

Mattscheiben in Beleuchtungssystemen von Zeiss/West

J. Boschert, Mannheim

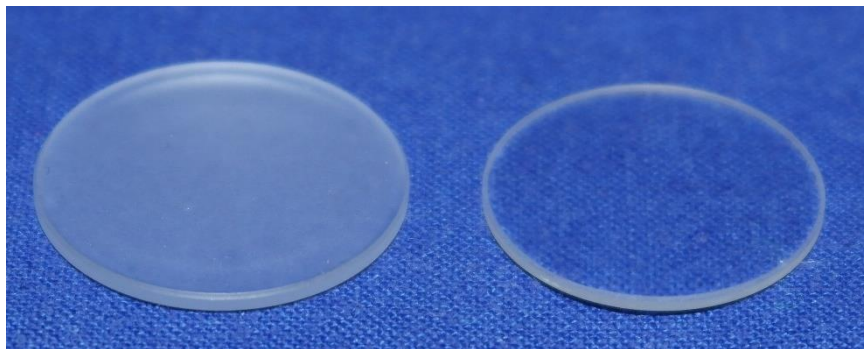
Dez.2025

In dem folgenden Thread, in dem es ursprünglich um inhomogene Beleuchtung eines an ein JenaVal adaptierten Blitzgerätes ging, „driftete“ die Diskussion bald zu dem Einfluss von Mattscheiben im Beleuchtungsstrahlengang ab. Zuletzt hatte Hubert („Lupus“) einen tollen Erklärungsbeitrag eingestellt, in dem er auch auf den Unterschied zwischen geätzten und geschliffenen Mattscheiben einging. Er hat dort auch klargestellt, dass es sich bei den vermeintlich konvexen Mikrolinsen einer geätzten Mattscheibe in Wirklichkeit um Konkavitäten handelt. Das konnte ich bei meinen Betrachtungen mit dem Feinfocus nachvollziehen!

Hier der Link: [Gradient bei Blitzeinrichtung / Strahlengang des Zeiss JenaVal - Seite 3](#)

Für mich war dieser Thread Anlass, einmal bei meinen Zeiss/West Beleuchtungseinrichtungen nachzusehen, wie es da mit geätzt vs. geschliffen aussieht. Die unterschiedlichen Mattscheiben/mattierte Linsen habe ich mir im Auflicht-DIC mit einem Epiplan 40/0.85 (160 / 0) angeschaut.

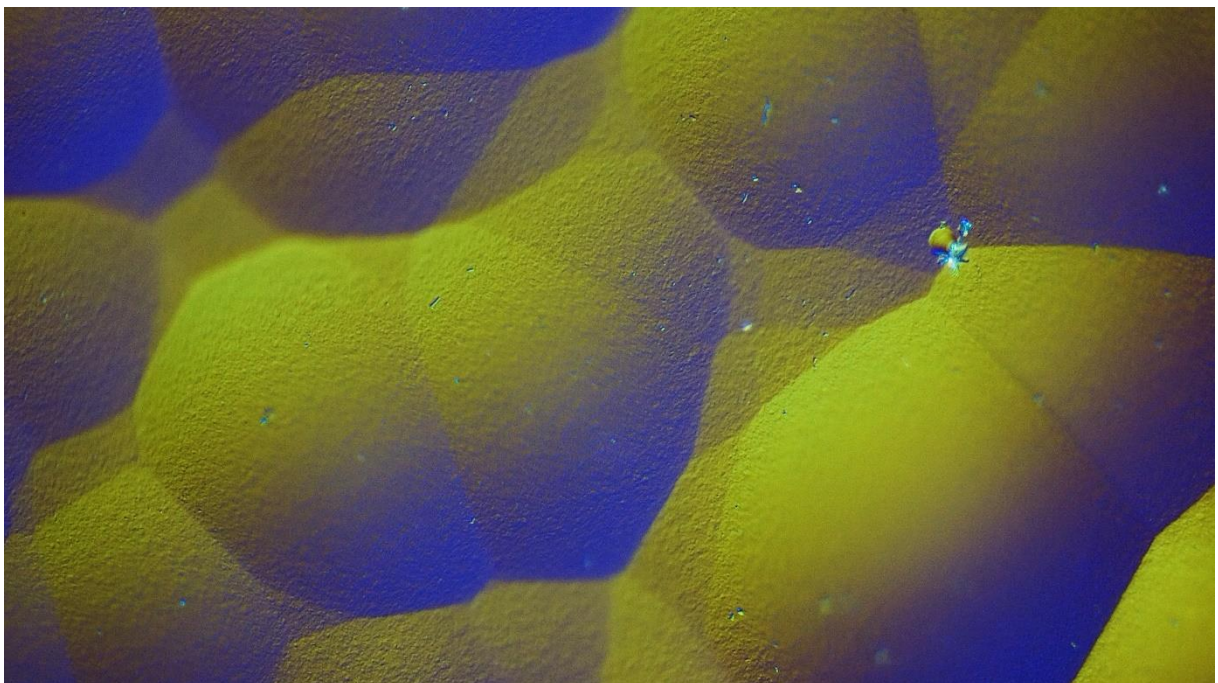
Oft kann man geätzte von geschliffenen Mattscheiben durchaus schon makroskopisch visuell unterscheiden: Die mattierte Seite der letzteren wirken stumpf, während die geätzten Scheiben eher glänzt; zudem sind die geätzten durchsichtiger, lassen die dahinterliegenden Objekte noch erkennen/erahnen. Ich habe versucht, das in einem Bild aufzufangen, was mir nur ansatzweise gelungen ist:



Was habe ich gefunden?

Nun, seht selbst. Übrigens: Die Zahlen in der Leuchtenbezeichnung sind bei Zeiss/West einfach die Leistung der regulär verwendeten Leuchtmittel in Watt.

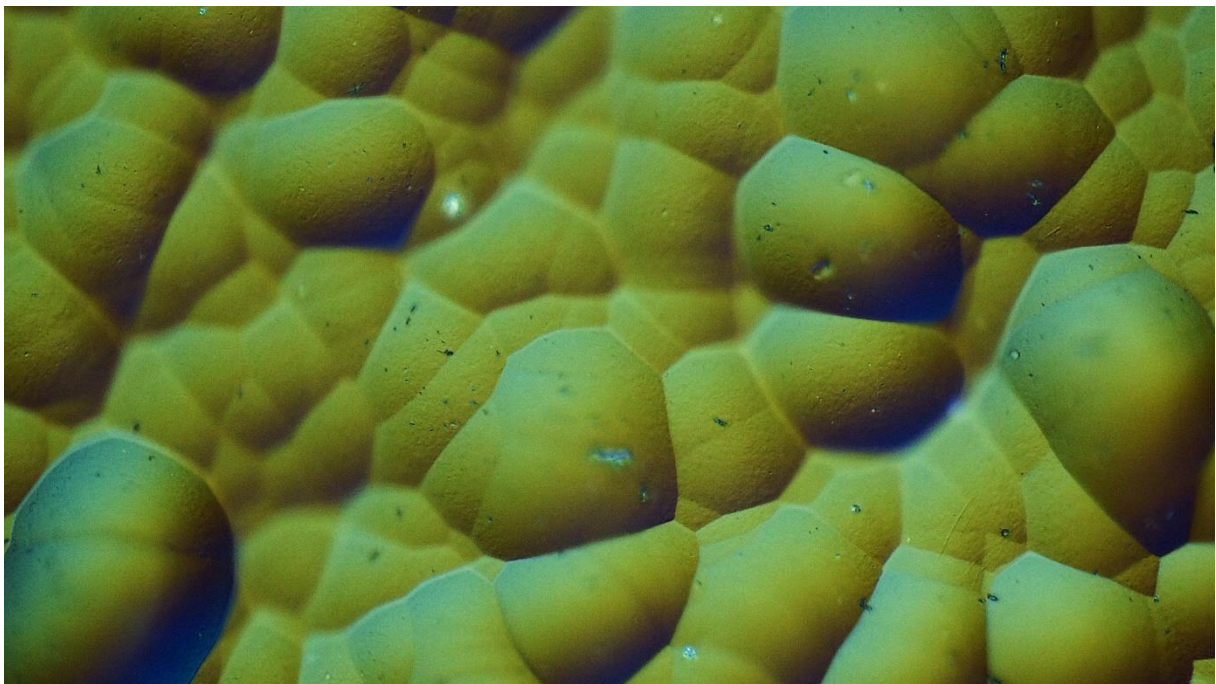
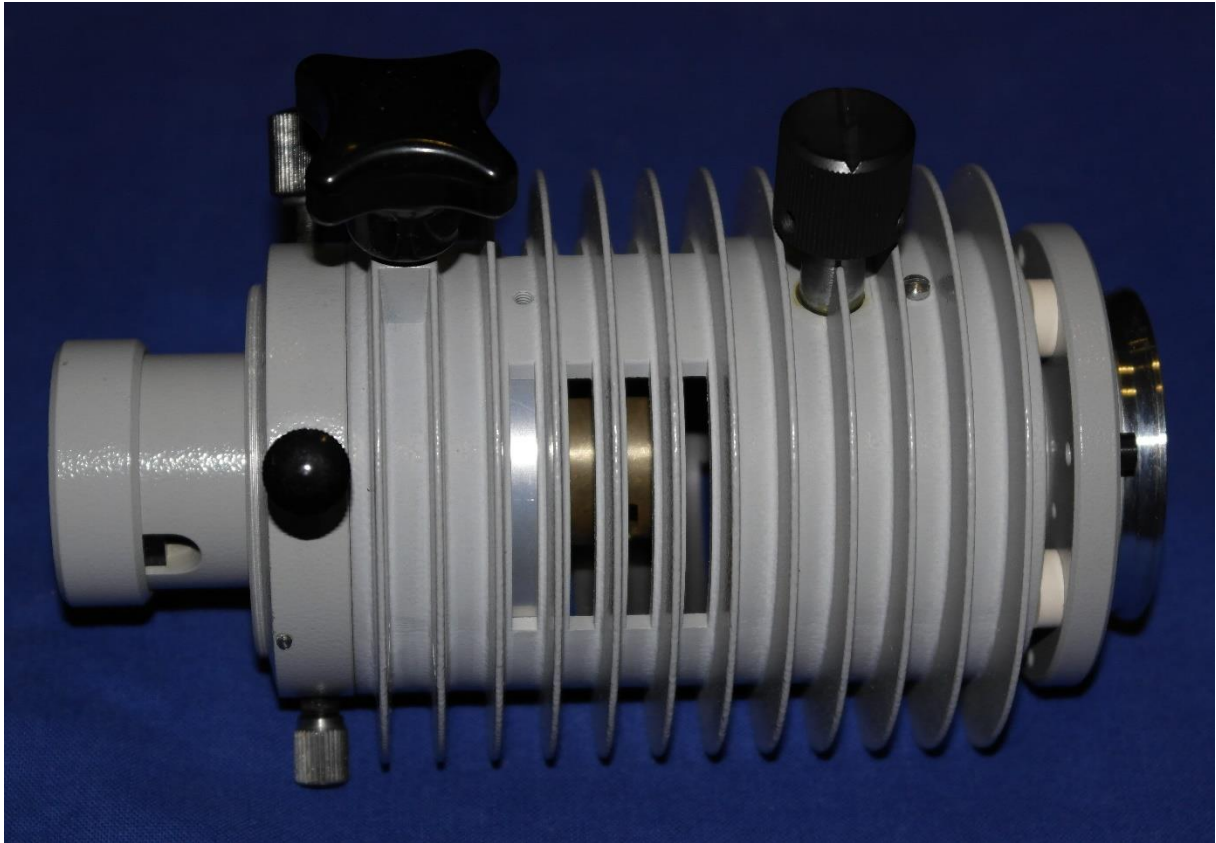
1. Hochleistungs-Mikroskopierleuchte (Zeiss „Kürbis“)



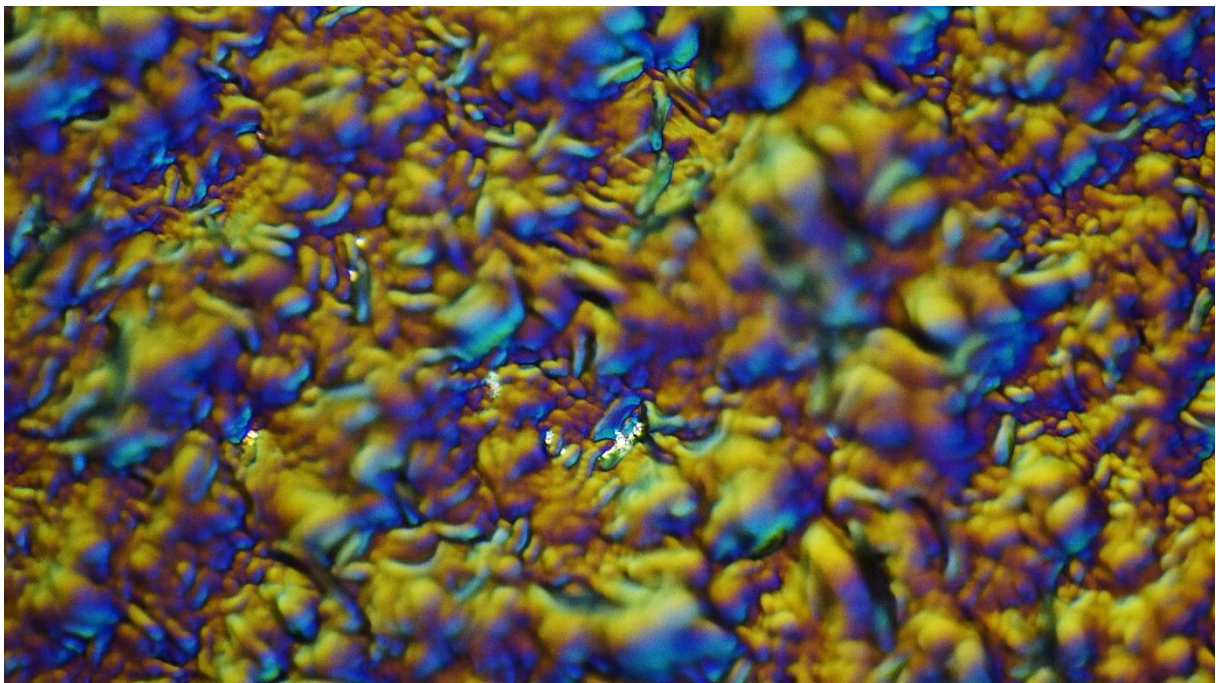
2. Leuchte 100 (alte Bauart)



3. Leuchte 60

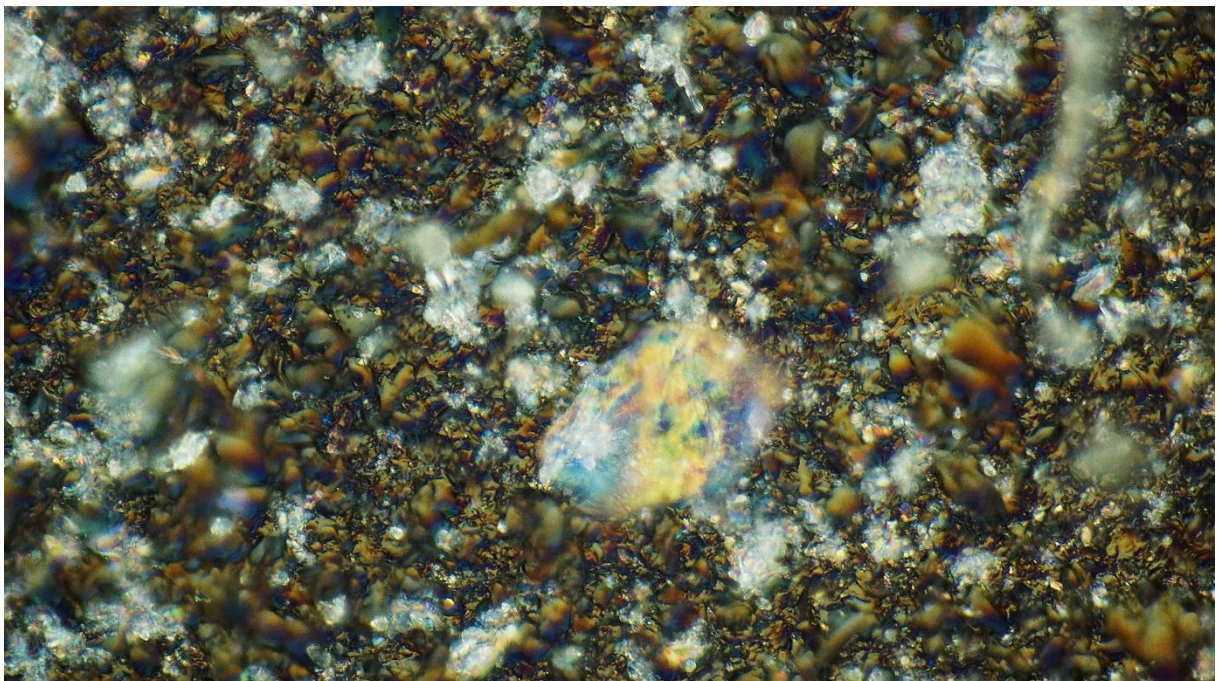


4. Leuchte 30

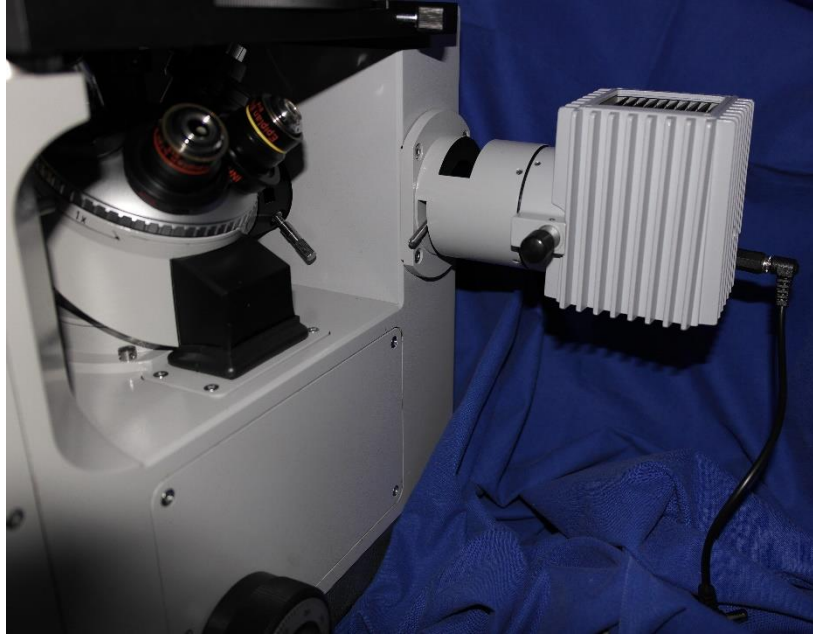


5. Leuchte 15

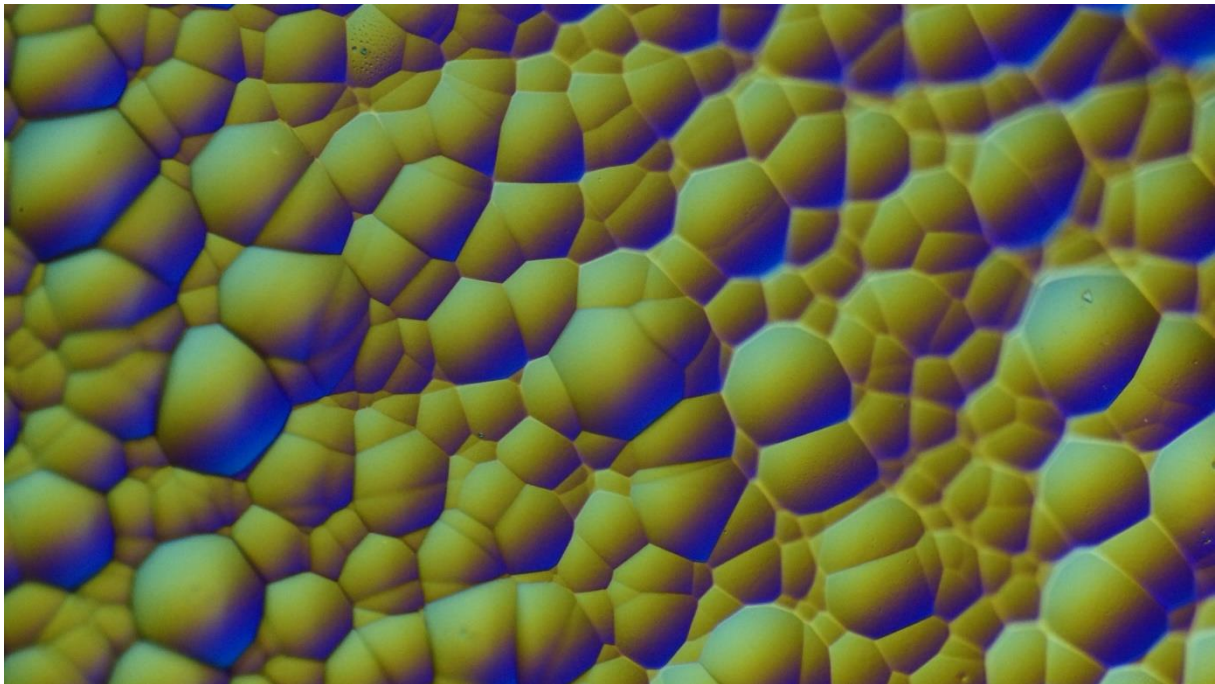
Diese findet als Einschub in den Standards (im Bild unten), es gibt sie aber auch als Standleuchte mit Stativ (im Bild oben, hier ohne Stativ gezeigt).



6. Auflichtbeleuchtung für die großen Inversmikroskope (IM, IM 35, Im405) mit seitlich angebrachtem Lampenhaus.



Hier ist im Inneren eine mattierte Kollektorlinse in Lichtrichtung *nach* der Aperturblende verbaut.



Bei der Hochleistungsleuchte, Leuchte 100 und 60 sowie dem IM35 handelt sich eindeutig um geätzte Scheiben. Sieht man genauer hin, erkennt man, dass die Mikrolinsen eine gleichmäßig raue, samtige Oberfläche aufweisen. Ist dies normale Folge eines Ätzvorganges oder wurde hier eine zweite Bearbeitung durchgeführt? Die Oberflächen der Mikrolinsen beim IM35 sind am glattesten; das ist auch zeitlich die jüngste Mattscheibe, evtl. bessere Technologie?

Auf jeden Fall erklärt mir dieser Befund warum weder ich noch die adaptierte Kamera einen Unterschied erkennen konnten, als ich die Mattierung dieser Linse durch dünnes Aufbringen von Immersionsöl wirkungslos gemacht habe. Die von der Kamera-Automatik ausgegebenen Einstellungen für ISO und Belichtungszeit haben sich nicht geändert. Das ist der Beweis für mich, dass das Einbringen einer Mattscheibe nicht unbedingt zu einem Lichtverlust führen muss.

Auffällig war, dass bei den geätzten Scheiben deutlich mehr Licht benötigt wurde; meine Erklärung: Die geätzten Scheiben lassen mehr Licht durch, es wird weniger in das Objektiv zurückgeworfen, das Bild wird dadurch dunkler.

Bei Leuchte 30 und 15 scheint mir ein Mischbild aus mechanischer Bearbeitung und Ätzen vorzuliegen.

Dass sich schon die Altvorden mit dem Thema Mattscheibe sehr intensiv beschäftigt haben, mag ein Auszug aus Kurt Michels Standardwerk *Die wissenschaftliche und angewandte Photographie, Band 3: Die Mikrophotographie, 2.Auflage, Springer-Verlag Wien, 1962, S. 352-355* zeigen. Der Autor erwähnt dort, dass sich auch A. Köhler mit diesem optischen Hilfsmittel auseinandergesetzt hat, und legt besonderen Wert darauf, dass für Zwecke im Beleuchtungsstrahlengang geätzte Scheiben eingesetzt werden sollten.

mungsmittelpunkt mit dem Mittelpunkt des Leuchtkörpers zusammenfällt (erster Fall) oder dicht neben ihm liegt (zweiter Fall). Er ermöglicht beim Einsetzen der Lampe auf einfache Weise eine bequeme und sichere Kontrolle der richtigen Stellung des Leuchtkörpers: blickt man in Richtung der Achse des Hohlspiegels auf die Lampe, dann sieht man (Abb. 245a) außer dem Leuchtkörper dessen umgekehrtes, vom Hohlspiegel erzeugtes Bild. Verschiebt man die Lampe, dann wandert es stets in entgegengesetzter Richtung. Die richtige Stellung ist erst dann erreicht, wenn sich Leuchtkörper und Bild decken bzw. unmittelbar nebeneinander und in der gleichen Ebene liegen (Abb. 245b).

Ein Hilfsspiegel ist jedoch nicht unbedingt notwendig. Unentbehrlicher Bestandteil einer Mikroskopierleuchte ist dagegen der „Kollektor“. Unter diesem Namen versteht man heute allgemein das Linsensystem, dem die Aufgabe obliegt, den Leuchtkörper der Lichtquelle an die gewünschte Stelle im Beleuchtungsstrahlengang abzubilden, nämlich in die Ebene der Kondensorblende als stellvertretende Eintrittspupille des ganzen Systems. Wegen der Kleinheit der meisten Leuchtkörper muß es einerseits eine große Apertur, andererseits eine kleine Brennweite haben.

Die Abbildung der Lichtquelle sollte der Sinusbedingung genügen und frei von allzu großer sphärischer Aberration sein, wenn bei richtiger Strahlenbegrenzung in jedem Fall eine einwandfreie Beleuchtung erzielt werden soll. Kollektoren von größerer Apertur müssen daher aplanatisch sein. Das ist nur zu erreichen, wenn sie aus mehreren Linsen günstigster Form zusammengesetzt sind, oder wenn bei Reduktion der Linsenzahl wenigstens eine Linse asphärisch ausgeführt wird.

Die Linsen des Kollektorsystems werden am einen Ende einer röhrenförmigen Fassung untergebracht. Das andere Ende trägt eine Irisblende, deren größte Öffnung etwa der der letzten Linsenfläche entspricht. Dieser Blende, allgemein als „Kollektorblende“ bezeichnet, kommt bei der Köhler'schen Anordnung stets die Wirkung einer schiefelbegrenzenden Blende zu. Da sie das im Sehefeld erscheinende beleuchtete Feld ungrenzt, das ja durchaus auch kleiner sein kann als das ganze Sehefeld, spricht man gelegentlich auch von der „Leuchtfeldblende“. Hinter ihr sind oft noch Vorrichtungen, wie Taschen, ausklappbare Halteringe und ähnliches zum Anbringen von Lichtfiltern vorgesehen.

Zum Befestigen des Kollektorsystems am Lampengehäuse dient ein an diesem angebautes Schieberrohr, in dem die Fassung des Kollektorsystems in Richtung der optischen Achse auf die Lampe zu oder von ihr weg verschoben werden kann. Das ist notwendig, um das Lichtquellenbild in der benötigten Entfernung scharf einstellen zu können. Meist verzichtet man auf besondere Einstellmechanismen und bewirkt die Verschiebung aus freier Hand. Nur gelegentlich finden sich schräge Nuten als Führung für einen Stellstift, durch dessen Handhabung die axiale Bewegung bewirkt wird.

Ein Nachteil der am häufigsten benutzten Lichtquellen, der Nieder-voltglühlampen, ist die Inhomogenität ihres Leuchtkörpers. In manchen Fällen stellt sie zwar eine gute und gleichmäßige Ausleuchtung des Sehefelds nicht in Frage. In anderen wieder ist es kaum möglich, ein gleichmäßig ausgeleuchtetes Bild zu erzielen. Besonders gilt das bei schwächeren Vergrößerungen, also bei größeren Sehefeldern. Glücklicherweise gibt es ein einfaches und zuverlässiges Mittel, das bereits A. Köhler (293) ein-

geführt hat, um diesem Übelstand abzuhelfen. Es besteht darin, daß man zwischen Lichtquelle und erster Kollektorlinse eine Mattscheibe

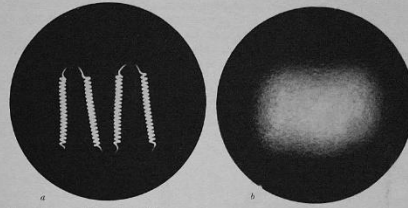


Abb. 271. „Homogenisierende“ Wirkung einer Linsenrasterscheibe (gestrichelte Mattscheibe) auf die Bildstruktur der inhomogenen Leuchtfläche einer Glühlampe

a) Lampenwendel ohne Mattscheibe
b) dieselbe durch eine Mattscheibe hindurch betrachtet

bestimmter Beschaffenheit aufstellt. Diese Mattscheibe darf keineswegs eine geschliffene oder durch Sandstrahlgläser erzeugte Mattierung aufweisen, wie sie etwa bei Einstellscheiben richtig ist. Sie muß vielmehr durch Ätzen mit Flußsäure hergestellt sein. Bei Verwendung des richtigen Glases und vorschriftsmäßiger Steuerung des Herstellungsprozesses erhält eine solche Scheibe eine Oberfläche, die sich aus unzähligen, mikroskopisch kleinen Konkavlinsen zusammensetzt. Diese differieren zwar in der Größe beträchtlich voneinander, sie haben aber sehr genau gleiche Krümmungsradien und infolgedessen auch gleiche Brennweiten. Eine solche geätzte Mattscheibe stellt also nicht eine Streuscheibe wie die gewöhnliche geschliffene Mattscheibe dar, sondern mehr eine Art „Linsenraster“. Jede Einzellinse erzeugt von der Lichtquelle ein kleines virtuelles Bildchen.

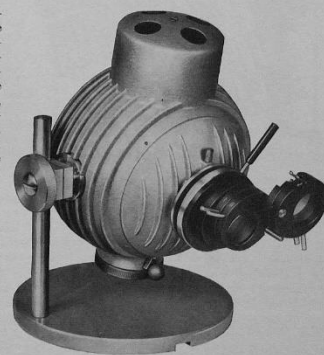


Abb. 272. Beispiel einer Mikroskopierleuchte („Hochleistungsleuchte“ von C. ZEISS, Oberkochen), Ansicht

Michel, Photographie, X, Michel, 2. Aufl.

Dadurch wird erreicht, daß eine zerklüftete Lichtquelle, durch eine derartige Scheibe betrachtet, vollkommen homogen erscheint, ohne daß ihre Fläche wesentlich vergrößert wird oder durch Streuung erhebliche Beträge an Licht verlorengehen (Abb. 271). Die Streuwirkung ist hier letzten Endes abhängig von dem Öffnungsverhältnis des einzelnen Elementes des Linsenrasters auf der „Mattscheibe“. Man hat es bis zu einem gewissen Grad in der Hand, es nach Belieben einzustellen. Man wird versuchen, es der Apertur des Kollektors anzupassen. Naturgemäß ließen sich auch Überlegungen anstellen über die günstigste Stellung der „Mattscheibe“ im Raum zwischen Lichtquelle und Kollektorlinse. Die praktische Erfahrung zeigt jedoch, daß die Wirkung von der Stellung ziemlich wenig abhängig ist. Es ist sogar ohne Beeinträchtigung des exakten Strahlenverlaufs zulässig, die erste Fläche des Kollektorsystems entsprechend zu mattieren, sofern sie nicht allzuweit von der Lichtquelle entfernt ist. Jedenfalls ist die gelegentliche von Laien zu hörende Befürchtung, die Verwendung einer „Mattscheibe“, die zwischen Lichtquelle und Kollektor eingeschaltet ist, beeinträchtige die Wirkung einer Beleuchtungsanordnung, völlig unbegründet, sofern die Scheibe die skizzierten Voraussetzungen erfüllt.

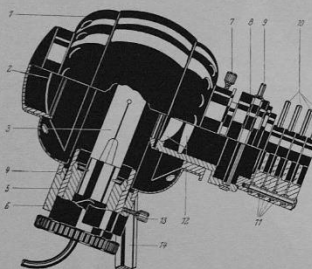


Abb. 273. Schematischer Schnitt durch eine Mikroskopierleuchte

1 Gehäuse, 2 Hilfsspiegel, 3 Lampe, 4 Lampenträger, 5 Lampenfassung, 6 Lampenhalter am Lampengehäuse, 7 Klemmschraube für den Kollektor, 8 Kollektorfassung, 9 Kollektorblende, 10 Filterhalter, 11 Leuchtröhre, 12 Kollektorklinen, 13 Klemmschraube zum Befestigen des Lampenträgers im Lampenhalter, 14 Stativsäule

Ungeeignete Scheiben führen in erster Linie zu einem beträchtlichen Lichtverlust, der bis zu 60–80% betragen kann. Richtige Scheiben dürfen dagegen nur einen Lichtverlust hervorrufen, der zwischen 20 und allerhöchstens 40% liegt. Die Mattscheiben sollten ein- und ausschaltbar angebracht sein.

Lampengehäuse mit Lampe auf Lampenträger und Kollektor mit den erwähnten Hilfseinrichtungen, wie Hilfsspiegel, Mattscheibe, Filterhalter, Lampenzentrierungsvorrichtung usw., sind also fast stets zu einer konstruktiven Einheit, eben der „Mikroskopierleuchte“ zusammengefaßt. Manchmal ist diese unmittelbar an einem Mikroskop oder mikrophotographischen Gerät angebaue (Beispiel s. Kap. XII, S. 245 ff., Kap. XIV, S. 424 ff., u. Kap. XV, S. 465 ff.), wozu im einzelnen Fall geeignet gestaltete Trägerelemente benutzt werden; manchmal wird sie aber auch getrennt aufgestellt. Zu diesem Zweck muß sie an einem passend durchgebildeten „Stativ“ befestigt werden.

Zur Verdeutlichung des vorstehend über die Mikroskopierleuchten allgemein Gesagten mag noch kurz ein Blick auf eine Ausführungsform geworfen werden. Als solche wurde die vom Verfasser entwickelte, besonders

für mikrophotographische Zwecke gedachte sog. „Hochleistungsleuchte“ von ZEISS gewählt. Abb. 272 zeigt eine Ansicht, Abb. 273 einen Schnitt durch das Gerät. Der Aufbau ist an Hand der in dem Schema angebrachten Hinweise ohne weitere Worte verständlich.

Die Lampe 3 wird zum Unterbringen im Gehäuse 1 in ihre Fassung 5 eingesetzt, die in dem Lampenträger 4 eingebaut ist. Der Träger wird von

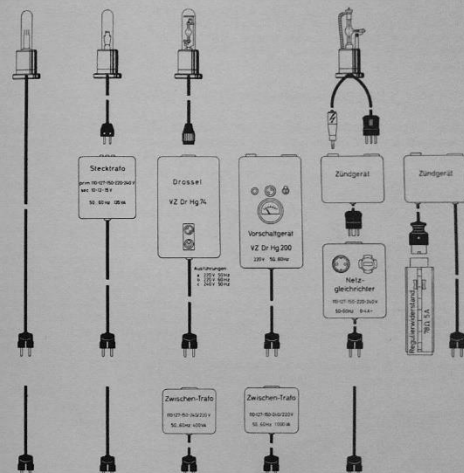


Abb. 274. Übersicht über die für mikrophotographische Zwecke in der Mikroskopierleuchte nach Abb. 272 verwendbaren Lampen mit ihren Lampenträgern und Ausschlußgeräten

unten in den Lampenhalter 6 eingeschoben und in der richtigen Höhenlage durch eine Klemmschraube 13 gehalten.

Die Leuchte ist mit Hilfe einer Gehäuseklemme an einem aus Rundfuß und Säule bestehenden Stativ angebracht. Die Klemme ist so ausgebildet, daß sich nach Lösen des Klemmknopfs sämtliche Einstellbewegungen (Neigen, Schwenken und Verstellen in der Höhe) ausführen lassen. Mit Spezialhaltern wird sie auch fest an größere mikrophotographische Geräte angebaue.

Das Gehäuse ist in seinen Dimensionen so gehalten, daß eine ganze Reihe verschiedener, für mikroskopische bzw. mikrophotographische Zwecke