbkomponenten benötigt werden. Auf der rechten Seite sind in den drei Auswahlboxen die drei Quellbilder anzugeben. In der Zeile ZIELBILD wird der Name eines im Programm vorhandenen Farbbildes benötigt.

Die drei Quellbilder müssen dieselbe Größe haben, die Größe des Zielbildes kann durch das Setzen der Option „ZIELBILDGRÖSSE ANPASSEN“ korrigiert werden. Nach dem Drücken des Knopfes AUSFÜHREN wird das Zusammensetzen gestartet. Mit SCHLIESSEN kann der Dialog verlassen werden.

14.3 Farbdifferenz berechnen

Es gibt zwei denkbare Fälle für die Berechnung von Farbdifferenzen. Im ersten Fall können die Farben zweier Bilder punktweise miteinander verglichen werden. Eine denkbare Anwendung ist die Aufnahme desselben Objektes zu zwei unterschiedlichen Zeit-

14 Farbbildauswertung

punkten. Im zweiten Fall wird ein Bild in Bezug auf eine Vergleichsfarbe bewertet. Diese Möglichkeit steht mit dem Menüpunkt „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ ZU EINER FARBE“ zur Verfügung.

14.3.1 Farbdifferenz zwischen zwei Bildern

Für das Öffnen des Dialogs „FARBDIFFERENZ ZWISCHEN ZWEI BILDERN“ kann man den Menüpunkt „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ ZWISCHEN BILDERN“ benutzen.



Farbabstand in einem Farbraum ohne Referenzfarbe



Farbabstand in einem Farbraum mit Referenzfarbe

Auf der rechten Seite des Dialogs sind in den Auswahlboxen QUELLBILD1 und QUELLBILD2 die beiden Farbbilder zu bestimmen, zwischen denen der Farbabstand berechnet werden soll. In ZIELBILD ist ein monochromes Bild anzugeben, dass das Ergebnis der Operation aufnehmen soll.

In der Auswahlbox oben links im Dialog ist das gewünschte Abstandsmaß auszuwählen. (Für die implementierten Abstandsmaße siehe den Abschnitt 18.2 auf Seite 219.) In Abhängigkeit vom gewählten Abstandsmaß ändert sich das Aussehen des Dialogs:

- Bei der Berechnung eines Abstandsmaßes in einem Farbraum ohne Referenzfarbe sind keine weiteren Parameter notwendig (obere Abbildung).
- Wenn ein Abstandsmaß zweier Bilder in einem Farbraum mit Referenzfarbe berechnet werden soll, werden im Dialog die Referenzfarben beider Bilder angezeigt (untere Abbildung). Die Knöpfe in den Abschnitten REFERENZFARBE erleichtern die Eingabe und den Abgleich der Referenzfarben beider Bilder:
 - Drückt man den Knopf „AUS NORMLICHT“, dann wird ein Dialog geöffnet, in der man als Referenzfarbe eine feststehende Normlichtart auswählen kann.
 - Der Knopf „AUS MARKIERTEM RECHTECK“ ist aktiv geschaltet, wenn in dem betreffenden Bild eine rechteckige Messregion markiert ist. Nach dem Drücken des Knopfes wird der Mittelwert aus dieser Region als neue Referenzfarbe übernommen.
 - Die beiden Knöpfe „NACH RECHTS KOPIEREN“ bzw. „NACH LINKS KOPIEREN“ können dazu benutzt werden, die Referenzfarbe des einen Bildes in das andere zu übernehmen.

Im Eingabefeld „MINIMALE LEUCHTDICHE“ ist ein Schwellwert vorgebar, unterhalb dessen kein Abstand berechnet werden soll. (Bei sehr kleiner Helligkeit ist die Genauigkeit der Bestimmung der Farbkoordinaten schlechter als in gut ausgeleuchteten Bildteilen.)

Wählt man im Eingabefeld „GLÄTTUNG“ einen Wert größer als 1, dann werden die Quellbilder vor der Differenzbildung mit einem Glättungsfilter entsprechender Größe gefiltert. Damit kann der Einfluss von Rauschen in den beiden Bildern verringert werden.

Mit dem Knopf „PARAMETER SPEICHERN“ können die Eingaben im Dialog in einer Datei gesichert werden, um sie nach dem Drücken des Knopfes „PARAMETER LADEN“ zu einem späteren Zeitpunkt wieder benutzen zu können.

Mit dem Knopf AUSFÜHREN wird die Berechnung gestartet. Nach dem Drücken des Knopfes SCHLIESSEN wird die Arbeit im Dialog beendet.

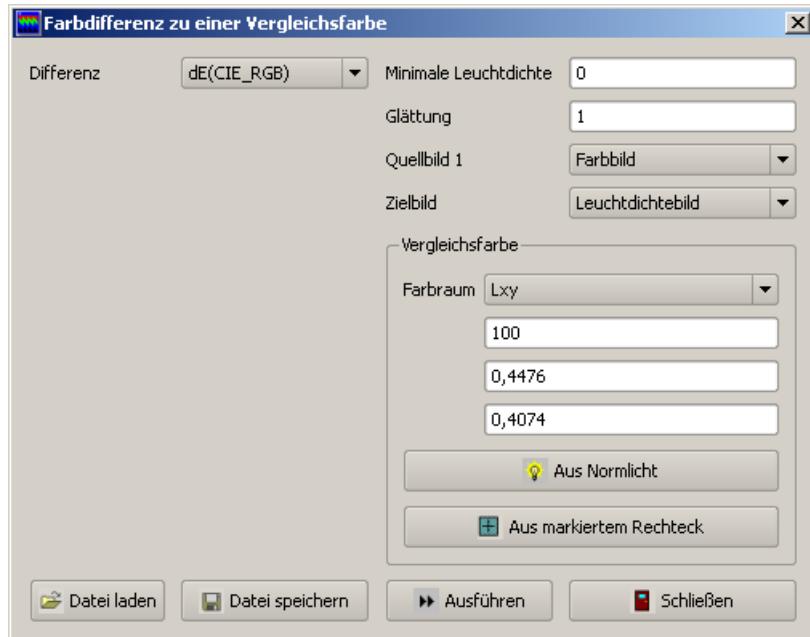
14.3.2 Farbdifferenz zu einer Farbe

Für das Öffnen des Dialogs „FARBDIFFERENZ ZU EINER VERGLEICHSFARBE“ kann man den Menüpunkt „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ ZU EINER FARBE“ benutzen.

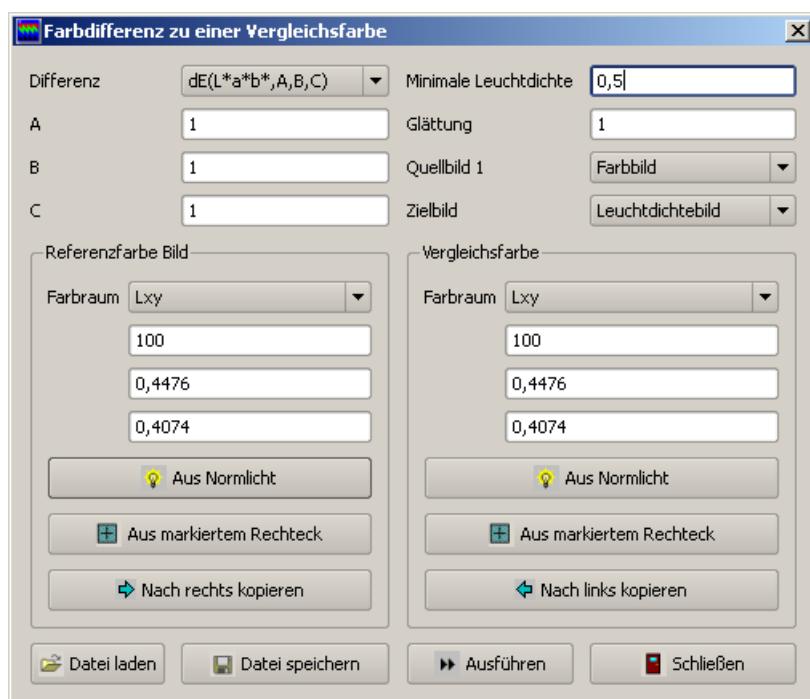
Dieser Dialog ist dem soeben dokumentierten Dialog sehr ähnlich. Anstelle eines zweiten Bildes ist die Eingabe einer Vergleichsfarbe notwendig, mit der alle Bildpunkte des Quellbildes verglichen werden. Deshalb enthält dieser Dialog auf der rechten Seite eine Eingabemöglichkeit für diese Vergleichsfarbe, während auf der linken Seite wie im vorhergehenden Fall bei einigen Farbabständen die Eingabe der Referenzfarbe des farbigen Quellbildes erfolgen kann.

Alle weiteren Eingabeelemente und Knöpfe zeigen in beiden Dialogen dasselbe Verhalten.

14 Farbbildauswertung



Farbabstand in einem Farbraum ohne Referenzfarbe



Farbabstand in einem Farbraum mit Referenzfarbe

15 Drucken und Exportieren

In jeder der vier Ergebnisansichten des Programms stehen Möglichkeiten zur direkten Ausgabe der Messdaten auf einen Drucker oder zum Kopieren in die Zwischenablage zur Verfügung.

15.1 Direktdruck von Bildern, Tabellen, Grafiken und Diagrammen

Bilder

Mit dem Menüpunkt „BILD | DRUCKEN“ veranlasst man die sofortige Druckausgabe des aktuellen Bildes auf einem Drucker. Die Ausgabe des Bildes entspricht der aktuellen Ansicht im Programm:

- Sichtbarer Bildausschnitt
- Farbpalette
- Messregionen
- Koordinatensystem

Tabellen

Die Druckausgabe einer Tabelle wird entweder mit dem Hauptmenüpunkt „TABELLE | DRUCKEN“ oder mit dem Kontextmenüpunkt „DRUCKEN“ veranlasst. (Das Kontextmenü wird geöffnet, wenn man sich mit dem Mauszeiger in der Tabelle befindet und die rechte Maustaste drückt.)

Die Tabellen werden in ihrem aktuellen Zustand auf dem Drucker ausgegeben. Sind Zeilen in der Tabelle markiert (erkennbar an ihrer Gelbfärbung), dann werden sie auch im Ausdruck entsprechend farblich markiert. Für eine normale Druckausgabe zu großen Tabellen werden entweder umgebrochen oder im Querformat gedruckt.

Grafiken

Für das Drucken stehen die beiden Menüpunkte „GRAFIK | DRUCKEN“ und „GRAFIK | ALLE GRAFIKEN DRUCKEN“ zur Verfügung. Dieselben Operationen kann man auch im Kontextmenü der Grafik durch die Menüpunkte „DRUCKEN“ bzw. „ALLE GRAFIKEN DRUCKEN“ veranlassen.

15 Drucken und Exportieren

Mit „DRUCKEN“ wird nur die aktuell sichtbare Grafik gedruckt. Mit „ALLE GRAFIKEN DRUCKEN“ werden mehrere Grafiken untereinander gedruckt, wenn die Ansichten der aktuellen Statistik auf mehrere Tabsheets verteilt sind.

Die Druckausgabe erfolgt so, wie die aktuelle Grafik am Bildschirm dargestellt ist. Deshalb ist es zweckmäßig, z.B. durch Veränderung der Programm- bzw. Fenstergröße die Darstellung so zu optimieren, wie man sie im Ausdruck haben möchte.

Diagramme

Mit dem Menüpunkt „DIAGRAMM | DRUCKEN“ wird das aktuelle Diagramm auf dem Drucker ausgegeben. Auch hier erfolgt der Ausdruck genau so, wie das entsprechende Diagramm am Bildschirm sichtbar ist.

15.2 Kopieren über die Zwischenablage

Alle vier Ergebnisansichten (Bilder, Tabellen, Grafiken und Diagramme) können in die Windowszwischenablage kopiert und von dort in andere Programme eingefügt werden.

Bilder

Wählt man im Hauptmenü den Menüpunkt „BILD | KOPIEREN“, dann kann das Bild in den folgenden Formaten in die Zwischenablage kopiert werden:

- **Bitmap:** Das in die Zwischenablage kopierte Bitmap des aktuellen Bildes ist identisch mit der Darstellung des Bildes im Programm. Zur Darstellung siehe deshalb die Anmerkungen im vorigen Abschnitt zur Druckausgabe der Bilder.
Damit das Bild als Bitmap in die Zwischenablage kopiert wird, muss die Option „BILD | OPTIONEN BEIM KOPIEREN | BITMAP“ eingeschaltet sein. Das ist die Vorgabeeinstellung.
- **Binärformat:** Das Bild wird in einem TechnoTeam-spezifischen Datenformat in die Zwischenablage kopiert und kann in diesem Format in andere Bilder bzw. Bildausschnitte eingefügt werden:
 - Das Einfügen in ein anderes Bild erfolgt, indem man die Anzeige auf ein anderes Bild umschaltet und dort den Menüpunkt „BILD | EINFÜGEN“ auswählt.
 - Das Einfügen in einen Bildausschnitt erfolgt, in dem man eine rechteckige Messregion im Bild markiert und im Kontextmenü des Bildes den Menüpunkt „BILDDINHALT EINFÜGEN“ verwendet. Zur genauen Vorgehensweise siehe dazu den Abschnitt [9.4](#) auf Seite [94](#).
- **Textformat:** Das Bild wird in einem Format in die Zwischenablage kopiert, das von einem Textverarbeitungsprogramm lesbar ist. Diese Option ist in der Vorgabeeinstellung ausgeschaltet. Sie kann mit dem Menüpunkt „BILD | OPTIONEN BEIM KOPIEREN | TEXT“ eingeschaltet werden.

Eine Beschreibung des verwendeten Textformates findet man in Abschnitt [17.1](#) auf Seite [205](#).

Genau wie das ganze Bild als Bitmap, im Binär- und im Textformat in die Zwischenablage kopiert werden kann, ist das auch mit dem Inhalt eines markierten Rechtecks möglich. Die entsprechenden Menüpunkte („KOPIEREN“ und „OPTIONEN BEIM KOPIEREN“) findet man in diesem Fall im Kontextmenü des Bildes. Siehe dazu den Abschnitt [9.4](#) auf Seite [94](#).

Tabellen

Nach dem Aufruf des Menüpunktes „TABELLE | KOPIEREN“ bzw. des Kontextmenüpunktes „KOPIEREN“ wird die aktuelle Tabelle in zwei verschiedenen Formaten in die Zwischenablage kopiert:

- Als **Text**: Die Zeilen in der Tabelle sind durch Newline-Zeichen voneinander getrennt, die Spalten durch Tabulatoren.
- Als **Bitmap**.

In beiden Fällen enthält die Kopie in der Zwischenablage nur die Spalten, die im Programm gerade angezeigt werden. (Die Sichtbarkeit von Spalten kann mit dem Menüpunkt „TABELLE | SICHTBARKEIT DER SPALTEN“ oder mit dem Kontextmenüpunkt „SICHTBARKEIT DER SPALTEN“ geändert werden.)

Grafiken

Mit dem Menüpunkt „GRAFIK | KOPIEREN“ oder dem Kontextmenüpunkt „KOPIEREN“ wird die aktuelle Grafik als Bitmap in die Zwischenablage kopiert. Die Ansicht der Grafik entspricht ihrer Darstellung auf dem Bildschirm. Deshalb ist es zweckmäßig, z.B. durch Veränderung der Programm- bzw. Fenstergröße die Darstellung so zu optimieren, wie man sie in der Kopie haben möchte.

Diagramme

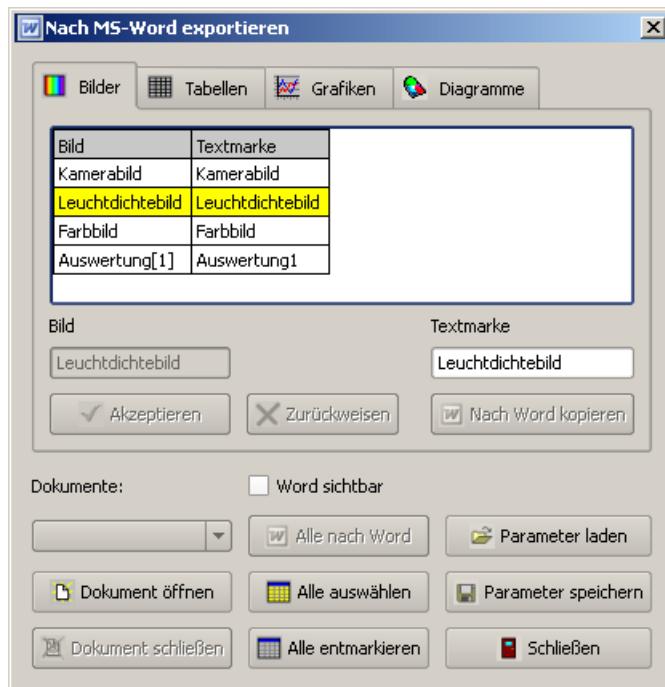
Mit dem Menüpunkt „DIAGRAMM | KOPIEREN“ wird das aktuelle Diagramm in die Zwischenablage übertragen. Auch hier erfolgt die Kopie genau so, wie das entsprechende Diagramm am Bildschirm sichtbar ist.

15.3 Export nach Microsoft Word

In den beiden vorigen Abschnitten wurden Möglichkeiten beschrieben, Ergebnisse einzeln zu drucken oder über die Zwischenablage zu kopieren. Für den Datenexport nach Microsoft Word und (im nächsten Abschnitt beschrieben) nach Microsoft Excel stehen für diese beiden Programme zwei spezialisierte Dialoge zur Verfügung, die weitere Möglichkeiten der Erstellung eines Reports mit Messdaten bieten.

15 Drucken und Exportieren

Der Dialog zur Messwertausgabe nach MICROSOFT WORD wird mit dem Menüpunkt „PROTOKOLL | NACH MS-WORD EXPORTIEREN“ geöffnet.



Im oberen Teil des Dialogs werden auf vier getrennten Seiten die verschiedenen Ergebnistypen angezeigt. In der Abbildung enthält die Tabelle BILDER eine Liste mit den vier gegenwärtig im Programm vorhandenen Bildern. In den beiden Spalten der Tabelle werden angezeigt:

- **Bild:** Unter diesem Namen wird das entsprechende Bild im Programm angezeigt. Ähnlich ist auf den anderen Seiten die erste Spalte mit TABELLE, GRAFIK bzw. DIAGRAMM beschriftet.
- **Textmarke:** In dem später geöffneten Word-Dokument kann durch eine Textmarke die Position des Bildes festgelegt werden. Zu einer Arbeit mit den Textmarken siehe weiter unten in diesem Kapitel.

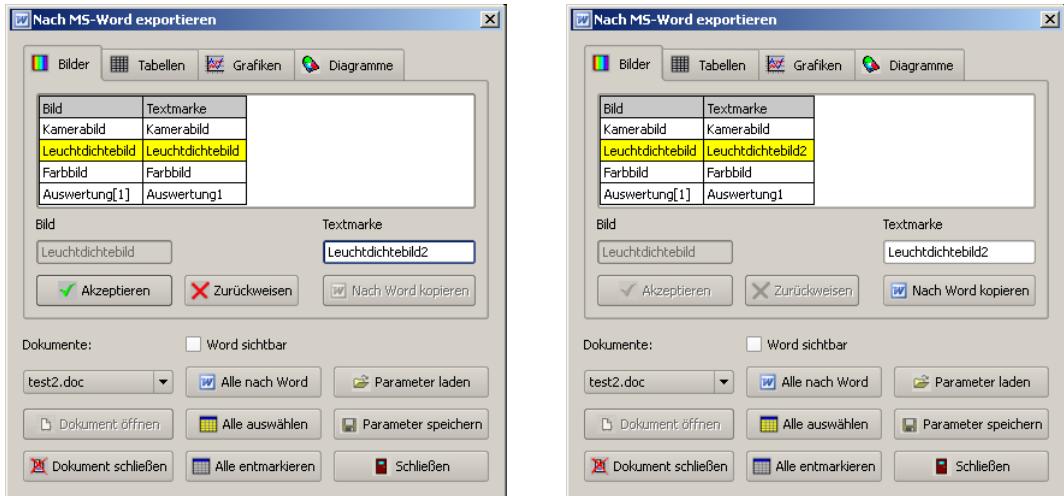
Nach dem Drücken des Knopfes „DOKUMENT ÖFFNEN“ kann in einem Dateiauswahl-dialog ein neues oder bereits bestehendes Worddokument ausgewählt werden, in das die Messergebnisse kopiert werden sollen. Die Arbeit mit dem Dokument muss später mit dem Knopf „DOKUMENT SCHLIESSEN“ wieder beendet werden. Erst beim Schließen des Dokuments erfolgt der Befehl an Microsoft Word, das Dokument auch tatsächlich zu speichern. Mit dem Setzen der Option „WORD SICHTBAR“ kann man das Programm auffordern, das gerade bearbeitete Worddkoument auch anzuzeigen, anderenfalls finden alle Operationen im Verborgenen statt.

Wenn ein Worddkument geöffnet ist, können ein oder mehrere Objekte in dieses Dokument kopiert werden. Dazu sind in den Tabellen die zu kopierenden Objekte zu markieren. Dabei hat man mit dem Knopf „ALLE AUSWÄHLEN“ die Möglichkeit, alle Objekte in allen vier Tabellenseiten zu markieren. Nach dem Drücken des Knopfes „ALLE ENT-MARKIEREN“ wird dieser Markierungszustand aller Objekte zurückgesetzt. Nach dem

15.3 Export nach Microsoft Word

Drücken des Knopfes „ALLE NACH WORD“ werden alle gerade markierten Objekte auf allen vier Seiten nach Word kopiert.

Die Knöpfe und Eingabefelder im oberen Teil des Dialogs direkt unterhalb der Tabelle beziehen sich hingegen nur auf die in der angezeigten Tabelle markierten Objekte.



In der linken Abbildung wurde im Eingabefeld „TEXTMARKE“ eine geänderte Bezeichnung eingegeben. Bevor man das entsprechende Bild an die angegebene Textmarke übertragen kann, muss die Änderung entweder mit dem Knopf „AKZEPTIEREN“ übernommen oder mit dem Knopf „ZURÜCKWEISEN“ verworfen werden. Erst danach ist das Kopieren mit Hilfe des Knopfes „NACH WORD KOPIEREN“ möglich.

Gibt es bereits eine Textmarke mit dem angegebenen Namen, wird der Inhalt dieser Textmarke mit dem neuen Inhalt ersetzt. Gibt es noch keine Textmarke, wird am Ende des Dokuments eine solche Marke erzeugt und das Bild dorthin geschrieben. Durch diese Methode ist es möglich:

- In einem vorbereiteten Dokument mit bereits vorhandenen Textmarken deren Inhalt durch neue Daten zu ersetzen oder
- Durch die Vergabe neuer Textmarkennamen fortlaufend neue Daten in das Dokument zu übernehmen.

Ein Beispiel: Zunächst wird die Tabelle der Standardstatistik in ein bereits geöffnetes Worddokument kopiert.



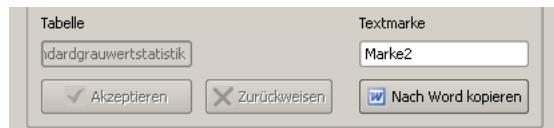
15 Drucken und Exportieren

Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Fläche	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	3	23560	650,4	1079	862,8	111,8
2	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	4	23560	716,7	1182	962,9	115,7
3	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	5	23560	715	1271	1023	130
4	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	6	23560	868	1397	1155	130,9
5	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	7	23560	1004	1428	1239	118,4
6	Std.Gr[1]	Leuchtdichtebild	8	23560	1100	1392	1289	73,72

Bei der Kontrolle des Ergebnisses wird festgestellt, dass die Angaben zum verwendeten Parameterdatensatz und zur Größe der Messregion nicht interessieren. Mit dem Menüpunkt „TABELLE | SICHTBARKEIT DER SPALTEN“ wird die Anzeige dieser Spalten deshalb ausgeschaltet. Ein erneutes Kopieren der Tabelle ergibt das folgende Ergebnis:

Stat.Nr.	Bild	Region	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Leuchtdichtebild	3	650,4	1079	862,8	111,8
2	Leuchtdichtebild	4	716,7	1182	962,9	115,7
3	Leuchtdichtebild	5	715	1271	1023	130
4	Leuchtdichtebild	6	868	1397	1155	130,9
5	Leuchtdichtebild	7	1004	1428	1239	118,4
6	Leuchtdichtebild	8	1100	1392	1289	73,72

Nach einer Aufnahme eines neuen Leuchtdichtebildes soll eine neue Tabelle mit den geänderten Statistikergebnissen in die Datei geschrieben werden. Die alte Tabelle soll dabei erhalten bleiben. Deshalb wird vor dem Kopieren der Name der Textmarke geändert:



Nach dem erneuten Kopieren findet man in der Worddatei zwei Tabellen, weil die neue Tabelle unter einer neuen Textmarke gespeichert wurde:

Stat.Nr.	Bild	Region	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Leuchtdichtebild	3	650,4	1079	862,8	111,8
2	Leuchtdichtebild	4	716,7	1182	962,9	115,7
3	Leuchtdichtebild	5	715	1271	1023	130
4	Leuchtdichtebild	6	868	1397	1155	130,9
5	Leuchtdichtebild	7	1004	1428	1239	118,4
6	Leuchtdichtebild	8	1100	1392	1289	73,72

Stat.Nr.	Bild	Region	Min	Max	Mittelwert	Streuung
1	Leuchtdichtebild	3	690,9	1139	924,7	114,6
2	Leuchtdichtebild	4	725,1	1242	1006	123,4
3	Leuchtdichtebild	5	783,2	1328	1067	134,4
4	Leuchtdichtebild	6	946,3	1436	1204	128,5
5	Leuchtdichtebild	7	1063	1409	1273	94,66
6	Leuchtdichtebild	8	1141	1373	1298	51,13

15.3 Export nach Microsoft Word

Mit Hilfe des Knopfes „PARAMETER SPEICHERN“ kann man den Zustand des Dialogs in einer Parameterdatei ablegen und später durch Verwendung des Knopfes „PARAMETER LADEN“ wieder rekonstruieren. Auf diese Weise ist es möglich, benutzerdefinierte Reports zu erstellen. Folgender Arbeitsablauf ist dafür notwendig:

1. Öffnen eines leeren neuen Worddokuments.
2. Kopieren der benötigten Daten in dieses Dokument.
3. Bearbeiten dieses Dokuments, z.B. durch das Hinzufügen firmenspezifischer Informationen und erklärender Texte.
4. Speichern und Schließen des Dokuments als Vorlage und der Parameterdatei für den Datenexport.

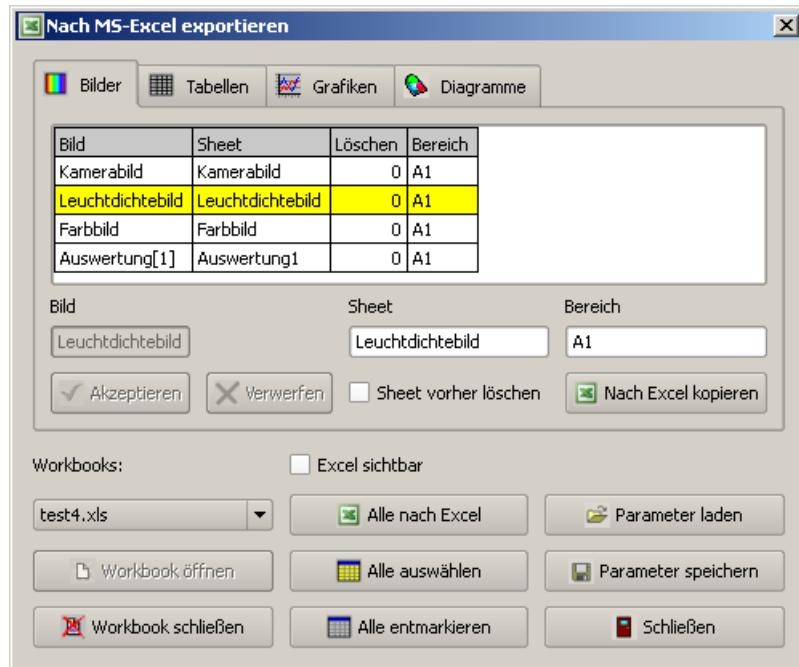
Zu einem späteren Zeitpunkt kann dieses Dokument erneut geöffnet werden. Nach dem Laden der zugehörigen Parameterdatei kann durch einen erneuten Datenexport das vorbereitete Dokument mit aktualisierten Daten versorgt werden.

Die Eingaben, die im Dialog vorgenommen werden, können in einem Makro aufgezeichnet und als eigenständiger Menüpunkt verwendet werden, siehe dazu den Abschnitt [13.9](#) auf Seite [168](#). Aufgezeichnet werden:

- Das Öffnen des Worddokuments.
- Das Kopieren einzelner Objekte (Bilder, Tabellen, Grafiken und Diagramme).
- Das Schließen und Speichern des Worddokuments.

15.4 Export nach Microsoft Excel

Durch Auswahl des Menüpunktes „PROTOKOLL | NACH MS-EXCEL EXPORTIEREN“ öffnet man einen Dialog, der eine Messwertausgabe nach Microsoft Excel erlaubt.



Da das Aussehen und die Bedienung dieses Dialogs in vielen Dingen dem Dialog zum Export nach Microsoft Word ähnelt, werden im Folgenden nur die Unterschiede zu diesem bereits dokumentierten Dialog beschrieben.

Im Unterschied zu Microsoft Word wird das Ziel des Kopierens nicht durch eine Textmarke definiert, sondern durch ein Tabellenblatt (SHEET) und eine Zelle auf diesem Blatt (BEREICH), die den Ort der linken oberen Ecke des zu kopierenden Objekts definiert. Außerdem kann festgelegt werden, ob das betreffende Sheet vor dem Kopieren gelöscht werden soll oder nicht. Ein generelles Löschen des betreffenden Blatts kann unter Umständen nicht sinnvoll sein, wenn das Blatt bereits andere Beschriftungen, Zahlen oder Berechnungen enthält.

- **Bild:** Der Name des zu kopierenden Bildes. Auf den drei anderen Seiten TABELLEN, GRAFIKEN und DIAGRAMME findet man entsprechend die Namen dieser Objekte.
- **Sheet:** Der Name des Tabellenblattes, auf das das Objekt kopiert werden soll.
- **Löschen:** Ein Flag, das angibt, ob das entsprechende Tabellenblatt vor dem Kopieren gelöscht werden soll.
- **Bereich:** Linke obere Ecke des Kopierbereichs.

Wenn eine Zeile der Tabelle markiert worden ist, zeigen die Eingabefelder SHEET und BEREICH sowie das Optionsfeld „SHEET VORHER LÖSCHEN“ den Zustand der entsprechenden Tabellenzeile. Nimmt man in den Eingabefeldern Änderungen vor, dann kann man danach durch das Drücken der Knöpfe „AKZEPTIEREN“ oder „VERWERFEN“ ent-

15.4 Export nach Microsoft Excel

scheiden, ob die vorgenommenen Änderungen in die Tabelle übernommen werden sollen oder nicht.

Alle übrigen Möglichkeiten im Dialog entsprechen vollständig denjenigen für den Export nach Microsoft Word:

- Das Öffnen einer neuen oder vorhandenen Datei.
- Das Kopieren einzelner oder aller Objekte in die Exceldatei.
- Das Speichern und Schließen der bearbeiteten Datei.
- Das Erstellen, Speichern, Laden und Benutzen von Parameterdateien.
- Die Arbeit mit vorbereiteten Templatedateien.
- Die Aufzeichnung von Benutzereingaben mit dem Ziel, sie als eigenständige Menüpunkte zu verwenden.

15 Drucken und Exportieren

16 Externe Steuerung des Programms

16.1 ActiveX-Server-Schnittstelle

16.1.1 Einführung

Mit der Programmierschnittstelle der LMK LabSoft wird ein ActiveX Server zur Verfügung gestellt. Über ihn können wesentliche Funktionen des Programms aus anderen Applikationen, die über eine ActiveX Schnittstelle verfügen (z.B. MS Excel und NI LabView), gesteuert werden. Grundsätzlich sollten die Messvorbereitungen interaktiv mit der LMK LabSoft Oberfläche erfolgen. Mit Hilfe der Programmierschnittstelle können dann die vorbereiteten Einstellungen und Auswertungen, die z.B. in einem Protokoll gespeichert sind, genutzt werden. Die Funktionen der Programmierschnittstelle sind also auf die Nutzung existierender Strukturen ausgelegt und nicht auf das Erstellen von Bildern, Regionen oder Auswertungen. Die Registrierung des ActiveX Servers erfolgt automatisch bei der Installation der LMKLabSoft Software.

Die Beschreibung der Funktionen ist im Unterverzeichnis „doc/Lmkaxserver“ Ihrer Installation im Html-Format zu finden.

Main Page Classes Files
Class List Class Hierarchy Class Members

LMKAxServer Class Reference

```
#include <lmkaxserver.h>
```

[List of all members.](#)

Public Slots

int iExecMenuPoint (QString _qMenuPoint)
int iExecTclCommand (QString _qCommand, int &_irReturn, QString &_qResult)
int iGetCameraParameter (QString _qParameterName, QString &_qrParameterValue)
int iGetErrorInformation (QString &_rErrorInformation)
int iGetIndexOfImage (QString _qName, int &_irIndex)
int iGetIndexOfRegion (int _iList, QString _qName, int &_irIndex)
int iLoadProtokoll (QString _qPathName)
int iReadPhysicalRegister (int _iRegister, int &_irValue)
int iSaveProtokoll (QString _qPathName)
int iSetNewCamera (QString _qPathToLens)
int iShow (int _iShowStatus)
int iWritePhysicalRegister (int _iRegister, int _iValue)

Die Typinformationen der Schnittstelle befinden sich in der Datei „lmk4.tlb“. Diese Datei wird ggf. von Ihrer Software genutzt, um die Beschreibung der Schnittstelle zu ermitteln.

16 Externe Steuerung des Programms

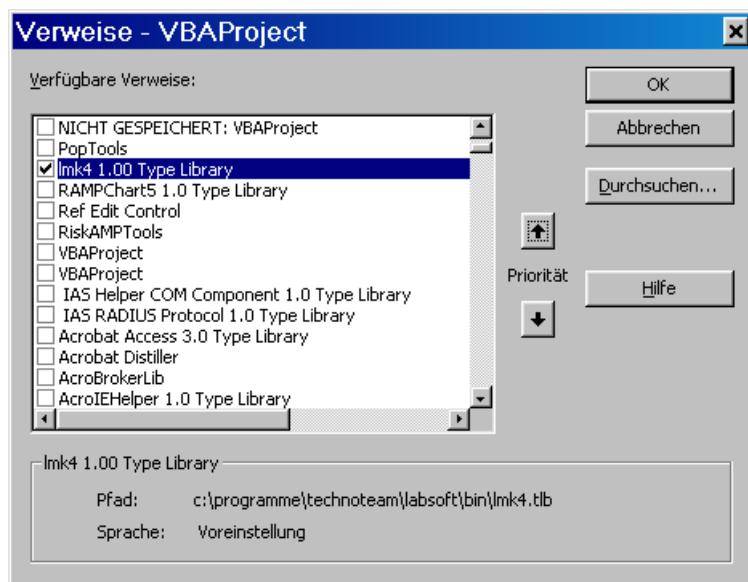
Die Programmierschnittstelle stellt zahlreiche Funktionen zur Verfügung, die eine Einbindung der LMK LabSoft in andere Programme ermöglichen. Der Nutzer kann so gezielt für seine Applikationen Abläufe definieren, in die die ortsaufgelöste Messung von Leuchtdichten und Farbkoordinaten eingebunden werden soll. Sind für bestimmte Anwendungsfälle die bereitgestellten Funktionen nicht ausreichend, dann sind wir gern bereit, die Schnittstelle entsprechend anzupassen.

Die Funktionen können in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

- Verwenden der Applikation
 - Öffnen und Schließen
 - Steuerung der Applikation
 - * Aufruf von Menüpunkten
 - * Abarbeitung von TCL Befehlen
 - Laden und Speichern von Protokollen
- Kameraeigenschaften
 - Starten der Kamera und Laden der Kalibrierdaten
 - Einstellen und Abfragen der Belichtungszeit
 - Zugriff auf das Filterrad der Farbkamera
- Aufnahme von Leuchtdichte und Farbbildern
 - Steuerung der Erfassungsalgorithmen
 - Abfrage der Aufnahmeeigenschaften
- Zugriff auf die Ergebnisse
 - Bilddaten
 - Objektlisten
 - Statistikdaten

16.1.2 Vorbereitung von MS Excel

Nach der Registrierung der Schnittstelle während der Installation der Lmk LabSoft steht diese auch in MS Excel zur Verfügung. Bei Problemen mit der Verwendung der Schnittstelle oder bei der Installation von Updates sollte man unter „EXTRAS | VERWEISE“ in der VBA-Oberfläche von MS Excel die Schnittstelle aktivieren (bzw. zuerst deaktivieren und dann wieder aktivieren). In der Abbildung wird sie durch die Beschreibung „LMK4 X.XX TYPE LIBRARY“ repräsentiert, wobei „X.XX“ für die Version der Schnittstelle steht. Mit „DURCHSUCHEN“ kann das File „LMK4.TLB“ als Schnittstellenbeschreibung angegeben werden.

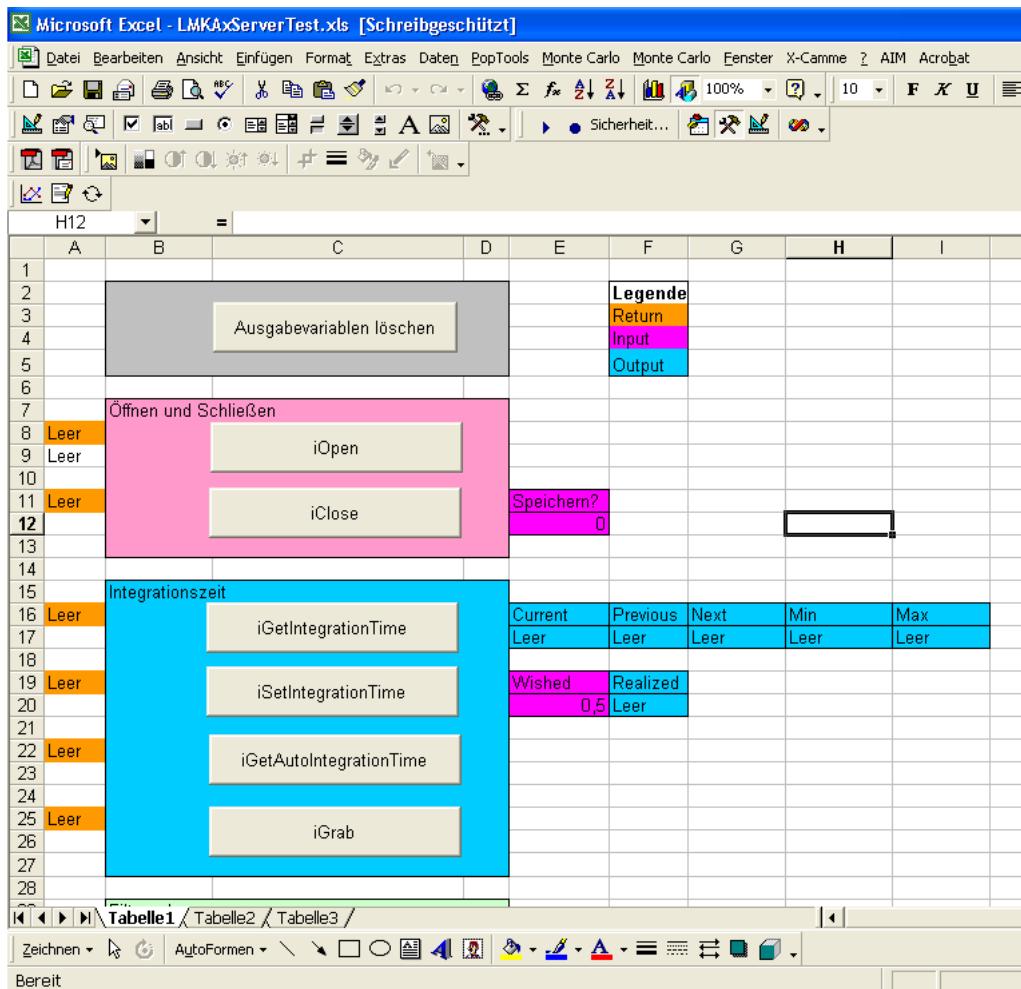


Beim Laden der Beispiele muss die Ausführung von Makros aktiviert werden.



16.1.3 Beispiel 1: Testrahmen in MS Excel

Die Datei „LMK4AxSERVERTEST.XLS“ stellt einen Testrahmen für alle vorhandenen Funktionen zur Verfügung. Diese Datei finden Sie im Unterverzeichnis „EXAMPLES“ Ihrer Installation. Jede Funktion kann einzeln über einen Knopf in der Oberfläche aufgerufen werden. Jedem der Knöpfe ist eine VBA-Funktion zugeordnet, die nach seinem Drücken aufgerufen wird. Die Parameter und die Rückgabewerte werden aus den entsprechenden Zellen des XLS-Files gelesen bzw. in diese eingetragen.



16.1.4 Beispiel 2: Linearitätsmessung in MS Excel

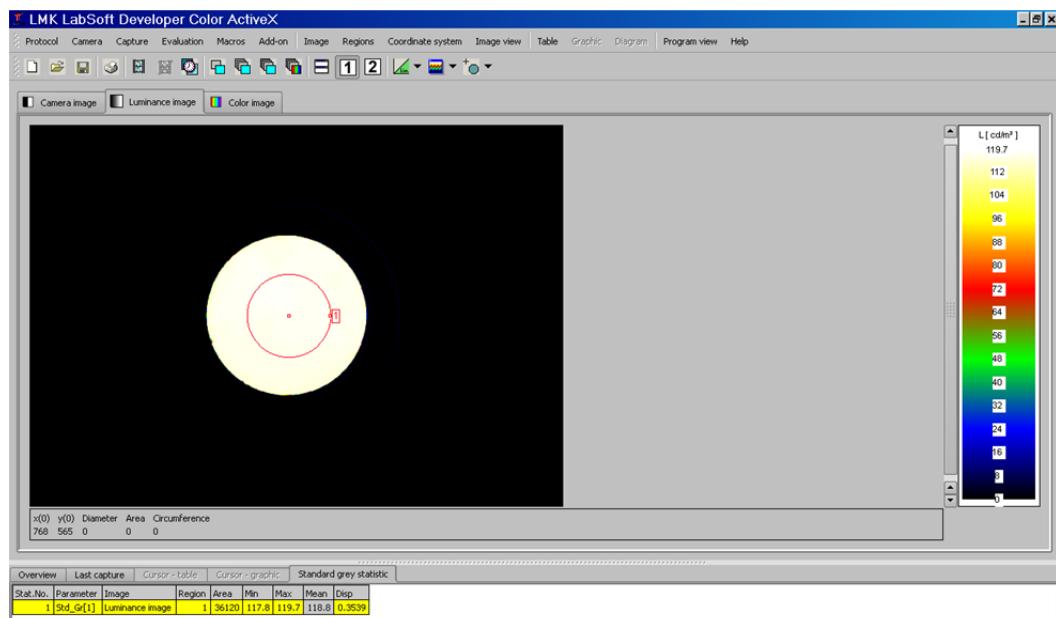
Für dieses Beispiel wird die Datei „LMK4AXSERVERLINRUN.XLS“ verwendet. Diese Datei finden Sie im Unterverzeichnis „EXAMPLES“ Ihrer Installation. Die Linearitätsmessung ist eine Anwendung, die aus dem Bereich der Charakterisierung von Photometern oder bildauflösenden Leuchtdichtemessgeräten stammt. Hierbei wird im einfachsten Fall eine konstante Lichtquelle (z.B. ein Leuchtdichtenormal) mit der Kamera erfasst. Die Leuchtdichte wird dabei so eingestellt, dass für eine vorgegebene Belichtungszeit 90% der Vollaussteuerung erreicht werden.

Dann wird die Linearitätsmessung gestartet und der Algorithmus verringert die Belichtungszeit um einen vorgegebenen Faktor bis die Aussteuerung $< 1\%$ der Vollaussteuerung ist. Nach jeder Veränderung der Belichtungszeit wird ein Bild erfasst und der Messwert einer vordefinierten Region in die Auswertetabelle übernommen. Im Anschluss an die Messungen werden die Daten automatisch in einem Diagramm dargestellt und der Wert der Kenngröße kann berechnet werden.

Ablauf:

1. Interaktives Einrichten der LMK LabSoft

- Öffnen der LMK LabSoft
- Start mit der zu verwendenden Kamera
- Einrichten des Bildes
- Anlegen einer Region innerhalb des Leuchtdichtenormals
- Anlegen einer Standardstatistik für diese Region
- Erstellen eines Protokolls „LINRUN.TTCS“



2. Eintragen der Applikationsspezifischen Daten in das XLS-File (Tabelle LMKSetup)

- Ort der LMK Installation
- Name und Installationsort der verwendeten Kamera inkl. Objektiv
- Name und Ort des zu verwendenden Protokolls (LinRun.ttc)

Description	Content	Bym. Name
LMK Drive	C	_LMKDrive
LMK Path	\Programme\TechnoTeam\LabSoft	_LMKPath
LMK Camera Path	Cameras\0>M216\03052118	_LMKCameraPath
Protocol	..\Result\LinRun.ttc	_LMKProtocol
LMKOpenStatus	WAHR	_LMKOpenStatus
Last Message	LMK Ge Standard State KO	_LMKLastMessage

In der Tabelle werden im roten Bereich Eingaben vorgenommen, die dann in den Funktionen zum Öffnen und Schließen der LMK verwendet werden. Der rote Bereich ist zu diesem Zweck mit Variablennamen bezeichnet (_LMKDrive, _LMKPath, _LMKCameraPath, _LMKProtocol).

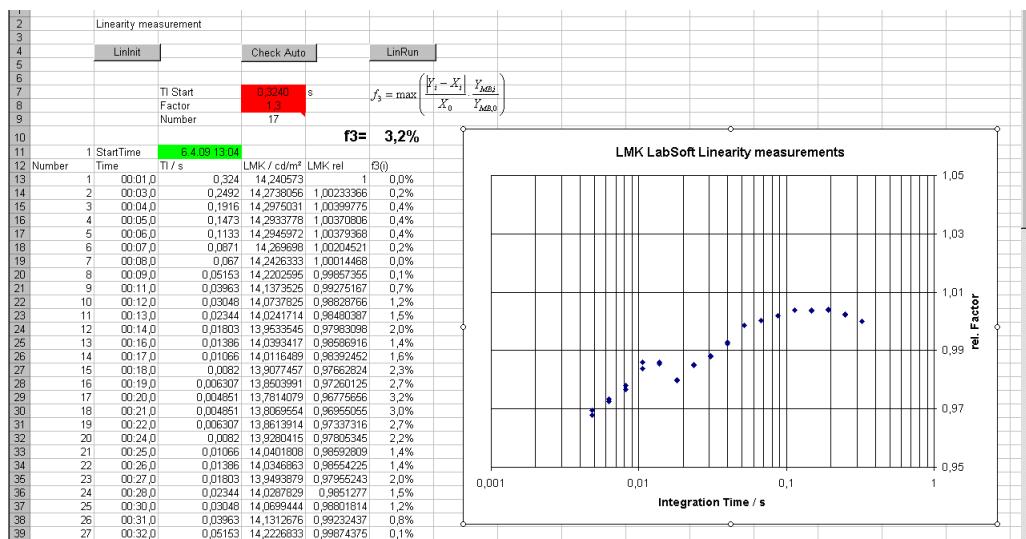
Alle Operationen mit der LMK LabSoft Programmierschnittstelle sind im Modul LMK4 zu finden. Hier werden VBA Funktionen bereitgestellt, die während des Messablaufes benötigt werden. Folgende Funktionen werden verwendet:

- „Function lOpenLMK()“: Öffnen der LMK LabSoft.
- „Function lCloseLMK()“: Schließen der Software.
- „Sub LMKInit()“: Öffnen und Laden der Kameradaten.
- „Function dCheckAutoScan() As Double“: Bestimmung der Integrationszeit, entspricht Menupunkt „CAPTURE | AUTO SCAN“.
- „Sub MeasureTime(ByRef dIntegrationTimeSet As Double, ByRef dValue As Double)“: Ausführen einer Messung mit festgelegter Integrationszeit und Bestimmung der mittleren Leuchtdichte der angelegten Region.

Alle Funktionen sind im Modul ausführlich kommentiert.

3. Durchführen der Messung

Wurde die LMK geöffnet (Knopf „LMKOpen“ im Workbook „LMKSetup“), dann kann in der Tabelle „LinTest“ die Funktion „CheckAuto“ aufgerufen werden. Diese bestimmt die maximale Belichtungszeit, für die keine Übersteuerung eintritt, und trägt diese bei „TI Start“ ein.



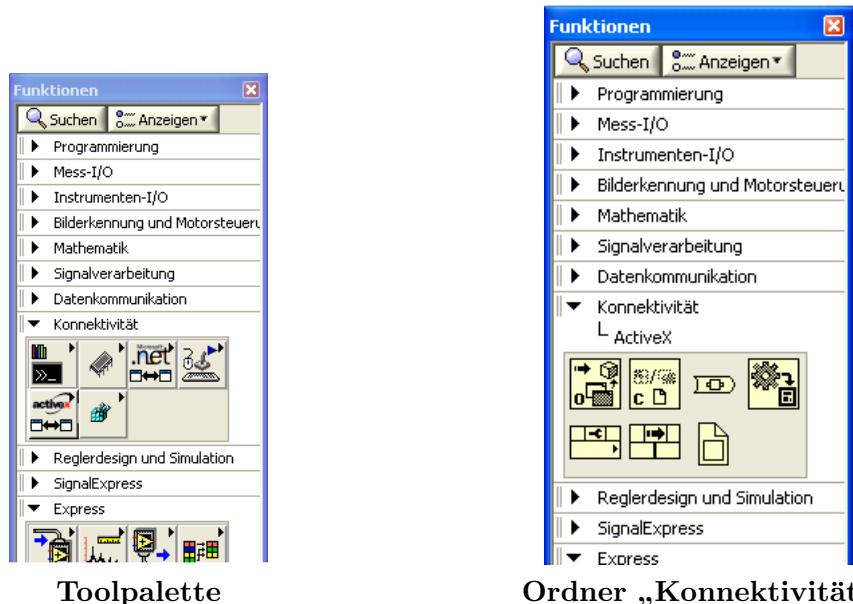
Nun kann mit „LinRun“ die Messung durchgeführt werden. Jetzt wird ausgehend von „TI Start“ die Integrationszeit immer um den „Factor“ verkleinert und die konstante Leuchtdichte gemessen. Die Abweichung zum 1. Messwert wird im Diagramm dargestellt. Das Maximum der Abweichungen wird Kennwert „f3“ genannt.

16.1.5 Vorbereitung in NI LabView

Nach der Registrierung der Schnittstelle steht diese auch in „NI LabView“ zur Verfügung. In einem Blockdiagramm des aktuellen Projekts kann man eine Instanz der Lmk-ActiveX-Schnittstelle erstellen. Dazu ist der folgende Menüpunkt zu verwenden:



Die Auswahl des Menüpunktes öffnet die Toolpalettte. Dort wählt man im Ordner „Konnektivität“ den Punkt „ActivX“:



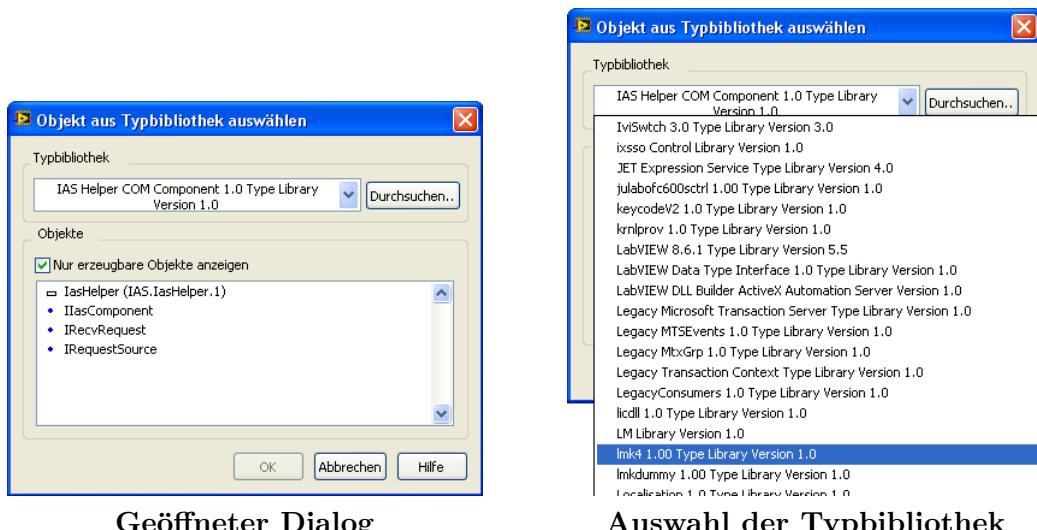
Man klickt mit der Maus auf das linke obere Symbol („ActivX-Objekt öffnen“) und zieht es mit „Drag and Drop“ auf die Arbeitsfläche des Blockdiagramms:



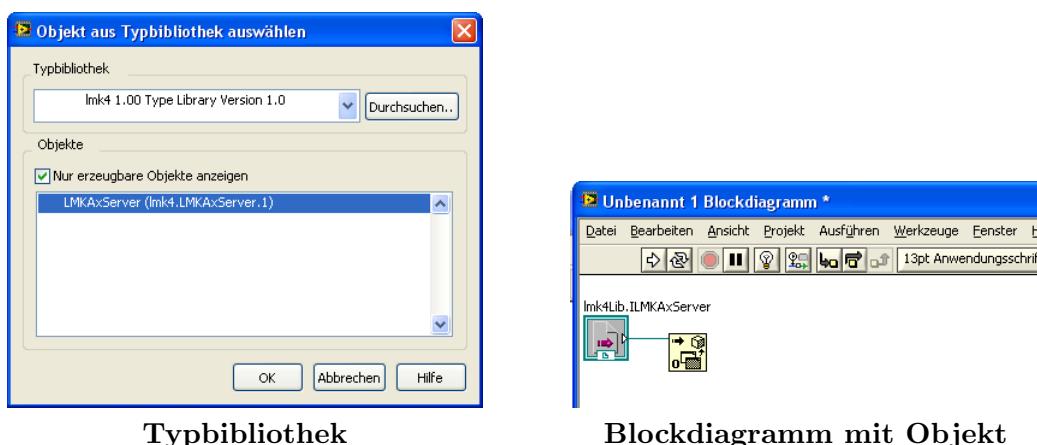
Durch Klicken mit der rechten Maustaste auf dem Symbol öffnet man das Kontextmenü. Um dem „ActivX-Objekt öffnen“-Knoten eine Klasse zuzuweisen, muss man in diesem Menü den folgenden Menüeintrag auswählen:



Damit wird ein Dialog geöffnet, in dem man die Typbibliothek auswählen kann:

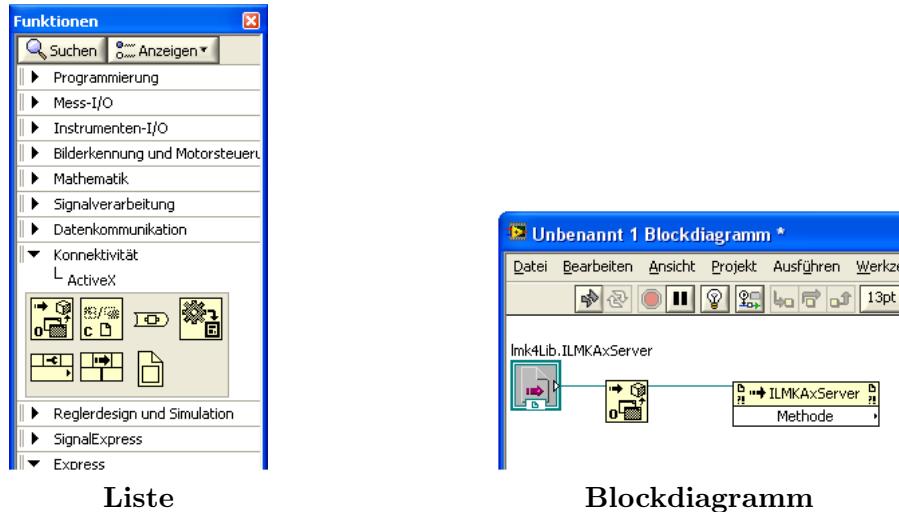


Danach wird im Dialog die ausgewählte Typbibliothek angezeigt. In der Liste der „Objekte“ wählt man den Eintrag „LMKAxServer (lmk4.LMKAxServer.1)“ und beendet den Dialog mit „OK“. Im Blockdiagramm wird das neue Objekt angezeigt.

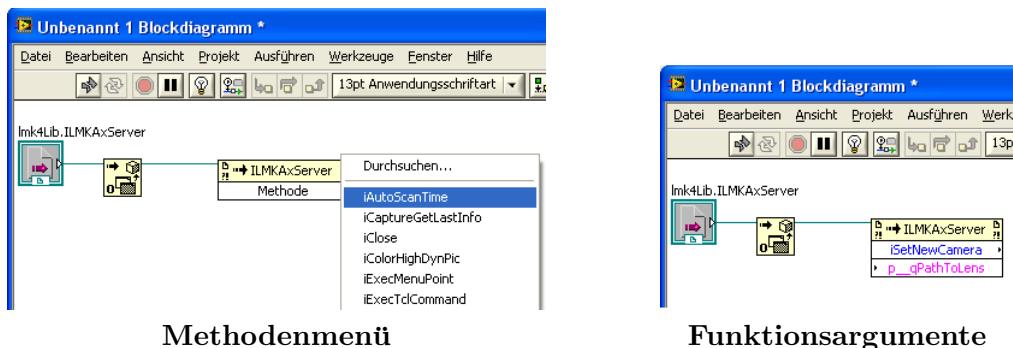


16 Externe Steuerung des Programms

Für den Zugriff auf die Methoden und Eigenschaften des ActivX-Controls, öffnet man erneut die oben bereits verwendete Liste und zieht mittels „Drag and Drop“ einen „Methodenknoten (ActivX)“ (2. Symbol von links in der unteren Reihe) in das aktuelle Blockdiagramm. Danach verbindet man den Ausgang „ActivX (Referenz)“ des ActivX-Objekt öffnen-Symbols mit dem Eingang „Referenz“ des „Methodenknoten (ActivX)“-Symbols.



Möchte man weitere Methoden einer ActivX-Instanz erzeugen, kann man weitere Methodenknoten anlegen. Diese müssen dann über die „Referenz“-Ein- und Ausgänge miteinander verbunden werden. Die Auswahl der Methode eines Knotens erfolgt mit Hilfe des Methodenmenüs, wo alle verfügbaren Methoden aufgelistet sind. Danach werden die Funktionsargumente in Form von Verbindungsknoten sichtbar.

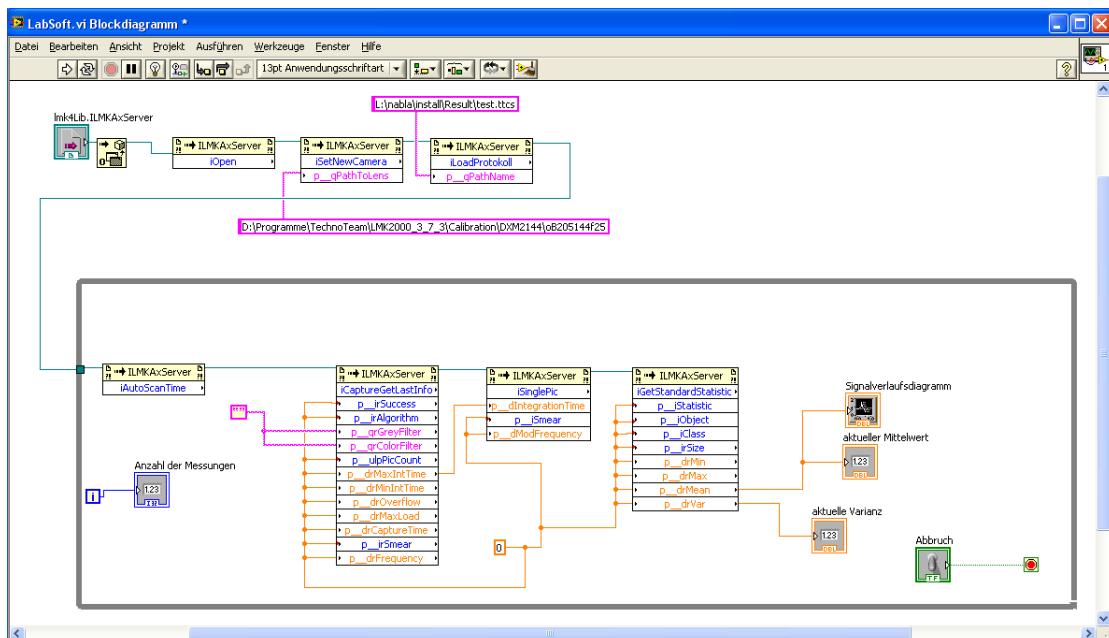


16.1.6 Beispiel 3: Messreihe in LabView

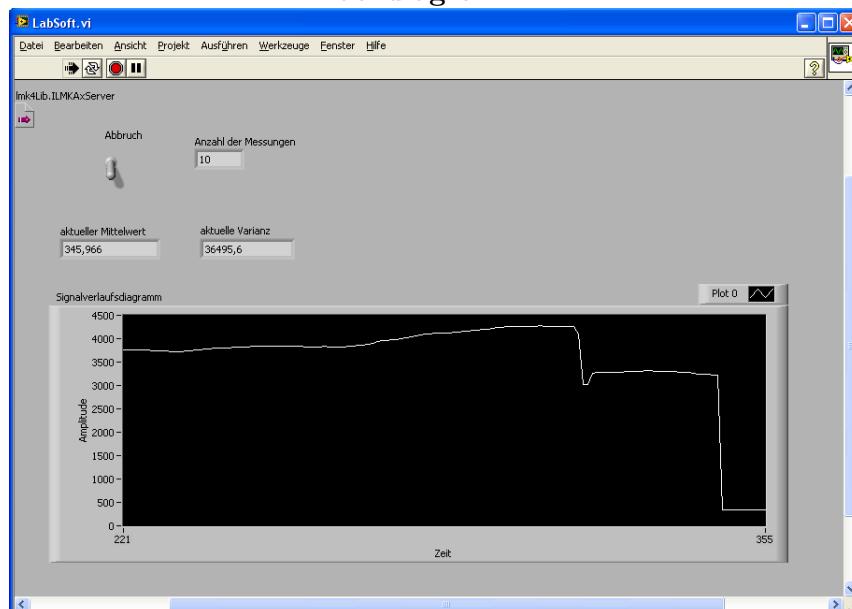
In diesem Beispiel soll das Einlaufverhalten eines Leuchtdichtenormals gemessen werden. Die zugehörige Datei „LabSoft.vi“ finden Sie im Unterverzeichnis „EXAMPLES“ Ihrer Installation. Während der Messung ist folgender Ablauf notwendig:

- LMK öffnen
- Kamera und Objektiv setzen

- Vordefiniertes Protokoll laden (mit einer markierten Region und angelegter Standardstatistik)
- Endlosschleife generieren (mit Abbruchknopf)
- `IAUTOSCANTIME()` aufrufen
- `SINGLEPIC()` aufrufen
- Messwert holen
- Messwert in einem Zeitdiagramm darstellen



Blockdiagramm



Frontpanel

16.2 Tcl als Scriptsprache

Das Programm verfügt über einen eingebauten Kommandointerpreter auf der Grundlage der Open-Source-Scriptsprache Tcl (Tcl ist eine Abkürzung für „Tool command language“). Der Komandointerpreter wird im Programm verwendet, um das Aufzeichnen und Abspielen von Makros zu ermöglichen, siehe dazu den Abschnitt 13.9 auf Seite 168.

Über den Interpreter ist ein Zugriff auf die im Programm verwendeten Objekte wie Bilder, Regionen, Koordinatensysteme, die Kamera und die meisten verwendeten Algorithmen in selbst geschriebenen Scripten möglich. In den beiden folgenden Abschnitten werden einige Prinzipien der Scriptsprache vorgestellt und ihre Anwendung in der Software gezeigt.

Möchte man lediglich Makros mit dem im Abschnitt 13.9 auf Seite 168 vorgestellten Makrorekorder aufzeichnen und später als selbst definierte Menüpunkte verwenden, ist die Kenntnis der Scriptsprache nicht notwendig.

16.2.1 Grundlagen von Tcl

In diesem Abschnitt werden nur einige Sprachelemente vorgestellt, von denen im Programm Gebrauch gemacht wird. Für weitergehende Informationen und den vollständigen Funktionsumfang von Tcl siehe die am Ende dieses Abschnitts angegebenen Weblinks.

Ein in Tcl geschriebenes Programm besteht aus Kommandos, denen die Parameter nachgestellt sind. Das wird als polnische Notation bezeichnet. Jede Zeile enthält genau ein Kommando und seine Parameter. Beispiel:

```
set a 7
```

„set“ ist ein Kommando, das zwei Parameter erwartet. „a“ ist der Name einer unter Umständen neu anzulegenden Variablen, der der Wert „7“ zugewiesen werden soll.

```
set b 3
set c [ expr $a + $b ]
```

Es wird eine zweite Variable „b“ vereinbart und dieser der Wert „3“ zugewiesen. Die eckigen Klammern in der darauf folgenden Zeile weisen den Interpreter an, den Ausdruck innerhalb der Klammern sofort auszuwerten. „expr“ ist ein Kommando zur Berechnung numerischer Ausdrücke, die folgenden drei Argumente „\$a“, „+“ und „\$b“ werden deshalb als numerischer Ausdruck interpretiert. Durch die Angabe der „\$“-Zeichen werden die Werte der Variablen „a“ und „b“ zur Berechnung verwendet. Im Ergebnis der Auswertung des Ausdrucks in den eckigen Klammern wird eine Zahl (im Beispiel ergibt sich eine „10“) berechnet und mit dem äußeren „set“-Kommando der Variablen „c“ zugewiesen.

```
set d { 3 5 }
```

Zeichenketten, die in geschweifte Klammern eingeschlossen sind, bilden eine Liste. Für das „set“-Kommando bildet die Liste ein einziges Argument, das als Wert der Variablen „d“ zugewiesen wird. Kommandos zur Bearbeitung von Listen bilden ein ganz wesentliches Element des Konzepts der Programmiersprache Tcl, kann man doch auch

ein Kommando und seine nachfolgenden Argumente als eine Liste von Zeichenketten auffassen.

Für bedingte Verzweigungen steht das „if“-Kommando zur Verfügung, dass zwei oder drei Parameter erwartet. Der erste Parameter ist die zu prüfende Bedingung, der zweite der „then“-Zweig, der dritte und optionale Parameter der „else“-Zweig.

```
if { $x > 4 } { set x 0 } { incr x }

if { $x > 4 } then {
set x 0
} else {
incr x
}
```

Im ersten Beispiel wurden die Schlüsselwörter „then“ und „else“ weggelassen. Die drei Parameter mussten als Listen mit geschweiften Klammern eingeschlossen werden, da sie mehr als eine Zeichenkette enthalten.

Das zweite Beispiel ist zum ersten identisch. Um etwas übersichtlicher zu sein, wurden die Schlüsselwörter „then“ und „else“ ausgeschrieben und das Kommando einschließlich seiner Parameter über mehrere Zeilen verteilt. Dabei ist es notwendig, dass die öffnenden geschweiften Klammern jeweils in derselben Zeile wie die vorhergehende Zeichenkette stehen, da ja jedes Kommando formal genau eine Zeile einnehmen darf.

Analog zu den Verzweigungsmöglichkeiten gibt es mehrere Möglichkeiten zur Schleifenbildung. Eine davon ist das „for“-Kommando, das vier Parameter besitzt. Auch dieses Beispiel wieder in zwei verschiedenen Schreibweisen:

```
for { set i 1 } { $i < 10 } { incr i } { puts $i }

for { set i 1 } { $i < 10 } { incr i } {
puts $i
}
```

Mit dem Kommando „proc“ können eigene Funktionen definiert werden. Ein Beispiel:

```
proc mult3 { Par1 Par2 Par3 } {
return [ $Par1 * $Par2 * $Par3 ]
}

set a [ mult3 3 4 5 ]
```

Das Kommando „proc“ erwartet drei Parameter. Der erste Parameter gibt den Namen der neuen Funktion an, in diesem Beispiel „mult3“. Der zweite Parameter enthält die Liste der Aufrufparameter, der dritte enthält die eigentliche Funktionsdefinition.

In der darunter liegenden Zeile wird die neue Funktion aufgerufen. Die Funktion „mult3“ multipliziert die drei Zahlen „3“, „4“ und „5“. Das Ergebnis der Funktion, das mit „return“ zurückgegeben wurde, wird mit dem „set“-Kommando der Variablen „a“ zugewiesen.

Für weiter gehende Information kann man die folgenden Weblinks konsultieren:

Deutschsprachige Weblinks

„Einfach Tcl“: <http://wiki.tcl.tk/2548>
Kommentierte Sprachregeln: <http://wiki.tcl.tk/4592>
Einführung als PDF: https://www.bg.bib.de/portale/bes/pdf/Einfuehrung_Tcl.pdf
Forum zu Tcl/Tk: <http://www.self-tcl.de/>
Lernsoftware für Tcl/Tk: <http://www.tcl-coach.de/>

Englischsprachige Weblinks

Tcl/Tk-Hauptseite: <http://www.tcl.tk/>
Wikibooks: Tcl programming: <http://en.wikibooks.org/wiki/Programming:Tcl>
Tcl FAQ: <http://www.faqs.org/faqs/tcl-faq/>
Tcl'ers Wiki & Codebeispiele: <http://wiki.tcl.tk/>

16.2.2 Verwendung von Tcl in LabSoft

Folgende Konzepte sind für das Verständnis der Arbeit des Interpreters,, der im Programm integriert ist, besonders wichtig:

- Beim Programmstart wird der Interpreter automatisch um eine Reihe von Befehlen erweitert, die den Zugriff auf Programmobjekte wie Bilder, Regionen, die Kamera und auf Algorithmen erlauben. Eine Übersicht über diese zusätzlichen Kommandos findet man am Ende dieses Abschnitts.
- Bei der Auswahl des Menüs „MAKROS“ wird das Unterverzeichnis „MACROS“ der LabSoft-Installation nach Makrodateien durchsucht und diese jeweils als eigenständige Menüpunkte angezeigt. Diese Makrodateien können vom Benutzer erstellt werden, wenn er mit Hilfe des Makrorekorders eigene Aktionen aufzeichnen lässt. Zur Aufzeichnung von Makros siehe den Abschnitt 13.9 auf Seite 168.

Es ist möglich, diesen automatisch generierten Makros eigene hinzuzufügen bzw. bestehende zu editieren. Deshalb wird der prinzipielle Aufbau der Makrodateien im folgenden Abschnitt beschrieben.

- Zur Ausführung der Makros im Makroverzeichnis werden Moduldateien verwendet, die die Verbindung zwischen den Makrodateien und den Tcl-Kommandos herstellen. Diese Module befinden sich im Unterverzeichnis „MODULES“ der LabSoft-Installation.

Das Anlegen eigener bzw. das Editieren bestehender Makrodateien, Module und Tcl-Scripte setzt gute Programmierkenntnisse voraus. Bevor mit der Implementierung eigener Routinen begonnen wird, sollte mit TECHNOTEAM Kontakt aufgenommen werden, um gemeinsam eine optimale Lösung der Applikationsprobleme zu finden.

Makros

Ein Quelltextbeispiel einer Makrodatei:

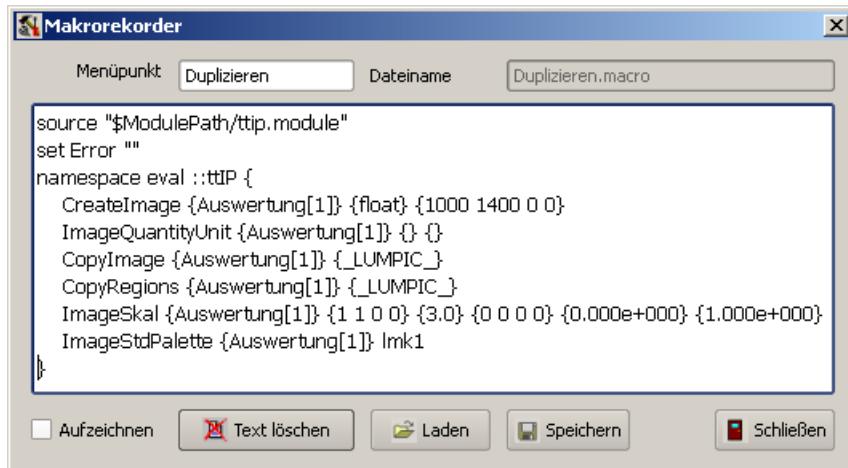
```

 $\gg$  if 0 {
[Macro]
Menu=Duplizieren
}

#Content>
source "$ModulePath/ttip.module"
set Error ""
namespace eval ::ttIP {
    CreateImage {Auswertung[1]} {float} {1000 1400 0 0}
    ImageQuantityUnit {Auswertung[1]} {} {}
    CopyImage {Auswertung[1]} {_LUMPIC_}
    CopyRegions {Auswertung[1]} {_LUMPIC_}
    ImageStdPalette {Auswertung[1]} lmk1
}
#<Content

```

Dateiinhalt



Anzeige im Makrekorder

Die Datei beginnt mit der Zeichenkette „ \gg “, die dem Interpreter sagt, dass die Datei UTF8-kodiert ist. Alle Scriptdateien sind so kodiert, weil dadurch die Verwendung von Wörtern in beliebigen Sprachen möglich ist. Für englischsprachige Texte entspricht die UTF8-Kodierung dem Ascii-Zeichensatz.

Das danach folgende „if“-Kommando wird vom Tcl-Interpreter überlesen, da die Bedingung false ist (if 0). Zwischen der öffnenden und schließenden Klammer wird aber

definiert, dass es sich um eine Makrodatei handelt und der Name des Menüpunkts im Beispiel „Duplizieren“ heißen soll.

Zwischen den beiden Zeichenketten „#Content>“ und „#<Content“ befindet sich der eigentliche Makrotextr, so wie er auch vom Makrorekorder angezeigt wird. Hier sind beliebige Tcl-Kommandos zulässig. Der Makrotextr kann deshalb aus eingebauten Tcl-Kommandos (set Error ““), aus Prozeduraufufen (CreateImage ... ImageStdPalette) und aus Kommandos, um die der Funktionsumfang des Interpreters von TechnoTeam erweitert wurde, bestehen.

Neue Kommandos

Für den Zugriff auf Objekte wie Bilder, Regionen, Statistiken, die Kamera und Algorithmen wurde der Funktionsumfang von Tcl um eigene Kommandos erweitert. Die allgemeine Syntax aller Erweiterungskommandos ist:

Kommando	Subkommando	Parameterliste
----------	-------------	----------------

- **KOMMANDO:** Der Name des neuen Tcl-Kommandos. In den meisten Fällen definiert das Kommando eine Objektklasse.
- **SUBKOMMANDO:** Im Allgemeinen folgt dem Kommando der Name einer Methode der Objektklasse.
- **PARAMETERLISTE:** Es können null, eins oder mehrere Parameter folgen. Die Anzahl und die Bedeutung dieser Parameter hängen vom Kommando und vom Subkommando ab.

Das folgende Kodebeispiel illustriert das soeben Gesagte:

set hImage [TTIMAGE create float 1400 1000] TTIMAGE readFile \$hImage test.pf 1 TTIMAGE delete \$hImage unset hImage

In diesem Beispiel wurde das Kommando „*TTIMAGE*“ verwendet, das in Scripten die Arbeit mit Bildern erlaubt. Mit dem Subkommando „*create*“ wird in der ersten Zeile ein neues Leuchtdichtebild angelegt, dass eine Größe von 1000 Zeilen und 1400 Spalten erhält. Der Funktionsaufruf gibt als Rückgabewert einen Instanzzeiger des neuen Bildes zurück, die in der Tcl-Variablen „*hImage*“ gespeichert wird.

In der zweiten Zeile wird mit dem Subkommando „*readFile*“ der Inhalt einer bestehenden Datei „*test.pf*“ in das Bild „*\$hImage*“ geladen.

In der dritten Zeile wird mit dem Subkommando „*delete*“ das nicht mehr benötigte Bild „*\$hImage*“ gelöscht. Da durch diesen Aufruf die Tcl-Variablen „*hImage*“ erhalten bleibt, wird in der vierten Zeile das Tcl-eigene Kommando „*unset*“ aufgerufen, um die Variable selbst zu beseitigen.

In den folgenden beiden Tabellen findet man eine Liste der derzeit implementierten Kommandos und eine kurze Beschreibung, welche Objekte im Programm damit zur Verfügung

gestellt werden. Die erste Tabelle enthält die Kommandos, die auch unabhängig von der Benutzeroberfläche verwendet werden können.

Kommando	Verwendung
TTIMAGE	Anlegen, Löschen, Laden, Speichern und Bearbeiten von vorhandenen oder selbst erzeugten Bildern.
TTOBJECTLIST	Anlegen, Löschen, Laden, Speichern und Bearbeiten von vorhandenen oder selbst erzeugten Regionenlisten.
TCOORDSYSTEM	Anlegen, Löschen, Laden, Speichern und Bearbeiten von vorhandenen oder selbst erzeugten Koordinatensystemen.
TTOBJSTAT	Anlegen, Löschen, Laden, Speichern und Bearbeiten von selbst erzeugten Objektstatistiken in Bildern und Regionen.
TTIMGPROC	Bildverarbeitungsoperationen wie Addition, Subtraktion usw.
TPROJEQUAL	Verwendung der projektiven Entzerrung in Scripten.
TCOORDTRAFO	Verwendung der Koordinatentransformation in Scripten.
TTCOLOR	Es stehen verschiedene Farbbildalgorithmen zur Verfügung.
TTCOLORDIFF	Berechnung von Farbdifferenzen zwischen Bildern und zwischen einem Bild und einer Farbe.
TTIMAGEDIRECTORY	Zugriff auf Verzeichnisse, die mehrere Bilder enthalten.

Die Kommandos in der zweiten Tabelle greifen auf bestehende Objekte innerhalb des Programms zu.

Kommando	Verwendung
TTLMK4	Zugriff auf die Kamera, die Bildaufnahmeverfahren, auf die Word- und Excelschnittstelle.
TTDISPLAYIMAGETAB	Zugriff auf die Liste der Bildanzeigefenster.
TTDISPLAYIMAGE	Zugriff auf ein einzelnes Bildanzeigefenster, seinen Bildinhalt, die Regionen und das verwendete Koordinatensystem.

Die als Tcl-Kommandos implementierten Methoden stellen nicht den vollständigen Funktionsumfang des gesamten Programms zur Verfügung. Die Tcl-Schnittstelle wurde nur soweit vervollständigt, als es für die Aufzeichnung und Wiedergabe der Makros notwendig war. Bei Bedarf können benötigte Funktionen ergänzt werden.

16 Externe Steuerung des Programms

17 Formate

Im folgenden Kapitel sind die Formate der Daten beschrieben, die für den Austausch mit anderen Programmen von Interesse sein können. Datenformate, die lediglich im Programm LABSOFT Verwendung finden, werden hier nicht dokumentiert.

17.1 Bilder

Bilder können in verschiedenen Formaten gespeichert und gelesen werden. In der folgenden Liste sind sie anhand der Dateiendung sortiert, die das Programm für die Speicherung vorschlägt:

Kamerabilder

Für Kamerabilder, die eine Pixelauflösung von 10 oder 12 Bit haben, stehen zur Verfügung:

- *.PUS Die Abkürzung PUS steht für „PICTURE UNSIGNED SHORT“. Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Binärformat, das im Abschnitt [17.1.1](#) auf Seite [206](#) beschrieben wird.
- *.TIX Dieses Datenformat wurde von TechnoTeam für den internen Gebrauch entwickelt und basiert auf dem Tiff-Standard.
- *.TXT Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Textformat, das im Abschnitt [17.1.2](#) auf Seite [207](#) beschrieben wird.
- *.TIF Es können einige Bilder gelesen werden, die als Tiff-Bilder gespeichert vorliegen. Da das Tiff-Format aber sehr viele unterschiedliche Varianten unterstützt, Können nur Tiff-Bilder geladen werden, deren Tifftags folgende Bedingungen erfüllen:
 - BitsPerSample = 16
 - SamplesPerPixel = 1
 - Compression = No compression
- *.B16 Bei diesen Dateien handelt es sich um Bilder, die im PCO-Bilddatenformat für 12Bit-Bilder gespeichert vorliegen.

Leuchtdichtebild und monochrome Auswertungsbilder

- *.PF Die Abkürzung PF steht für „PICTURE FLOAT“. Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Binärformat, das im Abschnitt [17.1.1](#) auf Seite [206](#) beschrieben wird.

- *.TIX Dieses Datenformat wurde von TechnoTeam für den internen Gebrauch entwickelt und basiert auf dem Tiff-Standard.
- *.TXT Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Textformat, das im Abschnitt [17.1.2](#) auf Seite [207](#) beschrieben wird. Bilder in diesem Format können mit dem Menüpunkt „BILD | SPEICHERN UNTER“ gespeichert und mit dem „BILD | LADEN“ wieder in das Programm geladen werden. Zusätzlich steht mit dem Menüpunkt „BILD | BILD IN TEXTDATEI EXPORTIEREN“ eine weitere Möglichkeit zur Verfügung, Bildinhalte in Textdateien zu übertragen. Diese Exportmöglichkeit wurde im Abschnitt [8.6.3](#) auf Seite [85](#) dokumentiert. Eine Beschreibung dieses Formats enthält der Abschnitt Abschnitt [17.1.4](#) auf Seite [209](#).

Farbbild und farbige Auswertungsbilder

- *.PCF Die Abkürzung PCF steht für „PICTURE COLOR FLOAT“. Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Binärformat, das im folgenden Abschnitt beschrieben wird.
- *.TXT Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes und besonders einfach aufgebautes Textformat, das im Abschnitt [17.1.2](#) auf Seite [207](#) beschrieben wird. Farbbilder werden in diesem Format im RGB-Farbraum gespeichert.
- *.cos Die Abkürzung COS steht für „COLOR SPACE“. Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes Textformat. Im Unterschied zu Bilddateien im Txt-Format, die stets im RGB-Farbraum gespeichert werden, erfolgt hier die Speicherung in dem Farbraum, der in der Bildanzeige für dieses Bild eingestellt ist.

Nicht alle Bilder dieses Typs können auch wieder geladen werden, dazu ist die Möglichkeit der Rückkonvertierung aus dem betreffenden Farbraum nach RGB notwendig. Das Hauptanwendungsgebiet dieses Formats ist deshalb der Export der Bilder in andere Farbinformationen verarbeitende Programme. Das Format wird im Abschnitt [17.1.3](#) auf Seite [208](#) beschrieben.

17.1.1 Binärformate *.pus, *.pf, *.pcf

Diese Bilder bestehen aus einem Header und dem Bildinhalt.

Header

Der Header ist eine nulterminierte Zeichenkette nach dem C-Standard. Die einzelnen Einträge im Header sind durch 0x0D 0x0A voneinander getrennt. Ein Programm, das Bilder dieser Typen einliest, muss dazu die folgenden fünf Einträge auswerten:

```
Typ=Pic98::TPlane<float>
Lines=1000
Columns=1400
FirstLine=3
FirstColumn=8
```

Kamera-, Leuchtdichte- und Farbbilder unterscheiden sich durch ihren Typeintrag:

- KAMERABILDER *.PUS: Typ=Pic98::TPlane<unsigned short>
- LEUCHTDICHTEBILDER *.PF: Typ=Pic98::TPlane<float>
- FARBBILDER *.PCF: Typ=Pic98::TPlane<Pic98::TRGBFloatPixel>

Eine Leseroutine kann diesen Typeintrag auch ignorieren, weil durch die Dateiendung der Dateinhalt eindeutig gekennzeichnet ist.

Alle weiteren Angaben im Header haben für ein externes Leseprogramm keine Bedeutung. Ebenso kann man bei der Erzeugung eines Bildes in diesem Format, das danach von der LMK LABSOFT gelesen werden soll, auf diese Einträge verzichten.

Bildinhalt

Unmittelbar nach dem Header, der mit einem einzelnen Nullbyte beendet wird, beginnt der Bildinhalt. Die Bildpunkte folgen zeilenweise fortlaufend. Die Interpretation eines Pixels ist dabei typabhängig:

- KAMERABILDER *.PUS: Zwei Byte je Pixel im „unsigned short“-Format.
- LEUCHTDICHTEBILDER *.PF: Vier Byte je Pixel im „float“-Format
- FARBBILDER *.PCF: Zwölf Byte je Pixel. Jeweils 3 „float“-Werte für die drei Farben. Die Farbwerte in der Datei liegen in der Reihenfolge Blau - Grün - Rot vor.

Aus der im Header angegeben Größe des Bildes und der Byteanzahl je Pixel kann das lesende Programm die Anzahl der auf den Header folgenden Bytes ermitteln. Im oben angegebenen Beispiel ergibt sich: Byteanzahl = Lines * Columns * 2 = 2800000.

Die Angaben FIRSTLINE und FIRSTCOLUMN spielen für das Einlesen des Bildinhalts keine Rolle. Dieser Versatz des Koordinatenursprungs muss lediglich beachtet werden, wenn der Bildinhalt in Bezug zu einem Koordinatensystem gesetzt werden muss und zum Beispiel Messregionen ebenfalls exportiert und in einem anderen Programm verwendet werden sollen.

17.1.2 Textformat *.txt

Ein Beispiel eines im Textformat gespeicherten Bildes:

float				
204	383	369	499	
3,659068e+002	3,676931e+002	3,694770e+002	...	
3,675441e+002	3,693331e+002	3,711197e+002	...	
3,691783e+002	3,709700e+002	3,727594e+002	...	
...				

17 Formate

In der ersten Zeile ist der Bildtyp kodiert:

- Kamerabilder: *ushort*
- Leuchtdichtebilder: *float*
- Farbbilder: *rgbfloor*

In der zweiten Zeile wird die Bildgröße angegeben: „FirstLine LastLine FirstColumn LastColumn“. Aus diesen Angaben lässt sich die Bildgröße ermitteln.

Ab der dritten Zeile folgt zeilenweise der Bildinhalt. Aufeinanderfolgende Bildpunkte einer Zeile sind durch Tabulatoren voneinander getrennt. Das Dezimaltrennzeichen hängt von den Spracheinstellungen im Betriebssystem ab. Im deutschsprachigen Raum wird ein Komma verwendet, in vielen anderen Ländern ein Punkt.

In Farbbildern stehen die drei Farbwerte eines Bildpunktes im RGB-Farbraum hintereinander. Die Reihenfolge der Farben ist Blau - Grün - Rot.

17.1.3 Farbbildformat *.cos

Im vorigen Abschnitt wurde bereits ein Textformat für Farbbilder vorgestellt. Die Bildpunkte in diesen Dateien liegen stets im RGB-Format vor. Mit dem cos-Format können Bilder in dem Farbraum gespeichert werden, in dem sie im Programm angezeigt werden. Diese Option ist sinnvoll, wenn die Farbwerte in ein anderes Programm importiert werden müssen. Nicht alle Dateien in diesem Format können wieder eingelesen werden, weil einige Farträume nicht invertierbar sind.

Eine Beispieldatei in diesem Format:

```
"ColorSpace" "L*a*b*"  
"RefColor"    "XYZ"      966,3099  1036,17   1689,5899  
rgbfloor  
8           1039       4          1382  
23,848354  118,4457   -26,4505   23,838926  120,026550 ...  
23,984262  120,0575   -26,7038   24,087620  119,872787 ...  
24,167095  119,6843   -26,7634   24,273176  119,389404 ...  
24,316652  119,4463   -26,7805   24,269077  119,919891 ...  
...
```

In der ersten Zeile wird nach dem Schlüsselwort „ColorSpace“ der Farbraum angegeben, in dem die Pixel in der Datei gespeichert wurden. Im Beispiel ist das der Farbraum L* a * b *. In der zweiten Zeile wird nach dem Schlüsselwort „RefColor“ die Referenzfarbe dieses Farbraums angegeben. Diese Angabe besteht aus der Bezeichnung des Farbraums der Referenzfarbe und den drei zugehörigen Farbwerten. Im Beispiel liegen die Farbwerte der Referenzfarbe im Farbraum XYZ vor.

Ab der dritten Zeile entspricht der Dateiaufbau dem eines Farbbildes, das im Txt-Format gespeichert wurde. Im Unterschied zu diesem liegen die Pixelwerte aber in dem Farbraum vor, der in der ersten Zeile der Datei angegeben worden ist. Im Beispiel ist das der Farbraum L* a * b *.

17.1.4 Export von Bildern in einem Textformat mit Koordinatensystem

Im Abschnitt 8.6.3 auf Seite 85 wurde eine Methode beschrieben, wie Bilddaten in einem vorgegebenen Raster im Koordinatensystem in eine Textdatei exportiert werden können. Das erzeugte Datenformat hängt von den beim Export verwendeten Parametern und dem Bildtyp ab. Beispiele für Datenexporte:

Ausgabe als Liste

- Kopfzeilen mit Name und Einheit: aus
- Ausgabe der Koordinaten: aus
- Verwendung des Bildkoordinatensystems: aus

Schwarzweißbild: Je Bildzeile ein Wert eines Pixels

```
9,452e+001
8,867e+001
8,479e+001
8,259e+001
8,192e+001
...
```

Farbbild: Je Bildzeile ein Pixel mit drei Farbwerten (hier im Farbraum Lxy)

```
1,019e+002 5,832e-001 3,837e-001
1,621e+002 6,108e-001 3,692e-001
6,030e+002 6,513e-001 3,440e-001
1,131e+003 6,069e-001 3,891e-001
1,459e+003 6,005e-001 3,973e-001
...
```

Ausgabe als Array

- Kopfzeilen mit Name und Einheit: aus
- Ausgabe der Koordinaten: aus
- Verwendung des Bildkoordinatensystems: aus

Schwarzweißbild: Je Zeile alle Bildpunkte einer Zeile

```
8,388e+001 8,413e+001 ...
8,233e+001 8,257e+001 ...
8,125e+001 8,149e+001 ...
8,062e+001 8,086e+001 ...
8,042e+001 8,066e+001 ...
...
```

Farbbild: Je Zeile alle Bildpunkte einer Zeile, je Pixel drei Farbwerte nebeneinander

17 Formate

1,01e+02	5,83e-01	3,83e-01	1,79e+03	6,39e-01	3,59e-01	...
9,60e+01	6,36e-01	3,32e-01	1,90e+03	6,49e-01	3,46e-01	...
1,10e+02	6,11e-01	3,72e-01	1,16e+03	6,17e-01	3,78e-01	...
1,18e+02	5,74e-01	3,96e-01	6,87e+02	6,61e-01	3,33e-01	...
1,25e+02	6,07e-01	3,62e-01	1,77e+03	6,10e-01	3,86e-01	...
...						

Ausgabe als Liste

- Kopfzeilen mit Name und Einheit: ein
- Ausgabe der Koordinaten: ein
- Verwendung des Bildkoordinatensystems: ein

Farbbild: Je Zeile ein Pixel, zuerst seine Koordinaten (X, Y), danach die Farbwerte (L, x, y)

Y	X	L	x	y
Pixel	Pixel	cd/m ²		
4,000e+000	7,340e+001	1,621e+002	6,108e-001	3,692e-001
4,000e+000	1,468e+002	6,030e+002	6,513e-001	3,440e-001
4,000e+000	2,202e+002	1,131e+003	6,069e-001	3,891e-001
4,000e+000	2,936e+002	1,459e+003	6,005e-001	3,973e-001
4,000e+000	3,670e+002	2,127e+003	6,176e-001	3,802e-001
...				

Ausgabe als Array

- Kopfzeilen mit Name und Einheit: ein
- Ausgabe der Koordinaten: ein
- Verwendung des Bildkoordinatensystems: ein

Schwarzweißbild: Außerhalb des Datenbereichs stehen die Koordinaten

I	I	I
cd	cd	cd
1,000e+001	0,000e+000	-1,000e+001
8,042e+001	8,577e+001	8,192e+001
8,285e+001	8,418e+001	8,040e+001
8,527e+001	8,308e+001	7,935e+001
8,770e+001	8,243e+001	7,873e+001
9,012e+001	8,223e+001	7,854e+001
...		

17.2 Regionenlisten

Regionenlisten können mit dem Menübefehl „REGIONEN | SPEICHERN UNTER“ gespeichert und mit dem Menübefehl „REGIONEN | LADEN“ wieder geladen werden. Beim Laden bestehen die Möglichkeiten, die gelesenen Regionen an die bereits vorhandenen anzuhängen oder die vorhandenen zu überschreiben.

Als Dateiformate stehen zur Verfügung:

- *.CSV Dieses Format ist ein von TechnoTeam entwickeltes Datenformat zum internen Gebrauch.
- *.TXT Dieses Textformat ist besonders einfach gehalten und kann zum Austausch von Regionenlisten mit anderen Programmen verwendet werden. Im Folgenden wird der Aufbau dieses Formats beschrieben.

Eine Beispieldatei im Txt-Format:

```
RegionList
4
Rectangle    11    22    33    44
Line          100   100   100   200
Circle         55    66    27
Polygon        3     111   121   111   133   122   133
```

Die erste Zeile enthält das Schlüsselwort „RegionList“, die zweite die Anzahl der Regionen. Die Parameter jeder Region werden auf einer eigenen Zeile gespeichert. Die Regionentypen werden zu Beginn jeder Zeile in Form einer Zeichenkette angegeben. Möglich sind vier Typen, denen jeweils die Parameter der betreffenden Regionen folgen:

- Rectangle: Dem Schlüsselwort für ein Rechteck folgen die vier Koordinaten x_1, y_1 für die linke obere Ecke und x_2, y_2 für rechte untere Ecke.
- Line: Nach dem Schlüsselwort müssen die Koordinaten der beiden Endpunkte angegeben werden.
- Circle: Ein Kreis wird durch seinen Mittelpunkt x, y und den Radius r definiert.
- Polygon: Erster Parameter eines Polygons ist die Anzahl der Eckpunkte. Danach folgt eine Liste mit den xy-Werten dieser Punkte.

17.3 Messwerttabellen

Mit dem Menüpunkt „TABELLE | SPEICHERN UNTER“ kann eine Messwerttabelle als Text- oder als Bitmapdatei gespeichert werden. In beiden Fällen werden bei der Ausgabe nur die gerade sichtbaren Spalten exportiert. Ein erneutes Einlesen gespeicherter Tabellen in das Programm ist nicht möglich.

Ein Beispiel einer Messwerttabelle:

Stat.Nr.	Bild	Region	Mittelwert	Streuung
1	Leuchtdichtebild	1	76,14	32,36
2	Leuchtdichtebild	2	206,6	225,9
3	Leuchtdichtebild	3	283,2	50,72
4	Leuchtdichtebild	4	176,8	40,97
5	Leuchtdichtebild	5	112,2	11,15

Als Spaltentrenner wird ein Tabulatorzeichen verwendet.

Wie im gesamten Programm hängt die Art des Dezimaltrennzeichens von den Länderereinstellungen im Betriebssystem ab. Im deutschsprachigen Raum wird mit einem Komma gearbeitet, in vielen anderen Ländern ist es ein Punkt. Beim Start übernimmt das Programm die entsprechenden Werte aus dem Betriebssystem.

18 Farbmehr

18.1 Farbräume

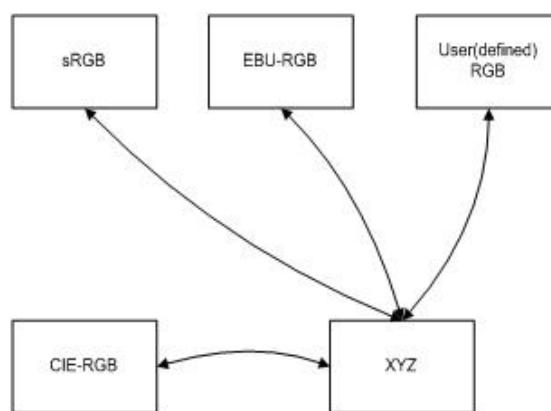
Die Darstellung von Farbkoordinaten in verschiedenen Farbräumen bietet die Möglichkeit, Farbinformationen problemangepasst anzuzeigen. Der im Programm mögliche Wechsel in einen anderen Farbraum z.B. mit dem Menüpunkt „BILD | FARBRAUM“ oder bei der Berechnung der Farbdifferenzen (Menüpunkt „AUSWERTUNG | FARBDIFFERENZ...“) beeinflusst dabei lediglich die Anzeige der Messergebnisse, nicht aber den Inhalt der Farbbilder oder die Lage und Größe der Messregionen.

Die Berechnung der Farbbilder erfolgt im XYZ-FARBRAUM. Deshalb werden in den folgenden Grafiken die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Farbräumen stets beginnend von XYZ dargestellt. Für die bessere Übersichtlichkeit sind die implementierten Farbräume in den folgenden Grafiken gruppenweise geordnet worden.

Bei Bedarf können auf Anfrage weitere Farbräume realisiert werden.

18.1.1 CIE-RGB, sRGB, EBU-RGB, User-RGB

Der Zusammenhang zwischen den RGB-FARBKOORDINATEN und dem XYZ-FARBRAUM wird über eine 3x3-Matrizenmultiplikation hergestellt. Für den USER-RGB-FARBRAUM können die Koeffizienten vom Benutzer selbst eingestellt werden. Im Fall der anderen RGB-FARBRÄUME stehen die Koeffizienten programmseitig fest.



RGB - XYZ

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} R_X & R_Y & R_Z \\ G_X & G_Y & G_Z \\ B_X & B_Y & B_Z \end{bmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

CIE-RGB

$$\begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +2.7689 & +1.7518 & +1.1302 \\ +1.0000 & +4.5907 & +0.0601 \\ +0.0000 & +0.0565 & +5.5943 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R_X & R_Y & R_Z \\ G_X & G_Y & G_Z \\ B_X & B_Y & B_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +0.4185 & -0.1587 & -0.0828 \\ -0.0912 & +0.2524 & +0.0157 \\ +0.0009 & -0.0026 & +0.1786 \end{bmatrix}$$

sRGB

$$\begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +0.4124 & +0.3576 & +0.1805 \\ +0.2126 & +0.7152 & +0.0722 \\ +0.0193 & +0.1192 & +0.9505 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R_X & R_Y & R_Z \\ G_X & G_Y & G_Z \\ B_X & B_Y & B_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & +1.8758 & +0.0415 \\ +0.0557 & -0.2040 & +1.0570 \end{bmatrix}$$

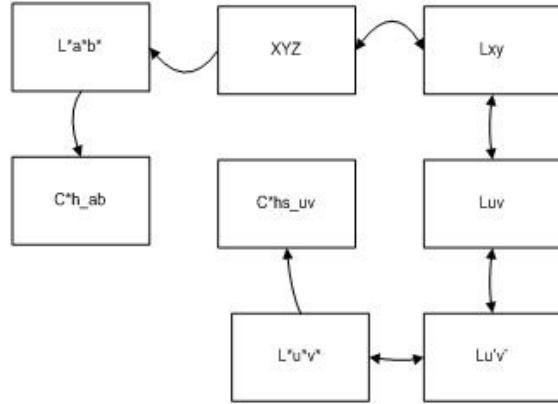
EBU-RGB

$$\begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +0.431 & +0.342 & +0.178 \\ +0.222 & +0.707 & +0.071 \\ +0.020 & +0.130 & +0.939 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R_X & R_Y & R_Z \\ G_X & G_Y & G_Z \\ B_X & B_Y & B_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +3.0596 & -1.3927 & -0.4747 \\ -0.9676 & +1.8748 & +0.0417 \\ +0.0688 & -0.2299 & +1.0693 \end{bmatrix}$$

18.1.2 L_{xy} , L_{uv} , $L_{u'v'}$, $L^*u^*v^*$, $C^*h^*s^*uv$, $L^*a^*b^*$, C^*h^*ab

Für die Farbräume $L^*u^*v^*$ und $L^*a^*b^*$ wird eine Referenzfarbe („Weißpunkt“) benötigt. $C^*h^*s^*uv$ ist kein Farbraum im eigentlichen Sinn sondern nur eine weitere Umrechnung aus dem Farbraum $L^*u^*v^*$. Das gleiche gilt für C^*h^*ab , hier erfolgt die Berechnung von zwei (!) neuen Farbkoordinaten aus $L^*a^*b^*$.



$$L_{xy} = f(XYZ)$$

$$N_{XYZ} = X + Y + Z \quad (\text{Hilfsgroesse})$$

$$L = Y \quad (\text{Leuchtdichte})$$

$$x = \frac{X}{N_{XYZ}}$$

$$y = \frac{Y}{N_{XYZ}}$$

$$z = \frac{Z}{N_{XYZ}} \quad (\text{redundant})$$

Diese Gleichungen haben nur eine Bedeutung für $L = Y > 0$ und $X + Y + Z > 0$.

$$L_{uv} = f(XYZ)$$

$$N_{UV}' = 0.5X + 7.5Y + 1.5Z$$

$$u = \frac{2X}{N_{UV}'}$$

$$v = \frac{3Y}{N_{UV}'}$$

$$L = Y$$

$$\mathbf{L}u'v' = \mathbf{f}(XYZ)$$

$$\begin{aligned} N'_{UV} &= 0.5X + 7.5Y + 1.5Z \\ u' &= \frac{2X}{N'_{UV}} \\ v' &= \frac{4.5Y}{N'_{UV}} \\ L &= Y \end{aligned}$$

$$\mathbf{L}^*u^*v^* = \mathbf{f}(\mathbf{Lu}'v')$$

$$\begin{aligned} L^* &= \begin{cases} 116 \left(\frac{L}{L_{Ref}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 & \text{fuer } \frac{L}{L_{Ref}} > 0.008856 \\ 903.3 \frac{L}{L_{Ref}} & \text{fuer } \frac{L}{L_{Ref}} \leq 0.008856 \end{cases} \\ u^* &= 13(L^*)(u' - u'_{Ref}) \\ v^* &= 13(L^*)(v' - v'_{Ref}) \end{aligned}$$

Es wird eine Referenzfarbe benötigt („Weißpunkt“), diese Referenzfarbe muss in Lu'v' vorliegen.

$$\mathbf{C}^* \mathbf{h}^* \mathbf{s}_{uv}^*$$

$$\begin{aligned} C^* &= \left((u^*)^2 + (v^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ h_{uv}^* &= \arctan \left(\frac{v^*}{u^*} \right) \\ s_{uv}^* &= \frac{C^*}{L^*} \end{aligned}$$

$$\mathbf{L}^* \mathbf{a}^* \mathbf{b}^*$$

$$\begin{aligned} L^* &= \begin{cases} 116 \left(\frac{Y}{Y_{Ref}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 & \text{fuer } \frac{Y}{Y_{Ref}} > 0.008856 \\ 903.3 \frac{Y}{Y_{Ref}} & \text{fuer } \frac{Y}{Y_{Ref}} \leq 0.008856 \end{cases} \\ a^* &= 500 \left(f \left(\frac{X}{X_{Ref}} \right) - f \left(\frac{Y}{Y_{Ref}} \right) \right) \\ b^* &= 200 \left(f \left(\frac{Y}{Y_{Ref}} \right) - f \left(\frac{Z}{Z_{Ref}} \right) \right) \\ \text{mit } f(t) &= \begin{cases} t^{\frac{1}{3}} & \text{fuer } t > 0.008856 \\ 7.787 * t + \frac{16}{116} & \text{fuer } t \leq 0.008856 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\mathbf{C}^* \mathbf{h}^*_{\text{ab}}$$

$$C^* = \left((a^*)^2 + (b^*)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

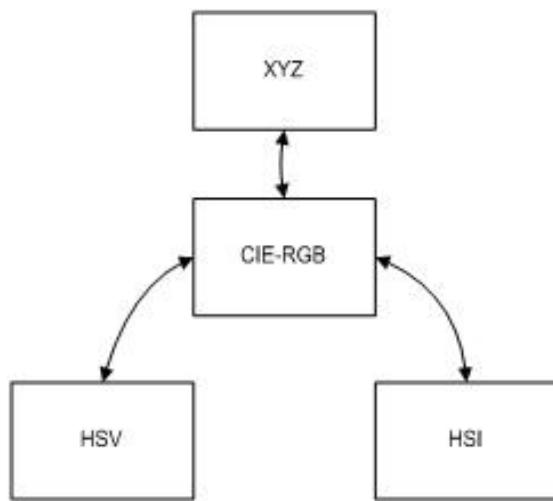
$$h_{ab} = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

18.1.3 HSL-Farbräume wie HSI und HSV

HSL: Hue, Saturation, Lightness

HSV: Hue, Saturation, Value

HSI: Hue, Saturation, Intensity



HSV (Travis)

$$Max = \max(R, G, B)$$

$$Min = \min(R, G, B)$$

$$S = \frac{Max - Min}{Max}$$

$$V = Max$$

Der Farbwert H wird als Winkel zwischen 0° und 360° angegeben, was seine Berechnungsvorschrift etwas kompliziert:

$$N = Max - Min$$

$$R' = \frac{Max - R}{N}$$

$$G' = \frac{Max - G}{N}$$

$$B' = \frac{Max - B}{N}$$

- (1) $H = \text{undefined}$ | $S = 0$
- (2) $H = 60^\circ(5 + B')$ | $R = \text{Max}, G = \text{Min}$
- (3) $H = 60^\circ(1 - G')$ | $R = \text{Max}, B = \text{Min}$
- (4) $H = 60^\circ(R' + 1)$ | $G = \text{Max}, B = \text{Min}$
- (5) $H = 60^\circ(3 - B')$ | $G = \text{Max}, R = \text{Min}$
- (6) $H = 60^\circ(3 + G')$ | $B = \text{Max}, R = \text{Min}$
- (7) $H = 60^\circ(5 - R')$ | $B = \text{Max}, G = \text{Min}$

HSI (Gonzalez, Woods)

$$RGB = R + G + B$$

$$RG = R - G$$

$$RB = R - B$$

$$GB = G - B$$

$$a = \min(R, G, B)$$

$$I = \frac{RGB}{3}$$

$$S = 1 - \frac{3*a}{RGB}$$

$$H = \begin{cases} \text{bedeutungslos} & S = 0 \\ \arccos \frac{0.5*(RG+RB)}{\sqrt{RG^2+RB*GB}} & S > 0 \cap B < G \\ 360^\circ - \arccos \frac{0.5*(RG+RB)}{\sqrt{RG^2+RB*GB}} & S > 0 \cap B > G \end{cases}$$

18.1.4 WST-Farbraum

Hier wurden die iterativen Berechnungsvorschriften für die DOMINANTE WELLENLÄNGE „W“ und die SÄTTIGUNG „S“ mit der iterativen Berechnungsvorschrift für die Berechnung der FARBTEMPERATUR „T“ zu einem „FARBRAUM“ mit drei Farbkoordinaten zusammen gefasst. Da es sich bei allen drei Algorithmen um iterative Verfahren handelt, können hier auch keine geschlossenen Gleichungen präsentiert werden.

Es ist aber wichtig zu wissen, dass die dominante Wellenlänge und die Sättigung von einer Referenzfarbe im Lxy-Farbraum abhängen, während die Farbtemperatur direkt aus den xy-Farbkoordinaten berechnet wird, also keine Referenzfarbe benötigt.

Referenzliteratur: Wyszecki, G.; Stiles, W.S.: Color Science: concepts and methods, quantitative data and formulae. Second Edition, Wiley, New York, 1982

18.1.5 LWS-Farbraum

In diesem Farbraum werden die Leuchtdichte L, die dominante Wellenlänge W und die Farbsättigung S zusammen angezeigt.

18.1.6 Lrg-Farbraum

Für den Farbraum Lrg wurde die Leuchtdichte L mit den beiden Farbkoordinaten r und g kombiniert, die aus dem Farbraum CIE-RGB berechnet werden können:

$$\begin{aligned} L &= 1,0000 * R + 4,5907 * G + 0,0601 * B \\ r &= \frac{R}{R+G+B} \\ g &= \frac{G}{R+G+B} \end{aligned}$$

18.2 Farbabstände

Alle Farbabstände sind Gleichungen, die einen farblichen Unterschied in den Farbkoordinaten in einem bestimmten Farbraum in eine skalare Zahl abbilden. Bei Bedarf können auf Anfrage weitere Farbabstandsmaße realisiert werden.

$$\Delta E(L^* u^* v^*)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_R^*)^2 + (u^* - u_R^*)^2 + (v^* - v_R^*)^2}$$

$$\Delta E(L^* a^* b^*)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_R^*)^2 + (a^* - a_R^*)^2 + (b^* - b_R^*)^2}$$

$$\Delta E(L^* a^* b^*, A, B, C)$$

$$\Delta E = \sqrt{A (L^* - L_R^*)^2 + B (a^* - a_R^*)^2 + C (b^* - b_R^*)^2}$$

Der „normale“ Farbabstand im L^{*}a^{*}b^{*}-Farbraum ist ein Sonderfall dieses neuen Farbabstands mit A=B=C=1

$$\Delta E(L' u' v', A, B)$$

$$\Delta E = \begin{cases} \sqrt{A ((u' - u'_R)^2 + (v' - v'_R)^2) + B \left(\frac{L - L_R}{L_R}\right)^2} & \text{fuer } L_R > 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$L_2(Lxy)$$

$$L_2 = \sqrt{(x - x_R)^2 + (y - y_R)^2}$$

$$L_{oo}(Lxy)$$

$$L_\infty = \max (abs(x - x_R), abs(y - y_R))$$

19 Tastaturkürzel

Nach dem Drücken der Alt-Taste wird im Hauptmenü jeweils ein Buchstabe unterstrichen, mit dem der entsprechende Menüpunkt über die Tastatur erreicht werden kann. Zum Beispiel kann man den Menüpunkt „BILD | LADEN“ auch über das Menü mit „ALT-B, ALT-L“ öffnen.

In komplexeren Dialogen kann dieser Mechanismus ebenfalls verwendet werden. Wird zum Beispiel im Dialog „NACH MS-WORD EXPORTIEREN“ die Alt-Taste gedrückt, dann ist danach die Wirkung des Drückens der Tastenkombination „ALT-D“ identisch mit dem Drücken des Knopfes „DOKUMENT ÖFFNEN“.

Zusätzlich zur Bedienung der Menüs und Dialoge über die Tastatur gibt es weitere, davon unabhängige Tastaturkommandos, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind:

Tastaturkürzel	Menüpunkt bzw. Funktion
Ctrl+N	Protokoll Neu
Ctrl+O	Protokoll Öffnen
Ctrl+S	Protokoll Speichern unter
Alt+F4	Protokoll Programmende
F7	Kamera Live
Shift-F7	Kamera Freeze
Alt-F7	Kamera Grab
Ctrl-F7	Kamera Belichtungszeit
F6	Aufnahme MultiPic
Shift-F6	Aufnahme HighDyn
Alt-F6	Aufnahme ColorHighDyn
Ctrl-F6	Aufnahme Eigenschaften
F8	Im Belichtungszeitdialog: Heller
Shift-F8	Im Belichtungszeitdialog: Dunkler
F3	Auswertung Statistiken bzw. Bildkontextmenü Statistiken
Alt-1 ... Alt-9	Makro Benutzerdefiniertes Makro
Ctrl-Z	Regionen Rückgängig
Ctrl-Y	Regionen Wiederholen
Ctrl-A	Regionen Alle auswählen
Ctrl-D	Regionen Alle demarkieren
Ctrl-S	Bildansicht Skalierung Über Dialog

19 Tastaturkürzel

Tastaturkürzel	Menüpunkt bzw. Funktion
Ctrl-Del	Bildkontextmenü Punkt löschen
Ctrl-Ins	Bildkontextmenü Punkt einfügen
Del	Bildkontextmenü Löschen
Ctrl-F	Bildkontextmenü Füllen
Ctrl-C	Bildkontextmenü Kopieren
Ctrl-V	Bildkontextmenü Einfügen und Ersetzen
Ctrl-W	Bildkontextmenü Einfügen und Anhängen
Ctrl-I	Bildkontextmenü Bildinhalt einfügen
Esc	Bildkontextmenü Standardcursor
Ctrl-Plus	Bild oder Grafik vergrößern
Ctrl-Minus	Bild oder Grafik verkleinern
Cursortasten	Angezeigten Bildausschnitt ändern
Ctrl-Cursortasten	Markierte Regionen oder Grafik verschieben, im Dialog „ZUORDNUNG DER FENSTER“ Verschiebung des markierten Fensters
F9	Programmansicht Anordnen
F1	Hilfe Handbuch