

## **MorphCol Supplement # 21 - Intelligente Beleuchtung für AMOR**

Michael Knappertsbusch und Mark Chalçon (FHNW Brugg / Windisch)  
07.12.2011

### **Ausgangslage:**

Beim zunehmenden Kippen des Schwenktisches (Pitch und Roll) wird die Beleuchtung des Objektes immer schlechter. Dies kommt daher, dass einerseits die installierte Ringbeleuchtung nicht vollständig ausreicht, und andererseits weil bei den zusätzlichen Schwanenhälsen der Lichtkegel bei starken Neigungen zum Streiflicht wird oder das Objekt gar nicht mehr erreicht. Mit der "Intelligenten Beleuchtung" soll erreicht werden, dass ein angesteuertes Objekt immer optimal angestrahlt wird.

### **Ueberlegungen zur Realisierung:**

Eine Möglichkeit wäre, anstelle der jetzigen Kaltlicht-Ringbeleuchtung mehrere konzentrische Kränze (3 oder 4) bestehend aus hellen LEDs einzurichten. Jedes LED strahlt das angesteuerte Objekt von schräg oben her an. Unter die LEDs könnte eine ringförmige Polarisations Scheibe gelagert werden, die drehbar ist, um das Licht polarisieren zu können. Im zentralen Durchlass muss eine Halterung für den zweiten POL-Filter vorhanden sein, damit kreuzpolarisiert werden kann.

Die LEDs im innersten Kranz strahlen in einem steilen Einfallswinkel. Die LEDs der nachfolgenden äusseren Kränze besitzen abnehmende Einfallswinkel für den Lichtstrahl. Zunächst wurde folgende Einrichtung überlegt (Lösung a): Um das Objekt im Fokus-Punkt aus jeder Richtung optimal anzustrahlen, könnten die LEDs in den diversen Kränzen als Funktion der Richtung und Amplitude von Pitch und Roll angesteuert werden. Dabei sollte der resultierende Lichtkegel per LED auf der Probe gross genug sein, damit das Objekt gut angestrahlt wird. Bei näherer Betrachtung wurde aber deutlich, dass diese Konstruktion nicht zu einer Verbesserung führt, weil in gekippter-Position die Schale auf der Schattenseite immer noch in den Schattenbereich zu liegen kommt.

Eine alternative Lösung (b) wäre, wenn in den Halterungsrahmen für die Zelle eine Reihe LEDs eingebaut würde, sodass die Schalen direkt von jeder Seite flach angestrahlt werden. Die "Zelle besteht dann nur noch aus dem Boden, ohne Kartonrahmen. Der Halterungsrahmen könnte so gemacht werden, dass er leicht vom Schwenktisch abnehmbar ist (mit einer Steckverbindung).

Die Lösungs-Ansätze a und b könnten kombiniert werden, sodass Licht von oben und von der Seite einfällt.

### **Fokussierung:**

Weil das MZ 6 Mikroskop von Leica eine parfokale Zoom-Geometrie besitzt, bleibt beim Verändern der Vergrösserung die Fokussierung konstant: Die Vertikalposition des Mikroskopes muss darum beim Vergrössern/Verkleinern nicht oder nur minimal nachgestellt werden (im Gegensatz zum Zeiss-Axioskop, wo bei jedem Wechsel des Objektives vertikal nachfokussiert werden muss). Dies bedeutet, dass bei horizontaler Tischposition beim Leica nur für den Lichtverlust beim Vergrössern kompensiert werden muss. Die notwendige Stärke der LED-Emission könnte zum Beispiel in Funktion der Vergrösserung am Mikroskop moduliert werden.

### Messungen:

Die Beleuchtungsstärke im Fokuspunkt und an der Lichtquelle selbst müssen bekannt sein. Dazu wurde folgendes Experiment gemacht:

Der Sensor eines Beleuchtungsmessgerätes wurde auf den Schwenktisch unter das Binokular gelegt. Das Mikroskop wurde auf den Lichtsensor fokussiert. Standard-Ringleuchte von Volpi mit vorgeschaltetem Polarisationsfilter ist montiert, Lichtquelle ist das 6000-1 Gerät von Volpi, Licht voll aufgedreht (Position 4, high intensity). Anschliessend wurde die Beleuchtungsstärke als Funktion der Vertikalbewegung des Mikroskopes mit dem montierten Standard-Ringlicht gemessen. Messungen wurden in 5 Klick-Schritten durchgeführt, zuerst nach oben in Richtung zum Ringlichtes, dann nach unten, weg vom Licht (Fokus: sensitivity=normal, d.h. 1 Klick = 1 mm). Die Messpunkte folgen einer Exponentialkurve (Figur 1, Tabelle 1).

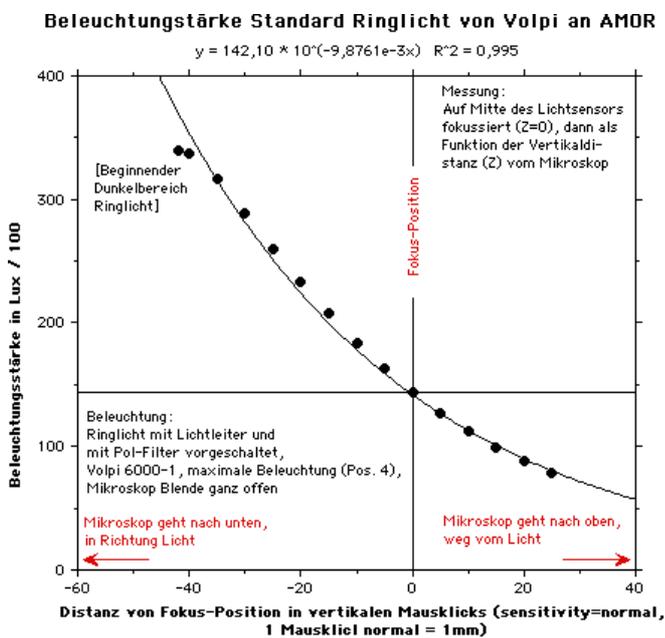


Tabelle 1

Position, clicks	Lux/100
-42	339
-40	337
-35	317
-30	289
-25	260
-20	233
-15	208
-10	184
-5	163
0	144
5	127
10	112
15	99
20	88
25	78

**Figur 1.** Beleuchtungsstärke (in Lux / 100) des Ringlichtes in Funktion der vertikalen Distanz (Z) vom Fokus-Punkt (Position Z=0). Die Position ist in Mausclicks (Sensitivity=normal) angegeben. Ein Mausclick entspricht 1 mm Vertikalbewegung.

Im Fokuspunkt (Z=0) war die Beleuchtungsstärke 14400 Lux. Bewegt sich das Mikroskop nach unten (negative Positionen), so nähert sich das Ringlicht dem Objekt und die Beleuchtungsstärke steigt an. Im Bereich des zentralen Schattens des Ringlichtes nimmt sie wieder ab. Bewegt sich das Mikroskop nach oben (positive Positionen), so entfernt sich die Lichtquelle vom Objekt und die Beleuchtungsstärke nimmt ab.

Die Messpunkte ergeben eine Kurve

$$Y = 142.1 * 10^{(-0.0098761 * Z)}$$

$R^2=0.995$ , Y in Lux / 100, Z in Mausklicks (oder in mm)

Setzt man die Brennweite (Distanz Objektiv-Objekt in Fokusposition) von ca. -75mm ein, ergibt sich eine Beleuchtungsstärke an der Lichtquelle von ca. 78'217 Lux. Dies ist der Mindestwert, den die LEDs emittieren sollten, da normalerweise der Schwanenhals auch notwendig ist.