

wäsche dient. Für kleinere und oft auch große Betriebe dürfte die vorgeschlagene Stellung des Dampfsterilisators im Keller geeigneter sein. Der alsdann notwendige Materialaufzug endet zweckmäßig im Mittelgang 9.

Außer den beiden großen Instrumentensterilisatoren sind noch zwei *kleine Instrumentenkocher* mit Gas- oder elektrischer Heizung erforderlich, der eine für den Sterilisiererraum, der andere für den Gipsraum 6, um kleine Instrumente, Spritzen u. dgl. auszukochen. Gasleitung mit Schlauchhähnen ist auch in die beiden Vorbereitungsräume zu legen. *Gaskocher und Bunsenbrenner* sind außerdem sehr schwer zu entbehren. Das Personal braucht sie täglich zum Auskochen von Flüssigkeiten. Sie könnten nur im Notfall durch elektrische oder Spiritusapparate ersetzt werden.

Ebenfalls im Mittelgang 9 endlich wären aufzustellen ein *Sterilisator für Wasser*<sup>1</sup> mit Dampf-, Gas- oder elektrischer Heizung, ein *Heißluftsterilisator* mit Gas- oder elektrischer Heizung und ein *Wärmeschrank* zum Anwärmen von Wäsche und Decken für die Operierten.

Beide Operationsräume brauchen je zwei wasserdichte *Steckkontakte* rechts und links in der Mitte ihrer Seitenwand. Weitere Steckkontakte sind je einer anzubringen in den Räumen 3—8, Wasserzapfstellen zum Anbringen eines Spritzenschlauches in den beiden Operationsräumen. In dem Quergang 7 denke ich mir endlich einen Schreibtisch aufgestellt, wo die Operationsbefunde diktiert und andere notwendige Schreibearbeit erledigt werden kann. Nicht vergessen werde der notwendige, an einer passenden Stelle des Mittelganges oder Querganges anzubringende Fernsprecher.

### e) Die Beleuchtung.

Der Chirurg ist Feinarbeiter und braucht ein Licht, welches das Operationsfeld unter Vermeidung von Schlagschatten hell beleuchtet und sein Auge möglichst wenig anstrengt. Es handelt sich daher um eins der wichtigsten Probleme des Operationsraumbaus.

Die noch bis vor wenigen Jahren modernen Operationssäle waren fast durchweg in Weiß oder einem nur wenig getönten Weiß gehalten. Denn „größte Raumhelligkeit zu gewinnen, war das Ziel des Operationssaalbaus. Man erstrebte als Ideal der Beleuchtung eine möglichst diffuse Erhellung des Gesamtraums in der Vorstellung, daß größte Helligkeit das Sehen verschärfe und daß möglichst gleichmäßige Beleuchtung von allen Seiten am besten

<sup>1</sup> Kochsalzlösung wird besser in Glaskolben mit Watteverschluß sterilisiert und vorrätig gehalten.

geeignet sei, in alle Wundwinkel und Tiefen einer Wunde einzudringen“ (HELLER). Ihre extreme Auswirkung fand diese Vorstellung in einer Anzahl von geradezu als Glaskästen konstruierten Operationssälen, in denen dann zuweilen die Ärzte so geblendet wurden, daß sie bei ihrer Arbeit dunkle Brillen tragen mußten. Diese, das Auge schwer ermüdenden Blendungserscheinungen sind natürlich von vielen Ärzten beobachtet worden. Man suchte ihnen dadurch abzuhelpfen, daß z. B. eine Wand des Raumes (KRÖNIG) oder die Türen dunkel gefärbt wurden.

Auch sieht man in neuerer Zeit, zumal häufig im Auslande, das reine Weiß der Wandfarbe durch Beimengung von Grau und Tönung mit Gelb, Grün oder Blau abgedämpft. HABERLANDT erzählt, daß in Nord- und Südamerika die Operationsräume sehr häufig grün getönt seien. Hierdurch werden die Blendungserscheinungen schon erheblich beschränkt. Aber der Kern des Problems blieb unberührt und seine wissenschaftliche Erfassung erfolgte erst durch HELLER.

In diffus beleuchteten, größtenteils weißen oder weißähnlichen Operationsräumen, wo dann auch sämtliche Geräte weiß gestrichen waren und die Umgebung der Wunde mit weißen Tüchern abgedeckt wurde, ist das Operationsfeld notwendig der einzige dunkle Punkt im Raum, und das Auge des Operateurs verlangt eine sehr starke Beleuchtung, um unter so ungünstigen Verhältnissen doch noch gut zu sehen.

Der von HELLER aufgedeckte Irrtum der erwähnten Vorstellung hätte eigentlich längst erkannt werden müssen, wenn man sich an die alltägliche Erfahrung im Dunkelraum erinnert, wo der Arzt mit Hilfe einer verhältnismäßig schwachen Lichtquelle das von ihr allein beleuchtete Operationsfeld sehr gut zu erkennen imstande ist, was sich in dem Augenblick ändert, wo das Tageslicht zugelassen wird.

Es kommt, um gut zu sehen, nicht auf die absolute Beleuchtungsstärke an, sondern auf den Unterschied zwischen hell und weniger hell. Denn das Sehen besteht im „Wahrnehmen von quantitativen, räumlichen und zeitlichen Unterschieden des Lichtreizes“ (WEIGEL). Ein heller als seine Umgebung beleuchtetes Beobachtungsfeld (Infeld) ist auch bei geringer Beleuchtungsstärke besser zu erkennen als ein sehr hell beleuchtetes Infeld, dessen Umgebung (Umfeld) noch heller ist. Die Arbeitsfläche muß die höchste *Leuchtdichte* im Gesichtsfeld haben (SCHNEIDER). Unter *Leuchtdichte* versteht der Lichttechniker das von einer beleuchteten Fläche zurückgeworfene Licht. Die Menge der reflektierten Lichtstrahlen, welche unserem Lichtsinn den Eindruck einer bestimm-

ten Helligkeit vermitteln, ist nicht nur abhängig von der Beleuchtungsstärke, sondern auch vom Reflexionsvermögen dieser beleuchteten Fläche. HELLER fand, daß die Wunden, mit denen es der Chirurg zu tun hat, im Durchschnitt ein Reflexvermögen von etwa 10% besitzen, also 90% des Lichtes absorbieren, während weiße Tücher z. B. ein Reflexvermögen von gegen 80% besitzen, also nur 20% absorbieren. Es muß daher notwendig für das Sehen und für das Auge ein sehr ungünstiger Zustand eintreten, wenn die Umgebung der Wunde mit weißen Tüchern abgedeckt ist und außerdem das diffuse Licht einer weißen Umgebung eine weitere Verschlechterung bedingt.

Es fällt uns jetzt wie Schuppen von den Augen, wenn uns HELLER und sein technischer Mitarbeiter SCHNEIDER diese einfache und klare Sachlage in ihren Arbeiten erläutern. Die Folgerungen, welche daraus gezogen werden müssen, sind einigermaßen erschütternd und bedeuten für die Operationsanlagen eine Umwälzung. Der Operationsraum mit seinen Geräten darf nicht weiß oder weißähnlich gefärbt sein. Die von Ärzten und Schwestern getragenen Mäntel, die zum Abdecken der Wunden bestimmten Tücher, kurz die gesamte Operationswäsche darf nicht weiß sein. Das Licht im Operationsraum soll nicht diffus, sondern gerichtet sein, soll das Operationsfeld hell, den Gesamtraum aber weniger hell beleuchten.

Daß man auch anderwärts dem Sachverhalt bereits auf die Spur zu kommen suchte, zeigen Arbeiten von FLAGG und v. SCHUBERT, die auf die Unzweckmäßigkeit der weißen Farbe im Operationsraum hinweisen. Ferner hat, wie HELLER mitteilt, v. OPEL in Leningrad einen seiner Operationsräume und die Operationswäsche schwarz gefärbt, während CARRELL die Wände seiner Operationsräume im Rockefeller-Institut mit dunkelgrauen Kacheln auslegen ließ und schwarze Abdecktücher verwendet. Im allgemeinen ist man aber mit der Abdunkelung der Operationsräume viel zu schüchtern gewesen.

Wenn jetzt einzelne Operateure erklären, sie brauchten das nicht, so ergibt sich hieraus, daß auch noch ein subjektiver Tatbestand dabei eine Rolle spielt und daß sie in der Lage gewesen sind, sich an eine an sich wenig günstige Beleuchtung des Operationsfeldes zu gewöhnen. Die Beleuchtung soll aber so sein, daß auch ein subjektiv weniger günstig gestellter Operateur die besten Ergebnisse vorfindet und ohne Ermüdung der Augen gut sehen kann. Ganz besonders wichtig ist dabei natürlich das Abdecken der Wunde mit dunklen Tüchern. Denn werden weiße Tücher verwendet, so bleibt nach wie vor der sehr schlechte Umstand

bestehen, daß die Wunde dunkel und ihre Umgebung hell ist. Es hat daher die Abdunkelung des Raums wenig Sinn, wenn man nicht auch die letzte Folgerung zu ziehen sich bequemt.

Hier ist jetzt der Ort, die zweckmäßige Wand-, Fußboden- und Deckenfarbe der Räume der Operationsanlage einzuschalten, welche mit dem Beleuchtungsproblem in engem Zusammenhang steht. In den Operationsräumen handelt es sich darum, weniger Licht reflektierende, mehr Licht resorbierende Flächen zu schaffen, wobei das von v. OPEL gewählte Extrem aus begrifflichen Gründen zu vermeiden ist. Dem Zweck entspricht am besten eine Mischung von Schwarz und Weiß, also Grau, nach Wunsch getönt durch Farben, welchen, ist ziemlich gleichgültig.

Für die Operationswäsche ist ein Lichtreflexionsvermögen von etwa 10% zu verlangen. Dem entsprechen ungefähr die Stufen k und l der OSTWALDSchen Grauleiter mit 11 und 8,9% Reflexionsvermögen<sup>1</sup>. Bei der Wand- und Fußbodenfarbe braucht dagegen nach HELLER nicht bis zum Lichtreflexionsvermögen der Wunde herabgegangen zu werden, um auch der Forderung der Reinlichkeit, einer ästhetischen Gesamtwirkung und einer gewissen Helligkeit des Gesamtraums zu genügen. Der notwendige Grad des Lichtreflexionsvermögens von Wand und Fußboden wäre auf etwa 20% zu schätzen. Dem entspricht die Stufe g der OSTWALDSchen Grauleiter mit einem Reflexionsvermögen von 22%. Die Messungen des Reflexionsvermögens der OSTWALDSchen Graustufen sind von L. SCHNEIDER (nach persönlicher Mitteilung) ausgeführt.

Die etwa verschiedene Tönung einzelner Flächen, das Anbringen von Gegenfarben, das Absetzen von Streifen in anderen Farben im Interesse einer ästhetischen Wirkung, welche auch für die Kranken keineswegs ohne Bedeutung ist, bleibt Sache des Architekten. Die Farbe der Decke kann, wie bisher üblich, ein nur leicht getöntes Weiß sein, im Interesse der Gesamtbelichtung.

HELLER hat untersucht, wie hoch die dunkle Farbe der Wände hinaufreichen soll: mindestens so weit, daß das Auge des Operateurs die dunkle Fläche in der Regel nicht zu verlassen braucht. Dem entspricht ungefähr eine Blickrichtung des stehenden Operateurs von 45° nach oben. Bei der von uns angenommenen Fläche des Raums von 5 : 5 m und Höhe von 4 m muß daher (Abb. 5) die Abdunklung mindestens bis zur Decke reichen. Soll der ganze Operationsraum einschließlich der Decke verkachelt werden, so

<sup>1</sup> Geeignete waschechte indanthrengefärbte Operationswäsche von blauer Farbe liefert die Firma Wolfgang Richter, Breslau 13, Kaiser-Wilhelm-Str. 115.

dürfte gegen die Verwendung dunkler Kacheln auch für die Decke kein Bedenken zu erheben sein.

Daß ein solch farbiger Operationsraum ungleich beruhigender und ästhetischer wirkt als einer der bekannten Glaskästen, auch der gewohnten Umgebung des Kranken viel besser angepaßt ist, davon kann man sich leicht überzeugen durch einen Besuch der Operationsanlagen im Krankenhaus St. Georg in Leipzig (HELLER), Friedrichstadt-Dresden (FROMME), Erfurt (MACHOL), Magdeburg (WENDEL). Die Raumgestaltung ist in diesen Anlagen freilich nicht vorbildlich, wenn sie auch selbstverständlich ihren Zweck erfüllt. Die „Operationssäle“ sind zu groß und die technischen Einrichtungen vielfach unnötig kompliziert. Dagegen findet man in Kreuzburg O.-S. (PEUCKERT) und Schatzlar-Tschechoslowakei (HAVLICEK) in Farbe und Raumverteilung mustergültige kleine und einfache Operationsanlagen, welche ihren Zweck ebenso gut erfüllen wie jene komplizierten Anlagen. HELLER erwähnt endlich noch die Anlagen in Marktredwitz, Neumarkt (Oberpfalz) und in der Volkshelstätte Landeshut i. Schles.

Für die übrigen Räume der Operationsanlage bedarf es keiner besonderen Vorschriften. Sie brauchen diffuse Raumbeleuchtung. Dementsprechend sind alle Flächen hell zu tönen.

Wir kehren zum Beleuchtungsproblem zurück.

**Die künstliche Beleuchtung.** Wir folgen auch weiter im wesentlichen den Ausführungen HELLERS. In einem in der angegebenen Weise abgedunkelten Raum ist es leicht, mit Hilfe künstlicher Beleuchtung eine vorzügliche Helligkeit des Operationsfeldes zu gewinnen. Die Vorteile der künstlichen Beleuchtung lassen sich indessen nur dann voll ausbeuten, wenn man ihr die Strahlenrichtung gibt, welche zum Ausleuchten von trichterförmigen Hohlräumen notwendig ist und wenn die Entstehung von Schlagschatten vermieden wird. Erforderlich ist eine Beleuchtungsstärke von 5000 Lux. Sie ergibt bei 10% Lichtreflexion von der Wunde als Leuchtdichte des Beobachtungsfeldes 500 Lux auf Weiß. Zu fordern ist eine Leuchtdichte von 200 Lux auf Weiß. Wünschenswert ist aber ein Überschuß, der vollkommene Beleuchtung auch dann sicherstellt, wenn ein Teil der Lichtstrahlen, z. B. durch den Kopf des Operateurs, abgefangen wird.

Die Aufhellung eines Wundtrichters ist, wie Abb. 6 zeigt, nur

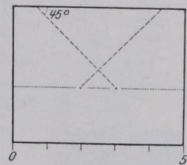


Abb. 5. Querschnitt durch den Operationsraum. Das Auge des Operateurs befindet sich rechts und links von der Mittellinie 50 cm entfernt und 165 cm über dem Fußboden. Blickrichtung im Winkel von 45° nach oben (nach HELLER).

durch konvergente Strahlen befriedigend zu erzielen. Die Glühlampenkrone, welche trotz ihrer erheblichen Mängel (Blendung des Operateurs, sehr starke Wärmeentwicklung, unbenutzte Ausstrahlung eines großen Teils des Lichtes in den Raum) noch verschiedentlich im Gebrauch ist, war daher von den älteren Operationsbeleuchtungen nicht die schlechteste. Auch sonst ist eigentlich überall für die *künstliche* Beleuchtung nicht die *Operationssaalbeleuchtung*, sondern die *Operationsfeldbeleuchtung*

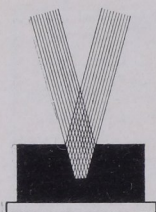


Abb. 6. Schematische Darstellung der Beleuchtung eines Wundtrichters durch konvergente Lichtstrahlen.

das Ziel gewesen (z. B. die Einrichtung von SIEDENTOPF, die ZEISSschen Hohlspiegellampen usw.). Als abwegig aber ist der Versuch zu bezeichnen, durch Beleuchtung des Oberlichtes oder indirekte Deckenbeleuchtung ein diffuses künstliches Raumlicht zu erhalten. Diese Konstruktionen sind in der Hauptsache wohl ausgeführt worden, um frei im Operationsraum hängende Beleuchtungskörper zu vermeiden, ein Vorurteil, seitdem wir wissen, daß die Infektionsgefahr für Wunden nicht an Staubspuren der Luft, sondern an den Händen des Arztes haftet.

Es mag an dieser Stelle genügen, diejenigen neueren Konstruktionen zu erläutern, durch welche das Problem der künstlichen Operationsfeldbeleuchtung sehr gut gelöst ist.

Dies ist zunächst durch die Operationsfeldbeleuchtung von v. SCHUBERT geschehen (Abb. 7)<sup>1</sup>. Der Lichtstrom einer 1000 Watt Projektionslampe wird durch einen Parabolspiegel von 64 cm Durchmesser vereinigt und durch 6 Planspiegel von je 25:30 cm Fläche, die auf ein Rechteck von 100:60 cm Seitenlänge verteilt sind, in 6 konvergente Strahlenbündel aufgeteilt, die sich im Wundtrichter vereinigen. Die Spiegelgruppe ist je nach der Richtung der Achse des Strahlenbündels 130—180 cm vom Operationsfeld entfernt und ist sehr leicht einstellbar. Die Anordnung eignet sich daher sowohl für Operationen in wagrechter Lage des Kranken als auch für Beckenhochlage und Steinschnittlage. Es treten nur geringe Schatten auf, die nicht stören und bei günstiger Einstellung fast vermieden werden können. Die Beleuchtungsstärke auf dem Operationsfeld beträgt bei Verwendung einer 1000 Watt-Lampe ungefähr 40 000—50 000 Lux. Wärmeleitung ist nicht vorhanden, Wärmestrahlung wird durch eine

<sup>1</sup> Fabrikant: Firma Knips, Berlin NW, Piekstr. 32.

Wasserkuvette fast restlos absorbiert. Der Lichtstärke der zu verwendenden Glühlampe ist nach oben und unten keine Grenze gesetzt. Durch sinnreiche Anordnung eines weiteren Spiegels ist es möglich, den Gang der Operation photographisch und kinematographisch festzuhalten. Bei Verwendung einer Glühlampe von 5000 Watt können bei einer Beleuchtung des Operationsfeldes von ungefähr 250 000 Lux ohne nennenswerte Wärmeentwicklung farbige Filmaufnahmen gemacht werden. Beim Versagen einer

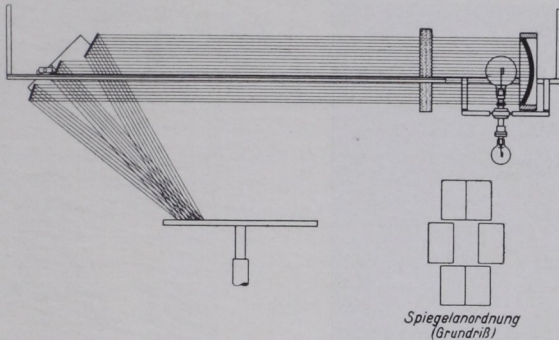


Abb. 7. VON SCHUBERTS Operationsfeldbeleuchtung.

Glühlampe kann sie durch eine einfache Drehung durch eine zweite ersetzt werden. In diesem Falle ist also ein für gewöhnlich unerwünschter Überfluß an Licht vorhanden. Denn nach HELLER ist eine Beleuchtungsstärke von 5000 Lux auf dem Operationsfeld nötig und ausreichend, wobei zu bemerken ist, daß für mich, wiewohl für die Mehrzahl der Menschen auch diese Beleuchtungsstärke nicht erträglich ist, wenn die Umgebung der Wunde mit weißen Tüchern abgedeckt wird.

HELLER hat ferner zwei Lampen französischer Herkunft beschrieben und erprobt, die *Scialytiquelampe* und die *Asciatique-lampe*.

Die *Scialytiquelampe* (Abb. 8a,b) ist nach Art der Leuchtturmlampen gebaut. Eine kleine helle Glühbirne von 150 Watt ist von einem Fresnelschen Prismenring umgeben. Die durch die Prismen parallel gerichteten Lichtstrahlen werden von einem Spiegelkranz als ein Kegelmantel konvergent gerichteter Strahlen in etwa 120 cm Entfernung von der Lampe in einem außerordentlich hellen Lichtkreis vereinigt. Die Glühbirne ist durch einen Spiegel völlig verdeckt, so daß die brennende Lampe selbst un-

sichtbar bleibt. Da das Innere des Lichtkegelmantels keine Strahlen zum Operationsfeld sendet, kann man den Kopf unter die Lampe halten, ohne daß er einen Schatten wirft. Man nimmt damit nur einen Bruchteil der Strahlen des gesamten Strahlenkreises fort, so daß die Beleuchtung tatsächlich schlagschattenfrei genannt werden kann<sup>1</sup>.

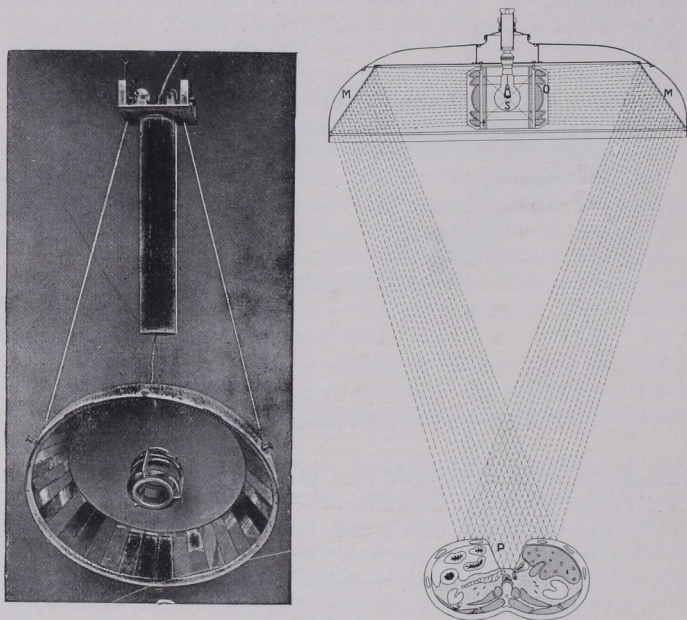


Abb. 8. Die Scialytiquelampe.

Die Lampe hat als großes Modell 90 cm, als kleineres 75 cm Durchmesser. Sie ist an drei Drahtschnüren durch Gegengewichte ausbalanciert aufgehängt, so daß man den Lichtkegel dahin richten kann, wo man ihn braucht. Das große Modell der Lampe erzeugt bei einem Stromverbrauch von 150 Watt eine Beleuchtungsstärke im Lichtkreis von 8000—9000 Lux bei 120 cm Abstand. Auch gibt es noch ein Modell mit 45 cm Durchmesser, welches als Standlampe oder an einem beweglichen Wandarm zu verwenden ist.

<sup>1</sup> Beschreibung nach HELLER. Bezugsquelle: Barbier, Bénard & Turenne, Paris 19, Rue Curial 82; ferner die Firma M. Schaerer, Bern.



Die *Asciatique Lampe* ist ein abgestuft konischer Metallreflektor von 75 cm Durchmesser mit einer Glühbirne von 200 Watt. Die Lichtstrahlen treffen zum größten Teil konvergent gerichtet im Operationsfeld zusammen. Ein kleiner Teil erhellt infolge der Bauart des Reflektors mit einem schwachen Schein auch die Umgebung des Operationsfeldes. Auch bei dieser Lampe ist die Glühbirne verdeckt. Die Lampe ist an vier Drähten ausbalanciert aufgehängt und infolge ihres geringen Gewichts sehr leicht in jeder gewünschten Richtung einzustellen. Sie wirkt ebenfalls praktisch vollkommen schlagschattenlos. Sie hat im Lichtkreis eine Beleuchtungsstärke von 2000 Lux bei einem Abstand von 120 cm<sup>1</sup>.

Beide Lampen, die *Scialytiquelampe* wie die *Asciatique Lampe*, haben eine nicht unerhebliche Wärmestrahlung. Bei der *Scialytiquelampe* ist dies jedoch jetzt ähnlich wie bei der noch zu beschreibenden *Pantophoslampe* im wesentlichen beseitigt. Die *Scialytiquelampe* ist im Auslande außerordentlich weit verbreitet. In Deutschland wurde sie erst durch HELLER bekannt.

Die Zeißwerke in Jena endlich bringen eine Operationslampe, die *Pantophoslampe*, in den Handel. Ich selbst habe mit dieser Lampe noch längere Zeit (im Krankenstift Zwickau) gearbeitet und habe sehr bedauert, sie erst gegen Ende meiner chirurgischen Tätigkeit kennenzulernen. Denn schwierige Tiefenoperationen konnten mit größerer Zuverlässigkeit und Schnelligkeit ausgeführt werden, als das früher möglich war.

Bei der *Pantophoslampe* (Abb. 9 u. 10), welche der *Scialytiquelampe* nachgebildet ist, ist deren Planspiegelkranz durch einen geschliffenen Hohlspiegel ersetzt. Die Lichtquelle ist eine Milchglasbirne von normal 150 Watt. Doch können nach Bedarf auch schwächere oder stärkere Glühlampen eingesetzt werden. Die Lichtquelle ist von einer Wärmeschutzglocke von Eisenoxydulglas umgeben, welche ohne merkliche Schwächung des sichtbaren Lichts bis fast 90% der Wärmestrahlung absorbiert und zugleich dem Licht eine Farbe gibt, welche vom Tageslicht kaum zu unterscheiden ist. Mit der 150 Watt-Milchglasbirne wird eine Beleuchtungsstärke auf dem Operationsfeld von 5000 Lux erzielt. Das Licht ist schlagschattenfrei. Von irgendwelcher Wärmewirkung bemerkt der Operateur nichts. Die Glühlampe selbst ist nicht sichtbar. Ein sehr kleiner Teil des Lichts wird seitlich herausgelassen und genügt für die sogenannte Verkehrsbeleuchtung

<sup>1</sup> Beschreibung nach HELLER. Bezugsquelle: Gallois & Co., Lyon, Boulevard des Brotteaux 41.

des abgedunkelten Operationsraums. Die Lampe wird entweder fest an einem Punkt oder — bei unseren kleinen Operationsräumen kommt das nicht in Frage — wagrecht verschieblich auf einer Laufschiene aufgehängt. Sie ist durch Ausziehen oder Zusammenschieben der Aufhängevorrichtung beliebig in der Höhe verstellbar und seitlich zu kippen. Sowohl die französischen Lampen wie die Pantophoslampe lassen sich so weit seitlich um-

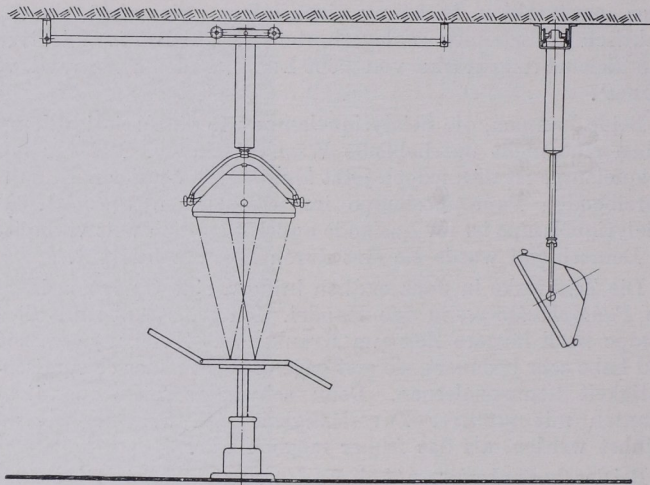


Abb. 9. Die Pantophoslampe (nach HARTINGER).

legen, daß sie bei leichter Beckenhochstellung des Operationstisches ausreichende Beleuchtung auch für perineale und vaginale Operationen ergeben.

Um auch rein wagrechte Richtung der künstlichen Beleuchtung zu gewinnen, empfiehlt sich folgende Einrichtung. Zwei kleinere Lampen, z. B. Zeiss-Hohlspiegellampen oder besser das kleinste Modell der Scialytiquelampe, werden als bewegliche Standlampen montiert und so gestellt, daß sich ihre Lichtstrahlen über die Schultern des Operateurs hinweg und an seinem Kopfe vorbei im Operationsfeld vereinigen. Diese zwei Stehlampen sind auch sonst ein unentbehrliches Inventar der Operationsanlage.

Kehren wir nun zu unseren beiden Operationsräumen von 5:5 m Grundfläche zurück, so ist festzustellen, wo die Operations-

lampe aufgehängt werden soll. Nicht in der Mitte, da der Operationstisch in der Regel der Fensterwand näher stehen wird und das schräg von vorn oben einfallende Licht am meisten gebraucht wird. Die zweckmäßigste Stelle dürfte deshalb in der Mittellinie etwa 2 m von der Fensterwand entfernt sein. Wagrechte Ver-

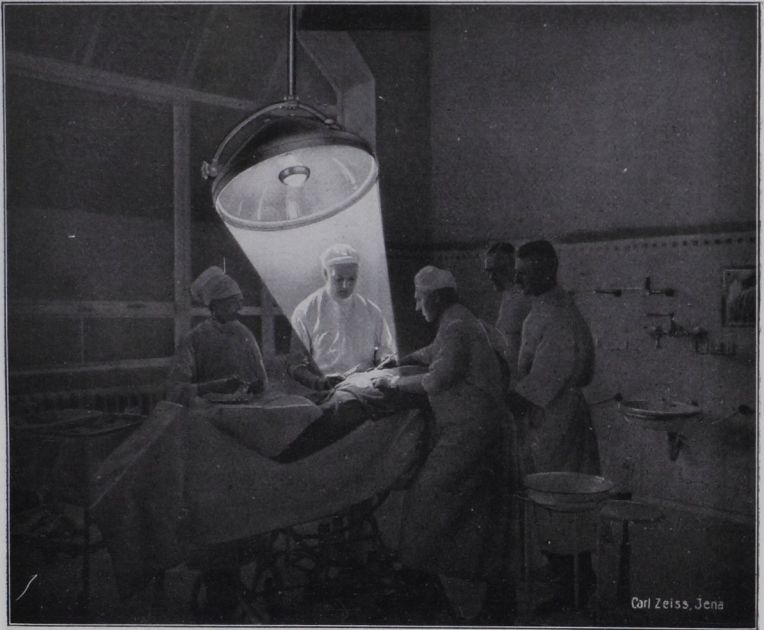


Abb. 10. Die Beleuchtung des Operationsfeldes mit der Pantophoslampe bei Abdunkelung des Raums. (Nach HARTINGER.)

schieblichkeit der Lampe ist in den kleinen Räumen nicht notwendig.

Außer der Operationslampe sind rechts und links von der Deckenmitte noch zwei schwache Glühlampen in Form von Bullaugen anzubringen für die Raumbelichtung, die Vorbereitung und Reinigung der Räume. Beide Operationsräume sollen gleichartig beleuchtet sein. Diese Nebenbeleuchtung reicht im Verein mit den erwähnten Stehlampen aus, um auch eine zweite Opera-

tion an demselben Kranken, z. B. die Freilegung einer Vene zur Infusion, auszuführen.

In den übrigen Räumen der Operationsanlage geschieht die künstliche Beleuchtung durch Bullaugen an der Decke. Sogenannte Tageslichtbeleuchtung ist hier nicht am Platze. Um bei einem Versagen der Operationslampe nicht in Schwierigkeiten zu geraten, empfiehlt es sich, Operationslampen und Steckkontakte in verschiedene Stromkreise zu legen. Durch Anschluß einer Stehlampe kann man sich dann im Notfalle helfen. Beim Versagen der ganzen Beleuchtung im Zentrum kann nur die Einschaltung eines bereitstehenden Akkumulators helfen.

**Die natürliche Beleuchtung.** Das Problem ist schwieriger zu lösen als das der künstlichen Beleuchtung. Wir brauchen bei Operationen entweder Licht von oben oder, am häufigsten, von vorn oben oder unmittelbar von vorn. Das Tageslicht würde demnach in den Raum durch einen Spalt von bestimmter Breite einzudringen haben, der an der Fensterbrüstung der Nordseite

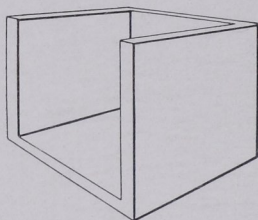


Abb. 11. Operationsraum mit Lichtspalt.

beginnt und oben sich in bestimmter Länge als Oberlicht auf die Decke fortsetzt (Abb. 11). Alle Seitenfenster sind vom Übel, da sie den Operateur blenden, ohne für die Beleuchtung des Operationsfeldes etwas zu leisten. Da nun stets nur die eine oder die andere Richtung des Lichtstroms gebraucht wird, so würde, wie HELLER zutreffend ausgeführt hat, das beste Ergebnis dann zu erzielen sein, wenn der überflüssige Anteil des Lichtstroms durch

Rolljalousien abgeblendet werden kann. *Wie breit muß der Lichtspalt sein?* Nun, offenbar so breit, daß er genügend seitliche konvergente Strahlen liefert, welche in die Tiefe eines Wundtrichters eindringen können und nicht so breit, daß er als Seitenlicht wirkt und dann leicht störend in das Gesichtsfeld des Operateurs fällt. Ein Blick auf die Abb. 5, welche zur Bestimmung der Höhe der dunklen Wandfarbe diente, ergibt, daß die Spaltbreite bei einer Raumhöhe von 4 m 3,5—4 m betragen soll. Dies wäre demnach auch die vorteilhafte Breite des Frontfensters an der Nordwand eines 5 m breiten Raums. Sehr wichtig ist, daß am Übergang des Frontfensters in das Oberlicht nicht störende Konstruktionen angebracht sind, welche den wichtigsten Teil des Lichts wegnehmen. Die Tiefe des Oberlichts wäre so zu bemessen, daß der Operationstisch ganz oder wenigstens bis zur Mitte unter

dem Oberlicht steht, und müßte demnach 2,5 bis 3 m betragen, wenn es voll ausgenutzt werden soll. Damit kommen wir bereits in Schwierigkeiten mit der Operationslampe, welche innerhalb des Oberlichts oder verschieblich aufzuhängen wäre.

Es kommen aber noch sehr viele andere Erwägungen hinzu, welche uns veranlassen müssen, *auf weit zurückreichendes Oberlicht zu verzichten*.

Die Operationsräume müssen, um ein wirksames Oberlicht zu erhalten, sehr weit vorgebaut, fast frei gestellt werden, und es ist eine nicht unkomplizierte Deckenkonstruktion erforderlich, welche wieder einen nicht unbeträchtlichen Teil des Lichts wegnimmt. Beides verursacht Mehrkosten. Das Oberlicht darf ferner nicht von der Sonne beschienen sein. Läßt es sich daher nicht in den Gebäudeschatten legen, so bedarf es einer weiteren komplizierten Konstruktion (Wabenblende). Und das Ergebnis? An trüben Tagen, bei Regen und Schneewetter ist die Oberlichtbeleuchtung ungenügend! Entscheidend aber ist folgendes. Eine so vollendete, zuverlässige Tiefenbeleuchtung, wie sie z. B. die Pantophoslampe gibt, ist mit Tageslicht auch nicht annähernd zu erreichen, man müßte denn zu *Spiegeln und Linsen* greifen. Darüber nachzusinnen, wäre vielleicht der Mühe wert, denn die Lösung würde vermutlich den Bau der Operationsräume erheblich vereinfachen. Nach Einführung der Pantophoslampe haben wir in Zwickau bei Tiefenoperationen auch am Tage in der Regel die Lampe angezündet. Ihr Licht ist dem Tageslicht so angeglichen, daß vollständig die bekannte Zwiellichtempfindung ausbleibt, welche sonst den Übergang von natürlicher zu künstlicher Beleuchtung begleitet. Ihr Licht ist heller als das hellste Tageslicht. Das gleiche Verfahren konnte ich bei einer Orientierungsreise an verschiedenen Stellen beobachten. Obwohl da ein durchaus sachgemäß gebautes großes Oberlicht vorhanden war, operierte man an keineswegs trüben Tagen um die Mittagszeit mit brennender Pantophos- oder Scialytiquelampe.

Wir kommen daher zu dem unvermeidlichen Schluß, daß das Oberlicht im Operationsraum eine überflüssig gewordene Fiktion und ein durchaus entbehrlicher Luxus geworden ist. Denn es wird niemals das erreicht, was beabsichtigt war. Nicht unerwähnt kann bleiben, daß die 37 Operationsräume der Mayo-Kliniken in Rochester, welche für die englisch sprechende Welt vorbildlich sind, sämtlich glatt ohne Vorbau in den Gebäudetrakt eingebaut sind, die gleiche Geschoßhöhe haben wie alle übrigen Räume und kein Oberlicht besitzen.

Es erhebt sich jetzt die Frage, ob es denn bei dieser Sachlage

nicht richtig wäre, auf das Tageslicht ganz zu verzichten. Die Höhlenspezialisten, welche mit dem Spiegel arbeiten müssen, sind ja darauf selbstverständlich eingestellt. Auch meint v. SCHUBERT bereits, daß die Verbesserung der künstlichen Operationsfeldbeleuchtung dazu führen muß, daß ein Operationsraum schließlich überall ohne Rücksicht auf das Tageslicht hingelegt werden kann.

Es gibt auch einige Chirurgen, welche grundsätzlich unter Ausschluß des Tageslichts operieren, meist allerdings gezwungen durch Ungunst baulicher Verhältnisse. Wo solche vorhanden sind, z. B. in Privatkliniken, wird man in der Tat von der Tageslichtbeleuchtung ganz absehen.

Vor einiger Zeit sollte in einer Sächsischen Strafanstalt ein Raum geschaffen werden, wo gelegentlich ein zugezogener Chirurg Operationen ausführen könne. Es war da nun beabsichtigt, in die enorm dicke Mauer ein großes Fenster zu brechen. Das ist auf meinen Rat unterblieben, weil die Beschaffung einer Pantophoslampe ein weit besserer und billiger Weg ist, um auch den verwöhntesten Chirurgen zufriedenzustellen.

Ohne Zwang der Verhältnisse aber werden Chirurgen und Gynäkologen, zumal in größeren Betrieben, nicht leicht sich entschließen, einen großen Teil ihres Lebens als Höhlenbewohner zu verbringen. HELLER weist ferner mit Recht darauf hin, daß zahllose kleinere und die Körperoberfläche betreffende Operationen sich bei jeder Beleuchtung gut ausführen lassen, und daß es schon deshalb unnötig und unzweckmäßig wäre, grundsätzlich und ohne Zwang auf das natürliche Licht ganz zu verzichten.

Wohl aber müssen diese Betrachtungen dazu führen, von dem direkt von oben durch das Oberlicht einfallenden Tageslicht grundsätzlich abzusehen, nur die von vorn oben und die wagrecht von vorn einfallenden Lichtstrahlen zu verwerten, dagegen das künstliche Licht zu Hilfe zu nehmen, sobald es notwendig wird.

In sehr hohen Operationsräumen genügt ein bis zur Decke reichendes Frontfenster allein vollkommen, um das von oben vorn einfallende Tageslicht ausreichend einzufangen. In den von uns angenommenen, 4 m hohen Räumen ist es zwar nicht notwendig, aber doch wünschenswert, den Tageslichtspalt eine kurze Strecke, 1—1,5 m, an der Decke weiterzuführen, um die gleiche Menge von vorn oben einfallenden Lichts einzufangen, wie das Frontfenster eines viel höheren Raums. Das erfordert ein nur geringes Vorrücken der Operationsräume aus dem Gebäudetrakt, und man bedarf keiner sogenannten Oberlichtkonstruktion mit doppelter Glasdecke.

Ich erinnere mich, gelegentlich eine Konstruktion gesehen zu

haben, wo, kann ich nicht mehr angeben, die sich aus Abb. 12 ergibt. Das Frontfenster geht allmählich bogenförmig auf die Decke über. Noch einfacher ist die von mir angegebene und meines Wissens zuerst in der Operationsanlage des Diakonissenhauses Kreuzburg (O.-S.) ausgeführte<sup>1</sup> Konstruktion (Abb. 13). Das Frontfenster steht bis zur Höhe von 2 m senkrecht, von da schräg nach rückwärts zu dem hinteren Rande des 1,5 m langen Lichtspalts der Decke. Die Schräge ist steil genug, um das Liegenbleiben von Schnee zu verhindern und den Wasserabfluß zu gewährleisten. So gewinnt man den besten Teil des Tageslichts für den Raum.

Die gleiche Konstruktion ist neuerdings für Oberlicht von 3 m Tiefe ausgeführt im Krankenhaus Westend Berlin, in Magdeburg-Sudenburg und in Landsberg a. W.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß mit Tageslicht die beste Belichtung des Operationsfeldes dann zu gewinnen ist, wenn der Teil des Lichtstroms, der im gegebenen Falle nicht gebraucht wird, abgeblendet ist. Der Photograph kann in seinem Arbeitsraum auch kein diffuses Licht brauchen, sondern muß den störenden Teil des Lichts abblenden. Das menschliche Auge verhält sich nicht anders wie die lichtempfindliche Platte. HELLER empfiehlt deshalb wenigstens die Möglichkeit zur Abdunklung der wagrechten Strahlen durch eine von unten nach oben zwischen den Doppelfenstern laufende Rolljalousie vorzusehen, ähnlich denen in den Schlaf- und Speisewagen der D-Züge. Bei der in Abb. 13 wiedergegebenen Anordnung würde ohne Schwierigkeit sich eine zweite von oben nach unten laufende derartige Jalousie anbringen lassen, um auch den oberen Teil des Lichtstroms nach Bedarf auszuschalten. Ob diese im Stadtkrankenhaus Erfurt und in dem schon erwähnten Bezirkskrankenhaus in Schatzlar durchgeführte Verdunklungsmöglichkeit wichtig genug ist, um die Mehrkosten von Doppelfenstern anstatt der doppelten Verglasung der Operationsraumfenster zu rechtfertigen, kann ich noch nicht beurteilen.

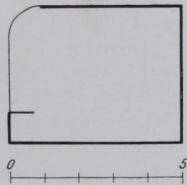


Abb. 12. Operationsraum mit bogenförmigem Frontfenster.

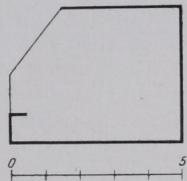


Abb. 13. Operationsraum mit abgeschrägtem Frontfenster.

<sup>1</sup> Architekt Lenz in Kreuzberg, O.-S.