

DAS ÖLIMMERSIONSOBJEKTIV

RATSCHLÄGE FÜR SEINE ANWENDUNG UND PFLEGE

Mit 1 Abbildung

Von KARL WASNER, Wien

Geschichtlicher Überblick

Als um das Jahr 1813 D. BREWSTER vorschlug, bei der Betrachtung von Objekten, die in flüssigen Medien eingebettet liegen, das Mikroskopobjektiv direkt mit diesen Flüssigkeiten in Berührung zu bringen, ahnte er wohl kaum, welche außerordentliche Bedeutung diese Anregung in ihrer weiteren Durchbildung für die Theorie und Praxis der Mikroskopie erlangen würde. Im Jahre 1850 schuf G. B. AMICI, die Brewstersche Anregung weiter ausbauend, sein Wasserimmersionsobjektiv. Hier war schon das Objekt inklusive seiner eigentlichen Einbettungsflüssigkeit mit einem Deckglas bedeckt. Auf dieses Deckglas brachte er einen Tropfen Wasser, in dem dann erst das Objektiv eintauchte. Es war also hier schon immer ein und dasselbe Mittel zwischen Deckglas und Objektiv, nämlich Wasser. Die optischen Eigenschaften des Objectives konnten deshalb schon von vorneherein auf die Verwendung von „nur Wasser“ abgestimmt werden, welcher Umstand auch eine Verbesserung der Bildgüte mit sich brachte. Man blieb bis etwa 1870 bei Wasser als Immersionsmittel.

Versuchsweise hatte sich aber schon AMICI überzeugt, daß Immersionsflüssigkeiten mit einer stärkeren Brechung als Wasser, nämlich Öle verschiedener Art noch günstiger seien und deshalb auch später vorzugsweise Anisöl verwendet. Obwohl im folgenden J. W. STEPHENSON fand, daß die Immersionsflüssigkeit zur Beseitigung der Aberrationen, Reflexionsverluste und zur Vergrößerung der Apertur des Objectives am besten dient, wenn diese Flüssigkeit einen möglichst hohen Brechungsquotienten besitzt, hat erst E. ABBE bewiesen, daß das Maximum des Nutzens erreicht werde, wenn die Flüssigkeit möglichst den gleichen Brechungsquotienten habe wie das verwendete Glasmaterial des Deckglases und der Frontlinse des Objectives. Diese sogenannte „homogene Ölimmersion“ wurde 1877 gebaut, und man verwendete hierzu Zedernholzöl, das auch bis jetzt fast ausschließlich verwendet wird. Bemerkenswert sei noch, daß später auch ein homogenes Immersionsobjektiv geschaffen wurde, bei dem α -Bromnaphthalin als Immersionsflüssigkeit verwendet wird. Mit dieser Immersion läßt sich die Apertur noch etwas weiter steigern als bei der Zedernholzölimmersion. Da jedoch die Anwendung dieser Immersion ein besonderes Deckglasmaterial notwendig macht und außerdem diese Immersionsflüssigkeit im Gebrauch ziemlich rasch verflüchtigt, hat dieselbe, von Sonderfällen abgesehen, in der Praxis nicht die allgemeine Bedeutung erlangt wie die Zedernholzölimmersion. In folgenden Ausführungen möge deshalb unter Ölimmersion schlechtweg immer die Zedernholzölimmersion verstanden werden.

Funktion und Bau eines Ölimmersionsobjektives

Die wesentlichsten Vorteile der Ölimmersion gegenüber einem Trockenobjektiv, bei dem sich bloß Luft zwischen Deckglas und Frontlinse befindet, sind nun folgende:

1. Während beim Trockenobjektiv die numerische Apertur wegen Totalreflexionen an der oberen Seite des Deckglases höchstens 1,0, praktisch aber nur 0,95 haben kann, gestattet die Ölimmersion eine Erhöhung der Apertur über die Einheit hinaus bis 1,4 als äußerste Grenze. Bei der hierbei gleichzeitig zu erreichenden starken förderlichen Vergrößerung ist also ein Gewinn an Auflösungsfähigkeit mit diesem Objektiv zu verzeichnen.

Die in der Praxis am häufigsten angewendete Apertur für Ölimmersionen ist 1,25 bei etwa 1000facher Gesamtvergrößerung des Mikroskopes.

2. Wegen der praktisch nur äußerst geringen Brechung an der ebenen Frontfläche der Objektivlinse treten die auch unter größeren Neigungswinkeln gegen die optische Achse verlaufenden „Randstrahlen“ ohne Reflexionsverluste in das Objektiv ein. Gewinn an Helligkeit.

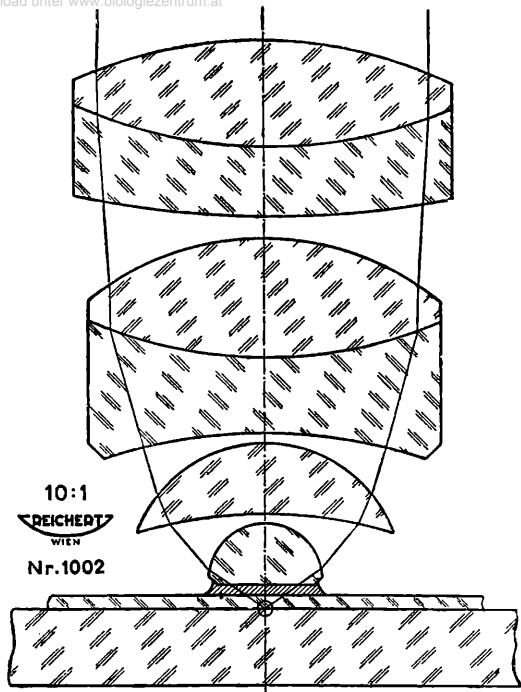
3. Deckglas, Immersionsöl und Frontlinse bilden nahezu eine „optische Einheit“ für die diese Medien durchlaufenden Lichtstrahlen. Das Ölimmersionsobjektiv ist deshalb in bezug auf die Bildgüte im Gegensatz zum Trockenobjektiv gegen Schwankungen der richtigen Deckglasdicke fast unempfindlich. Dies ist ein für die praktische Anwendung eines Objektives äußerst günstiger Umstand, da selbst bei fallweise gänzlichem Weglassen des Deckglases (Ausstrichpräparate) immer noch ausreichende Bildschärfe vorhanden ist.

In diesem Zusammenhang sei auch kurz auf die Anwendung einer Ölimmersion für metallographische Zwecke hingewiesen. Hier werden nämlich die zu untersuchenden Oberflächen der Metalle überhaupt nie mit einem Deckglas belegt. Totalreflexionen wie oben erwähnt können deshalb für Lichtstrahlen, die vom Objekt zum Objektiv hin verlaufen, gar nicht auftreten. Leicht ist man deshalb versucht die Frage aufzuwerfen: Warum dann überhaupt hier eine Ölimmersion? In diesem Falle ist zu beachten, daß die Zuführung des Lichtes zur Beleuchtung des Objektes durch das Objektiv selbst vor sich geht (Auflichtbeleuchtung). Das Mikroskopobjektiv ist hier sozusagen sein eigener Kondensor. Die Strahlen zur Beleuchtung des Objektes müssen deshalb, bei Aufrechterhaltung der hohen Apertur, unter großen Neigungswinkeln gegen die optische Achse zunächst aus der Frontlinse des Objektives austreten können. Wegen der jetzt hier an der Frontlinsenfläche auftretenden Totalreflexion, wenn sich bloß Luft zwischen Frontlinse und Deckglas befände, wäre dies unmöglich.

Den großen Vorteilen eines Ölimmersionsobjektives stehen jedoch einige Nachteile gegenüber, die sich vor allem bei seiner Anwendung

und Instandhaltung bemerkbar machen. Im nachfolgenden mögen einige praktische Erfahrungen mitgeteilt werden und dazu dienen, den Benutzer eines Ölimmersionsobjektives vor unnötigem materiellem Schaden zu bewahren, der durch unsachgemäße Behandlung eines solchen Objektivs meist allzu bald eintritt.

Wir wollen uns jedoch vorher zunächst noch an Hand der Abbildung, die einen Schnitt durch die optischen Teile einer REICHERT'schen Ölimmersion mit der numerischen Apertur 1,25 zeigt, über den Bau, den Gang der die Apertur begrenzenden Strahlen und die Größenverhältnisse eines solchen Objektivs orientieren. Die 10fach vergrößerte Abbildung stellt, von unten her beginnend, dar:



1. den Objektträger, 2. das Objekt (wegen seiner Kleinheit durch das Zentrum eines Kreises markiert), 3. das Deckglas, 4. die Immersionsflüssigkeit (Zedernholzöl), 5. die halbkugelförmige Frontlinse, 6. den positiven Meniskus, 7. die zweiteilige verkittete Mittellinse und 8. die zweiteilige verkittete Hinterlinse.

Vom Objekt geht ein Strahlenkegel aus, der, durch die äußersten Randstrahlen gekennzeichnet, den vollen Öffnungswinkel des Objektivs erfüllt. Wir sehen, wie hier die Strahlen vom Objekt kommend, in gerader Linie ohne Ablenkung das Deckglas, die Immersionsflüssigkeit und die vordere ebene Fläche der Frontlinse durchdringen. Die Brechung dieser Strahlen erfolgt erst an der halbkugeligen zweiten Begrenzungsfläche der Frontlinse. Von hier aus passieren dann die divergierenden Strahlen mit verschiedentlichen Ablenkungen die übrigen Glieder des Linsensystems und eilen schließlich, schwach konvergent aus der Hinterlinse austretend, dem Bildpunkt im Okular des Mikroskopes zu. Wenn wir nun bedenken, daß wir uns die wirklichen Größen der einzelnen Teile des Immersions-

objektives nur ein Zehntel so groß als die Abbildung zeigt vorstellen müssen, so ist folgendes auffallend:

1. Die verhältnismäßig dünne Schichte der Immersionsflüssigkeit zwischen Deckglas und Frontlinse, also ein sehr kleiner sogenannter Arbeitsabstand des Objektives. Er beträgt hier nur etwa 0,12 mm.

2. Die kleinen Dimensionen der halbkugeligen Frontlinse. Ihr Durchmesser beträgt etwa 1,5 mm.

3. Der äußerst kleine Auflagerand, der bei den gegebenen Verhältnissen für das Einbauen der Frontlinse in eine Metallfassung zur Verfügung steht. Er ist bestimmt durch die halbe Differenz zwischen dem Durchmesser der Linse selbst und dem Durchmesser des Lichtkegels an der Stelle seines Austrittes aus dieser Linse.

Diese drei Größen, in unserem Falle vielleicht besser gesagt „Kleinheiten“ sind es hauptsächlich, warum beim Arbeiten mit einem Öl-immersionsobjektiv hoher Apertur größte Sorgfalt und Aufmerksamkeit unerlässlich ist.

Es werden freilich gelegentlich für Sonderfälle auch Ölimmersionen mit niedrigerer Apertur als 1,0 und entsprechend schwächerer Vergrößerung angewendet, die natürlich robuster gebaut sein können und auch einen entsprechend größeren Arbeitsabstand aufweisen. Selbstverständlich sind solche Ölimmersionen gegen Behandlungsfehler auch weniger empfindlich.

Im folgenden betrachten wir nun der Reihe nach jene Manipulationen, die beim Arbeiten mit der Ölimmersion notwendig sind und von deren möglichst zweckmäßiger Durchführung die „Lebensdauer“ unseres Öl-immersionsobjektives zum größten Teil abhängig ist. In dieser Beziehung haben wir vor allem auf das Einstellen und das Reinigen der Ölimmersion unser Augenmerk zu lenken. Hier werden in der Praxis am häufigsten Fehler begangen, die in schweren Fällen die gänzliche Unbrauchbarkeit, sehr oft aber eine merkliche Herabsetzung der optischen Leistung des Objektives zur Folge haben.

Das Einstellen des Ölimmersionsobjektives

Da die Frontlinse, wie wir vorher gesehen haben, in einer sehr zart ausgebildeten Fassung sitzt, ist dieselbe naturgemäß gegen Stoß oder Druck etwas empfindlich. Wir müssen uns deshalb hüten, beim Einstellvorgang durch unaufmerksames Drehen am Grobtrieb des Mikroskopes das Ölimmersionsobjektiv zu stark gegen das Deckglas des Präparates zu stoßen. Es besteht dann nämlich die Gefahr, daß die kleine Frontlinse durch den Aufprall aus ihrer Fassung gedrückt wird. Sie stößt dann sehr leicht auch noch mit der im System folgenden zweiten Linse zusammen und kann eventuell auch diese beschädigen. Bei einer solcherart „durchgedrückten“ Frontlinse ist dann die Fassung des Objektives objektseitig offen, und das Immersionsmittel dringt in das Innere des Objektives ein. In diesem extremen Fall der Mißhandlung liefert das Immersionsobjektiv

überhaupt kein Bild mehr. Man sieht bestenfalls ganz verwaschen aussehende Andeutungen eines solchen. Das Objektiv ist gänzlich unbrauchbar geworden und kann nur von der Erzeugerfirma durch eine kostspielige Generalreparatur wiederhergestellt werden.

Ist der Stoß oder Druck auf die Frontlinse jedoch nicht so stark ausgefallen, wie eben geschildert, so fällt dieselbe wohl nicht aus ihrer Fassung heraus, sie wird aber dabei sehr leicht mehr oder weniger gelockert und befindet sich dann in einer dezentrierten Lage gegenüber den anderen optischen Gliedern des Systemes. Diese Beschädigung wird je nach ihrem Grade meist nicht sofort erkannt. Erst wenn der Benutzer der Ölimmersion Objekte mit feineren Strukturen zu untersuchen hat, merkt er, daß das Auflösungsvermögen und überhaupt die Klarheit der ganzen Bilderzeugung nicht mehr auf der Höhe ist. Da in diesem sehr häufig vorkommenden Fall die Ölimmersion wenigstens für laufende diagnostische Zwecke noch gerade brauchbar ist, entscheidet sich der Besitzer leider meistens nicht, sofort das Objektiv zur Reparatur einzusenden. Er arbeitet mit dem „ramponierten“ Objektiv längere Zeit weiter, bis eine neuerliche Unachtsamkeit die längst fällige Reparatur unaufschiebbar macht. Wir müssen also aus obigem die Lehre ziehend trachten, beim Einstellen der Ölimmersion solche „unsanften“ Berührungen des Objektivs mit dem Deckglas des Präparates zu vermeiden.

Nehmen wir, um zunächst das Prinzipielle des Einstellvorganges zu betrachten, an, das Mikroskop besitzt keinen Objektivrevolver. Das zu untersuchende Präparat sei am Objektisch mittels der üblichen Federklammern festgehalten und das Ölimmersionsobjektiv am Tubus eingeschaltet. Wir stellen nun durch Betätigen des Grobtriebes den Tubus so ein, daß das Objektiv etwa 5 bis 10 mm vom Präparat entfernt ist. Nun bringen wir mittels der üblichen Drahtöse oder einem Glasstäbchen einen nicht zu großen Tropfen Zedernholzöl auf das Deckglas, gerade unterhalb der Frontlinse des Objektivs. Jetzt senken wir durch Betätigen des Grobtriebes den Tubus, sehen aber dabei nicht in das Okular des Mikroskopes, sondern beobachten, schräg von der Seite her blickend, die Frontlinsenfassung des Objektivs, wie sie sich allmählich dem Öltropfen nähert. Wir merken nun sehr leicht an der plötzlichen Formveränderung des Öltropfens, wann derselbe Kontakt mit der Frontlinse bekommen hat und diese nun in das Öl eintaucht. Je nach der Größe des aufgetragenen Tropfens wird sich in diesem Augenblick die Frontlinse in einem vorher nicht genau bestimmbar Abstand vom Deckglas des Präparates befinden. Jetzt nähern wir, immer noch von der Seite her blickend, sehr langsam das Objektiv weiter dem Präparat, bis der vorderste Rand der Frontlinsenfassung höchstens etwa 0.5 mm vom Deckglas entfernt ist. Damit wäre die erste grobe „Voreinstellung“ erledigt, und wir betätigen im folgenden den Grobtrieb der Tubusführung nicht mehr.

Bevor wir nun die Feineinstellung mittels der Mikrometerschraube des Mikroskopes vornehmen, müssen wir uns noch rasch überzeugen, ob sich

beim Auftragen des Immersionsöles nicht unliebsame Luftblasen in die dünne Ölschicht zwischen Deckglas und Frontlinse mit eingeschlossen haben. Zu diesem Zweck ziehen wir das Okular aus dem Tubus und blicken mit freiem Auge durch das leere Tubusrohr auf die Hinterlinsenöffnung des Objektivs hinab. Wenn der Beleuchtungsspiegel des Mikroskopes richtig eingestellt wurde, was wir jetzt noch leicht korrigieren können, muß sich diese Öffnung frei von allen störenden Nebenbildern (z. B. Abbildung eines Fensterkreuzes u. dgl. in der hinteren Brennebene des Objektivs) als helle kreisförmige Scheibe dem Auge darbieten. In der Ölschicht eventuell eingeschlossene Luftblasen zeigen sich hier als kleine, sehr kräftig konturierte Scheibchen innerhalb der leuchtenden Kreisfläche. Wäre dies der Fall, dann müssen wir den Tubus mittels Grobtriebels nochmals heben und mit dem zum Ölauftragen verwendeten Stäbchen durch Darüberstreichen die Luftblasen aus dem Öltropfen zu entfernen trachten. Darauf ist die vorher beschriebene Grobeinstellung zu wiederholen. Das Unterlassen dieser Vorsichtsmaßnahme kann aus folgenden Gründen zu einer Beschädigung der Frontlinse führen. Wenn sich nämlich etwas größere Luftblasen in der Ölschicht befinden, dann erzeugt das Objektiv speziell von zarten Objekten ein nur sehr kontrastarmes Bild, welches bei der folgenden Feineinstellung mittels der Mikrometerschraube leicht übersehen werden kann. Wir würden dann, das Erscheinen des Bildes immer noch erwartend, solange an der Mikrometerschraube weiterdrehen, bis die Frontlinse an das Deckglas anstößt. Geübte Beobachter erkennen allerdings diese gefährliche Situation an dem veränderten „Gang“ der Mikrometerschraube und drehen dieselbe sofort zurück, d. h. sie heben das Objektiv vom Deckglas wieder ab. Allein dies ist Übungssache und schließt eine Beschädigung der Frontlinse nicht völlig aus. Wir lassen es also lieber gar nicht darauf ankommen, zumal uns das Entfernen der Luftblasen aus der Ölschicht auch dann nicht erspart bliebe, wenn wir ein einwandfreies Bild erhalten wollen. In diesem Zusammenhang sei, um Überängstlichkeiten zu vermeiden, bemerkt, daß natürlich nicht jede sanfte Berührung des Objektivs mit dem Deckglas zu einer Beschädigung der Frontlinse führen muß. Vorbeugen ist jedoch auch in diesem Falle besser als heilen.

Nehmen wir an, die beschriebene Grobeinstellung wäre nun vollzogen. Das Objektiv befindet sich nach unserer groben Schätzung etwa 0,5 mm vom Deckglas entfernt und die Ölschicht sei frei von Luftblasen. Bevor wir nun das Okular wieder in den Tubus einschieben, schließen wir die Aperturirisblende am Kondensator des Mikroskopes so weit, daß der Durchmesser der hinteren freien mit Licht erfüllten Objektivöffnung beim Hineinblicken in das leere Tubusrohr etwa um ein Drittel verkleinert erscheint. Nachdem wir das Okular wieder in den Tubus eingesetzt haben, erfassen wir den Triebknopf der Feinbewegung (Mikrometerschraube) und blicken, während wir durch Drehen dieses Knopfes den Tubus langsam senken, aufmerksam in das Okular, um den kurzen Augenblick, in dem das mikroskopische

Bild erscheint, nicht zu übersehen. Dies ist von großer Wichtigkeit, um nicht wieder das Objektiv auf das Deckglas aufzustoßen. Um nun das Erscheinen des Bildes nicht so leicht zu übersehen, ist es auch sehr zweckmäßig, während der Betätigung des Feintriebtes beim Senken des Tubus das Präparat von Hand aus oder mittels der Triebsschraube eines beweglichen Objektisches dauernd ein wenig hin und her zu schieben. Es wird hierbei das „bewegte Bild“ auch bei sehr zarten Objekten im Moment der richtigen Einstellung viel leichter wahrgenommen. Zum anderen ist dieses Manöver auch aus folgendem Grunde sehr empfehlenswert. Übersehen wir nämlich trotzdem einmal das Erscheinen des Bildes und senken das Objektiv zu weit, bis es das Deckglas des Präparates berührt, so wird bei dieser Berührung sofort das leichte Hin- und Herbewegen des Präparates fühlbar abgebremst. Wir drehen dann augenblicklich die Mikrometerschraube in entgegengesetzter Richtung zurück und haben damit mindestens einen allzustarken gefährlichen Druck auf die Frontlinsenfassung vermieden. Auch sei noch folgender „Kniff“, der von geübten Mikroskopikern meist unbewußt und ganz automatisch angewendet wird, der Beachtung empfohlen. Nach Beendigung der Grobeinstellung, wenn wir also den Triebknopf der Feinbewegung anfassen und ins Okular sehen, beginnen wir nicht gleich mit dem Senken des Tubus. Wir drehen vielmehr zuerst langsam den Triebknopf im entgegengesetzten Sinne etwa eine halbe Umdrehung zurück (Heben des Tubus), um denselben, wenn hierbei kein Bild im Okular erschienen ist, sofort wieder ohne neuerliche Vorsicht in seine Anfangsstellung vorzudrehen. Erst jetzt beginnen wir mit dem vorher beschriebenen langsamen und vorsichtigen Senken des Tubus. Welchen Vorteil bietet uns nun diese „Gewohnheit“ beim Feineinstellen? Wir hatten einleitend gesehen, daß der richtige Arbeitsabstand des Objektives vom Deckglas etwa 0,12 mm beträgt. Bei diesem Abstände wird das Bild im Okular sichtbar. Nun hatten wir gefordert, daß das Objektiv beim Grobeinstellen nach dem Auftragen des Öles dem Deckglas auf ungefähr 0,5 mm genähert werden soll. Haben wir hierbei nur annähernd richtig geschätzt, dann müssen wir beim nachfolgenden Feineinstellen auf jeden Fall den Tubus weiter senken, um auf den richtigen Abstand von 0,12 mm zu kommen. Nun ist aber dieses „Schätzen“ von 0,5 mm Abstand beim Grobeinstellen mit freiem Auge, wenn die Fassung noch dazu ins Öl taucht, eine nicht ganz sichere Angelegenheit. Es könnte uns also beispielsweise einmal passieren, daß wir das Objektiv dem Deckglas mittels Grobtriebtes schon viel zu nahe, also auf weniger als 0,12 mm gebracht hätten. Getäuscht durch das umgebende Öl und flüchtige Beobachtung wären wir der irr tümlichen Meinung, das Objektiv befände sich noch oberhalb der richtigen Einstellung in etwa 0,5 mm Abstand. Würden wir nun bei Beginn der Feineinstellung den Tubus noch weiter senken, so kann überhaupt kein Bild mehr entstehen, und wir stoßen sicher mit dem Objektiv an das Deckglas an. Hätten wir aber, wie empfohlen, „gewöhnheitsmäßig“ den

Tubus vor dem Senken erst etwa eine halbe Umdrehung des Feinstellknopfes gehoben, so wäre bei diesem Heben das Bild erschienen und auch in diesem Falle ein Kollidieren von Frontlinse und Deckglas vermieden worden. Also gewohnheitsmäßig den Tubus vor dem Senken mit dem Feinstellknopf immer erst eine halbe Umdrehung dieses Knopfes „anheben“ und dann erst senken.

Ist das Mikroskop mit einem Objektivrevolver ausgestattet, und dies ist ja meist der Fall, dann wird die Grobeinstellung des Immersionsobjektives durch sinngemäße Anwendung desselben wesentlich erleichtert. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß die Objektive, meistens sind es deren drei, am Objektivrevolver untereinander ihrer Höhe nach abgeglichen sind. Das heißt, sie sind so in den Revolver eingesetzt, daß nach dem Wechseln des Objektives durch Drehen des Revolvers zur Einstellung des Bildes mit einer stärkeren Vergrößerung als vorher nur mehr ein geringes Senken des Tubus mittels des Feintriebes erforderlich ist. Wenn der Revolver so justiert ist (im Zweifelsfalle unter Verwendung eines kräftig gefärbten Präparates nachprüfen!), so machen wir uns diese Eigenschaft für die Grobeinstellung des Ölimmersionsobjektives wie folgt zunutze. Angenommen, der Objektivrevolver trage drei Objektive: ein schwaches Trockenobjektiv etwa 10:1, ein mittleres Trockenobjektiv etwa 45:1 und ein Ölimmersionsobjektiv 100:1. Wir schalten zunächst durch Drehen des Revolvers das schwache Trockenobjektiv 10:1 ein und orientieren uns wie üblich im Präparat. Haben wir die für eine stärkere Vergrößerung erwünschte Stelle durch Verschieben des Präparates in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht und mittels Feintrieb scharf eingestellt, so drehen wir nun den Revolver weiter, daß das nächst stärkere Trockenobjektiv 45:1 in den Strahlengang kommt. Jetzt brauchen wir nur, wenn der Revolver in Ordnung ist, das Objektiv mit dem Feintrieb nur ganz wenig zu senken, um ein scharfes Bild zu erhalten. Nun bringen wir mit dieser schon stärkeren Vergrößerung die für die Untersuchung mit der Ölimmersion interessierende Stelle in die Mitte des Gesichtsfeldes und stellen diese mit dem Feintrieb ganz scharf ein. Nun drehen wir, ohne an der Einstellung im geringsten mehr etwas zu ändern, den Objektivrevolver weiter, so daß das Ölimmersionsobjektiv in den Strahlengang eingeschaltet wird. Dabei blicken wir nicht mehr in das Okular, sondern von der Seite her auf die Frontlinsenfassung des Ölimmersionsobjektives und sehen zu, daß dieselbe nicht etwa an eine nur gelegentlich bei Dauerpräparaten vorkommende zu hohe Abschlußumrahmung des Deckglases anstößt. Damit hätten wir das Ölimmersionsobjektiv ohne besondere Übung im richtigen Abstand vom Deckglas grob eingestellt. Jetzt fehlt nur noch, daß wir das zunächst vernachlässigte Auftragen des Öltropfens auf das Deckglas nachholen. Wir drehen jetzt zu diesem Zwecke, und dies ist nun besonders zu beachten, ohne ins Okular zu sehen und ohne den Einstellknopf auch nur zu berühren, den Revolver weiter, so daß sich das Immersionsobjektiv ausschaltet und nun wieder das erste schwache Trockensystem 10:1 in

Arbeitsstellung kommt. Jetzt adbringen wir einen Tropfen Zedernholzöl gerade unterhalb der Frontlinse des eingeschalteten schwachen Trockensystemes auf das Deckglas. Dies ist bei dem verhältnismäßig großen Arbeitsabstand dieses Objektivs vom Präparat, ohne dasselbe zu heben, sehr leicht möglich. Wenn wir nun, und das sei nochmals besonders hervorgehoben, nichts an der Einstellung der Triebknöpfe geändert haben, dürfen wir ganz sorglos durch Drehen des Revolvers im entgegengesetzten Sinne das Ölimmersionsobjektiv wieder langsam einschalten. Die Frontlinse taucht jetzt in das Öl ein. Blicken wir nun in das Okular und senken jetzt erst durch Betätigen des Feintriebknopfes nur ganz wenig den Tubus, so ist das Bild mittels der Ölimmersion ohne Gefahr und besondere Übung scharf eingestellt. Sind Präparate von einer vorhergehenden Untersuchung bereits mit Öl benetzt und sollen nochmals mit dem Immersionsobjektiv betrachtet werden, so wird man, da jetzt ein Voreinstellen mittels Trockenobjektive nicht möglich ist, ohne das Öl vom Präparat zu entfernen, zweckmäßig das Immersionsobjektiv nach der zuerst beschriebenen Weise einstellen. Es sei noch bemerkt, daß bei nur einiger Übung das Einstellen eines Ölimmersionsobjektivs nicht viel mehr als eine Minute Zeit in Anspruch nimmt.

Das Reinigen des Ölimmersionsobjektivs

Es ist zur Instandhaltung des Ölimmersionsobjektivs notwendig, dasselbe nach dem Gebrauch wieder sorgfältigst vom anhaftenden Zedernholzöl zu reinigen. Um das Objektiv nicht unnötig oft der Gefahr einer Beschädigung auszusetzen, reinige man es bei laufenden Arbeiten nicht nach jeder einzelnen Untersuchung, sondern erst nach Abschluß der Arbeiten, mindestens aber einmal im Tage. Beläßt man das Öl längere Zeit auf der Frontlinse des Objektivs, so verharzt es darauf. Es wäre dann nur mehr schwer und unter Gefahr für die Zentrierung der Linse wieder zu entfernen. Das Reinigen muß auch mit größter Sorgfalt durchgeführt werden, so daß auf der Linse nicht die geringste Spur Öl zurückbleibt. Selbst kleinste eingetrocknete Ölreste sind bei späterem Gebrauch des Objektivs Ursache, daß nur kontrastarme mikroskopische Bilder entstehen, die beim Einstellen leicht übersehen werden. Die Folge davon wäre wieder das gefährliche Aufstoßen des Objektivs auf das Präparat. Die Tatsache, daß der größte Teil aller Reparaturen von Ölimmersionsobjektiven, die in den optischen Anstalten einlaufen, auf Nachlässigkeit bei deren Reinigung zurückzuführen sind, möge die Beachtung der Ratschläge dieses Kapitels nahelegen.

Um das Objektiv zu reinigen, schrauben wir dasselbe zunächst vom Revolver des Mikroskopes ab und wischen mit einem reinen weichen Leinenlappchen das Öl, ohne dabei einen merklichen Druck auf die Frontlinse auszuüben, vom Objektiv weg. Nun befeuchten wir eine andere reine Stelle des Lappchens mit einigen Tropfen Xylol ($C_8H_8[CH_3]_2$) oder mit reinem Benzin und waschen damit die Frontlinse inklusive deren Fassung ab. Diese feuchte Prozedur wird hierauf mit einer anderen Stelle des Lappchens

wiederholt, wobei wir jetzt dasselbe nur ganz wenig mit Xylol oder Benzin befeuchten. Abschließend putzen wir dann mit ganz trockenen, weichen und fettfreien Läppchen nach. Nun wird mit einer Lupe, das Objektiv dabei in Augenhöhe haltend, schräg von der Seite her die kleine Fläche der Frontlinse betrachtet, indem man auf ihr, das vom Fenster einfallende Licht spiegeln läßt. Sind bei dieser Kontrolle keine Ölsuren mehr zu entdecken, dann erst ist das Objektiv sachgemäß gereinigt. Hierauf wird es bis zu seinem festen Ansitz wieder in den Revolver eingeschraubt. Man beachte, daß zu dieser Reinigung statt Xylol oder Benzin auf keinen Fall Alkohol oder sonstige Chemikalien verwendet werden dürfen.

Wäre einmal aus Unachtsamkeit Zedernholzöl auf der Frontlinse verharzt, so unterlasse man zwecks Entfernung desselben jedes Herumkratzen mit spitzen Instrumenten. In diesem Falle befeuchten wir das verharzte Öl reichlich mit Xylol oder Benzin und lassen die Flüssigkeit einige Zeit darauf einwirken. Hierauf versuchen wir durch sanftes Wischen mit Xylol oder benzinfuchten Läppchen, ob sich die verharzte Ölschicht schon erweicht hat. Dies ist vorsichtig solange zu wiederholen, bis sich das Öl sukzessive ohne stärkeren Druck mit dem Läppchen entfernen läßt. Sollte diese Methode einmal nicht zum Ziele führen, ist das Objektiv zwecks Reinigung an die Erzeugerfirma zu senden. Die geringen Kosten einer solchen Reinigung mit den Mitteln der optischen Werkstätte, stehen in keinem Verhältnis zu den Ausgaben, die durch Gewaltanwendung bei der Entfernung verharzten Öles entstehen können.

Während das Reinigen der Frontlinse eines Ölimmersionsobjektives sozusagen zu den laufenden Arbeiten seiner Instandhaltung gehört, ist das Reinigen der Hinterlinse des Objektives vom Staub, der sich im Laufe der Zeit durch das Tubusrohr her auf derselben absetzt, nur seltener notwendig. Um festzustellen, wann ein Reinigen der Hinterlinse durchgeführt werden muß, blicken wir gelegentlich nach dem Reinigen der Frontlinse mit einer Lupe von rückwärts durch den leeren Teil der Objektivfassung auf die Hinterlinse. Dabei halten wir das Objektiv waagrecht in Augenhöhe, mit seiner Frontlinse gegen das Fenster gerichtet. Da die Hinterlinse meist ziemlich tief in einer rohrförmigen Fassung sitzt, muß die Lupe eine genügend lange Brennweite (etwa 50 mm) haben, um mit ihr die Fläche der Hinterlinse und deren Öffnungsrand auch scharf zu sehen. Entdecken wir bei einer solchen Beobachtung nur vereinzelte kleine Staubteilchen auf der Hinterlinse, so besteht noch keine Notwendigkeit, dieselbe zu reinigen. Diese Teilchen vermögen nicht das mikroskopische Bild zu trüben. Sie setzen nur dessen Helligkeit um einen sehr geringen, fast nie wahrzunehmenden Grad herab. Erst wenn wir bei einer solchen Kontrolle sehen, daß die ganze freie Fläche der Hinterlinse durch eine Staubschicht wie mit einem grauen Schleier überzogen erscheint, ist es notwendig, auch diese Linse einer Reinigung zu unterziehen.

Um die tief in ihrer Fassung sitzende Hinterlinse leichter dem Reinigungsvorgang zugänglich zu machen, schrauben wir die rückwärtigen leeren

Teile der Objektivfassung ab. Meist ist es nur eine Abschlußblende oder ein mit der Firmengravierung versehenes leeres zylindrisches Zwischenstück, das die viel kleinere und eigentliche Linsenfassung des Objektivs mit dem Revolver verbindet. Auf keinen Fall, dies sei besonders hervorgehoben, darf bei dieser Gelegenheit das Linsensystem selbst auseinandergeschraubt werden, um es in seinem Inneren zu betrachten. Von einer nicht fachkundigen Hand ausgeführt, führen solche Versuche meistens zu einer Störung in der Zentrierung der Systemteile. Ist also nur das oben erwähnte leere Zwischenstück vom Objektiv abgeschraubt, so entfernen wir mit einem fettfreien kleinen Haarpinsel allen nicht fest anhaftenden Staub von der Hinterlinse. Auch ein kleines Gummigebläse leistet zu diesem Zweck gute Dienste. Nun rollen wir ein reines, rechteckiges Leinenläppchen, dessen Umfang aber nicht eingenäht sein darf, sondern durch bloßes Abreißen von einem größeren Stück entstanden ist, so zu einem ziemlich festen „Würstchen“ zusammen, daß dessen Durchmesser ungefähr dem der Hinterlinse gleich ist. Die kreisförmige Endfläche dieses Würstchens besitzt nun alle mechanischen Eigenschaften, um das Reinigen der Hinterlinse mit ihr ziemlich gut durchführen zu können. Zu diesem Zweck führen wir das Leinenwürstchen so weit in die Fassung der Hinterlinse ein, bis es die Linse mit seiner kreisförmigen Endfläche unter mäßigem Druck berührt, und drehen auf dieser das Objektiv einige Male um seine Achse. Nun kontrollieren wir wieder mit der Lupe die Hinterlinse auf ihre Reinheit. Dieses Verfahren ist, wenn nötig, zu wiederholen, bis, abgesehen von einigen zurückbleibenden Fasern des Läppchens, die Fläche der Linse rein ist. Die Faserteilchen werden sodann noch mit einem kleinen, vollkommen fettfreien Haarpinsel entfernt.

Man beachte grundsätzlich: Kleine vereinzelte Staubteilchen auf der Hinterlinsenfläche schaden dem mikroskopischen Bilde nicht. Eine dicht mit Staub belegte oder nur im geringsten „verschmiert“ aussehende Linsenfläche kann dagegen das Bild sehr stark trüben, da dieselbe wie eine in den Strahlengang eingeschaltete Mattscheibe wirkt. Der beste Schutz, die Hinterlinse lange Zeit vor einem Staubbelag zu schützen, ist, das Tubusrohr immer mit einem eingesetzten Okular geschlossen zu halten.

Wenn diese Ratschläge für die Anwendung und Pflege des Ölimmersionsobjektivs gewissenhaft beachtet werden, kann dem Objektiv seine volle optische Leistung jahrzehntelang erhalten werden.

Damit aber wird es dem Benutzer nicht nur stets durch seine klaren Bilder erfreuen, sondern auch in nicht geringem Maße seine Forschertätigkeit durch Vermeidung von unnötigem Ärger und Arbeitsunterbrechungen erleichtern helfen.

Literaturnachweis

Hoppe E., Geschichte der Optik. Leipzig, 1926, S. 189—190.

Czapski S., und *Eppenstein O.*, Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente. Leipzig, 1924, S. 498—499.