

FAQ

Anwenderseminar 2004

www.technoteam.de



Inhaltsverzeichnis

FAQ	1
Inhaltsverzeichnis	2
1 Bedienelemente der LMK 2000 Software	4
2 Bedienphilosophie der LMK 2000 Software	5
3 Aufnahme von Bilddaten	10
3.1 Ständiger Bildeinzug (Live-Mode).....	10
3.2 Die Aufnahmemodi Single- und MultiPic bzw. Einzel- und (Mehrfachmessung)..	11
3.3 Der HighDyn-Algorithmus	12
4 Messungen an kleinen Strukturen (Nachtdesign)	13
4.1 Schnittdarstellung und Liniencursor	13
4.2 Auswertung von Leuchtdichteaufnahmen mit Inspektoren	14
5 Erfassung und Auswertung von Aufnahmeserien	17
5.1 Aufnahme einer Messreihe	17
5.2 Zeitgesteuerte Aufnahmeserien	19
5.3 Die zeitgesteuerte Aufnahmeserie in Verbindung mit der Zeitstatistik.....	20
5.4 Bildkonvertierung und Exportieren von Messreihen.....	21
6 Zusammenfügen von Bildern	22
6.1 Automatisches Zusammensetzen von Bildern	22
6.2 Manuelles Kopieren und Zusammensetzen von Regionen.....	23
7 Zeitstatistik	25
8 Moduliertes Licht	27
9 Messung der Farbe und ähnlichsten Farbtemperatur	28
9.1 Neuer Funktionsumfang: Farbbildaufnahme	28
9.2 Arbeiten mit Farbbildern.....	29
10 Verwenden von Filtervorsätzen	30
11 Messungen an schmalbandigen Strahlungsquellen	31
11.1 Berechnung von spektralen Korrekturfaktoren.....	31
11.2 Messung von spektralen Korrekturfaktoren.....	32
12 Konoskopisches Objektiv	34
12.1 Strukturen mit konstanten Ausstrahlcharakteristiken	34
12.2 Größere Bereiche mit Feinstruktur	34
13 Die projektive Entzerrung	36
14 Isolinien und Isoflächendarstellung	38

15	Veränderungen am Koordinatensystem	40
15.1.1	Eigenschaften des Koordinatensystems berechnen lassen.....	42
16	Bestimmung der Beleuchtungsstärke	44
16.1	Beleuchtungsstärkeverteilung auf beleuchteten Flächen.....	44
16.2	Zusatzpaket für Dreibildaufnahme	45
16.2.1	Grundansatz	46
16.2.2	Beleuchtung der Passpunkte.....	46
16.2.3	Ablauf der Dreibildaufnahme	47
16.3	Blendungsbewertung.....	48
16.3.1	Ermittlung der Schleierleuchtdichte	48
16.3.2	Blendungsbewertung nach UGR (unified glare ratio).....	50
17	Stichwortverzeichnis	52

1 Bedienelemente der LMK 2000 Software

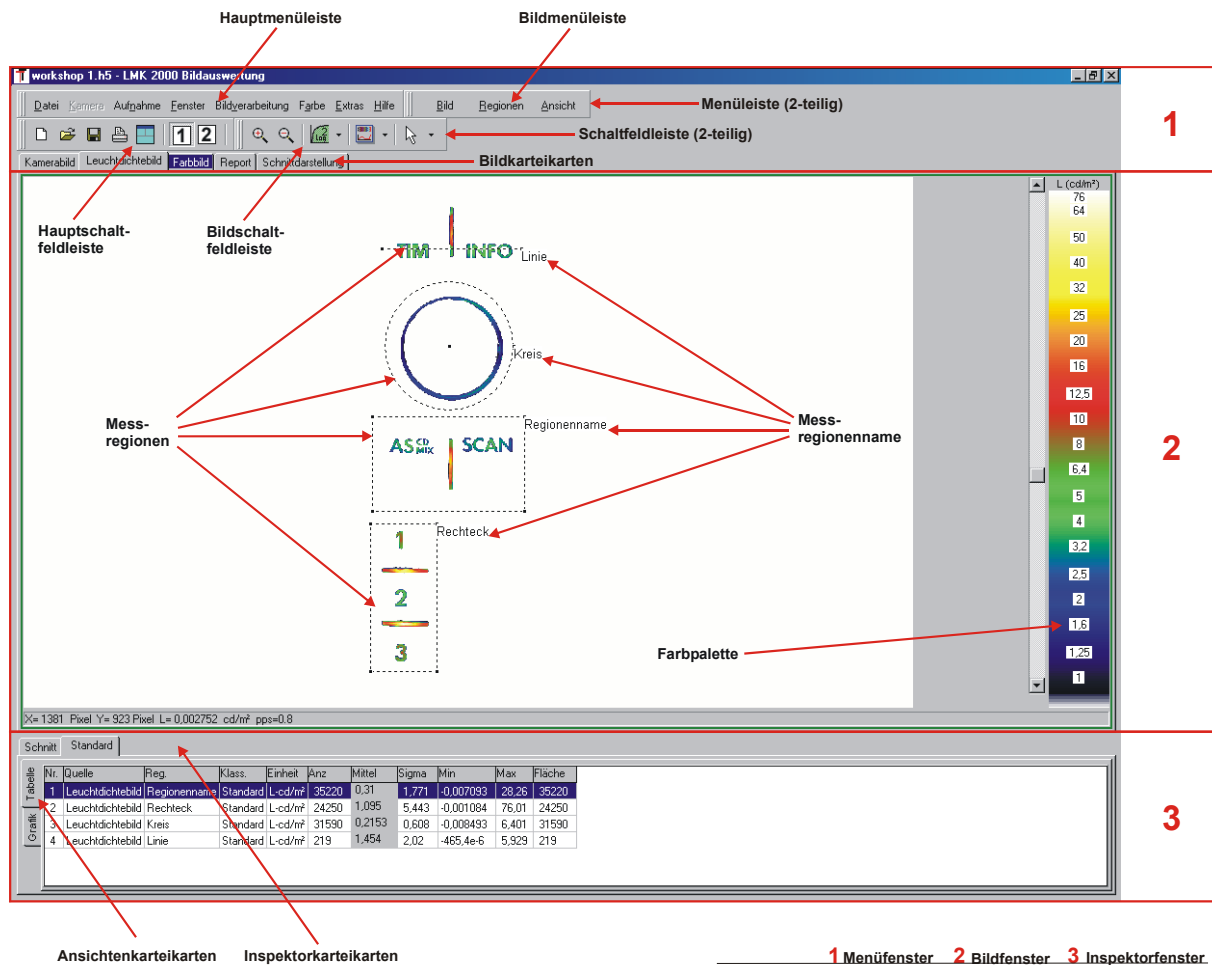
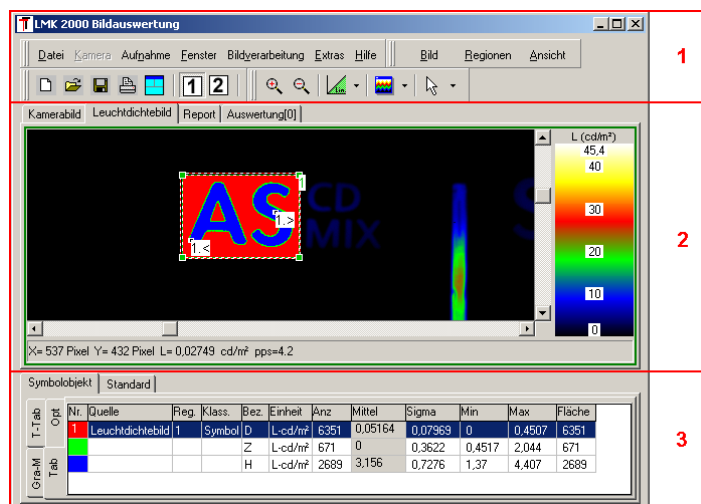


Abbildung 1.1: Position der Bedienelemente

2 Bedienphilosophie der LMK 2000 Software

Das nach dem Programmstart angezeigte Hauptfenster ist dreigeteilt:

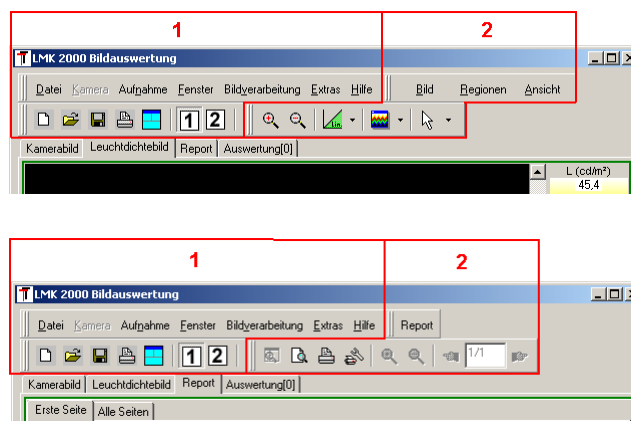


1. Im oberen Teil findet man das Menü und eine Schaltfeldleiste, auf deren Knöpfen einige wichtige und häufiger benötigte Operationen auswählbar sind.
2. Im mittleren Teil wird ein Karteikasten angezeigt, in dem man zwischen den verschiedenen Bildern und der Reportansicht hin- und herschalten kann.
3. Im unteren Teil werden im Inspektorkarteikasten statistische Ergebnisse angezeigt.



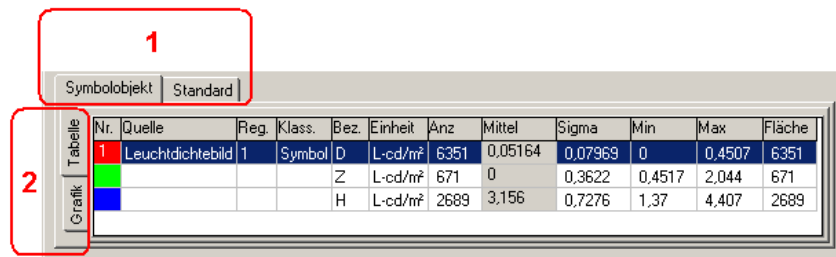
Wenn diese Dreiteilung einmal nicht mehr existiert, kann sie mit dem links stehenden Schaltfeld oder dem Menüpunkt **Fenster.Anordnen** oder der Funktionstaste F9 wiederhergestellt werden.

Die Menü- und die Schaltfeldleiste sind zweigeteilt:



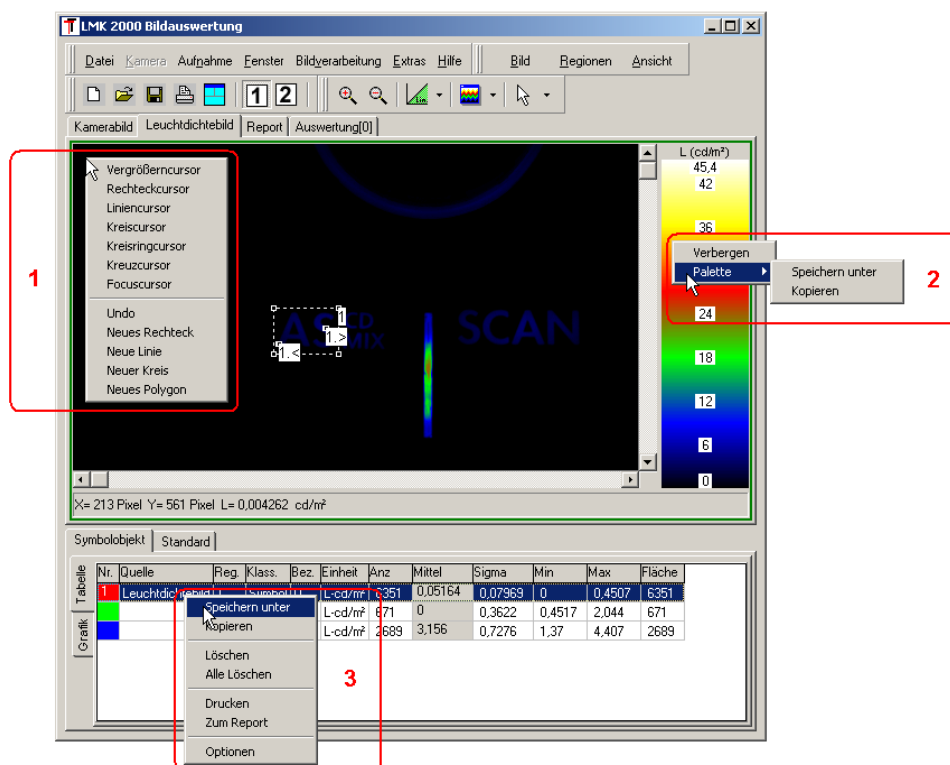
1. Im linken Abschnitt findet man Befehle, die das Verhalten des Programms als ganzes beeinflussen, z.B. das Laden und Speichern von Protokollen, die Aufnahme neuer Bilder, Anlegen und Löschen weiterer Auswertungsbilder, verschiedene Auswertungsmethoden.
2. Die Menüpunkte und Schaltfelder im rechten Abschnitt beziehen sich auf das, im mittleren Teil angezeigte Bild oder den Report. Dieser Teil des Menüs ändert deshalb sein Aussehen, wenn ein anderes Bild oder der Report angezeigt wird.

Der Inspektorkarteikasten im unteren Teil des Programms enthält eine zweifache Schachtelung der Anzeigemöglichkeiten:



1. Am oberen Rand findet man die Möglichkeit der Umschaltung zwischen verschiedenen statistischen Auswertungsverfahren.
2. Am linken Rand kann man für das jeweils sichtbare Verfahren zwischen verschiedenen Ansichten wählen.

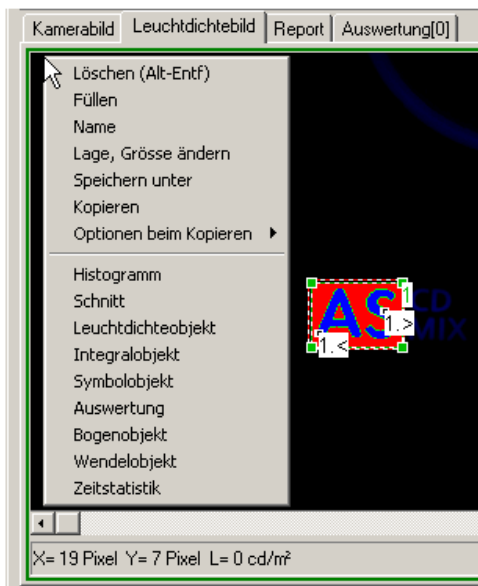
Nahezu jede Ansicht im Programm verfügt über ein eigenes Kontextmenü, das durch Drücken der rechten Maustaste geöffnet werden kann, wenn sich die Maus über der entsprechenden Ansicht befindet.



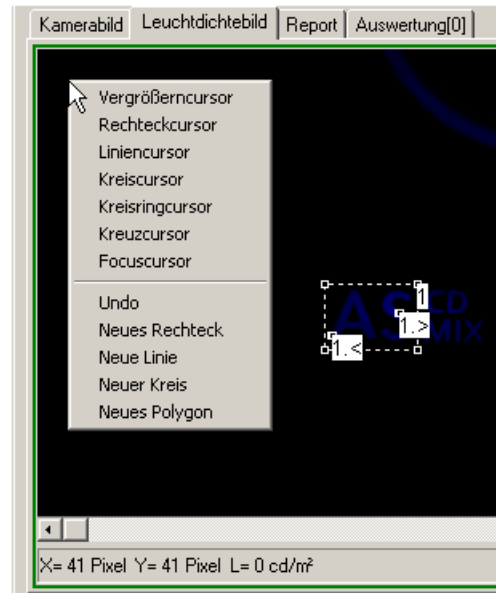
1. Kontextmenü des Bildes
2. Kontextmenü der Farbpalette
3. Kontextmenü des Inspektorfensters

In der Bildansicht ändert sich das Aussehen des Kontextmenüs zusätzlich in Abhängigkeit davon, ob eine Messregion markiert wurde oder nicht:

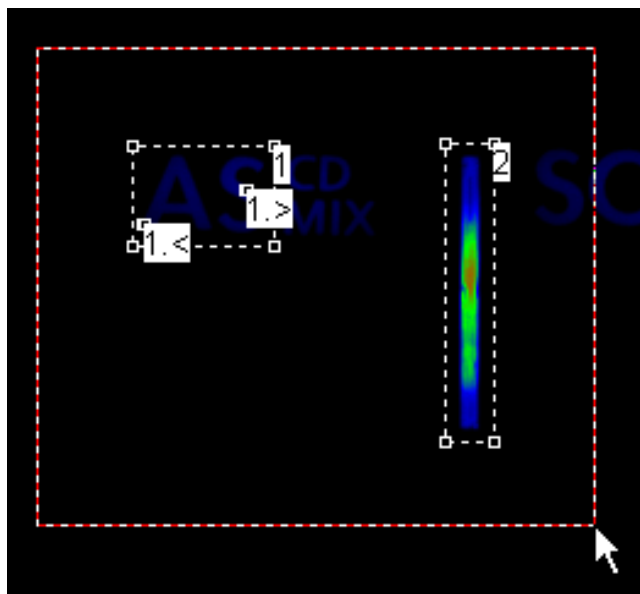
Mit markierter Region:



Ohne markierte Region



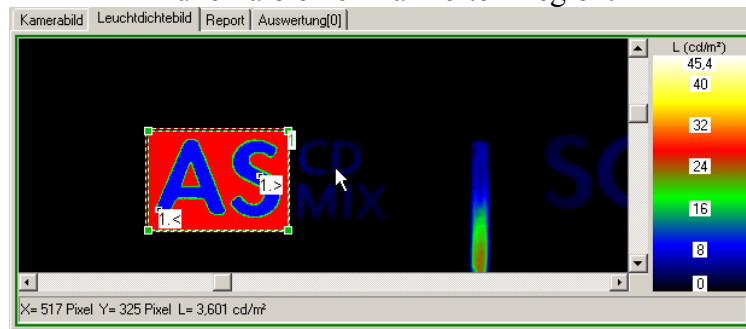
1. Eine Region kann markiert werden, indem man mit der Maus auf sie fährt und dort mit der linken Maustaste auf sie drückt.
2. Die Markierung einer Region kann entfernt werden, indem man mit der Maus auf eine andere Stelle des Bildes fährt und dort mit der linken Maustaste klickt.
3. Der Markierungszustand einer Region kann gewechselt werden (Markiert → nicht markiert oder nicht markiert → markiert), indem man mit gedrückter Umschalttaste auf die Region klickt (sogenanntes Shift-Klick).
4. Man kann mehrere Regionen zusammen markieren, indem man mit gedrückt gehaltener linker Maustaste ein umschreibendes Rechteck um diese Regionen zeichnet. Diese Funktion kann auch mit Shift-Klicks ausgeführt werden.



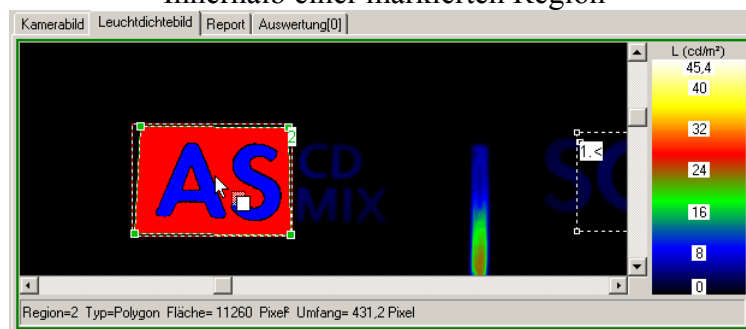
Im Normalfall werden in der Statuszeile die Position des Mauszeigers im Bild und die Leuchtdichte an dieser Stelle angezeigt. Befindet sich der Mauszeiger innerhalb einer markierten Region, auf einem Konturpunkt oder in der Nähe einer Konturlinie einer markierten Region, dann wird die Anzeige geändert. Bei Verwendung des Rechteck-, Kreis-, Linien-

oder Kreisringcursor wird statt dem Pixelwert der Mittelwert der betreffenden Region angegeben.

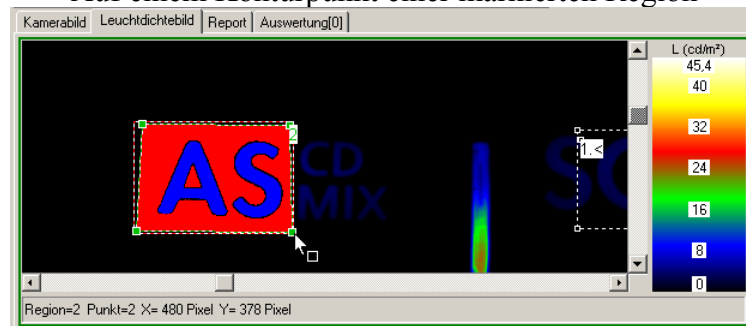
Außerhalb einer markierten Region:



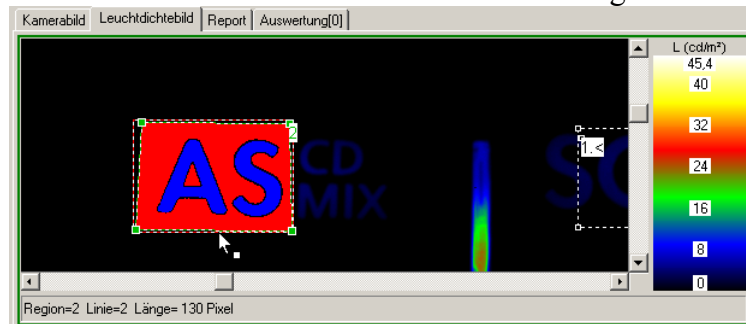
Innerhalb einer markierten Region



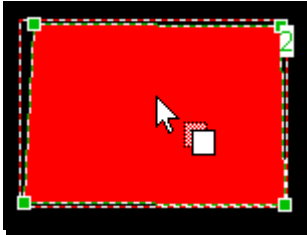
Auf einem Konturpunkt einer markierten Region



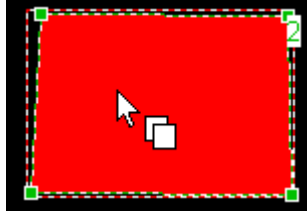
Auf der Konturlinie einer markierten Region:



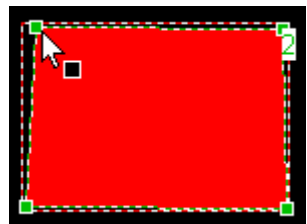
Wenn eine Region markiert ist, dann wird durch die Änderung des Mauszeigers signalisiert, dass an bestimmten Stellen jetzt andere Mausaktionen möglich sind.



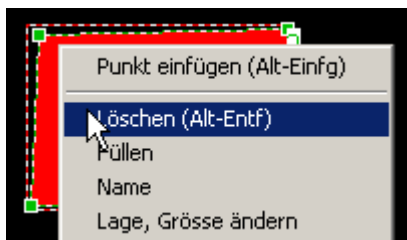
Befindet man sich über der Region, dann wird der Region-Verschieben-Cursor angezeigt. Drückt man jetzt die linke Maustaste und bewegt mit gedrückter Taste die Maus, dann kann die Region an eine andere Stelle bewegt werden.



Drückt man in diesem Mode zusätzlich die Umschalt-(Shift-) Taste, dann wird der Region-Duplizieren-Cursor angezeigt. Drückt man jetzt die linke Maustaste und bewegt mit gedrückter Taste die Maus, dann kann eine neue Region mit gleicher Größe an einer anderen Stelle erzeugt werden.



Befindet man sich mit der Maus über einem Eckpunkt einer markierten Region, dann wird der Punkt-Verschieben-Cursor angezeigt. Drückt man jetzt die linke Maustaste und bewegt mit gedrückter Taste die Maus, dann wird nur dieser Punkt an eine andere Stelle bewegt. Für Messregionen vom Typ Polygon ist die Anzahl der Eckpunkte variabel.



Enthält die Kontur des Polygons mehr als drei Eckpunkte, dann dürfen Eckpunkte gelöscht werden. Deshalb enthält das Kontextmenü den zusätzlichen Menüpunkt „Punkt löschen“.



Für Regionen vom Typ Polygon gibt es zusätzlich den Punkt-Einfügen-Cursor. Er wird angezeigt, wenn man sich mit dem Mauscursor über einer Kante einer markierten Region befindet. Klickt man an dieser Stelle auf die rechte Maustaste, dann erscheint im Kontextmenü der zusätzliche Menüpunkt „Punkt einfügen“.

Maus nahe an kleinem Objekt:
Punkt-Verschieben-Cursor:



Für sehr kleine Messregionen liegen die Eckpunkte sehr nahe zusammen und es ist schwierig, Messregionen zu verschieben, weil man im Innern der Region keinen Bereich findet, in dem der Region-Verschieben-Cursor angezeigt wird. In diesem Fall kann man die Region mit der Maus auch „außerhalb“ anfassen, weil der „Fangbereich“ des Region-Verschieben-Cursors größer als der des Punkt-Verschieben-Cursors ist.

Maus etwas weiter weg: Region-Verschieben-Cursor :



3 Aufnahme von Bilddaten

3.1 Ständiger Bildeinzug (Live-Mode)

Als Hilfestellung für das Einrichten des Messaufbaus bietet sich die Aktivierung des ständigen Bildeinzuges (Live-Mode) an (s. *Hdb. Pkt. 2.1 ff.*). Wird dieser aktiviert, erscheint im nächsten Schritt ein Dialogfeld zum Einstellen der Integrationszeit. Die Einstellung der Integrationszeit kann nun in Echtzeit erfolgen. Übersteuerte Bildbereiche werden im Live-Bild durch rot markierte Pixel dargestellt. Desweiteren wird die so getätigte Festlegung der Integrationszeit für alle folgenden Aufnahmen im Single- (Einzelbild) oder MultiPic-Algorithmus (Mehrfachmessung) übernommen. Dies gilt nur bei Deaktivierung der **automatischen Regelung im Livemode** im Dialogfeld **Integrationszeit** (Funktions-taste: **Strg+F8**).

Prozedur: HOW TO ... ?

Ständiger Bildeinzug (Live-Mode)	
<ul style="list-style-type: none">• Einschalten	Hauptmenüleiste: Kamera → Live (alt.) Hauptschaltfeldleiste: Ständigen Bildeinzug einschalten (Funktionstaste: F7)
<ul style="list-style-type: none">• Integrationszeit ändern	im Anschluss im Dialogfeld: Integrationszeit betätigen der Wippschalter (Funktionstaste: F8 bzw. Shift+F8) Hauptmenüleiste: Kamera → Integrationszeit (Funktionstaste: Strg+F7) (alt.) Hauptschaltfeldleiste: Integrationszeit ändern

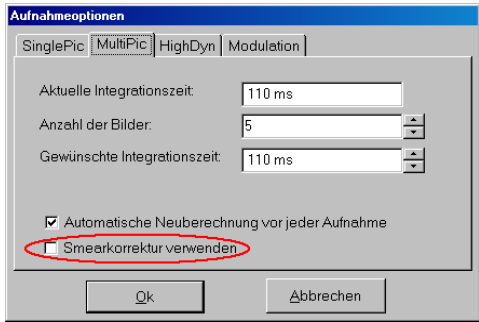
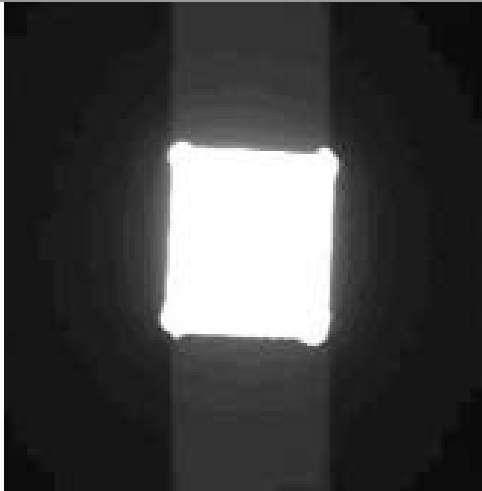
The screenshot shows a software menu with 'Live' selected (F7). Other options include 'Freeze' (Shift+F7), 'Integrationszeit' (Ctrl+F7), 'Objektivwechsel', and 'Rekalibrierung'. Below the menu is a dialog box titled 'Integrationszeit' with three input fields: 'Grösste Integrationszeit' (15 s), 'Aktuelle Integrationszeit' (2 ms), and 'Kleinste Integrationszeit' (90 µs). There are also buttons for 'Heller (F8)' and 'Dunkler (Shift-F8)', a checkbox for 'Automatische Regelung im Livemode (Strg-F8)', and a 'Schließen' button.

Hinweis: Das Einrichten der Messanordnung und das Einstellen der Schärfe kann zunächst unter Laborlicht durchgeführt werden. Die Wahl der Integrationszeit erfolgt dann im abgedunkelten Versuchslabor!

3.2 Die Aufnahmemodi Single- und MultiPic bzw. Einzel- und (Mehrfachmessung)

Für Leuchtdichtebildaufnahmen mit festen Integrationszeiten stehen dem Nutzer zwei Aufnahmeverfahren zur Verfügung. Das ist der SinglePic-Algorithmus, bei dem ein einzelnes Bild aufgenommen wird und der MultiPic-Algorithmus, welcher eine Mehrfachmessung bei gleichbleibender Belichtungszeit realisiert. Der Gedanke hinter der Mehrfachmessung ist es, aus mehreren Aufnahmen ein Bild zu berechnen, um auftretendes Rauschen über eine Messwertmittelung zu minimieren. Ein Anwendungsgebiet ist die Vermessung von Lampen mit moduliertem Licht.

Prozedur: HOW TO ... ?

SinglePic-Algorithmus bzw. MultiPic-Algorithmus	
<ul style="list-style-type: none">Einschalten	Hauptmenüleiste: Aufnahme → SinglePic bzw. MultiPic (alt.) Hauptschaltfeldleiste: SinglePic-Algorithmus bzw. MultiPic-Algorithmus (Funktionstaste: F6)
<ul style="list-style-type: none">Einstellen der Bildanzahl bei Mehrfachmessung	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Optionen Dialogfeld: Aufnahmeoptionen Karteikarte: MultiPic (s. Hdb. Pkt. 3.8)
	
<p>Tipp: Ab der Version LMK98-2 Seriennummern DXP 1466 ist eine Korrektur des Smear-Effekts möglich und wurde in diesen Dialog integriert. Mit der Option Smearkorrektur verwenden kann sie ein- bzw. ausgeschaltet werden!</p> <p>Als Smear wird ein Effekt bezeichnet, der bei der Verwendung von kleinen Integrationszeiten für sehr hohe Leuchtdichten auftritt. Im Bild sind senkrechte helle Streifen zu beobachten</p>	

3.3 Der HighDyn-Algorithmus

Sobald die zu vermessende Szene einen sehr hohen Dynamikbereich hat (große Unterschiede der Leuchtdichten im Bild), empfiehlt sich die Verwendung des HighDyn-Algorithmus. In diesem Verfahren wird ein Leuchtdichtebild aus mehreren Einzelaufnahmen mit unterschiedlichen Integrationszeiten zusammengesetzt.

Prozedur: HOW TO ... ?

HighDyn-Algorithmus	
<ul style="list-style-type: none">Einschalten	Hauptmenüleiste: Aufnahme → HighDyn (alt.) Hauptschaltfeldleiste: HighDyn-Algorithmus (Funktionstaste: Shift+F6)
<ul style="list-style-type: none">Integrationszeitintervall ändern	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Optionen Dialogfeld: Aufnahmeoptionen Karteikarte: HighDyn (s. Hdb. Pkt. 3.8)

Aufnahmeoptionen

SinglePic | MultiPic | **HighDyn** | Modulation

Aktuelle Integrationszeit: 10 ms

Minimale Integrationszeit: 90 µs

Maximale Integrationszeit: 110 ms

Zeitverhältnis: 3

Automatische Neuberechnung vor jeder Aufnahme

Smearkorrektur verwenden

Ok Abbrechen

4 Messungen an kleinen Strukturen (Nachtdesign)

Als Beispiel zur Erläuterung dieser Messaufgabe wird hier die Leuchtdichtemessung von hinterleuchteten Symbolen aus dem Nachtdesign der Automobilindustrie untersucht. Neben einer scharfen Abbildung des Objektes auf der Bildebene ist es wichtig, die zu bestimmende leuchtende Fläche so groß wie möglich auf der Empfängermatrix abzubilden. Denn für die richtige Erfassung der Leuchtdichte ist eine Mindestanzahl von Bildpunkten (Pixel) je Strukturbreite erforderlich. Als minimale Bildpunktzahl haben sich 5 Pixel zur Bildung eines sogenannten Pixelplateaus herausgestellt. Sinnvoll für die Erfassung sind jedoch 10 Pixel, aufgrund der endlichen Schärfe des Objektivs in Kombination mit dem verursachten Fehler durch eine ungenaue Justierung des Versuchsaufbaus.

4.1 Schnittdarstellung und Liniencursor

Als Hilfsmittel, um die Abbildung scharf zu stellen, kann die Schnittdarstellung entlang einer Linie oder der Liniencursor (s. *Hdb. Pkt. 9.3*) in Verbindung mit dem Live-Mode (s. *Hdb. Pkt. 2.1 ff.*) gewählt werden. Diese Methode ermöglicht es, die Bildung der Pixelplateaus während der Scharfstellung der Kamera auf das Objekt, mitzuverfolgen.

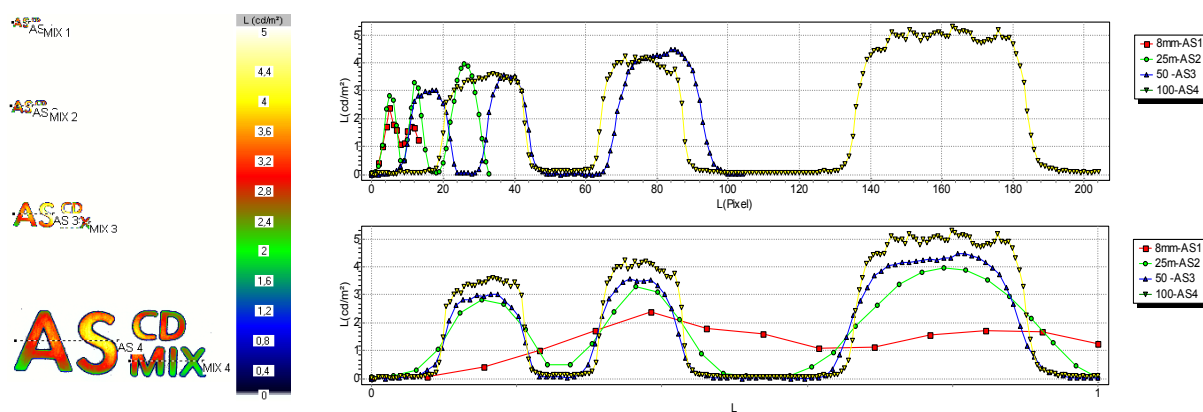


Abbildung 4.1: Schnittdarstellung für das Symbol: "AS" bei unterschiedlichen Auflösungen.
oben rechts: skaliert auf die belichteten Pixel; unten rechts: normiert auf die Breite des Symbols

Wie aus *Abbildung 4.1* ersichtlich, hat die Auflösung und das Scharfstellen des Objektes in der Bildebene einen großen Einfluss auf die gemessene Leuchtdichte. Bei einer unscharfen Abbildung kommt es zu einem "Versmieren" der tatsächlich vorhandenen Leuchtdichten auf dem Empfänger, so dass diese nicht mehr korrekt gemessen werden können. Zudem ist es notwendig, für die Auswertung eine möglichst große Anzahl an Pixel zu beleuchten.

Prozedur: HOW TO ... ?

Schnittdarstellung bzw. Liniencursor	
<ul style="list-style-type: none"> • Neue Leuchtdichteaufnahme 	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Leuchtdichtebild (alt.) Hauptschaltfeldleiste: SinglePic
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichten der Messregionen 	Bildmenüleiste: Region → Neue Region → Linie

bzw. Liniencursor	Bildschaltfeldleiste: Cursor → Neue Linie
<ul style="list-style-type: none"> Auswahl/Bearbeitung der Schnittdarstellung 	Bildfenster: Messregion markieren Kontextmenü: Schnitt Inspektorkarteikarte: Schnitt
<p><i>Tip: Die Zoomfunktion kann genau wie im Bildfenster durch ziehen des Mauszeigers von links nach rechts bei gedrückter linker Maustaste und umgekehrt verwendet werden! Nach der Auswahl der Kurve für den Schnitt im Inspektorfenster können in dessen Kontextmenü die Parameter für die Ansicht variiert werden!</i></p>	

4.2 Auswertung von Leuchtdichteaufnahmen mit Inspektoren

Nach der Aufnahme der zu vermessenden Objekte stehen dem Nutzer verschiedene Optionen zur Auswertung der interessierenden Bereiche zur Verfügung. Zum einen können die interessierenden Bereiche mit Hilfe von Messregionen geometrisch erfasst werden, zum Beispiel mit dem Polygon.

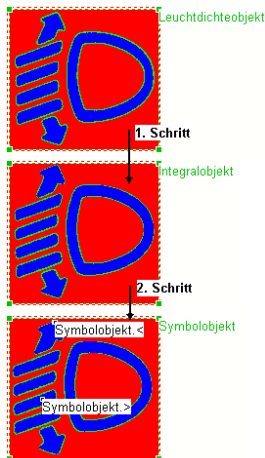
Eine weitere Möglichkeit, welche das Programm mit den Inspektoren liefert, untergliedert sich dabei in das Leuchtdichte-, Integral- und Symbolobjekt (s. *Hdb. Pkt. 9.5; 9.6; 9.7*). Diese können über das Kontextmenü nach dem Markieren einer Region ausgewählt werden. Die Besonderheiten der einzelnen Inspektortypen können dem Handbuch entnommen werden.

Der wesentliche Vorteil ist, dass die leuchtenden Objekte innerhalb einer Messregion nicht über deren Geometrie bestimmt werden, da deren Erfassung auf einer photometrischen Auswertung des Messbildes beruht. Dies ist insbesondere bei komplizierten Strukturen und kleinen Symbolen von Vorteil.

Der Nutzer hat die Möglichkeit über Schwellwerte drei Pixelklassen (Hell, Mitte und Dunkel) innerhalb der Messregion zu definieren. Die Pixelklassen werden in allen Objektarten mit Hilfe einer Falschfarbendarstellung angezeigt. Der Unterschied liegt in der Art und Weise der Bestimmung der Schwellwerte und der Berechnung der mittleren Leuchtdichte der leuchtenden Fläche.

In der *Abbildung 4.2* werden anhand eines Symbols die drei Objektarten dargestellt. Der erste Schritt markiert den Unterschied vom Leuchtdichte zum Integralobjekt, der in der adaptiven Bestimmung der Vordergrundschwelle liegt. Die Größe des Maximumfilters kann in der LMK 2000 Software im entsprechenden Dialogfeld eingestellt werden.

Das Symbolobjekt basiert auf dem Integralobjekt (im zweiten Schritt markiert). Zusätzlich werden das Minimum und das Maximum im hellen Objekt gesucht. Dieser Vorgang funktioniert ähnlich wie bei einer punkweisen Abtastung des Objektes mit einem herkömmlichen Leuchtdichtemesser. Dabei wird der Mittelwert innerhalb eines kreisförmigen Spots gebildet. Dessen Größe ist im entsprechenden Dialogfenster frei wählbar. Zur Anzeige der lokalen Extrema (s. *Abbildung 4.2 links unten*) innerhalb des Symbolobjektes gelangt man über das Kontextmenü in der entsprechenden Inspektorkarteikarte Symbolobjekt unter dem Menüpunkt Optionen.



Nr.	Reg.	Klass.	Bez.	Einheit	Anz	Mittel	Sigma	Min	Max
1	Leuchtdichteobjekt	Leuchtdichte	Dunkel	L-cd/m ²	76200	0,1359	0,225	0	1,7
			Mitte	L-cd/m ²	1426	1,931	0,107	1,7	2,1
			Hell	L-cd/m ²	18710	3,324	0,701	2	5,2

Nr.	Reg.	Klass.	Bez.	Einheit	Anz	Mittel	Sigma	Min	Max
1	Integralobjekt	Integral	Dunkel	L-cd/m ²	72530	0,091	0,075	0	0,51
			Mitte	L-cd/m ²	3081	0	0,326	0,51	2,22
			Hell	L-cd/m ²	20740	3,312	0,807	1	5,18

Nr.	Reg.	Klass.	Bez.	Einheit	Anz	Mittel	Sigma	Min	Max
1	Symbolobjekt	Symbol	Dunkel	L-cd/m ²	72530	0,091	0,075	0	0,52
			Mitte	L-cd/m ²	3081	0	0,326	0,52	2,22
			Hell	L-cd/m ²	20740	3,312	0,807	1,4	5,18

Abbildung 4.2: Darstellung der Objekttypen

Es kann also prinzipiell zwischen zwei Typen bei der photometrischen Auswertung unterschieden werden. Das Leuchtdichteobjekt bei dem die Vorder- und die Hintergrundschwelle für die Leuchtdichte vom Nutzer festgelegt wird. Sowie das Integral- und das Symbolobjekt bei dem der Nutzer die Hintergrundschwelle festlegt und die Vordergrundschwelle adaptiv, angepasst an die lokalen Leuchtdichten im Objekt, berechnet wird.

Die direkte Gegenüberstellung der beiden grundlegenden Objektarten anhand eines Symbols bei verschiedenen Auflösungen (s. *Abbildung 4.3*) verdeutlicht den Vorteil der adaptiven Schwellwertbestimmung des Integral- und Symbolobjektes gerade bei gering aufgelösten Strukturen.

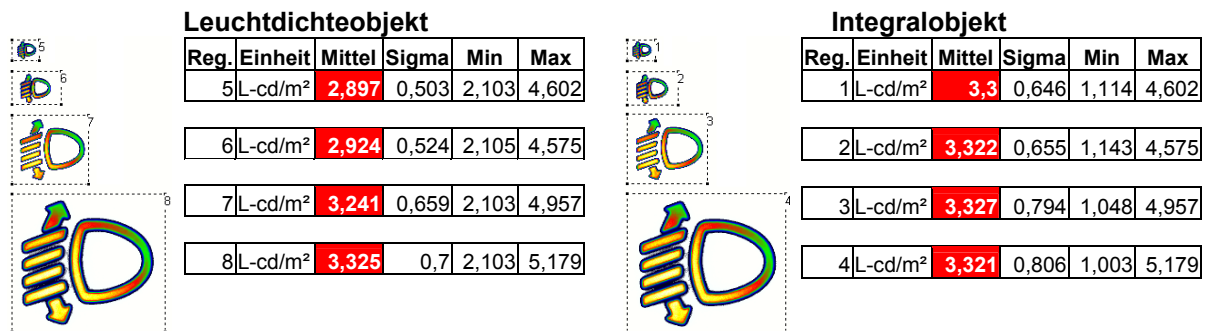

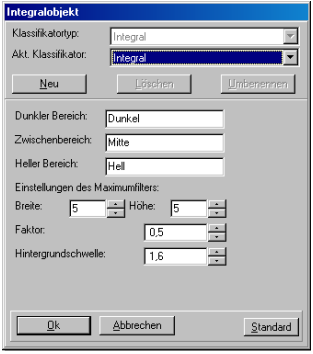


Abbildung 4.3: Vergleich der Objekttypen anhand unterschiedlicher Größen, die Breite des Pixelplateaus variiert von 2; 4; 9 bis 20 Pixel

Prozedur: HOW TO ... ?

Auswertung von Leuchtdichtemessungen mit Objekten	
<ul style="list-style-type: none"> • Neue Leuchtdichteaufnahme 	zu 1.) Hauptmenüleiste: Aufnahme → Leuchtdichtebild (alt.) Hauptschaltfeldleiste: SinglePic
<ul style="list-style-type: none"> • 1.) Einrichten der Messregionen 	zu 1.) Bildmenüleiste: Region → Neue Region → Rechteck (alt.) Bildschaltfeldleiste: Cursor → Neues Rechteck
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl und Bearbeitung der Objekte 	Bildfenster: Messregion markieren Kontextmenü: Auswahl des benötigten Objektes Dialog: Festlegung der Eigenschaften des
	
<p>Tipp: Alternativ zum Rechteck können alle flächigen Regionentypen verwendet werden (z.B. Polygon und Kreis)! Der Dialog zur Auswahl eines neuen Objekttyps und zum Einstellen der Parameter, ist über das Kontextmenü der Region jederzeit erreichbar!</p>	

Hinweis: Für Untersuchungen an kleinen Strukturen empfiehlt sich das Verwenden des Integralobjektes oder des Symbolobjektes, da hier die Randbereiche bei der Bestimmung der mittleren Leuchtdichte mit berücksichtigt und die Schwellwerte zur Bestimmung des Vordergrundes adaptiv festgelegt werden!

5 Erfassung und Auswertung von Aufnahmeserien

In einigen Anwendungsfällen ist es notwendig, bestimmte Untersuchungen mit mehreren Messbildern zu dokumentieren (z.B. zeitlichen Verlauf von Aufwärmphasen). An dieser Stelle ist es sinnvoll, den Bildeinzug zu automatisieren. Dieser Abschnitt beschreibt die nötigen Schritte im Umgang mit der LMK2000 Software.

In der Hauptmenüleiste unter dem Menüpunkt **Aufnahme.Messreihe** befinden sich die drei grundlegenden Aufnahmeoptionen für die Erfassung von Messreihen. Es können manuelle, zeitgesteuerte oder mechanikgesteuerte Aufnahmeserien aufgenommen werden.

Im unteren Teil dieses Untermenüs sind die Möglichkeiten zur Auswertung und zum Zusammensetzen von Bildern einer Aufnahmeserie zusammengefasst, *siehe dazu im Hdb. Pkt. 13*.

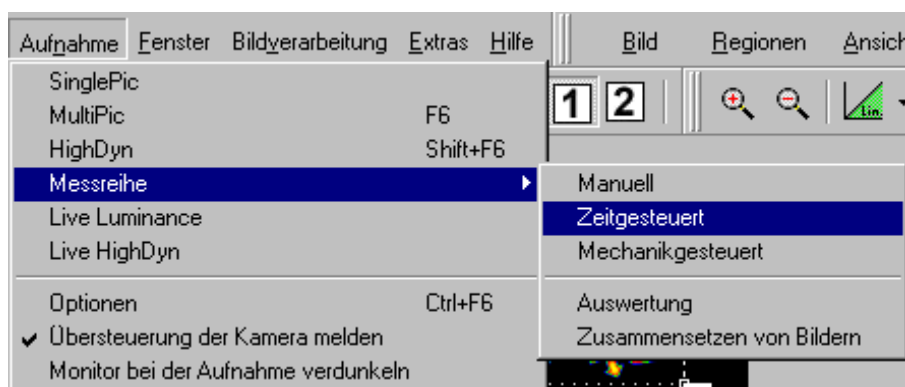


Abbildung 5.1: Hauptmenüleiste Aufnahme mit Untermenüeintrag Messreihen

Nach der Auswahl einer der möglichen Aufnahmemethoden öffnet sich zunächst ein Dialogfeld, welches an den jeweiligen Aufnahmetyp angepasst ist. Die Karteikarten Aufnahmen und Bildverzeichnis sind in allen Modi vorhanden. Desweiteren existiert je nach Aufnahmemodus ein weitere Karteikarte, indem die dem Verfahren eigenen Parameter festgelegt werden können.

Allen Methoden gleich ist die Karteikarte **Bildverzeichnis**. In diesem Register kann das Verzeichnis für eine Bildspeicherung geändert werden. Ein noch nicht existierendes Verzeichnis wird auf Wunsch angelegt. Enthält die Bildfolge bereits Bilder, dann werden diese mit allen wichtigen Eigenschaften angezeigt und man kann zwischen ihnen navigieren. Das jeweils ausgewählte Bild wird in das Leuchtdichtebild geladen. Zusätzlich stehen eine Reihe von Operatoren zum Bearbeiten der Bildfolge zur Verfügung. Die mit den Knöpfen **Einfügen**, **Ersetzen** und **Anhängen** verbundenen Möglichkeiten beziehen sich dabei auf das jeweils aktuell angezeigte Leuchtdichtebild, *siehe dazu im Hdb. Pkt. 13.2*. Die Karteikarte **Aufnahmen** ist ebenfalls bei allen Aufnahmeverfahren vorhanden, besitzt aber einen unterschiedlichen Aufbau je nach Anwendungszweck.

5.1 Aufnahme einer Messreihe

Im folgenden **HOW TO ... ?** wird die Aufnahme einer manuellen Messreihe erläutert.

Prozedur: **HOW TO ... ?**

<i>Aufnahme einer manuellen Messreihe</i>	
• Auswahl der Messreihe	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Messreihe → Manuell : Dialog startet

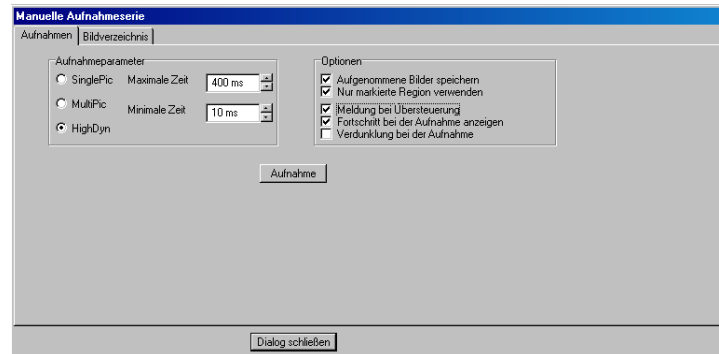
- Einrichten der Aufnahmeparameter und Optionen

Dialogfeld: **Manuelle Aufnahmeserie**

Karteikarte **Aufnahmen**: Einstellungen vornehmen

Aufnahmeparameter: Auswahl des Aufnahmealgorithmus (**Single-** oder **MultiPic** bzw. **HighDyn**)

Optionen: Beeinflussung des Ablaufs durch das Setzen von Flags



Tipp: Wenn im Bild genau eine rechteckige Region markiert ist, dann kann die Option "Nur markierte Region verwenden" genutzt werden. Ist sie eingeschaltet, dann wird statt des gesamten Bildes nur der Inhalt der rechteckigen Region gespeichert!

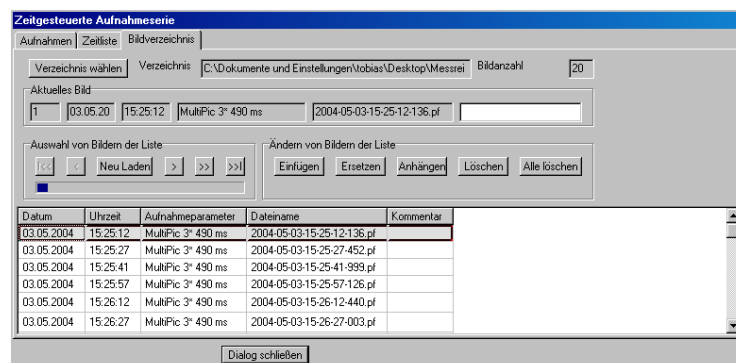
- Laden und Speichern

Dialogfeld: **Manuelle Aufnahmeserie**

Karteikarte: **Bildverzeichnis** → **Verzeichnis wählen**:

Eingabe/Anwahl eines neuen/leeren Verzeichnisses zum Speichern, vor der Aufnahme einer Messreihe.

Auswahl eines Verzeichnisses zum Laden und Bearbeiten einer bestehenden Aufnahmeserie.



Tipp: Die Karteikarte **Bildverzeichnis** ist für alle Möglichkeiten der Aufnahme von Messreihen gleich. Ebenso ist er in den Untermenüpunkten **Auswertung** und **Zusammensetzen von Bildern** vorhanden.

5.2 Zeitgesteuerte Aufnahmeserien

Eine Möglichkeit für die zeitliche Erfassung von Bildern zu gewährleisten (z.B. eine Zeitstatistik), besteht in der Aufnahme einer **Zeitgesteuerten Aufnahmeserie**, siehe dazu auch im Hdb. Pkt. 13.3.

Der wesentliche Unterschied zwischen der zeitgesteuerten und der manuellen Aufnahmeserie wird im Dialogfeld durch die zusätzliche Karteikarte **Zeitliste** deutlich. In dieser sind alle nötigen Einstellungsmöglichkeiten für die Aufnahme vereint.

Desweiteren beinhaltet auch der Dialog **Aufnahmen** einige Veränderungen. Von hier aus kann man mit Start die Messreihe starten und nach dem Beenden reinitialisieren (Knopf **Neue Aufnahmen**). Im Anschluss kann eine weitere Bildfolge mit denselben Parametern neu gestartet werden. Ebenso ist es möglich, die Aufnahmeserie zeitweilig mit **Unterbrechen** anzuhalten und mit **Fortsetzen** wieder fortzuführen.

Die übrigen Einträge dienen der genauen Statusanzeige, ein Fortschrittsbalken gibt einen groben Überblick über den aktuellen Stand der Messreihe.

Die Auswahl des Aufnahmealgorithmus wird mit der Karteikarte **Zeitliste** übernommen.

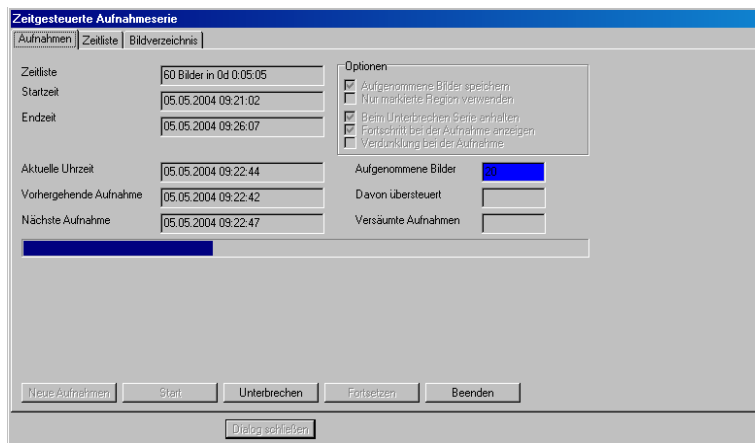
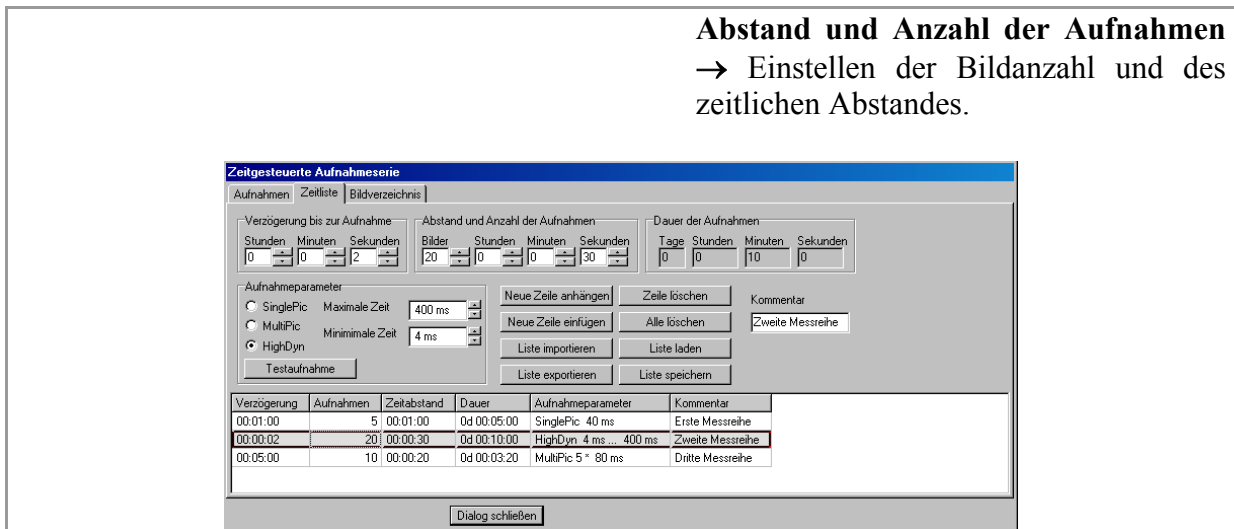


Abbildung 5.2: Aufnahmedialog für die Zeitgesteuerte Aufnahmeserie

Prozedur: HOW TO ... ?

Aufnahme einer zeitgesteuerten Aufnahmeserie	
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der Messreihe 	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Messreihe → Zeitgesteuert : Dialogfeld startet (s. Abbildung 5.2)
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichten der Aufnahmeparameter und Optionen 	Dialogfeld: Zeitgesteuerte Aufnahmeserie Karteikarte: Zeitliste Einstellungen in den Bedienfeldern vornehmen Aufnahmeparameter → Auswahl des Aufnahmealgorithmus Verzögerung bis zur Aufnahme → Einstellen der Startverzögerung

Abstand und Anzahl der Aufnahmen
 → Einstellen der Bildanzahl und des zeitlichen Abstandes.



Hinweis: Mit den Knöpfen auf der rechten Seite des Dialogfensters kann die Anzahl und Reihenfolge der Zeitintervalle festgelegt bzw. die Liste der Intervalle geladen und gespeichert werden.

5.3 Die zeitgesteuerte Aufnahmeserie in Verbindung mit der Zeitstatistik

Zur automatisierten Erfassung sich zeitlich verändernder Parameter bietet sich die Kombination der Zeitstatistik mit der zeitgesteuerten Aufnahmeserie an. Folgende Arbeitsschritte können unterteilt werden:

1. Zu Beginn werden in einem Leuchtdichtebild die Messregionen eingerichtet und in die Zeitstatistik eingefügt, siehe dazu auch das **HOW TO ... ?** „Aufnahme einer Zeitstatistik mit dem Livemodus“.
2. Nachdem die Zeitstatistik eingerichtet ist, folgt das Einstellen der zeitgesteuerten Aufnahmeserie. Auch hier können nach dem Einstellen der Aufnahmeparameter in der Karteikarte **Zeitliste** mit der Schaltfläche **Testaufnahme** Testbilder aufgenommen werden, siehe dazu auch das **HOW TO ... ?** „Aufnahme einer zeitgesteuerten Aufnahmeserie“.
3. Bevor die Aufnahmeserie gestartet wird und die zeitstatistische Erfassung anläuft, sind gegebenenfalls die bisher aufgenommen Messdaten für die Testbilder auf $t=0$ zurückzusetzen. Diese Option ist im Kontextmenü der Inspektorkarteikarte: „Zeitstatistik“ innerhalb der Ansichtskarteikarte: „Tabelle“ verfügbar.
4. Starten der Aufnahmeserie mit der Karteikarte **Aufnahme** im Dialogfeld **Zeitgesteuerte Aufnahmeserie**.

Nachdem die Aufnahmeserie beendet wurde, stehen dem Nutzer verschiedene Möglichkeiten der Auswertung der Bildfolgen und der Zeitdaten zur Verfügung. Diese werden in einem weiteren Abschnitt gesondert behandelt.

Hinweis: Bei der Arbeit mit der Zeitstatistik ist es nicht notwendig, die aufgenommenen Bilder zu speichern. Das Ausschalten erfolgt im Dialog **Zeitgesteuerte Aufnahmeserie**, Karteikarte **Aufnahmen** mit der Option **Aufgenommene Bilder speichern ausschalten**.

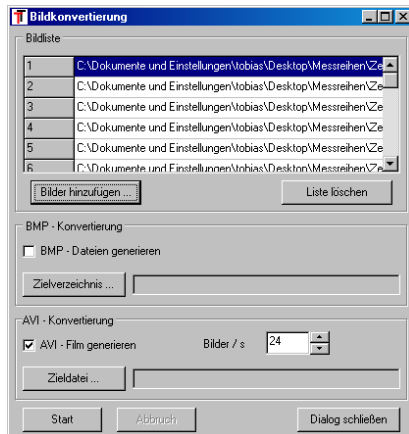
5.4 Bildkonvertierung und Exportieren von Messreihen

In diesem Abschnitt wird die Funktionsweise eines Plug-ins zur Bildkonvertierung oder zum Erstellen von Videosequenzen aus Bildfolgen erläutert. Dieses Plug-in ist keine Standardkomponente der LMK2000-Software, kann aber zusätzlich geordert werden.

Prozedur: HOW TO ... ?

Bildkonvertierung und Exportieren von Messreihen

Erstellen von Videosequenzen



Hauptmenüleiste: **Extras** → **Bildkonvertierung**: Dialogfeld startet

Bildliste → Durch Drücken des Knopfes: **Bilder hinzufügen** werden die Einzelbilder einer Bildfolge ausgewählt.

BMP-Konvertierung → Option aktiviert die Konvertierung der Bilder in Bitmap-Grafiken, in ein neues Zielverzeichnis.

AVI-Konvertierung → Aktiviert das Rendern der Bildfolge zu einer Videosequenz, zusätzlich kann die Anzahl der Einzelbilder pro Sekunde angegeben werden.

6 Zusammenfügen von Bildern

Oft ist es im Rahmen der Auswertung von mehreren Bildern notwendig, die einzelnen Bilder einer Aufnahmeserie oder Messreihe in einem Bild zu vereinen. Zum Beispiel bei der Vermessung großer Objekte, die nicht in den Bildbereich des Objektivs passen, oder aber zum Dokumentieren von zeitlichen Veränderungen. Für diesen Zweck gibt es innerhalb der LMK2000-Software zwei Lösungen.

Der Nutzer hat die Auswahl zwischen einer automatisierten Funktion, welche für eine große Anzahl an Einzelbildern geeignet ist und dem manuellen Weg über das Kopieren der Bildinhalte von Messregionen. Diese Methode ist zeitaufwendig, bietet aber dem Nutzer die Möglichkeit den Bereich, den er kopieren möchte, selbst zu definieren.

6.1 Automatisches Zusammensetzen von Bildern

Diese Funktion kann über die Hauptmenüleiste **Aufnahme.Messreihe.Zusammensetzen** von Bildern aufgerufen werden. Es erscheint ein Dialogfeld, welches zwei Karteikarten enthält. Mit der Karteikarte **Bildverzeichnis** wird die zu bearbeitende Bildfolge ausgewählt.

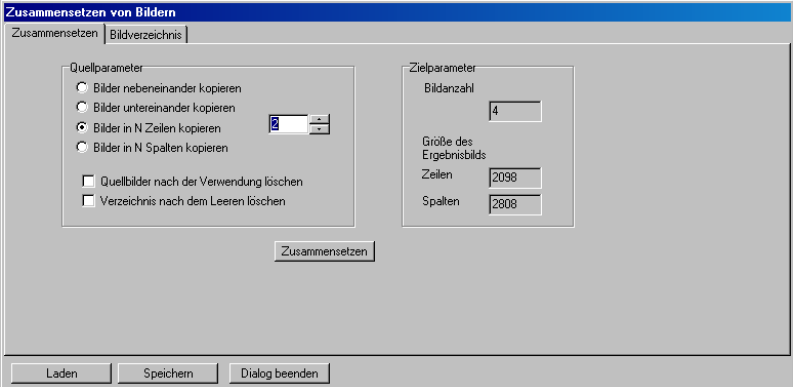
Im Reiter **Zusammensetzen** kann im linken Feld **Quellparameter** die Anordnung der Einzelbilder im Gesamtbild bestimmt werden. Die angegebene Größe des Zielbildes im Feld **Zielparameter** ändert sich daraufhin automatisch. Die angegebene Bildanzahl hängt von der Anzahl der ausgewählten Bilder im **Bildverzeichnis** ab.

Durch Anklicken des Knopfes **Zusammensetzen** wird das Zielbild im Leuchtdichtebild erstellt. Die Bildkonvertierung orientiert sich zeitlich an der Aufnahmereihenfolge und ist in dieser Funktion nicht variabel.

Prozedur: HOW TO ... ?

<i>Automatisches Zusammensetzen von Bildern</i>	
<ul style="list-style-type: none">• Auswahl der Funktion	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Messreihe → Zusammensetzen von Bildern : Dialogfeld startet
<ul style="list-style-type: none">• Einrichten der Quellparameter	Dialogfeld: Zusammensetzen von Bildern Karteikarte: Zusammensetzen

Quellparameter → Es sind vorgefertigte Anordnungen für die Einzelbilder im Zielbild verfügbar. Zusätzlich kann die Zahl der Zeilen und Spalten festgelegt werden. Die Anordnung der Bilder erfolgt im Zick-Zack von links nach rechts bzw. oben nach unten.



6.2 Manuelles Kopieren und Zusammensetzen von Regionen

Die zweite Methode, mehrere Aufnahmen zu einem Auswertungsbild zusammenzufügen, besteht im Kopieren der Bildinhalte von Messregionen, *siehe dazu auch im Hdb. Pkt. 8.2*. Diese Funktion ist momentan **nur für Rechtecke** implementiert.

Zunächst müssen im Bildkartekasten die entsprechenden Bilder (leere Vorlagen) vorbereitet werden. Der Ablauf ist wie folgt:

1. Erstellen und Benennen eines oder mehrerer Bilder im Bildkartekasten, um die Einzelbilder der Bildfolge später laden zu können.
Hauptmenüleiste: **Bildverarbeitung** → **Neues Bild**: Eingabe eines Bildnamens
2. Laden des Einzelbildes in die neue leere Bildvorlage (späteres Quellbild) im Bildkartekasten der LMK2000-Software. Nach der Auswahl der leeren Bildvorlage folgt:
Bildmenüleiste: **Bild** → **Laden**: Auswahl des Einzelbildes im Dateisystem

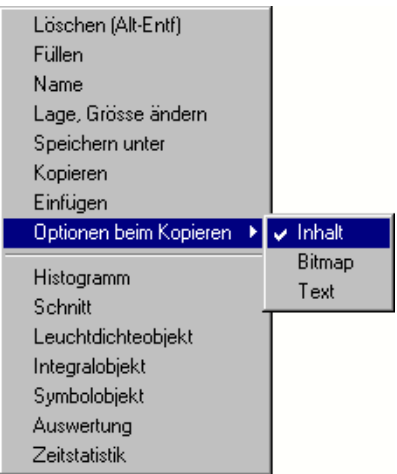
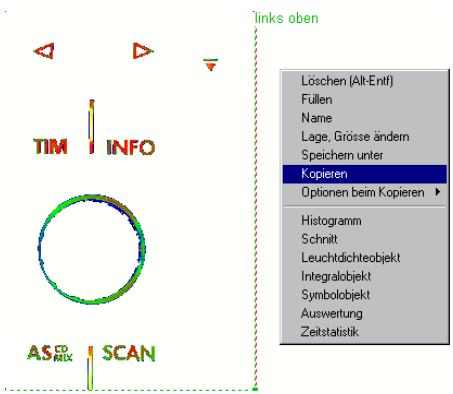
Hinweis: Als mögliche Vorschaufunktion kann die Auswertungsfunktion von Messreihen genutzt werden! Diese stellt die Einzelbilder einer Bildfolge im Leuchtdichtebild dar.

Hauptschaltfeldleiste: **Aufnahme** → **Messreihe** → **Auswertung**: Verzeichnis wählen
An dieser Stelle können die zu kopierenden Messregionen direkt aus dem Leuchtdichtebild kopiert werden

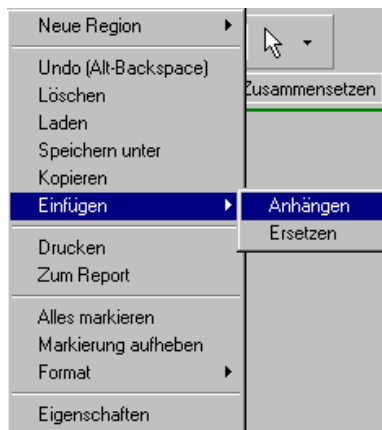
3. Erstellen und Benennen eines Zielbildes, siehe Schritt 1.

Nach diesen Schritten können in den Einzelbildern die Bereiche, die kopiert werden sollen, mit Hilfe von Messregionen markiert und somit ausgewählt werden.

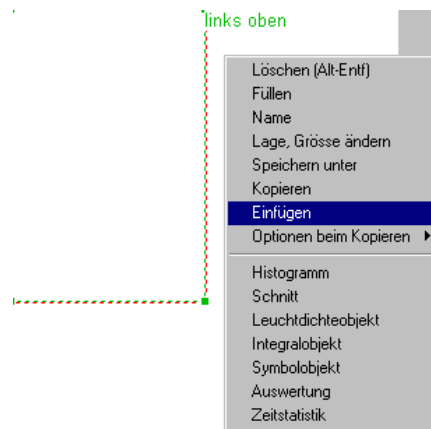
Prozedur: HOW TO ... ?

Manuelles Kopieren und Zusammensetzen von Regionen	
<ul style="list-style-type: none">• Auswahl der Messregion und Einstellen der Kopieroptionen (im Quellbild)	<p>Im Einzelbild die zu kopierende Region erstellen und markieren. Kontextmenü: Optionen beim Kopieren → Inhalt (Häkchen setzen) Danach Kontextmenü: Kopieren</p>
	

- Einfügen der Region (im Zielbild)

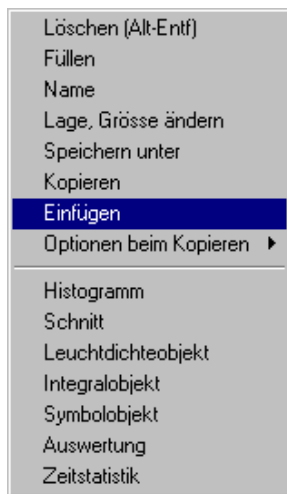


Zu Beginn Bildkarteikasten: Zielbild auswählen
Danach Bildmenüleiste: **Region** → **Einfügen**:
Region entweder **Anhängen** oder **Ersetzen**.

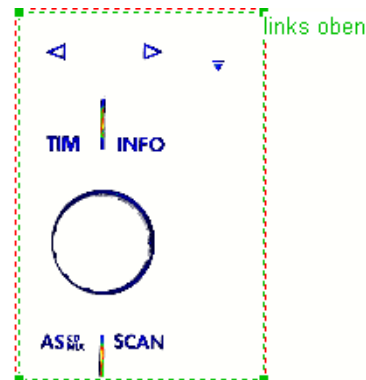


***Tipp:** Die Region wird in das Zielbild kopiert und erscheint als neue aktivierte Messregion. Zu diesem Zeitpunkt wurde jedoch lediglich die Region kopiert; der Bildinhalt muss nachträglich eingefügt werden (s. Abb. rechts und nächster Schritt). Durch das Ersetzen einer Messregion werden alle bisher bestehenden Regionen entfernt!*

- Inhalt der Region Einfügen (im Zielbild)



Im Kontextmenü der neu erstellten Messregion erscheint der Unterpunkt **Einfügen**: fügt den mitgeführten Bildinhalt des Quellbildes ein.



***Tipp:** Solange die kopierte Region markiert bleibt, kann sie frei verschoben und skaliert werden. Der mitgeführte aber noch nicht eingefügte Inhalt geht nicht verloren. Erst nach der Deaktivierung der Messregion wird die Zwischenablage gelöscht, da die Software davon ausgeht, dass der Inhalt nicht benötigt wird!*

7 Zeitstatistik

In den Inspektoren von Messregionen wurde eine zeitliche Erfassung von Messdaten in die LMK2000-Software integriert, die Zeitstatistik. Mit Hilfe dieser Funktion kann der Verlauf der mittleren Leuchtdichte einer Messregion über die Zeit ermittelt werden. Sobald ein neues Leuchtdichtebild aufgenommen wurde, wird der Zeitstatistik im Inspektorfenster ein neuer Wert hinzugefügt.

Die Funktion der Zeitstatistik ist logisch an die ausgewählte Region und nicht an den Bildinhalt gebunden. Die Messdaten innerhalb einer Region können nicht separat abgespeichert werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, die einmal mit einer Zeitstatistik erfassten Werte in andere Tabellenkalkulation zu exportieren, da diese ansonsten mit Beenden der Anwendung verloren gehen.

Aufgerufen wird die Zeitstatistik im Kontextmenü der Messregion. Nach deren Auswahl erscheint im Inspektorfenster eine neue Inspektorkarteikarte **Zeitstatistik**. Diese beinhaltet alle ihre Darstellungsformen: **Grafik**, **Tabelle**, **Kurve** und **Daten** in einem Ansichtskarteikasten.

Die Aufnahme der Messdaten ist an den Bildeinzug gekoppelt. Dieser kann entweder manuell oder automatisch ausgelöst werden.

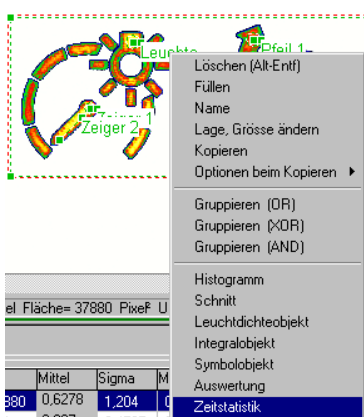
Zur automatischen Erfassung stehen zwei Modi zur Verfügung. Der Bildeinzug in Echtzeit (Livemodus) oder die zeitgesteuerte Messreihe.

Zum Aktivieren einer der Livemodi in der Hauptschaltfeldleiste: **Aufnahme** → **LiveLuminance** bzw. **Aufnahme** → **LiveHighDyn** anklicken.

Prozedur: HOW TO ... ?

Aufnahme einer Zeitstatistik im Livemodus

- Erzeugen und Aufnahme einer Zeitstatistik
- Auswählen und Markieren der gewünschten Messregion durch anklicken.



Kontextmenü: **Zeitstatistik**

Die markierte Region erscheint nun im Inspektorfenster: **Zeitstatistik** in den Ansichtskarteikarten: **Kurve** und **Tabelle**.

Nachdem die Zeitstatistik aktiviert ist kann die Aufnahme von Bildern gestartet werden.

Hauptmenüleiste: **Aufnahme** → **LiveLuminance** bzw. **Aufnahme** → **LiveHighDyn**: Aufnahmeart der Zeitstatistik

Tipp: Eine weitere Möglichkeit eine Zeitstatistik mit einem kontinuierlichen Bildeinzug zu verbinden, besteht in der Kombination mit einer zeitgesteuerten Messreihe, siehe dazu den Abschnitt 5.2 Zeitgesteuerte Aufnahmeserien. An dieser Stelle ist für die Erfassung der Zeitstatistik das Speichern der Bilder nicht erforderlich, da deren Berechnung sofort nach der Bildaufnahme erfolgt!

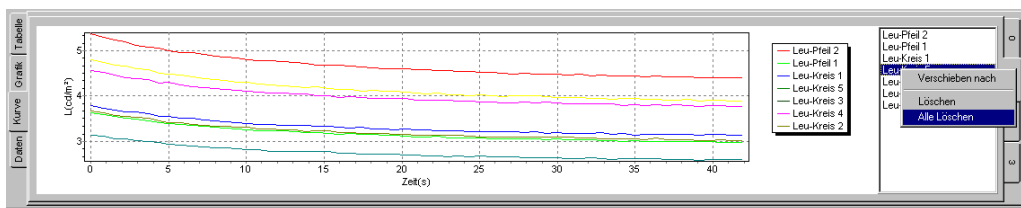
- Ansichten und Bearbeiten von Zeitstatistiken



Zu den diversen Ansichten der Zeitstatistik gelangt man über den Ansichtenkarteikasten. In der Ansicht **Tabelle** können die in der Statistik aufgenommenen Messregionen eingesehen werden. Das Kontextmenü dieser Ansicht beinhaltet folgende Optionen:

Rücksetzen → Ermöglicht es die Zeitstatistik mit $t=0$ neu zu starten.

Löschen → Löschen einer Messregion aus der Statistik; diese Funktion steht auch in der Ansicht Kurve zur Verfügung.



- Exportieren von Zeitstatistiken

Obj	Leu-Leuchte	Leu-Leuchte	Leu-Ze
Name	Zeit	L	Zeit
Einh.	s	cd/m²	s
D	0	4,7026	0
1			
2			
3			
4	2,891	4,5749	2,891
5	3,656	4,53239	3,656
6	4,359	4,50568	4,359

Inspektorkarteikarte: **Zeitstatistik**

Ansichtenkarteikarte: **Daten**

Kontextmenü: **Kopieren**

Datentabelle wird kopiert

Zum Einfügen in andere Programme meist Bearbeiten → Einfügen oder Strg+V

Hinweis: Die in der Ansicht **Daten** gezeigte Liste der Messwerte und ihrer Aufnahmezeitpunkte wird weder in den H5-Protokollen noch im Report gespeichert. Es besteht aber die Möglichkeit die Tabelle der zeitlich erfassten Messdaten im Ansichtenkarteikasten **Daten** über dessen Kontextmenü **Kopieren** in andere Tabellenkalkulationen zu kopieren (z.B. MS-Excel). Siehe dazu auch Abschnitt Bildkonvertierung und Exportieren von Zeitstatistiken.

8 Moduliertes Licht

Bei der Auswahl geeigneter Leuchtdichtemessbereiche (meist über Einstellung der Integrationszeiten), ist neben der zu vermessenden Leuchtdichte im Messobjekt das Zeitverhalten der Leuchtdichte (z.B. PWM; Pulsweitenmodulation) zu beachten. Zunächst gilt es einen kurzen Überblick über die Möglichkeiten der Messung im Umgang mit moduliertem Licht zu geben.

Der Zusammenhang zwischen Integrationszeit und Modulationsfrequenz des Lichts, ist die Ursache häufig auftretender Messfehler.

Durch eine Verlängerung der Integrationszeit kann die Anzahl der erfassten Perioden vergrößert werden. Mit einer größeren Periodenanzahl wird die Messabweichung geringer.

Zur Lösung dieser Problematik kann also die Integrationszeit entsprechend angepasst werden. Einschränkungen ergeben sich durch den zu messenden Leuchtdichtebereich verbunden mit der Übersteuerung der Pixel des CCD-Chips.

Die Anpassung des Leuchtdichtebereiches an die zu wählenden Integrationszeiten kann durch die Wahl der Blende oder durch den Einsatz von kalibrierten Neutralglasfiltern erfolgen.

Kann die Integrationszeit nicht weiter erhöht werden, so kann mit Hilfe einer MultiPic Aufnahme (Mehrfachmessung) der Einfluss der Modulation auf die erfasste mittlere Leuchtdichte statistisch reduziert werden. Die durch die Modulation hervorgerufene Signalstreuung lässt sich mit der Erfassung von N Bildern bei der Mehrfachmessung um den Faktor $N / 1$ reduzieren.

Ab dem Messsystem LMK98-2 kann die Grundfrequenz des modulierten Lichtes eingestellt werden. So wird eine Integrationszeit mit einem ganzzahligen Vielfachen der Lichtperiodendauer berechnet. Die Verwaltung hierfür findet in der Software statt. Wird hier die Verwendung modulierten Lichts aktiviert und die Modulationsfrequenz eingegeben, so werden im Folgenden nur geeignete Integrationszeiten angeboten. Die Einstellung dieser erfolgt dann wie gewohnt. Eine Nachrüstung dieser Option für ältere Systeme ist ab der Seriennummer DXP-1466 möglich.

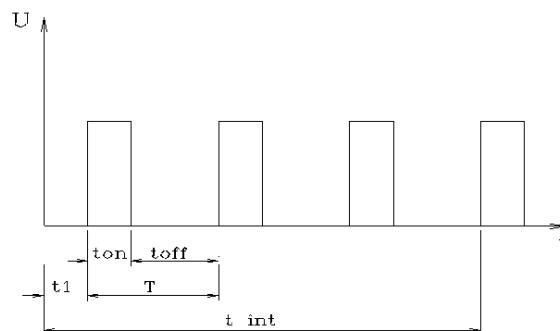


Abbildung 8.1: Rechteckförmige Lichtwellenlänge

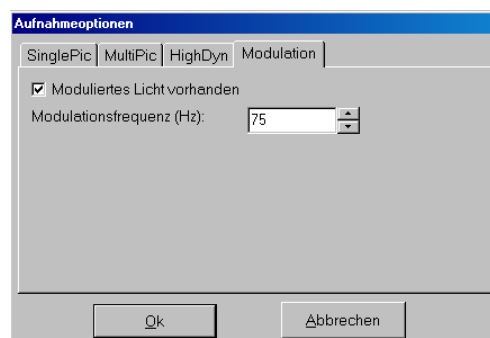
Prozedur: HOW TO ... ?

Messungen bei moduliertem Licht

- Aktivierung der Software und Eingabe der Modulationsfrequenz

Hauptmenüleiste: **Aufnahme** → **Optionen**
Dialogfeld: **Aufnahmeoptionen**
Karteikarte: **Modulation**
(s. Hdb. Pkt. 3.9)

Tipp: Es ist zu beachten, dass bei eingeschalteter Modulationsoption keine Integrationszeiten kürzer als eine Periodendauer des Lichts mehr möglich sind!




9 Messung der Farbe und ähnlichsten Farbtemperatur

Mit der Einführung der LMK Color und der LMK CFA haben sich auch innerhalb der LMK2000-Software Änderungen vollzogen. Der Funktionsumfang wurde mit Bezug auf die Aufnahme von Farbbildern erweitert. Innerhalb dieses Abschnittes wird ein kurzer Überblick über die Veränderungen und zusätzlichen Optionen gegeben.

9.1 Neuer Funktionsumfang: Farbbildaufnahme

Nach dem Programmstart gibt es im Bildkarteikasten ein zusätzliches Farbbild. Dieses Bild ist im Karteikastenreiter **blau** markiert. Diese Art der Markierung erhalten ebenfalls alle weiteren farbigen Auswertungsbilder.

In der Liste der Schaltfelder gibt es ein neues Symbol , mit dem ein FarbHighDyn-Bild aufgenommen werden kann. Diese Funktion ist ebenso über den Menüpunkt **Aufnahme** des Hauptmenüs erreichbar.

Im neu hinzu gekommenen Popupmenü der Hauptmenüleiste **Farbe** sind die speziell für Farbbilder möglichen Operationen enthalten (s. *Zusatzpaket Farbmessung Pkt. 2-3*).



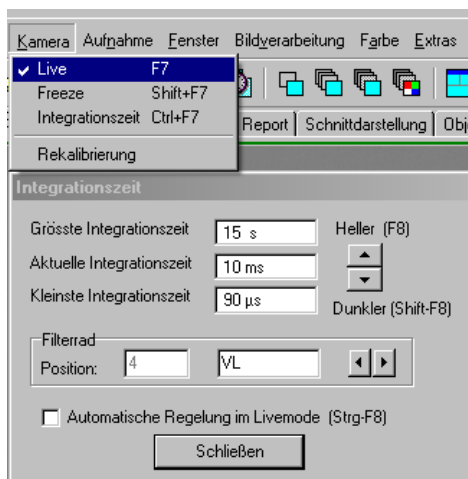
Abbildung 9.1: Darstellung der erweiterten Funktionalitäten im Paket Farbmessung

Eine weitere neue Option ist die Wahl eines einzelnen Farbfilters auf dem Filtrerrad für einzelne Leuchtdichteaufnahmen. Diese Auswahloption wurde in das bereits vorhandene Menü zur Einstellung der Integrationszeit eingebunden. Damit ist es zum Beispiel möglich, spektral angepasste Live-Aufnahmen anzufertigen. Mit dieser Option lässt sich überprüfen, inwieweit die Einzelaufnahmen, welche für eine Farbaufnahme nötig sind, übersteuern. So kann ein geeigneter Zeitbereich für die Integrationszeiten eingestellt werden. Alle Farbaufnahmen sind High-Dyn Aufnahmen.

Prozedur: HOW TO ... ?

Aufnahme von Farbbildern

- Einstellen der Filtrerradposition Hauptmenüleiste: Kamera → **Integrationszeit**



(alt.) Hauptschaltfelderleiste: Dialog zur **Einstellung der Integrationszeit**

Position des Filtrerrades wählen

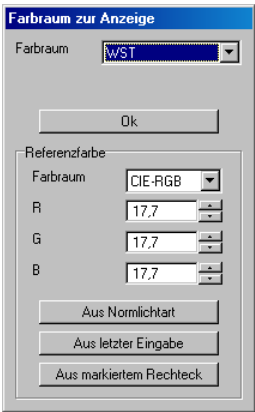

<ul style="list-style-type: none"> Aufnahme Farb HighDyn 	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Farb HighDYN <i>(alt.)</i> Hauptschaltfeldleiste: Farb HighDYN Aufnahme startet
<ul style="list-style-type: none"> Aufnahme Live Farb HighDyn 	Hauptmenüleiste: Aufnahme → Live Farb HighDyn Aufnahme startet

9.2 Arbeiten mit Farbbildern

Als Standard wurde in der LMK-Software die Angabe der Farben im CIE RGB-Farbraum eingeführt. Für die Auswertung der aufgenommenen Farbbilder ist aber eine Darstellung der Ergebnisse in unterschiedlichen Farbräumen notwendig. So interessieren zum Beispiel bei der Vermessung von LED's die ähnlichste Farbtemperatur (CCT) und die dominante Wellenlänge.

Nach dem Aufruf des Bildmenüpunkts **Bild.Farbraum** wird das Dialogfenster **Farbraum** geöffnet. Hier kann der gewünschte Farbraum festgelegt werden. An dieser Stelle ist unter der Bezeichnung WST (wavelength, saturation, temperature) eine Angabe der dominanten Wellenlänge, der Sättigung und der ähnlichsten Farbtemperatur implementiert. Die Farbwerte innerhalb der Messregionen werden im Inspektorfenster in Tabellenform angegeben. Eine gleichzeitige Angabe unterschiedlicher Farbräume für ein Farbbild innerhalb einer Tabelle ist nicht vorgesehen. Allerdings kann nach belieben zwischen den Farbräumen gewechselt werden. Ebenso ist es möglich, eine Farbaufnahme in ein anderes Bild zu kopieren und dort die Daten in einem anderen Farbraum zu betrachten.

Prozedur: HOW TO ... ?

<i>Messung der Farbe und der ähnlichsten Farbtemperatur</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Auswahl des Farbraums 	Bildmenüleiste: Bild → Farbraum Dialogfeld: Farbraum zur Anzeige Auswahl des Farbraums Inspektorfenster: Karteikarten: Standard Anzeige der Farbwerte
<ul style="list-style-type: none"> Erfassung der Farbtemperatur 	Bildmenüleiste: Bild → Farbraum Dialogfeld: Farbraum zur Anzeige Auswahl des Farbraums WST Inspektorfenster: Karteikarten: Standard Anzeige der dominanten Wellenlänge, der prozentualen Sättigung und der ähnlichsten Farbtemperatur.

10 Verwenden von Filtervorsätzen

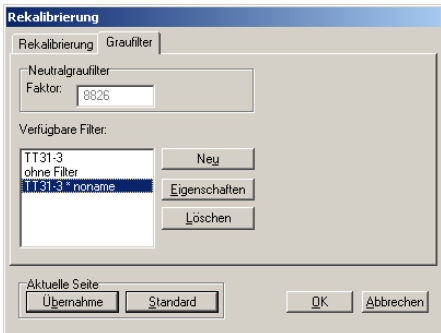
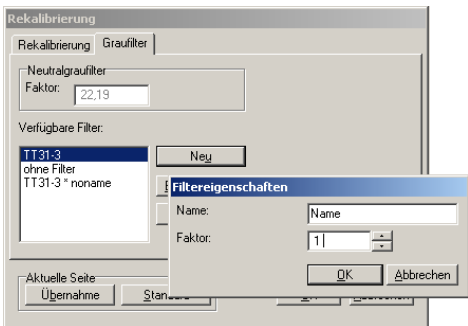
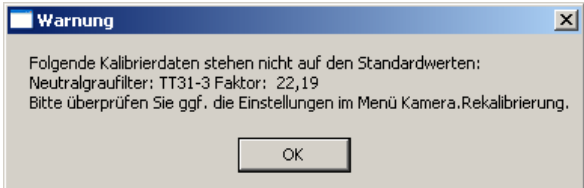
Das Verwenden von Filtervorsätzen ist immer dann notwendig, wenn extrem hohe Leuchtdichten bestimmt werden sollen. Dies ist zum Beispiel bei der Vermessung von Lampen der Fall.

TECHNOTEAM bietet eine Auswahl von Neutralgrauglasfiltern an. Diese Filtergläser gewährleisten über den Bereich des sichtbaren Spektrums einen nahezu linearen Transmissionsgang. Um die LMK2000-Software an die veränderte Transmission anzupassen, müssen Filterkoeffizienten bestimmt und in die Software eingetragen werden. Die Filtergläser werden von TECHNOTEAM vermessen und ihre Koeffizienten abgespeichert.

Zusätzlich ist es möglich, eigene Filterkoeffizienten anzulegen. So können zum Beispiel mehrere Filtergläser miteinander kombiniert und der resultierende Faktor separat abgespeichert werden.

Für die Bestimmung eines Filterkoeffizienten können Methoden der Bildarithmetik innerhalb der Software verwendet werden. Zu diesem Zweck müssen zwei Leuchtdichtebilder einer Lichtquelle mit einem möglichst kontinuierlichen Spektrum aufgenommen werden. Die erste Aufnahme wird ohne ein Filter durchgeführt, während bei der Zweiten das zu bestimmende Filter im Strahlengang positioniert ist. Durch Division der ersten durch die zweite Aufnahme wird der Faktor bestimmt.

Prozedur: HOW TO ... ?

Verwenden von Filtervorsätzen	
<p>Auswahl eines Filter</p> 	<p>Hauptmenüleiste: Kamera → Rekalibrierung Dialogfeld: Rekalibrierung Karteikarten: Graufilter</p> <p>→ Fenster Neutralgraufilter: zeigt die aktuelle Kalibrierung als Faktor. (Voreinstellung=1)</p> <p>→ Fenster Verfügbare Filter: beinhaltet alle verfügbaren Filter. Durch anklicken wird der zugehörige Faktor angezeigt und gesetzt.</p>
<p>Abspeichern eines neuen Filters</p> 	<p>Dialogfeld: Rekalibrierung.Graufilter → Neu Dialog: Filtereigenschaften → Eingabe des Namens und des Faktors</p> <p><i>Tipp: Wird die LMK2000-Software bei verändertem Kalibrierfaktor beendet, dann erscheint beim Neustart folgende Warnung.</i></p> 

11 Messungen an schmalbandigen Strahlungsquellen

Die Leuchtdichte- und Farbmesssysteme von TECHNOTEAM werden über Vollfilter an die vorgeschriebene spektrale Empfindlichkeit $V(\lambda)$ bzw. an die Normspektralwertkurven des 2°-Normalbeobachters nach CIE31 angepasst. Die Bewertung der Restabweichung der relativen spektralen Empfindlichkeit von der Zielfunktion (im Folgenden wird die $V(\lambda)$ -Funktion als Beispiel verwendet) wird mit dem Kennwert f'_1 (DIN 5031, Teil 3) beschrieben, der die Güte der Anpassung an die $V(\lambda)$ -Funktion über den gesamten Messbereich gewichtet beschreibt (siehe Kalibrierschein der Kamera - in der Regel $f'_1 < 3.5\%$).

11.1 Berechnung von spektralen Korrekturfaktoren

Bei schmalbandigen Spektren (LED's u.ä.) spielen die lokalen Abweichungen der Anpassung von der $V(\lambda)$ -Funktion eine größere Rolle. Dies trifft auch auf den Einsatz von Dämpfungsgliedern (Neutralglasfilter) zu. Insbesondere bei hohen Dämpfungen ($\tau < 10^{-3}$) sind Neutralglasfilter nicht mehr grau, sondern haben deutliche spektrale Unterschiede ihrer Transmission in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ .

Ist die relative spektrale Verteilung der zu vermessenden Lichtquelle bekannt, so kann der Messfehler nach folgender Gleichung berechnet und damit korrigiert werden.

$$ccf(L_{e\lambda,rel}) = \frac{\int L_{e\lambda,rel} \cdot V(\lambda) d\lambda \cdot \int L_{e\lambda,A} \cdot s_{rel}(\lambda) d\lambda}{\int L_{e\lambda,A} \cdot V(\lambda) d\lambda \cdot \int L_{e\lambda,rel} \cdot s_{rel}(\lambda) d\lambda}$$

- $ccf(L_{e\lambda,rel})$ spektraler Korrekturfaktor für die spektrale Verteilung $L_{e\lambda,rel}$
- $L_{e\lambda,rel}$ relative spektrale Verteilung der Strahldichte der zu messenden Lichtart
- $L_{e\lambda,A}$ relative spektrale Verteilung der Strahldichte der Kalibrierlichtart (Normlicht Art A)
- $s_{rel}(\lambda)$ relative spektrale Empfindlichkeit des Photometers

Der so bestimmte Korrekturfaktor ccf wird in die Software eingetragen und die Bilder können wie gewohnt aufgenommen werden. Um die Bestimmung des ccf zu erleichtern, kann die mitgelieferte Excel-Datei genutzt werden.

Prozedur: HOW TO ... ?

Messungen an schmalbandigen Strahlungsquellen	
<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung des Korrekturfaktors (ccf) 	<p>Um den ccf mit Hilfe des vorgefertigten Excel-Files zu bestimmen, werden die Daten der spektralen Strahldichteverteilung von 400nm bis 700 nm und einer Auflösung von 5nm in einem beliebigen Textformat benötigt. Der Datensatz kann mit Drag & Drop in die Tabelle eingefügt werden. Die Berechnung des Korrekturfaktors erfolgt automatisch.</p>

Lambda (nm)	Kamera V0-Filter	Graufilter	Gesamt	V(Lambda)	Normlichtart A	Lichtquelle
380	0,001	0,000	0,000	0,000	0,041	0,000
385	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000
390	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000

Integrale	Korrekturfaktor
1,257	0,055
8,929	0,013

ccf = 0,587

Eintrag des Kalibrierfaktors in die LMK2000-Software

Hauptmenüleiste: **Kamera → Rekalibrierung**
 Dialogfeld: **Rekalibrierung**
 Karteikarte: **Rekalibrierung**
 (s. Hdb. Pkt. 2.5)

11.2 Messung von spektralen Korrekturfaktoren

Als Alternative zur Berechnung bietet sich die Messung von spektralen Korrekturfaktoren mit Hilfe eines Referenzmessgerätes an, d.h. mit Hilfe eines Spektralradiometers auf einer ausreichend großen möglichst gleichförmigen Fläche. Der Spotdurchmesser des Messflecks sollte 50% der leuchtenden Fläche keinesfalls überschreiten.

Man bestimmt in möglichst kurzen zeitlichen Abstand die beiden Messwerte L_S (Messung mit Spektralradiometer) und L_K (Messung mit der Kamera). Aus diesen beiden Messungen kann der spektrale Korrekturfaktor ccf_M über die Beziehung:

$$ccf_M = \frac{L_S}{L_K}$$

ermittelt werden.

Dieses Verfahren besitzt, gegenüber der Berechnung, geringere Fehler bei der Bestimmung des ccf -Wertes, da das Referenzmessgerät eine hohe Genauigkeit besitzt.

Im Anschluss an die Messung erstellen Sie in der LMK2000-Software einen neuen Graufilter und tragen an dieser Stelle den ccf als Korrekturfaktor ein.

Prozedur: HOW TO ... ?

Erstellen eines Graufilters

- Erstellen des Graufilters

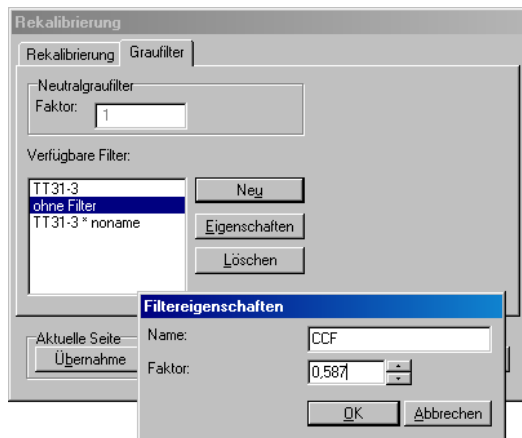
Hauptmenüleiste: **Kamera** → **Rekalibrierung**

Dialogfeld: **Rekalibrierung**

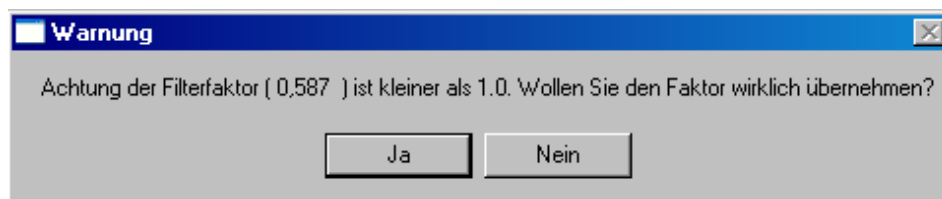
Karteikarter: **Graufilter**

(s. *Hdb. Pkt. 2.5*)

Taste **Neu** → Dialogfeld: **Filtereigenschaften**: Eingabe eines Namens und des ermittelten Faktors.



Warnung: Bei der Eingabe eines Faktors < 1 anstelle eines Filterkoeffizienten kann es zu einer Warnung kommen. Diese liegt darin begründet, dass Graufilter immer eine Transmission < 1 besitzen und damit der Korrekturfaktor > 1 sein muss. Für spektrale Korrekturfaktoren gilt dies nicht. Bei der Verwendung der Rekalibrierung für eine spektrale Anpassung mit einem ccf, übernehmen sie den Faktor trotzdem.



12 Konoskopisches Objektiv

Die Qualität eines Displays wird wesentlich von der Sichtbarkeit der dargestellten Informationen aus unterschiedlichen Richtungen bestimmt. Ein dafür verantwortlicher Parameter ist der erreichbare Kontrast (Leuchtdichte Display hell / Leuchtdichte Display dunkel) als Funktion der Betrachtungswinkel $k = f(\vartheta, \varphi)$.

Zur schnellen Datenerfassung kann ein hyperzentrisches Objektiv (Konoskop) eingesetzt werden (*Strahlengang s. Abbildung 12.2*). Bei entsprechender Einstellung der Objektentfernung kommen alle erfassten Lichtbündel näherungsweise vom gleichen Ausschnitt des Displays.

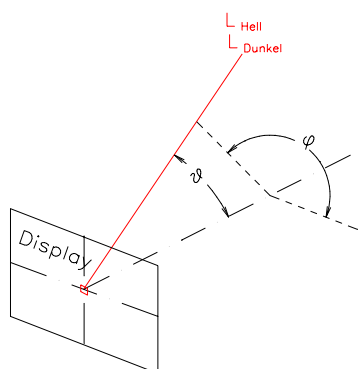


Abbildung 12.1: Winkelzuordnung

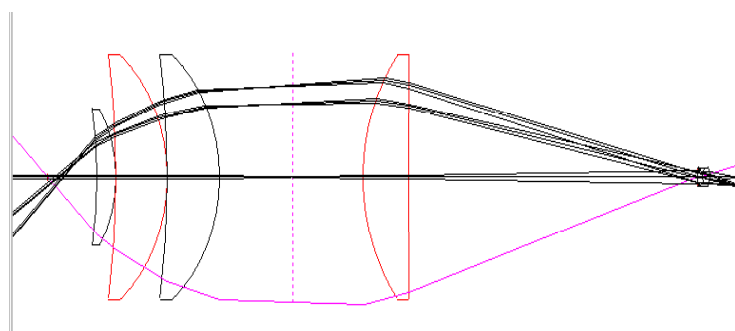


Abbildung 12.2: Strahlengang im Objektiv

Die Ermittlung der Kontraste an Displays erfolgt durch Verrechnung von zwei Aufnahmen (Display hell bzw. dunkel), die mit diesem Objektiv aufgenommen wurden.

In die LMK2000-Software wurde ein Menüpunkt implementiert, der das Datenhandling bei der Aufnahme von Hellbild und Dunkelbild vereinfacht. Damit wurde die winkelabhängige Kontrastmessung weitestgehend automatisiert.

Aus *Abbildung 12.3* ist ersichtlich, dass die Strahlenbündel eine endliche Ausdehnung im Objektfeld besitzen (ca. 1mm). Daraus ergeben sich einige wichtige Gesichtspunkte, die beim Einsatz des konoskopischen Objektivs zu beachten sind.

12.1 Strukturen mit konstanten Ausstrahlcharakteristiken

Großflächige Bereiche mit konstanten Abstrahlcharakteristiken, werden auch bei einer unscharfen Abbildung richtig gemessen. Die Strahlen für die unterschiedlichen Richtungen kommen unter Umständen von größeren und gering unterschiedlichen Orten des Displays.

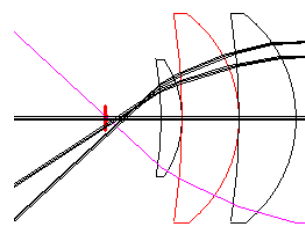


Abbildung 12.3: Punktabbildung

12.2 Größere Bereiche mit Feinstruktur

Bei Feinstrukturen die in Bereichen größer ca. 1mm Konstanz aufweisen, muss exakt auf diese fokussiert werden. Dies gelingt durch Beobachtung der Live-Aufnahme. Bei feineren Strukturen können aufgrund der gezeigten Strahlenverläufe gravierende Fehler entstehen. Sichtbar wird dies an auftretenden Moire-Strukturen in der Aufnahme.

Durch die MultiPic-Aufnahme (statistische Mittelung über n Bilder) bei gleichzeitiger Bewegung des Objektivs werden unterschiedliche Objektfelder erfasst. Im Mittel ergibt sich damit

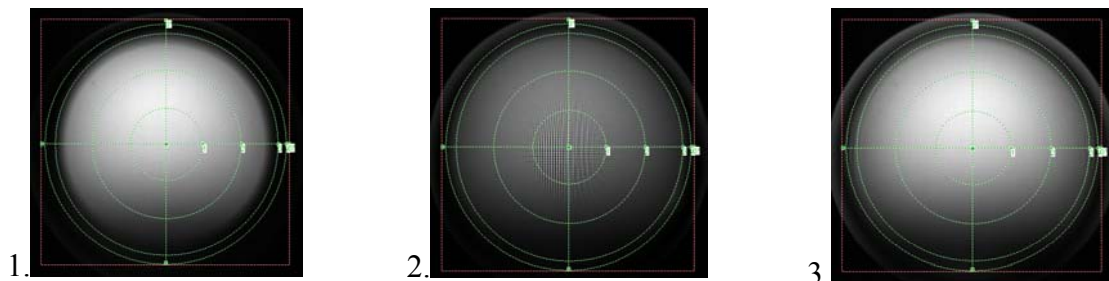
die mittlere Ausstrahlcharakteristik der beobachteten Fläche. Bei vielen Displays mit Feinstruktur (Dots bei CRT-Monitoren, Pixel bei LCD-Displays usw.) ist das integrale Verhalten größerer Bereiche die interessierende Messgröße und weniger die Ausstrahlcharakteristik der einzelnen Mikrostruktur.

Prozedur: HOW TO ... ?

Kontrastmessung mit hyperzentrischem Objektiv (konoskopisches Objektiv)

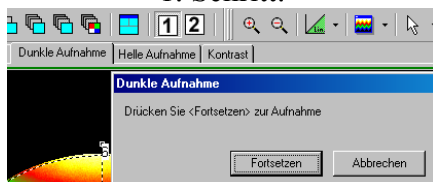
- Einstellen des konoskopischen Objektivs
 Hauptmenüleiste: **Kamera → Live**
 (alt.) Hauptschaltfeldleiste: **Ständigen Bildein-zug einschalten (F7)**

Einstellen des Objektivs auf das Messobjekt durch Defokussierung

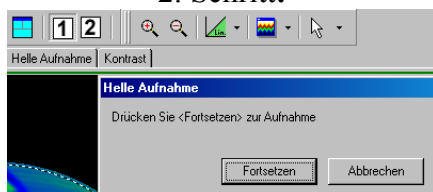


- Verwenden der Konoskopiefunktion
 Hauptmenüleiste: **Extras → Konoskopie:**

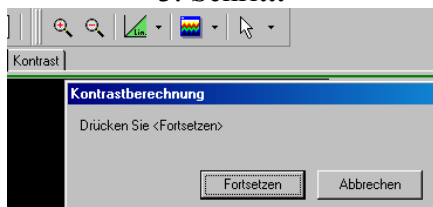
1. Schritt:



2. Schritt:

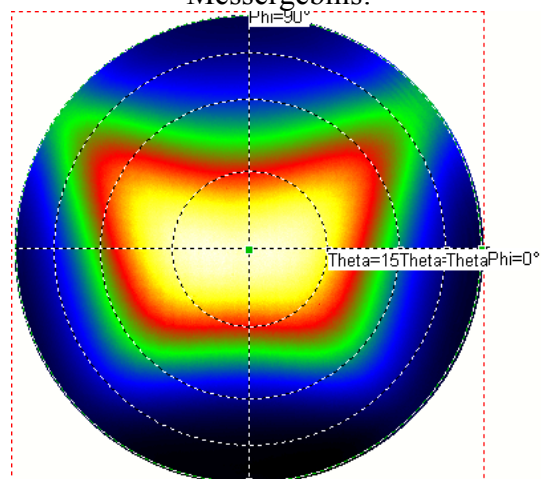


3. Schritt:



Der Algorithmus startet und führt Sie automatisch in drei Schritten zum Ergebnis. Mit der Kontrastberechnung ist die konoskopische Aufnahme beendet.

Messergebnis:



Tipp: Weitere Darstellungsmöglichkeiten sind Schnitte $f(\varphi)$ für $\theta = \text{const.}$ oder Schnitte $f(\theta)$ für $\varphi = \text{const.}$ Diese Darstellungen können als Report durch LMK2000 ausgegeben oder über die Zwischenablage in andere Programme (Word, Excel) übergeben werden. Die Umrechnung auf andere Kontrastfunktionen, z.B. $k = (L_{\text{hell}} - L_{\text{dunkel}}) / (L_{\text{hell}} + L_{\text{dunkel}})$ ist in LMK2000 ebenfalls möglich!

13 Die projektive Entzerrung

Mit Hilfe der projektiven Entzerrung ist es möglich, Bildbereiche, welche perspektivisch verkürzt aufgenommen wurden, nachträglich projektiv zu entzerren *s. Hdb. Pkt. 10.8*. Diese Funktion erlaubt es, Bildinhalte von viereckigen Messregionen, auf ein Rechteck zu projizieren, perspektivische Verzerrungen können so ausgeglichen werden

Damit soll dem Nutzer, beispielsweise bei der Vermessung von Straßensituationen, die Möglichkeit gegeben werden, seine Aufnahmen sehr einfach und komfortabel an bestehende Normen anzupassen (*s. Abbildung 13.1*).

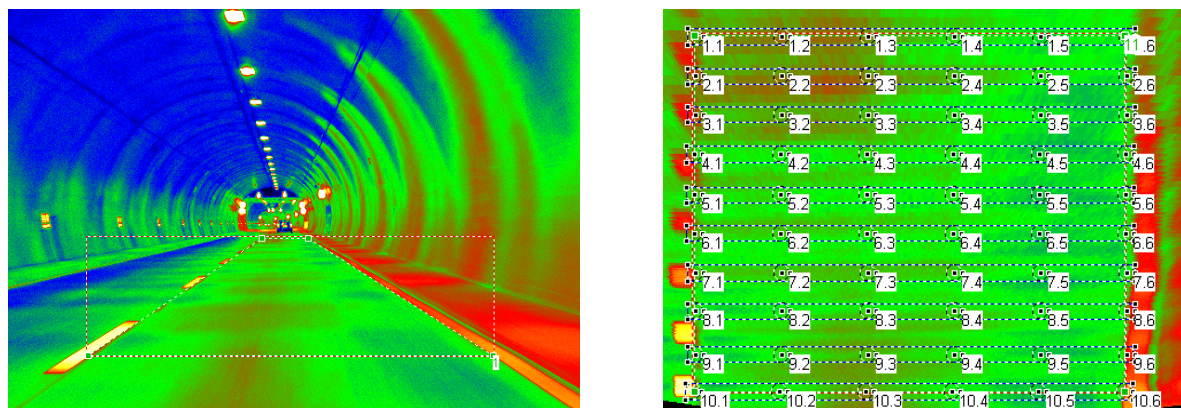


Abbildung 13.1: Projektive Entzerrung der Szene (rechts) nach DIN 5044 (links)

Es stehen zwei Methoden der projektiven Entzerrung zur Verfügung. So ist es möglich den Bildinhalt des markierten Vierecks (Polygon) komplett in ein neues Bild oder im zweiten Fall in eine markierte Rechteckregion eines neuen Bildes zu projizieren. Zu diesem Zweck muss im Vorfeld in beiden Fällen ein leeres Zielbild erstellt werden in welchem in dem zweiten Anwendungsfall eine rechteckige Messregion ausgewählt werden muss.

Die Berechnung der Pixel innerhalb der vier Passpunkte A, B, C und D (*s. Abbildung 13.2*) erfolgt mit Hilfe eines Algorithmus. Die Belehrung der Passpunkte geschieht anhand der markierten Messregion im Quellbild automatisch. Ein Belehrungsdatensatz kann gespeichert und später wieder geladen werden (INI-Datei).

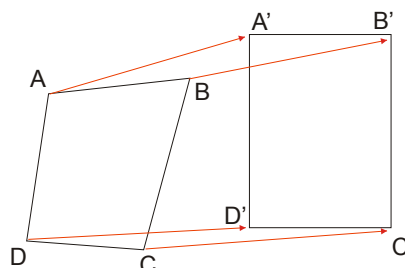

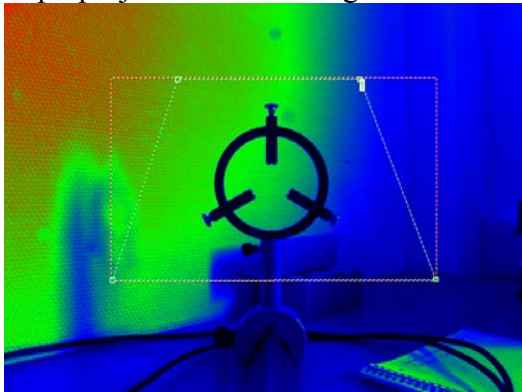
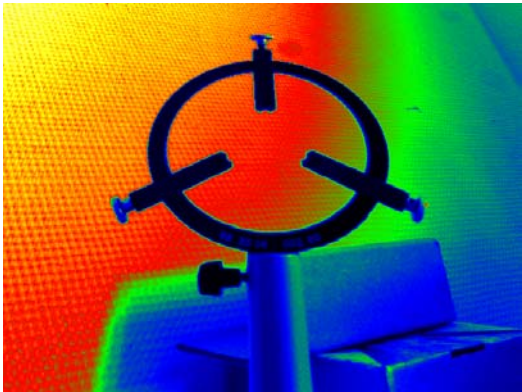
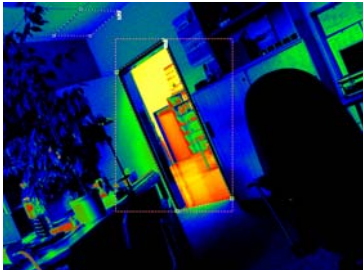
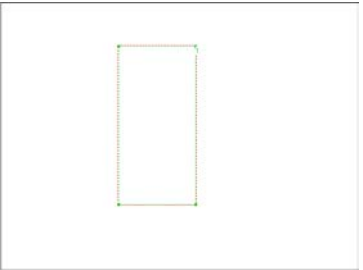
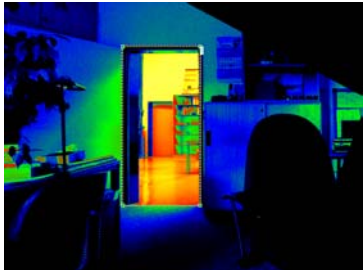


Abbildung 13.2: Prinzip der projektiven Entzerrung

Prozedur: HOW TO ... ?

Die projektive Entzerrung		
<ul style="list-style-type: none"> Erstellen des Zielbildes 	Hauptmenüleiste: Bildverarbeitung → Neues Bild	
<ul style="list-style-type: none"> Projektion einer Region in ein neues Bild 	Hauptmenüleiste: Bildverarbeitung → Projektive Entzerrung → Belehren Dialogfeld: Bilder und Regionen auswählen An dieser Stelle wird vom Nutzer das Quellbild ausgewählt, dieses muss eine markierte Messregion (Viereck) beinhalten.	
		
Bsp.: projektive Entzerrung in ein neues Bild		
 <p>Quellbild mit Messregion</p>	 <p>Ergebnis der projektiven Entzerrung der Messregion in neues Bild</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Projektion einer Region in eine neue Messregion 	Hauptmenüleiste: Bildarithmetik → Projektive Entzerrung → Belehren Dialogfeld: Bilder und Regionen auswählen . Zusätzlich zu dem Quellbild erfolgt die Auswahl des Zielbildes, welches ebenfalls eine markierte Region (viereckige Zielregion) beinhalten muss.	
Bsp.: projektive Entzerrung in eine neue Messregion		
 <p>Quellbild mit Messregion</p>	 <p>Zielbild mit Zielregion</p>	 <p>Ergebnis der projektiven Entzerrung in die Zielregion</p>

14 Isolinien und Isoflächendarstellung

Für die Beurteilung aufgenommener Szenen in Bezug auf die Verteilung der Leuchtdichte (oder z.B. Kontrastschwellen), ist das Einzeichnen von Bereichen gleichen Leuchtdichtenniveaus notwendig. Die bekannten Darstellungsformen werden als Isolinien- bzw. Isoflächendarstellung bezeichnet und lassen sich mit der Funktionalität der LMK-Software in einem neuen Bild berechnen, *siehe Hdb. Pkt. 10.8*. Dabei werden Bereiche unterschiedlicher Leuchtdichte durch Linien voneinander getrennt (Isolinien) oder Bereiche gleicher Helligkeit entsprechend farbig markiert (Isoflächen).

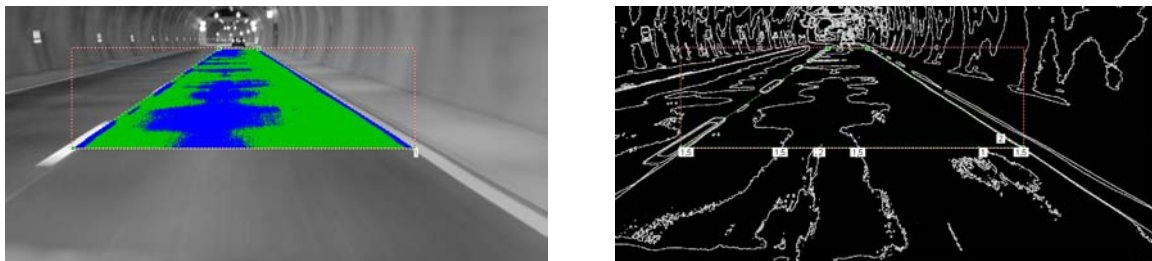

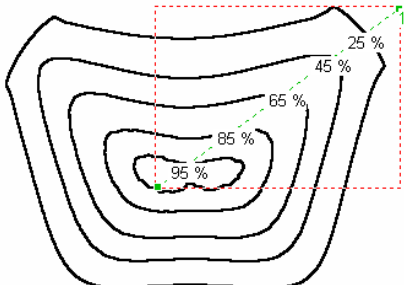
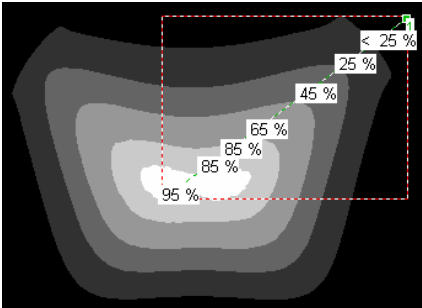
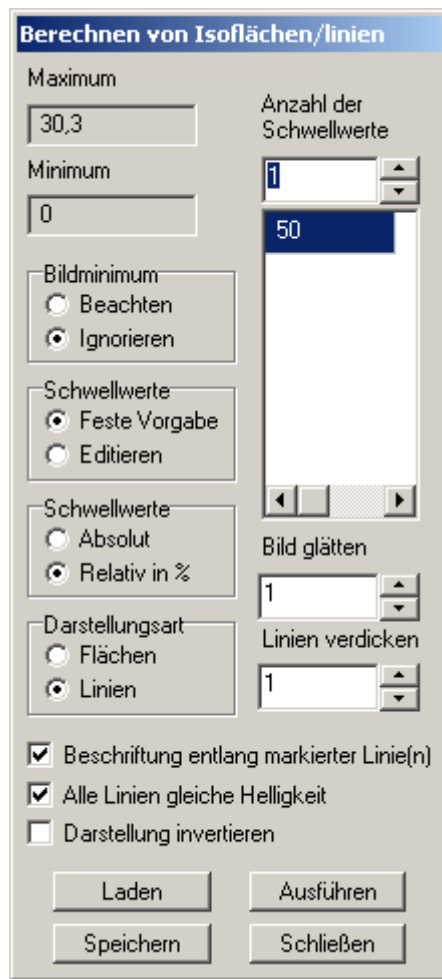


Abbildung 14.1: Darstellung der Fahrbahnausleuchtung als Leuchtdichteobjekt (links) und als Isolinien- darstellung (rechts)

Prozedur: HOW TO ... ?

<i>Isolinien und Isoflächendarstellung</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Erstellen eines Zielbildes gleicher Größe 	Hauptmenüleiste: Bildverarbeitung → Neues Bild
<ul style="list-style-type: none"> Auswahl der Isoliniendarstellung 	Hauptmenüleiste: Bildarithmetik → Isolinien Dialogfeld: Isoliniendarstellung An dieser Stelle wird vom Nutzer das Ziel- und das Quellbild bestimmt.
<ul style="list-style-type: none"> Darstellungsart <p>Isolinien: Trennung der Bereiche unterschiedlicher Leuchtdichte anhand von Schwellwerten.</p> 	Hauptmenüleiste: Bildarithmetik → Isolinien Dialogfeld: Berechnen von Isoflächen/linien Option: Darstellungsart. Flächen bzw. Linien
<p>Isoflächen: Kennzeichnung von Flächen gleicher Leuchtdichte mit Hilfe einer falschfarbenen Darstellung und Schwellwerten.</p> 	

- Einstellen der Schwellwerte



Dialogfeld: **Berechnen von Isoflächen/linien**
Links oben im Dialog werden **Minimum** und **Maximum** der Leuchtdichte angegeben.

Rechte Seite

Oben kann die **Anzahl der Schwellwerte** angegeben werden. Die darunter stehende Liste zeigt die Werte dieser Schwellen an.

Mit **Bild glätten** können die oft ausgefransten Grenzen zwischen zwei Helligkeitsgebieten geglättet werden.

Die voreingestellte Strichbreite der Isolinien beträgt 1 Pixel, mit **Linien verdicken** kann dies variiert werden. Dadurch wird eine bessere Erkennbarkeit unabhängig von der Skalierung erreicht

Linke Seite:

Hier kann Einfluss auf die Schwellwerte genommen werden. Sie können entweder in **absoluten** (Leuchtdichte-)Werten oder **relativ** in Prozent angegeben werden. Bei einer relativen Angabe kann man wählen, ob sich die prozentuale Angabe auf den Bereich zwischen Minimum (**Bildminimum.Beachten**) oder Null (**Bildminimum.Ignorieren**) und dem Maximum beziehen soll.

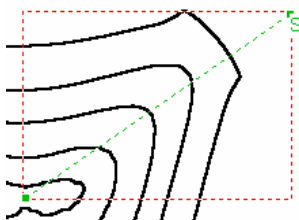
Mit der Option **Schwellwerte.Editieren** können die Zahlenwerte in der Liste manuell geändert werden.

Wird die Option **Schwellwerte.Feste Vorgabe** gewählt, dann werden die Schwellwerte automatisch gleichmäßig gesetzt.

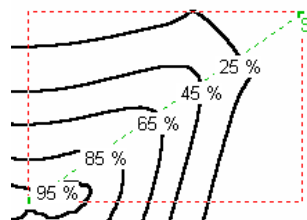
- Beschriftung entlang markierter Linien

Dialogfeld: **Berechnen von Isoflächen/linien**

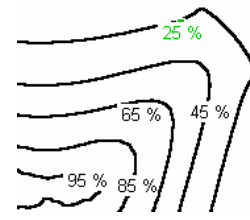
Option: **Beschriftung entlang markierter Linie(n)**



1. Schritt: Im Zielbild muss eine Linie eingezeichnet und markiert sein



2. Schritt: Im Dialogfeld **Berechnen von Isoflächen/linien** → **Beschriftung entlang markierter Linien** → **Ausführen**



3. Schritt. Die Linie kann gelöscht werden. Desweiteren ist es möglich die Beschriftung nachträglich zu positionieren

15 Veränderungen am Koordinatensystem

Zur Auswertung der geometrischen Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten einer Leuchtdichteaufnahme kann der Nutzer eigene Koordinatensysteme konstruieren.

Jedem Bild kann ein Koordinatensystem zugeordnet werden. Der Zweck eines solchen Systems besteht darin, von der pixelbezogenen Anzeige der Ortskoordinaten zu einer mehr problemangepassten Darstellung überzugehen. Die Anzeige von Positionen, Höhen, Breiten, Längen und Flächen erfolgt nach der Festlegung eines Koordinatensystems in dessen Größen und Einheiten.

Die Zuordnung zwischen einem Bild und einem Koordinatensystem erfolgt mit dem Menüpunkt **Bild.Koordinatensystem** (s. *Hdb. Pkt. 5.10 ff.*). Nach Auswahl dieses Menüpunkts wird der Dialog **Koordinatensystem** geöffnet, in dem alle diesbezüglichen Einstellungen vorgenommen werden können, siehe *Abbildung 15.1*.

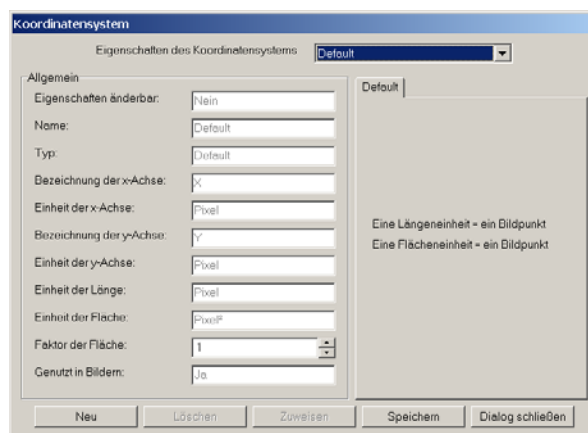


Abbildung 15.1: Dialogfeld Koordinatensystem

Mit **Eigenschaften des Koordinatensystems** wählt man ein bereits existierendes Koordinatensystem aus. Alle Eigenschaften werden dann im Dialog angezeigt, einige können geändert werden.

Mit der Taste **Neu** wird ein neues Koordinatensystem definiert. Der Dialog **Neues Koordinatensystem** wird geöffnet, in dem der Name und der Typ des neuen Koordinatensystems anzugeben ist. Derzeit stehen zwei verschiedene Typen zur Verfügung. Zum einen der Typ **Default**, mit ihm werden alle Größen nach wie vor in Pixel berechnet. Mit dem Typ **Skalierung und Verschiebung** zum anderen, können Faktoren und Offsets für horizontale und vertikale Größen angegeben werden. Das Dialogfeld ändert sich in Abhängigkeit vom Typ des Koordinatensystems.

In der Werkseinstellung erfolgt die Anzeige im Kamera-, Leuchtdichte- und allen Auswertungsbildern mit dem Koordinatensystem **Default**, vom Typ **Default**. Die Eigenschaften dieses vordefinierten Koordinatensystems können nicht geändert werden.

Eigenschaften des Koordinatensystems Default vom Typ **Default**:

- Die Bezeichnung der x-Achse ist X
- Die Bezeichnung der y-Achse ist Y
- Alle Größenangaben (Breiten, Höhen, Längen und Flächen) erfolgen einheitslos. So kann man z. B. in der Statuszeile folgende Anzeigen zur jeweils aktuellen Cursorposition finden: `X= 357 Y= 677 L= 4,67e3 cd/m²`
oder: `Region=0 Typ=Rechteck Breite= 354 Höhe= 254 Fläche= 89,92e3 Umfang= 1,216e3`

Es ist jedoch möglich, eigene Koordinatensysteme vom Typ **Default** zu definieren. Dadurch kann man z.B. eigene Bezeichnungen für die X- und Y-Achse bzw. für die Einheiten festlegen.

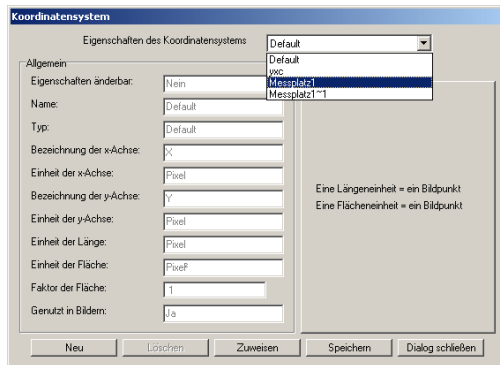
Sind die genauen Abbildungsverhältnisse bekannt, ist es möglich mit einem Koordinatensystem vom Typ **Skalierung und Verschiebung** zu arbeiten. Zusätzlich zu den bereits beim Default-Koordinatensystem möglichen Angaben zur Achsen- und Einheitenbezeichnung besteht hier die Möglichkeit, die Abbildungsverhältnisse in Form von Skalierungsfaktoren und Offsets anzugeben.

Mit Hilfe des Knopfs **Aus markierter Region berechnen** können diese Faktoren und Offsets vom Programm automatisch berechnet werden, siehe dazu den folgenden *Abschnitt 15.1.1.*

Prozedur: HOW TO ... ?

Veränderungen am Koordinatensystem

- Auswahl eines Koordinatensystems Bildmenüleiste: **Bild** → **Koordinatensystem**

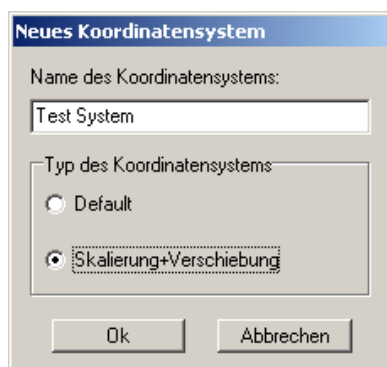


Dialogfenster: **Eigenschaften des Koordinatensystems**

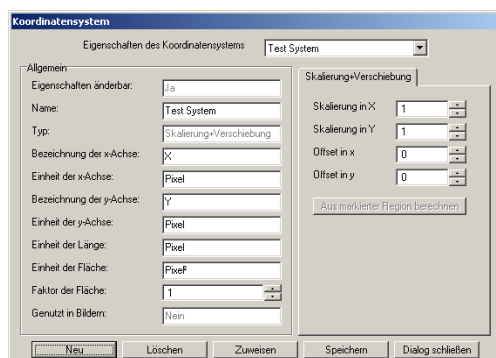
→ **Allgemein** (linke Seite): hier können die Eigenschaften des ausgewählten Systems variiert werden.

Tipp: Die Eigenschaften der Voreinstellung "Default" sind nicht änderbar

- Definition eines neuen Koordinatensystems Dialogfenster: **Eigenschaften des Koordinatensystems** → Taste: **Neu**
Dialogbox: **Neues Koordinatensystem**



→ Festlegung des Typs des Koordinatensystems **Default** oder **Skalierung + Verschiebung**



→ **Skalierung + Verschiebung** (rechte Seite): erscheint bei Wahl dieses Typs und ermöglicht es, zusätzliche Einstellungen vorzunehmen

Taste: **Zuweisen** → weist das ausgewählte Koordinatensystem sofort dem jeweiligen Bild zu

Allgemein	
Eigenschaften änderbar:	Ja
Name:	Mein Default
Typ:	Default
Bezeichnung der x-Achse:	H
Einheit der x-Achse:	Pixel
Bezeichnung der y-Achse:	V
Einheit der y-Achse:	Pixel
Einheit der Länge:	Pixel
Einheit der Fläche:	Pixel ²
Faktor der Fläche:	1
Genutzt in Bildern:	Ja

Definiert man ein eigenes Koordinatensystem vom Typ **Default**, so sind z.B. folgende Anzeigen möglich:

Die Bezeichnung der X-Achse sei H, die der Y-Achse V. Alle eindimensionalen Größen sollen mit der Einheit Pixel, alle Flächen mit Pixel² bezeichnet werden:

H= 431 Pixel V= 677 Pixel L= 8,688e3 cd/m²
 Region=0 Typ=Rechteck Breite= 354 Pixel Höhe= 254 Pixel Fläche= 89,92e3 Pixel² Umfang= 1,216e3 Pixel

Abbildung 15.2: Beispiel 1

Im unten stehenden Beispiel 2 wurde festgelegt, dass die Längenangaben in mm und Flächenangaben in mm² angezeigt werden sollen. So erhält man z.B. als Anzeigen in der Statuszeile des Bildes:

X= 114,2 mm Y= 196,8 mm L= 6,923e3 cd/m²
 Region=0 Typ=Rechteck Breite= 95,58 mm Höhe= 68,58 mm Fläche= 6,555e3 mm² Umfang= 328,3 mm

Abbildung 15.3: Beispiel 2

Durch den Knopf **Löschen** kann ein Koordinatensystem aus der Liste gelöscht werden. Dies funktioniert nur, wenn es in keinem der Bilder verwendet wird.

Mit dem Knopf **Speichern** kann man alle Informationen zu den gerade vorhandenen Koordinatensystemen sichern. Unabhängig davon werden beim Speichern und Laden von Messprotokollen auch die Informationen und Parameter der verwendeten Koordinatensysteme gespeichert bzw. wiederhergestellt.

15.1.1 Eigenschaften des Koordinatensystems berechnen lassen

Hat man im Bild genau eine Linie oder ein Rechteck markiert, deren Lage und Größe bekannt sind, dann kann man die für ein Koordinatensystem des Typs **Skalierung und Verschiebung** notwendigen Skalierungsfaktoren und Offsets vom Programm berechnen lassen. Nach dem Drücken des Knopfs **Aus markierter Region berechnen** wird der Dialog **Parameterberechnung** für das Koordinatensystem geöffnet. Der Dialog hat ein unterschiedliches Aussehen, je nachdem, ob im Bild eine Linie oder ein Rechteck markiert wurde.

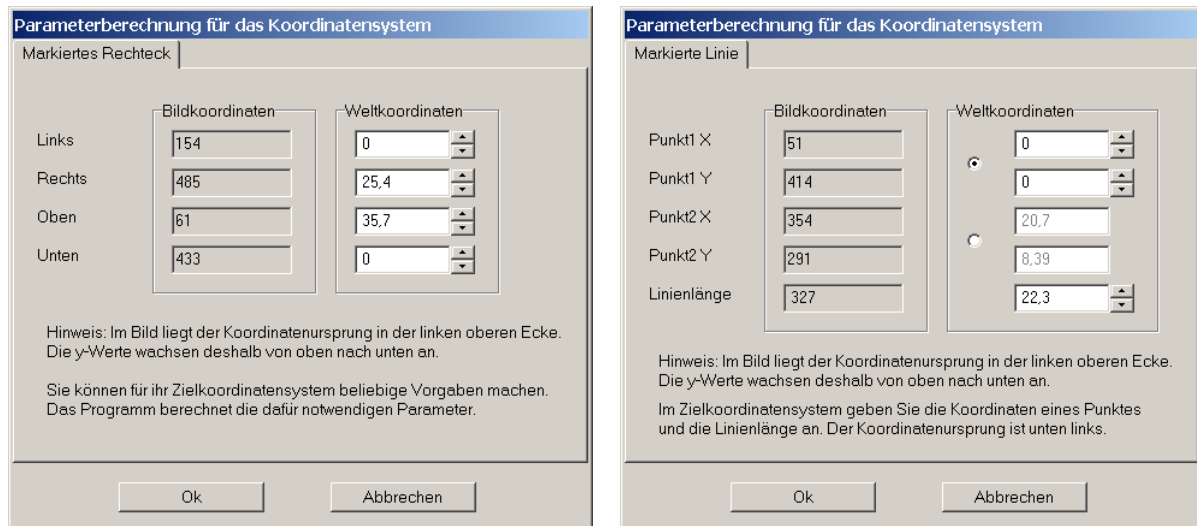


Abbildung 15.4: Berechnung aus markierter Region, für ein Rechteck (links) und eine Linie (rechts)

In beiden Fällen werden auf der linken Seite des Dialogs die Parameter der Region in Bildkoordinaten angezeigt. Auf der rechten Seite kann der Anwender die gewünschten Werte im Weltkoordinatensystem angeben.

Für das markierte Rechteck werden dazu die Koordinaten der linken, rechten, oberen und unteren Kante benötigt. Im links oben angezeigten Beispiel wird der Koordinatenursprung des Weltkoordinatensystems in den unteren linken Eckpunkt des Rechtecks gelegt.

Im Fall einer markierten Linie werden vom Programm die Weltkoordinaten eines der beiden Endpunkte und die Länge der Linie benötigt. Der Anwender kann mit Hilfe der beiden vorhandenen Buttons einen der beiden Endpunkte für die Eingabe auswählen. Die Koordinaten des zweiten ergeben sich automatisch aus der Position des ersten Punkts und der Linienlänge. Im rechts oben angezeigten Beispiel wurde der Koordinatenursprung in den ersten Punkt der Linie gelegt.

Hinweis: Da der Abstand zwischen linker und rechter bzw. oberer und unterer Kante des markierten Rechtecks unabhängig voneinander eingegeben werden, können sich für die x - und die y -Richtung unterschiedliche Skalierungsfaktoren ergeben.

Die Skalierungsfaktoren in x - bzw. y -Richtung sind im Fall der Arbeit mit einer markierten Linie immer gleich groß!

Eine weitere Möglichkeit Veränderungen vorzunehmen, ist die Koordinatentransformation (s. Hdb. Pkt. 10.6. Zum Beispiel die Transformation in Polarkoordinaten (ϑ, φ) .

Dies ist allerdings nur mit exakter Kenntnis der Eigenschaften des verwendeten Objektivs möglich, da an dieser Stelle ein spezieller Kalibrierdatensatz angefertigt werden muss.

Wenn der Nutzer diese Option wünscht, kann Sie in Zusammenarbeit mit TECHNOTEAM für das jeweilige Objektiv realisiert werden.

16 Bestimmung der Beleuchtungsstärke

Die Zielstellung einer Beleuchtungseinrichtung ist vielfach eine ganz bestimmte Beleuchtungsstärke, bzw. Beleuchtungsstärkeverteilung $E(x,y)$ auf Zielflächen.

Bei der Bewertung von Beleuchtungseinrichtungen spielen auch nicht erwünschte Effekte eine große Rolle. Vor allem direkt sichtbare Teile der Beleuchtungsanlage (Lampen, Reflektoren) oder natürliche Lichtquellen (Sonne, Himmel) können unangenehm hohe Leuchtdichten besitzen und zur Blendung führen. Dann sind neben den Leuchtdichten auch geometrische Parameter (Sichtwinkel, Positionswinkel) und deren Verknüpfungen wichtig.

16.1 Beleuchtungsstärkeverteilung auf beleuchteten Flächen

Die Beleuchtungsstärke auf einer Fläche ist bei vielen Aufgaben die interessierende Größe. Der einfallende Lichtstromanteil wird auf Flächen reflektiert (Reflexionsfaktor r) und absorbiert. Die Reflexion kann gerichtet, diffus oder gemischt sein.

Ist die Reflexion rein diffus (Lambertcharakteristik), dann ist die beobachtbare (messbare) Leuchtdichte $L(\vartheta, \varphi)$ keine Funktion der Ausstrahlungsrichtung, konstant für unterschiedlichen Messrichtungen und direkt proportional der Beleuchtungsstärke E .

Werden also Flächen mit den genannten Eigenschaften verwendet (diffus reflektierende Mess-, bzw. Projektionsflächen, bzw. -wände), kann mittels bildauflösender Leuchtdichtemessung direkt die Beleuchtungsstärkeverteilung $E(x,y)$ gemessen werden.

Der Zusammenhang zwischen Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke ergibt sich bei Lambertcharakteristik mit einem konstanten Faktor

$$E(x, y) = L(x, y) \cdot k$$
$$k = \frac{\pi}{\rho}, \quad \rho = \text{Reflexionsgrad}$$

Reflexionseigenschaften mit sehr guter Lambertcharakteristik stellt z.B. weises oder graues Löschpapier zur Verfügung und ist damit sehr gut für Reflexionsnormale auf kleinen Flächen geeignet (z.B. für Arbeitsplätze).

Ein Anwendungsgebiet ist die Vermessung von KfZ-Scheinwerfern an einer diffus reflektierenden Wand. .

Die Bestimmung des Faktors k kann mit einem einfachen Beleuchtungsstärkemesser realisiert werden. Mit diesem wird an der Wand die Beleuchtungsstärke E gemessen, mit der LMK 98.x die vorhandene Leuchtdichte L . Im Anschluss wird obiger Gleichung der Faktor k berechnet

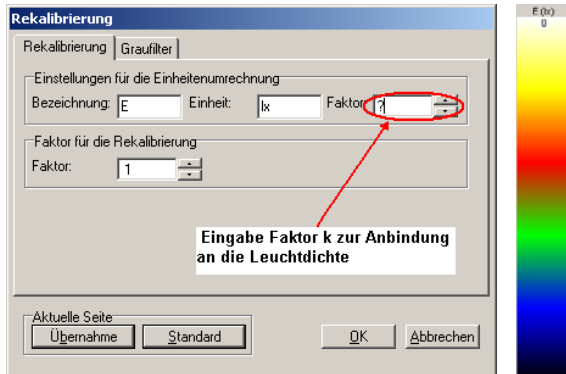
Dieser wird zur Messung der Beleuchtungsstärke E in die Software eingetragen.

Zu diesem Zweck kann die vorgesehene Funktion zur Rekalibrierung verwendet werden.

Prozedur: HOW TO ... ?

Beleuchtungsstärkeverteilung auf beleuchteten Flächen

- Eintrag des Umrechnungsfaktors in die LMK2000-Software



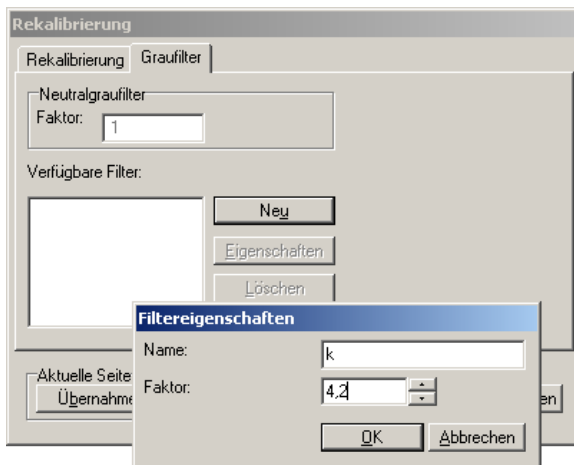
Hauptmenüleiste: **Kamera** → **Rekalibrierung**

Dialogfeld: **Rekalibrierung**

Karteikarte: **Rekalibrierung**
(s. Hdb. Pkt. 2.5)

Eintrag der Beleuchtungsstärke als Bezeichner der Farbpalette und Anbindung an die Leuchtdichte über einen Faktor*.

- Eintrag des Faktors k als Graufilter



Hauptmenüleiste: **Kamera** → **Rekalibrierung**

Dialogfeld: **Rekalibrierung**

Karteikarte: **Graufilter**
(s. Hdb. Pkt. 2.5)

Taste **Neu** → Dialogfeld: **Filtereigenschaften**: Eingabe eines Namens und des ermittelten Faktors*.

**Tipp: Wenn mehrere Faktoren zeitgleich verwendet werden, so werden diese im Ergebnis miteinander multipliziert!*

16.2 Zusatzpaket für Dreibildaufnahme

Mit Hilfe der Dreibildaufnahme können Beleuchtungsstärkebilder für einen festen Messaufbau berechnet werden.

Dieser Messaufbau besteht aus:

- Einer Projektionswand
- Einem Scheinwerfer, der auf einer Dreheinheit montiert ist und die Wand beleuchtet
- Der LMK, die Leuchtdichtebilder der Wand aufnimmt

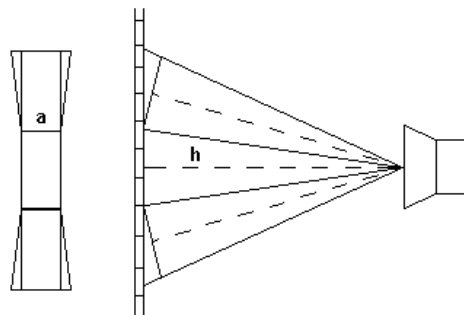


Abbildung 16.1: Messprinzip Dreibildaufnahme

16.2.1 Grundansatz

Zwischen drei aufeinanderfolgenden Aufnahmen wird der Scheinwerfer jeweils um einen im Vorfeld festgelegten Winkel gedreht.

In der Kalibrierung des Messaufbaus ist dieser Drehwinkel ebenfalls festgelegt, der Reflexionsgrad der Wand bestimmt und die ermittelten Daten als Kalibrierdatensatz gespeichert.

Der Messablauf ist als Makro gespeichert und steht im Zusatzpaket "Dreibildaufnahme" als Menüpunkt in der LMK2000-Software zur Verfügung.

Als Ergebnis einer Dreibildaufnahme erhält man ein Beleuchtungsstärkebild des Scheinwerfers auf einer virtuellen Projektionswand, die breiter als die tatsächlich verwendete ist

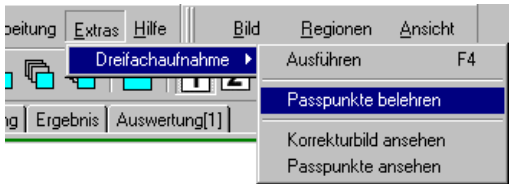
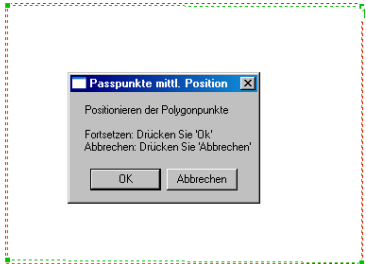
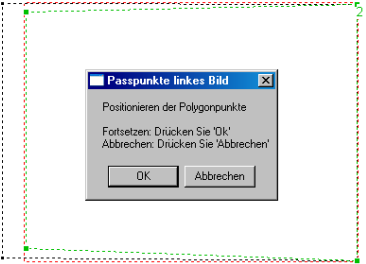
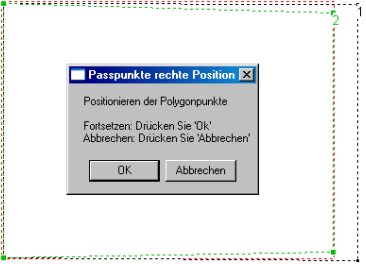
Für einen neuen Messaufbau ist eine Belehrung der Passpunkte notwendig, bei der die geometrischen Beziehungen zwischen Projektionswand und Kamera erfasst werden.

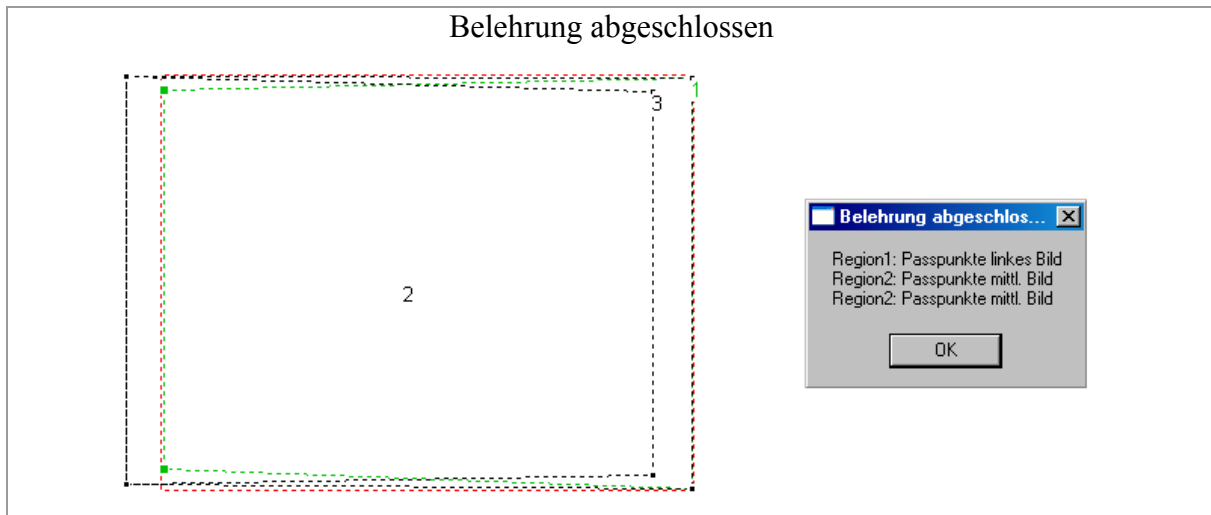
16.2.2 Belehrung der Passpunkte

Die Funktion zum Definieren der Passpunkte wird mit dem Untermenüpunkt: **Extras.Dreifachaufnahme.Passpunkte belehren** gestartet. Es wird auf das Leuchtdichtbild umgeschaltet und dort ein Polygon dargestellt, welches dem Bildausschnitt der mittleren Position des Scheinwerfers entspricht. Wenn vorher ein Leuchtdichtebild mit den Passpunkten an der Wand aufgenommen wurde, können jetzt die vier Ecken des Polygons dorthin verschoben werden. Hat man die Punkte entsprechend verschoben, wird deren Position gespeichert.

Der Dialog wiederholt sich für die Passpunkte des linken und des rechten Bildes. Dabei wird die Lage der Punkte vorher berechnet. Man hat aber durch die beiden Dialoge die Möglichkeit, manuelle Kontrollen bzw. Änderungen durchzuführen.

Prozedur: HOW TO ... ?

Belehrung der Passpunkte		
<ul style="list-style-type: none">Starten der Schrittfolge	Hauptmenüleiste: Extras → Dreifachaufnahme → Passpunkte belehren: Aktiviert eine Abfolge in drei Schritten, um die Polygone für die jeweilige Aufnahme zu justieren.	
	Im ersten Schritt, für das mittlere Bild, wird das Polygon eingerichtet, an dem sich die Berechnung der projektiven Entzerrung für die beiden weiteren Polygone.	
1. Schritt	2. Schritt	3. Schritt
		

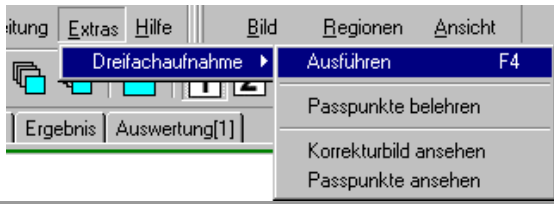
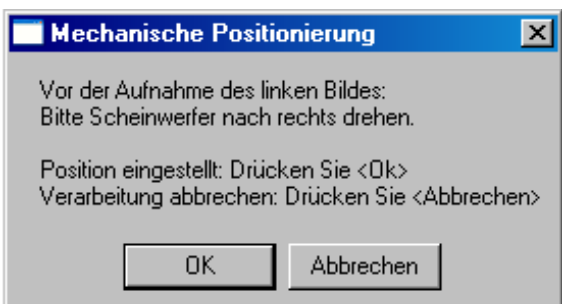


Hinweis: Der Algorithmus geht davon aus, dass die linke als auch die rechte Kante senkrecht stehen, das sollte sowohl bei der Montage der Passpunkte auf der Wand als auch bei der Justage der Kameraposition beachtet werden!

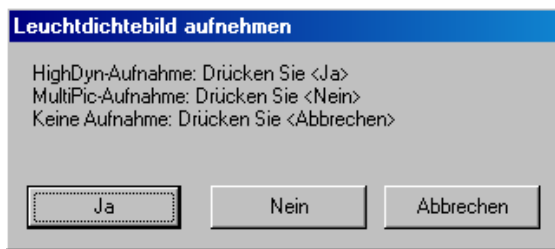
16.2.3 Ablauf der Dreibildaufnahme

Der Nutzer hat vor der Aufnahme die Wahl zwischen einer HighDyn- oder einer MultiPic-Messung. Die Aufnahmeparameter wie das Einstellen der Integrationszeit, der Bildanzahl oder des Zeitverhältnisses für den Bildeinzug, müssen an dieser Stelle im Vorfeld erledigt sein. Erst dann darf über die Hauptmenüleiste **Extras.Dreifachaufnahme.Ausführen** mit der Dreibildaufnahme begonnen werden

Prozedur: HOW TO ... ?

Ablauf der Dreibildaufnahme	
<ul style="list-style-type: none"> Starten der Schrittfolge 	<p>Hauptmenüleiste: Extras → Dreifachaufnahme → Ausführen: Aktiviert Abfolge in drei Schritten um die jeweilige Aufnahme zu tätigen</p>
<ul style="list-style-type: none"> Ablauf der Messung 	<p>Nach dem Auswählen des Menüpunkts Dreifachaufnahme → Ausführen werden bei Bedarf die notwendigen Bilder angelegt, danach wird der links stehende Dialog angezeigt.</p>

- Auswahl des Aufnahmealgorithmus



Der Benutzer kann entscheiden, ob er ein **High-Dyn**- oder ein **MultiPic**-Bild aufnehmen möchte, beide mit den vorher in der LMK-Software eingestellten Parametern (Integrationszeiten, Bildanzahl).

***Tipp:** Der Vorgang (Dialog vor der Positionierung, Dialog vor der Aufnahme) wird für die mittlere und die rechte Position wiederholt, danach wird das Ergebnisbild angezeigt. In diesem Ergebnisbild ist sowohl die Entzerrung als auch die Umrechnung auf Beleuchtungsstärken bereits erfolgt!*

16.3 Blendungsbewertung

Für die Blendungsbewertung von Blendquellen ist es nötig zunächst deren mittlere Leuchtdichten zu ermitteln, um sie in Bezug zu der in der Szene existierenden vertikalen Beleuchtungsstärke am Auge zu setzen.

Die an der Eintrittspupille vorhandenen Beleuchtungsstärken ergeben sich aus:

$$E_{\text{vert.Auge}} = \int L_{i,j\text{gemessen}} \cdot \cos^3 \vartheta dA = \sum L_{i,j\text{gemessen}} \cdot \cos^3 \vartheta \quad (16.1)$$

Der Winkel ϑ entspricht dem Öffnungswinkel des verwendeten Objektivs.

16.3.1 Ermittlung der Schleierleuchtdichte

Ein Anwendungsgebiet der Bewertung von Blendquellen betrifft die Ermittlung der Schleierleuchtdichte nach Gleichung:

$$L_{\text{Seq}} = \frac{cE_{\text{vert.Auge}}}{\vartheta^n} \Rightarrow E_{\text{vert.Auge}} \cdot f(\vartheta) \quad (16.2)$$

Häufig wird $n = 2$ verwendet, gelegentlich sind aber auch andere Bewertungsfunktionen im Einsatz. Prinzipiell ergibt sich die Schleierleuchtdichte aber nach Gleichung 16.2.

Die äquivalente Schleierleuchtdichte ist definiert durch die von den Blendquellen am Auge hervorgerufenen Beleuchtungsstärken mit einer richtungsabhängigen Wichtung.

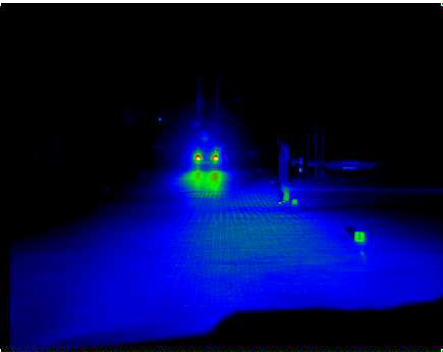
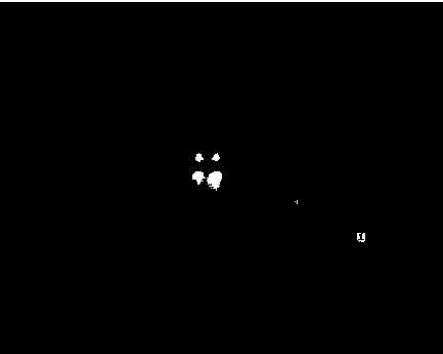
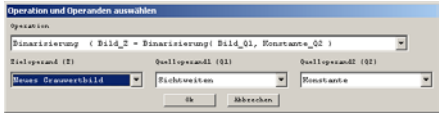
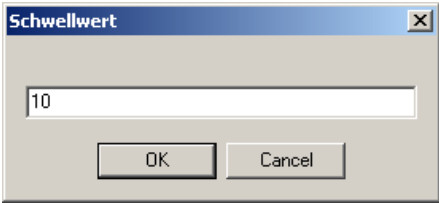
Aus Gleichung 16.1 und 16.2 ergibt sich für die äquivalente Schleierleuchtdichte folgender Zusammenhang:

$$L_{\text{Seq}} = \sum_{i,j} L_{i,j\text{gemessen}} \cdot \cos^3 \vartheta \cdot f(\vartheta) = \sum_{i,j} L_{i,j\text{gemessen}} \cdot f_1(\vartheta) \quad (16.3)$$

Das bedeutet, die Leuchtdichte ist mit der Funktion $f_1(\mathcal{G})$ zu wichten und zu summieren. Die Wichtung kann durch ein Wichtungsbild $f_1(\mathcal{G})$ erfolgen, mit dem das Leuchtdichtebild multipliziert wird. Dieses Wichtungsbild kann TECHNOTEAM auf Anfrage für das jeweilige Objekt erzeugen.

Die in der Messung nötige Definition und Erfassung der in der Szene vorhandenen Blendquellen kann über die Definition von Leuchtdichteschwellen erfolgen (Hauptmenüleiste: **Bildverarbeitung.Bildarithmetik.Binarisierung** oder durch die Arbeit mit den Inspektoren, siehe dazu Abschnitt 4.2).

Prozedur: HOW TO ... ?

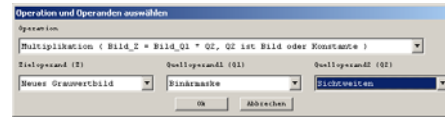
Ermittlung der Schleierleuchtdichte	
<ul style="list-style-type: none"> Aufnahme des Szenarios 	<p>Hauptmenüleiste: Aufnahme → SinglePic bzw. MultiPic</p> <p>(alt.) Hauptschaltfeldleiste: SinglePic-Algorithmus bzw. MultiPic-Algorithmus (F6)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Bestimmung der Geometrie der Blendquellen durch Festlegung einer Schwelle 	<p>Hauptmenüleiste: Bildverarbeitung → Bildarithmetik</p> <p>Dialogfenster: Operanden und Operationen → Binarisierung</p>  <p>Dialogbox: Schwellwert Eingabe des Schwellwertes</p> 

- Zuschneiden der Blendquellen



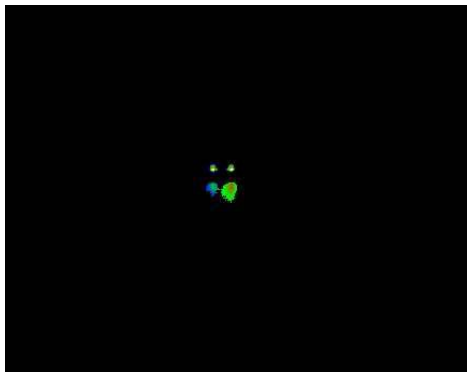
Hauptmenüleiste: **Bildverarbeitung** → **Bildarithmetik**

Dialogfenster: **Operanden und Operationen** → **Multiplikation**



Tipp: Alternativ kann auch eine Aufsummierung über eine entsprechend definierte Region (z.B. $\vartheta = 60^\circ$), oder eine Definition der Blendquellen über das Leuchtdichteobjekt und Summierung in den Regionen der Blendquellen zu deren Selektion durchgeführt werden.

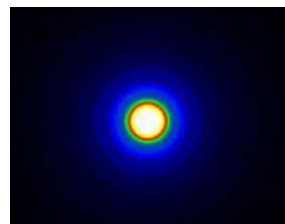
- Wichtung der Blendquellen mit dem Wichtungsbild



Hauptmenüleiste: **Bildverarbeitung** → **Bildarithmetik**

Dialogfenster: **Operanden und Operationen** → **Multiplikation**

Multiplikation der ausgeschnittenen Blendquellen mit dem Wichtungsbild:



$$f_1(\vartheta) = \cos^3 \vartheta \cdot f(\vartheta)$$

16.3.2 Blendungsbewertung nach UGR (unified glare ratio)

Eine Blendungsbewertung von Beleuchtungssituationen nach UGR erfordert ebenfalls die Messung fotometrischer sowie geometrischer Größen.

$$UGR = 8 \log \frac{0,25}{L_U} \sum_i \frac{L_i^2 \cdot \omega_i}{p_i^2} \quad (16.4)$$

- L_U mittlere Leuchtdichte im Umfeld
- L_i mittlere leuchtdichte der Blendquellen
- ω_i Raumwinkel, unter dem die Blendquellen gesehen werden
- p_i Positionsindex (ergibt sich aus dem Höhenwinkel nach Tabelle)

Die mittlere Leuchtdichte der Blendquellen als Funktion von der Richtung und dem Raumwinkel kann mit der LMK98.x gemessen werden. Die Umfeldleuchtdichte L_U kann durch Mittelung über den gesamten Datensatz bestimmt werden. Die Definition der Blendquellen erfolgt über Schwellwerte, siehe Abschnitt 16.3.1.

Die zugehörigen Höhenwinkel und die Raumwinkel der Blendquellen ergeben sich aus den gemessenen geometrischen Daten im Leuchtdichtebild und den Parametern des Messsystems (Abbildungsmaßstab für Raumwinkel) sowie seiner Aufstellung im Raum.

Die Messung von UGR mittels der Leuchtdichtemesskamera kann dabei in folgender Weise erfolgen:

- Bildaufnahme
- Definition der Blendquellen durch Funktionen der Bildverarbeitung (Leuchtdichtebild und Maximum mit einem konstanten Bild (Schwelle) -> Labelbild (Blendquellenpixel = 1, Umfeldpixel = 0))
- Negation des Labelbildes
- Multiplikation des Leuchtdichtebildes mit Labelbild_Neg -> Umfeldleuchtdichten -> Mittelwert -> L_u
- Multiplikation des Leuchtdichtebildes mit Labelbild -> Blendquellen
- Multiplikation Blendquellenbild mit Blendquellenbild -> L_i^2
- Multiplikation mit Wichtungsbild: $f_2(\mathcal{G}) = \frac{\omega_i}{p_i^2}$
- Summation aller Blendquellen

17 Stichwortverzeichnis

A

Abbildung 4, 13 ff.
Auflösung, s. *Sensor* 13, 31
Aufnahme
 HighDyn-Algorithmus ... 11,
 12
 Mehrfachmessung... 10, 11,
 27
 -optionen 11, 12, 17, 27
 -serie, s. *Messreihen*. 17-22
 -verfahren 10, 17
Auswertung 13-23, 29, 40
AVI 21

B

Beleuchtungsstärke 44 ff.
Belichtungszeit
 s. *Integrationszeit* 11
Bild
 -arithmetik... 30, 37, 38, 49,
 50
 -einzug, s. *Bildeinzug*
 -folge 17-23
 -konvertierung 21, 22, 26
 -koordinaten 43
 -verarbeitung 23, 37, 38,
 49-51
 -verzeichnis 17-22
Bildeinzug 10, 17, 25, 35, 47
Bitmap 21
Blendung
 -bewertung 48, 50
 Schleierleuchtdichte.. 48, 49
 UGR (unified glare ratio) 50

C

Chip
 CCD 27
Cursor 9, 13, 16, 40
 Kreisring- 8
 Linien- 13

D

Dialog
 -box 41, 49
 -feld 10-45
 -fenster 14, 29, 41, 49, 50
Dreibildaufnahme 45-47

E

Empfänger
 -matrix 13
Empfänger, s. *Sensor* 13
Entzerrung 46, 48
 projektive 36, 37

F

Farbe 28, 29
 Farbbild 28, 29
 Farbmessung 28
 Farbpalette 6, 45
 Farbraum 29
 Farbtemperatur 28, 29
Fehler 13, 32, 34
 Justierung 13
 Messfehler 27, 31
Fenster 5, 30

Dialogfenster ... 14, 29, 41,
 49, 50
Hauptfenster 5
Inspektorfenster .. 14, 25, 29
Filter
 -eigenschaften 30, 33, 45
 Graufilter 30-33, 45
 -koeffizienten 30, 33
Funktionstaste 5, 10-12

H

HighDyn 11, 12, 18, 29, 47, 48

I

Inspektor
 Inspektoren 14, 25, 49
 Integralobjekt 14, 15
 Leuchtdichteobjekt .. 15, 38,
 50
 Symbolobjekt 14, 15
Integral 14, 15
 -objekt 14, 15
 Integrationszeit .. 10, 27, 28,
 47

Iso
 -flächen 38, 39
 -linien 38, 39

K

Kalibrierfaktor, s.
 Rekalibrierung 30
Karteikarte
 Ansichtenkarteikarte . 20, 26
 Inspektorkarteikarte . 14, 20,
 25, 26

Karteikasten
 Ansichtenkarteikasten ... 25, 26
 Inspektorkarteikasten 5, 6
 Konoskop
 konoskopisch 34, 35
 Kontrast 34
 -messung 34, 35
 Koordinatensystem 40-42
 konstruieren 40
 Weltkoordinaten..... 43
 Korrekturfaktor, s.
Rekalibrierung 31-33
 Kurve 14, 25, 26

L

Lambertcharakteristik 44
 Leuchtdichte .. 7, 13-16, 25, 27, 31, 34, 38-45, 48, 50
 -aufnahme 13, 16, 40
 -bild 11-17, 20-25, 46-51
 -messung 13, 44
 -objekt 15, 38, 50
 Schleier, s. *Blendung* 48, 49
 Linie..... 7, 13, 38-43
 -cursor 13
 Live..... 10, 13, 28-35
 -HighDyn 25
 -Luminance 25

M

Makro 46
 Dreibildaufnahme 45-47
 Konoskop 34
 Mauszeiger 7
 Mehrfachmessung, s.
Aufnahme 10, 11, 27
 Menü..... 5, 28

Hauptmenüleiste 10 *ff.*
 Kontextmenü 6, 9, 14, 16, 20-26
 -punkt ... 5, 9, 14, 17, 28, 34, 40, 46
 Messreihe 17-25
 manuelle 17, 46
 mechanikgesteuerte 17
 zeitgesteuerte 17, 20, 25
 Messung 27-32, 44, 47-50
 Kontrast-..... 34, 35
 Leuchtdichte-..... 13, 44
 Mehrfach-..... 10, 11, 27
 Modulation 27
 -frequenz 27
 Pulsweiten- 27
 Moire Effekt 34
 MultiPic, s. *Mehrfachmessung*
 10, 11, 18, 27, 34, 47, 48, 49

N

Nachtdesign..... 13

O

Objekte
 -arten 14, 15
 -typen 15
 Objekte, s. *Inspektor* ... 14, 16, 22
 Objektiv 34, 35, 43, 49
 Öffnungswinkel d. 48
 Strahlengang d. 30, 34

P

Passpunkt 36, 46, 47
 belehren 46

Periode
 -anzahl 27
 -dauer 27
 Pixel 10-15, 27, 35-42
 -klasse 14
 Polygon 9, 14, 16, 36, 46
 Prozedur 10 *ff.*

Q

Quellbild 23, 36-38

R

Raumwinkel 50
 Reflexion 44
 diffuse 44
 -grad 44, 46
 Lambertcharakteristik 44
 Region .. 7-9, 13-18, 23-25, 37, 41-43, 50
 Kreis 7, 16
 Linie 7, 13, 38-43
 Mess- .. 6, 14, 16, 23-26, 36, 37
 Polygon 9, 14, 16, 36, 46
 Rechteck ... 7, 16, 36, 42, 43
 Rekalibrierung 30-33, 44, 45
 -faktor 27-33, 44, 45

S

Schaltfeld 5
 Bildschaltfeldleiste ... 13, 16
 Funktionstaste . 5, 10, 11, 12
 Hauptschaltfeldleiste 10, 11, 12, 13, 16, 23, 25, 28, 29, 35, 49
 -leiste 5

Schleierleuchtdichte, s.
 Blendung 48, 49
Schnitt
 -darstellung 13, 14
Schwell
 Hintergrund- 15
 Vordergrund- 14, 15
Schwelle 39, 49, 51
 -wert 14, 16, 39, 49, 50
Sensor
 -auflösung 13, 31
 CCD- 27
 Empfänger 13
 -pixel 10-15, 27, 35-42
SinglePic, s.
 Einzelmessung 10-16, 49

Smear 11
 -effekt 11
 -korrektur 11
Spektrum 30
Symbol, s.
 Nachtdesign 13, 15, 28

T

Transmission 30, 31, 33

U

UGR (unified glare ratio), s.
 Blendung 50

W

Wellenlänge
 dominante 29, 31

Z

Zeitliste, s. *Messreihe* 19, 20
Zeitstatistik 19, 20, 25, 26
Zielbild 22, 24, 36-39