

Einrichtung und Methoden des klinischen Laboratoriums

Von Dr. med. Eberhard Goetze

Professor mit Lehrstuhl für Pathologische Physiologie
Direktor des Instituts für Pathologische Physiologie
der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

Mit 69 Abbildungen und 16 Tabellen im Text



VEB GUSTAV FISCHER VERLAG JENA • 1959

ES 17.E

Alle Rechte vorbehalten • Printed in Germany

Copyright 1959 by VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Lizenznummer 261 • 215/14/59

Gesamtherstellung: Druckerei Fortschritt Erfurt, Werk II

Gesetzt aus Didot-Antiqua

Einrichtung und Methoden des klinischen Laboratoriums

Vorwort

Das klinische Laboratorium befindet sich in einem Prozesse ständiger Entwicklung, der in den letzten Jahren besonders deutlich geworden ist. Er ist gekennzeichnet durch das Zurücktreten qualitativer zugunsten quantitativer Methoden und durch zunehmende Anwendung chemischer Mikromethoden. Diese Entwicklung wird einerseits von der Klinik verlangt, andererseits wird sie ermöglicht durch die Fortschritte der modernen Biochemie, der analytischen Chemie und der apparativen Technik. Sie erfordert aber auch eine Umstellung im Denken und in der Arbeitsweise aller im Laboratorium Tätigen. Das vorliegende Buch, als Arbeitsbuch für die Routinepraxis gedacht, ist unter den Gesichtspunkten dieser Umstellung — größte Genauigkeit, sauberes und exaktes Arbeiten, Sparsamkeit mit Untersuchungsmaterial, Reagenzien, Arbeitszeit und Arbeitskraft, Sinn für Organisation der Arbeit im Laboratorium und Verständnis für die Ausnutzbarkeit moderner Technik — geschrieben worden. Die Methoden wurden im Hinblick darauf ausgewählt und überarbeitet. Altes, Bewährtes wurde, z. T. in neuem Gewande, übernommen, Altes, das durch neue Untersuchungen überflüssig geworden ist, weggelassen. Selten durchgeführte und besser Spezialinstituten überlassene Untersuchungen, z. B. Giftbestimmungen in Körperausscheidungen, wurden ebenfalls nicht aufgenommen. Auch serologische und bakteriologische Untersuchungsmethoden wurden nicht berücksichtigt. Die zu dem Buche gehörenden mikroskopischen Abbildungen werden, den Bedürfnissen der Studenten entgegenkommend, als „**Kurzer mikroskopischer Atlas für das klinische Laboratorium**“ gesondert herausgegeben. Es wurde darauf verzichtet, auf Fragen der Funktionsdiagnostik genauer einzugehen. Hier sind ausgezeichnete klinische Bücher vorhanden. Es handelt sich also um ein reines „Laborbuch“, nicht für den Gebrauch am Krankenbett gedacht. Verf. hofft, daß es diesen Zweck erfüllen wird.

Für ihre Mitarbeit bei der Umstellung zahlreicher Methoden und für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich besonders meiner Frau und Mitarbeiterin, Dr. TRAUTE GOETZE. Für die routinemäßige Erprobung der Methoden und zahlreiche fruchtbare Anregungen sei allen technischen Assistentinnen

des Regierungskrankenhauses in Berlin und des Zentrallaboratoriums der Medizinischen Akademie in Dresden, vor allem den leitenden technischen Assistentinnen, Frau GERTRUD SCHWAGER und Frl. INGRID LEUPOLD, und der technischen Assistentin Frl. BARBARA POPP in Dresden, sowie Frl. JOHANNA HOFMANN, technische Assistentin in meinem Institut, gedankt. Dank gebührt auch Frau GERDI BOCK für die schwierige Arbeit der Zusammenstellung des Materials. Dem Ministerium für Gesundheitswesen der Deutschen Demokratischen Republik sei gedankt für die großzügige Unterstützung, die es unserer Arbeit angedeihen ließ und nicht zuletzt dem VEB Gustav Fischer Verlag für das jederzeit verständnisvolle Entgegenkommen bei der Herausgabe des Werkes.

Jena, 1959

E. GOETZE

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
---------------	---

I. Allgemeiner Teil

1. Einrichtung des klinischen Laboratoriums	3
2. Glasgeräte, ihre Reinigung und Aufbewahrung	8
3. Die Reagenzien	13
4. Mikromethoden und ihre Fehlerbreiten	15
5. Herstellung von Lösungen, Pipettieren, Filtrieren, Zentrifugieren; Ionenaustauscher	21
6. Gravimetrie	35
7. Titrimetrische Methoden	38
a) Säure — Basentitration	38
b) Jodometrie	42
c) Fällungstitrationen	44
d) Komplexbimetrische Titrationsen	44
e) Elektrometrische Titrationsen	45
8. Polarographie	46
9. Photometrie	47
a) Allgemeine Grundlagen der Photometrie	47
b) Vergleichskolorimeter	52
c) Das Stufenphotometer (Pulfrich-Photometer)	52
d) Photoelektrische Kolorimeter	54
e) Spektralphotometer	57
f) Flammenphotometer	60

II. Mikroskopische und qualitativ-chemische Untersuchungsmethoden

A. Untersuchung des Harns

1. Aussehen, spezifisches Gewicht, Wasserstoffionenkonzentration	65
2. Qualitative Untersuchungen	68
a) Eiweiß	68
b) Hämoglobin	70
c) Zucker	70
d) Ketonkörper	73
e) Gallenfarbstoffe	74
f) Diazoreaktion	75
g) Phenylbrenztraubensäure	76

3. Harnsedimente	76
4. Steinanalyse	78
B. Magensaft, Duodenalinhalt und Stuhl	
1. Magensaft	80
2. Duodenalinhalt	84
3. Stuhluntersuchung	85
C. Punktionsflüssigkeiten	
1. Liquor cerebrospinalis	88
a) Zellzählung	88
b) Nachweis der Eiweißvermehrung	88
c) Zuckerbestimmung im Liquor	89
2. Pleura- und Aszitespunktat	90
D. Blut	
1. Zählung der Erythrozyten und Leukozyten	91
2. Der Differentialausstrich	94
3. Das Blutbild	96
4. Der Hämatokrit	97
5. Erythrozytendurchmesser	97
6. Zählung der Retikulozyten	99
7. Zählung der Thrombozyten	100
8. Sternal-, Lymphknoten- und Milzpunktion	101
9. Bestimmung der osmotischen Resistenz der roten Blutkörperchen	103
10. Blutungszeit	104
11. Gerinnungszeit	104

III. Quantitativ-chemische Bestimmungsmethoden

Vorbemerkungen

1. Aceton, Bestimmung nach URBACH, modif.	108
2. Amyloid, Kongorotprobe nach BENNHOLD	111
3. Azorubin S	112
4. Bilirubin, direkt und indirekt	113
5. Bromsulphalein, Bestimmung der Halbwertszeit	115
6. Cadmiumsulfatreaktion	117
7. Calcium	118
a) Komplexometrische Bestimmung nach SCHWARZENBACH modif.	118
b) Manganometrische Bestimmung nach JENDRASSIK	119
8. Chlorid, Bestimmung nach VOLHARD	121
9. Cholesterin	123
a) Direkte Bestimmung des Gesamtcholesterins im Serum nach ZLATKIS, ZAK und BOYLE	123
b) Bestimmung von freiem und Gesamtcholesterin nach SCHOENHEIMER und SPERRY	123
c) Bestimmung von verestertem und Gesamtcholesterin nach ROSENTHAL und JUD	125

10. Clearance	128
a) Bestimmung der renalen Clearance von Substanzen als Nierenfunktionsprobe..	128
b) Endogene Kreatininclearance.....	130
c) Inulinclearance	130
d) Bestimmung der Halbwertszeit der PAH-Ausscheidung	132
e) PAH-Clearance	134
f) Bestimmung der T_{mPAH}	134
11. Diastase	136
a) Bestimmung im Blut und Urin nach WOHLGEMUTH	136
b) Bestimmung nach OTTENSTEIN, modif. nach LEIPERT	137
12. Eisen, Bestimmung nach HEILMEYER und PLÖTNER, modif.	139
13. Eiweiß	141
a) Kolorimetrische Bestimmung mit dem Biuretreagens	141
b) Bestimmung des Eiweiß-Stickstoffs nach Veraschung mit NESSLERS Reagens	143
c) Bestimmung des Eiweiß-Stickstoffs nach KJELDAHL	144
d) Fraktionierung der Plasmaproteine durch Papierelektrophorese	144
14. Formolgelprobe	149
15. Fruktosebelastungsprobe (Lävuloseprobe).....	150
16. Galaktosebelastungsprobe	151
17. Glukose	152
a) Bestimmung mit dem Anthronreagens	152
b) Bestimmung nach SOMOGYI-NELSON	153
c) Bestimmung nach HAGEDORN-JENSEN	155
d) Bestimmung nach CRECELIUS-SEIFERT	157
e) Polarimetrische Bestimmung im Harn	157
18. Grossehe Probe	160
19. Grundumsatzbestimmung nach KROGH	161
20. Hämoglobin, Bestimmung als Cyanhämoglobin	172
21. Harnsäure, Bestimmung nach FOLIN, modif. nach BRUNS	175
22. Harnstoffstickstoff.....	177
a) Bestimmung mit Urease	177
b) Bromlaugenmethode nach KOWARSKY	178
23. 17-Ketosteroide, Bestimmung im Harn	180
24. Kohlensäurebindungsvermögen (Alkalireserve)	182
a) Bestimmung nach CONWAY	182
b) Bestimmung nach VAN SLYKE.....	188
Manometrische Bestimmung	188
Volumetrische Bestimmung	192
25. Kreatinin und Kreatin, Bestimmung nach FOLIN	195
a) Kreatinin	195
b) Gesamtkreatinin	196
26. Kupfer.....	198
27. Natrium und Kalium, flammenphotometrische Bestimmung.....	200
28. Pankreasenzyme, Bestimmung im Duodenalinhalt	204

29. pH-Messung mit der Glaselektrode.....	209
30. Phosphat, anorganisches, Bestimmung nach RAABE	213
31. Phosphatase, alkalische und saure, Bestimmung nach RAABE	214
a) Alkalische Phosphatase	214
b) Saure Phosphatase	215
32. Plasmavolumen	217
a) Bestimmung mit Kongorot.....	217
b) Bestimmung mit Evans blue	217
33. Prothrombinbestimmung nach QUICK	219
34. Reststickstoff	221
a) Bestimmung mit NESSLERS Reagenz	221
b) Bestimmung nach RAPPAPORT und EICHORN	223
c) Bestimmung nach KJELDAHL	225
35. Takata-Ara-Reaktion, modif. nach MANCKE und SOMMER.....	227
36. Thymoltrübungstest, modif. nach DE LA HUERGA und POPPER	228
37. Transaminase	230
38. Uropepsin, Bestimmung im Harn	233
39. Vitamine	235
a) Vitamin A, Bestimmung im Plasma oder Serum	235
b) Ascorbinsäure (Vitamin C), Bestimmung im Blut und Urin nach ROE und KUETHER, modif. nach SCHAFFERT und KINGSLEY	236
40. Das WELTMANNsche Koagulationsband	238
41. Zinksulfattrübungsreaktion nach KUNKEL	239
Stichwortverzeichnis.....	241

I. Allgemeiner Teil

1. Einrichtung des klinischen Laboratoriums

Die Anforderungen, die die Klinik an das Laboratorium stellt, werden von Jahr zu Jahr größer und können nur bewältigt werden, wenn die Arbeit so einfach, zeitsparend und rationell wie möglich durchgeführt wird. Eine solche Organisation der Arbeit, ohne die ein modernes Laboratorium heute nicht mehr auskommt, muß sich auch in der Einrichtung des Laboratoriums widerspiegeln. Im Grunde gelten für das Laboratorium dieselben Prinzipien wie für die Einrichtung einer modernen Küche — unnötige Wege und Handierungen ersparen, gute Beleuchtung, wenig Gerüche, wenig Lärm. Dieses Bestreben setzt sich auch im Laboratorium immer mehr durch. Es sollen in der Beschreibung der Einrichtungen des modernen Laboratoriums einige Anregungen in dieser Richtung gegeben werden.

Die Größe des Laboratoriums hängt selbstverständlich in erster Linie von der Größe des Krankenhauses oder der Poliklinik, in denen es sich befindet, und von den Anforderungen ab, die an das Laboratorium gestellt werden. Aber auch in *kleineren Häusern*, die kein großes Laboratorium beanspruchen, doch zumindest neben den üblichen qualitativen und mikroskopischen Untersuchungen einige quantitative chemische Bestimmungen verlangen, z. B. Reststickstoffuntersuchungen, Blutzuckerbestimmungen und Durchführung der Leberfunktionsproben, braucht man mindestens zwei Räume, die nicht groß sein müssen. Einer dient den chemischen Untersuchungen. In ihm werden auch die Glasgeräte gereinigt und Reagenzien hergestellt. Der zweite dient mikroskopischen Untersuchungen und kann so eingerichtet sein, daß hier auch Blutentnahmen am Patienten vorgenommen werden können. Hierfür muß eine Liegemöglichkeit vorhanden sein. Er sollte auch einen kleinen Schreibtisch, ein Bücherregal und einen bequemen Stuhl oder Sessel für die technische Assistentin enthalten, die hier arbeitet.

Es empfiehlt sich, für die Handbibliothek auch eines kleinen Laboratoriums neben mikroskopischen Abbildungsmaterial ein Lehrbuch der Chemie und ein chemisches Tabellenbuch*) anzuschaffen.

Größere Krankenhäuser und Polikliniken kommen natürlich mit zwei Räumen nicht aus. Besteht das Krankenhaus aus mehreren Abteilungen, so ist es zweckmäßig, ein *Zentrallaboratorium* einzurichten. Dies hat die Vorteile rationelleren Arbeitens, leichter Anleitung, Überwachung und Kontrolle der Befunde, besserer Ausnutzung der Geräte, z. B. der optischen Instrumente, und großer Zahlen an Bestimmungen, die eine gute wissenschaftliche Auswertung erlauben.

Für die Leitung eines solchen Laboratoriums braucht man einen speziell dazu ausgebildeten Arzt. Es wird hier mehr und mehr notwendig sein, auch in Deutschland einen Facharzt zu schaffen, der durch hämatologische und chemische Ausbildung, verbunden mit am Krankenbett erworbenen Erfahrungen, die Voraussetzungen für die Leitung eines klinischen Laboratoriums besitzt. Offensichtlich besteht hier in unserer Facharztordnung noch eine Lücke. Es hat sich nicht zum Vorteil unserer Laboratorien ausgewirkt, daß, durch Ärztemangel in der Kriegs- und Nachkriegszeit bedingt, die technischen Assistentinnen zumeist auf sich selbst gestellt waren, wenn sie auch zum größten Teil mit wahren Heroismus diese Verantwortung getragen haben und noch tragen. Die Forschung im Laboratorium und die Weiterentwicklung

*) z. B. PERELMAN, W. I., Taschenbuch der Chemie, Berlin 1956.

der Methoden werden, von Ausnahmen abgesehen, nur unter Leitung von Ärzten, evtl. in Verbindung mit Chemikern oder Physikern, möglich sein. Es ist also nicht gut, wenn für ein Zentrallaboratorium nicht ein Wissenschaftler als Leiter vorgesehen ist. Es ist weiterhin nicht gut, wenn mit der Schaffung eines Zentrallaboratoriums alle Krankenhausabteilungen ihrer Laboratorien beraubt werden. Kleine Stationslaboratorien, je nach Bedarf für eine oder mehrere Stationen zusammen, sparsam eingerichtet, erlauben es dem Famulus und dem jungen Arzt, die einfachen Routineuntersuchungen — Urinuntersuchungen, Blutbilder, Magensafttitrationen usw. — zu erlernen. Ich halte es nach wie vor für notwendig, daß diese Tätigkeit mit zur Ausbildung des Arztes gehört. Es ist nicht gut, wenn das Verhältnis des Arztes zum Laboratorium nur auf Befundzetteln gegründet ist. Es fehlt in solchen Fällen das Verständnis für die Methodik der Untersuchungen, sicherlich auch für die Bedeutung der Befunde, für Fehlergrößen, Genauigkeit der Methoden, Möglichkeiten der Korrektur usw. Es ist auch nicht zu vergessen, daß diese Stationslaboratorien mit die Keimzelle für viele wissenschaftliche Forschungsarbeiten sind und daß hier sehr häufig das Interesse und die Liebe zur experimentellen Forschung entstehen. Es ist notwendig, dies besonders zu betonen, weil eben durch Mangel an Ärzten vielerorts aus der Not eine Tugend gemacht wird und schon eine ganze Generation von Assistenten herangewachsen ist, die zur Arbeit im Laboratorium — früher ein selbstverständlicher Teil der Ausbildung — nicht mehr Gelegenheit hatte, und daß auch beim Bau selbst großer Krankenhäuser diesem Bedürfnis nicht mehr Rechnung getragen wird.

Für *Universitätskliniken* scheinen mir Zentrallaboratorien der genannten Art allerdings sehr problematisch zu sein. Hier wird im allgemeinen der Wunsch der einzelnen Kliniken, im Interesse der Ausbildung und Forschung eigene Kliniklaboratorien zu besitzen, überwiegen.

Wie soll das größere Krankenhauslaboratorium eingerichtet sein? Die erste Frage, die auftaucht, ist: Viele kleine oder wenige große Räume? Aus eigener Erfahrung möchte ich zu *kleineren Räumen* raten. Sie haben mehr Wände und dadurch mehr Abstellmöglichkeiten, ein sehr wichtiger Faktor, wenn das Laboratorium rationell organisiert werden soll. Man kann auch ruhiger arbeiten, wenn sich die Arbeit auf eine größere Zahl von Räumen verteilt. Es gibt mehr Ausweichmöglichkeiten, wenn man besonders empfindliche Geräte, z. B. Flammenphotometer und Spektralphotometer, Waagen und pH-Meßgeräte in besonderen Räumen aufstellen will. Räume für chemische Untersuchungen sollen aber doch so groß sein, daß in der Mitte ein großer, von allen Seiten zugänglicher Arbeitstisch steht. Der *chemische Arbeitstisch* soll nur so hoch und breit sein, daß man die Armaturen und die in der Mitte aufgestellten Reagenzien bequem erreichen kann. Diese Tische werden heute im allgemeinen schon den Bedürfnissen entsprechend gebaut. Als Tischplatte sind säurefeste Fliesen oder moderne säurefeste Kunststoffplatten am geeignetsten. Es müssen genügend Reagenzienaufsätze vorhanden sein, so daß alle Reagenzien, die für die täglichen Untersuchungen notwendig sind, griffbereit dastehen. Die Fächer unter dem Tisch sollten nicht zur Aufbewahrung von Vorratsreagenzien dienen. Sie würden dort notgedrungen unübersichtlich stehen, und das Herausuchen wäre mühsam. Vorratsreagenzien gehören in flache Schränke oder Regale, in denen sie alphabetisch aufgestellt werden können und möglichst so, daß die Flaschen nicht hintereinander stehen. An einer Querwand des Arbeitstisches befindet sich ein Ausgußbecken mit Anschluß für warmes und kaltes Wasser und einem dritten Anschluß für eine Wasserstrahlpumpe. Auch in der Mitte des Tisches müssen noch Anschlüsse für Wasserstrahlpumpen vorhanden sein, sie werden immer gebraucht. Anschlüsse für Gas und Strom sind heute selbstverständlich. Vakuum-, Druckluft-, Heißdampf- und Aqua dest.-Leitungen scheinen mir für das klinische Laboratorium ein übertriebener Luxus zu sein. Über dem Waschbecken

muß aber eine Platte angebracht sein, auf die eine Flasche mit destilliertem Wasser (5—10 Liter) aufgestellt werden kann. Glasgeräte bringt man z. T. in den Tischkästen unter, für Pipetten werden die Tischkästen durch Brettchen unterteilt, so daß man sie nach Größe geordnet hineinlegen kann. Hierhin gehören auch Reagenzgläser und Zentrifugengläser. Wenn irgend möglich, stellt man die übrigen Glasgeräte, die nicht im Tisch Platz finden, in einem Schrank mit Glastüren so auf, daß sie vom Arbeitsplatz aus mit einem Schritt erreicht werden können. An einer Seite des Arbeitstisches muß genügend Platz für einen fahrbaren Tisch mit abnehmbarer, leicht zu reinigender Platte sein, auf dem gebrauchte und zu reinigende Glasgeräte abgelegt werden, um in den Waschraum gefahren zu werden.

Der große Arbeitstisch in der Mitte des Raumes reicht aber nicht aus. Es empfiehlt sich, im ganzen Raum an den Wänden, soweit sie nicht durch Türen, Abzug, Schränke usw. besetzt sind, einen fest eingelassenen fliesenbelegten Tisch von etwa 60 cm Breite herumzuführen, zumindest aber an der Fensterfront des Raumes anzubringen. An diesem Tisch kann man auch eine Titrierwand mit gleichmäßiger Beleuchtung einbauen. Im größeren Laboratorium ist es aber zweckmäßiger, in gewissen Abständen an der Fensterfront weiße Kacheln in den Tisch einzulassen, so daß an verschiedenen Stellen des Raumes gleichzeitig titriert werden kann. Es würde sich sonst alles zu sehr am Titriertisch sammendrängen.

Im allgemeinen wird im klinischen Laboratorium bei Tageslicht gearbeitet. Wenn man die Räume so anlegen kann, so sollten sich die Fenster nicht gerade an der Südfront des Gebäudes befinden. Etwas Sonnenlicht schadet zwar nicht, aber z. B. zum Titrieren kann man keine pralle Sonne gebrauchen. Künstliche Beleuchtung wird am besten so kombiniert, daß eine gute schattenfreie Raumbeleuchtung und zusätzlich eine Beleuchtung der Arbeitsplätze vorhanden sind. Die Industrie liebt es, über den Arbeitsplätzen Leuchtstoffröhren einzubauen. Ich selbst habe mich an das fahle Licht dieser Röhren nie recht gewöhnen können und fand auch diese Beleuchtung im allgemeinen nicht ausreichend. Anschlüsse für zusätzliche Tischlampen sollten überall vorhanden sein.

Als *Fußbodenbelag* ist bei den technischen Assistentinnen am meisten Linoleum oder ähnlicher Kunststoff beliebt. Fliesen und Steinfußböden sind kalt, hart und unangenehm. Die Gefahr, daß Linoleumfußböden durch herabfließende Säuren usw. beschädigt werden, ist bei einiger Vorsicht gering; im Notfall lassen sie sich auch ausbessern. Im Waschraum braucht man dagegen Fliesen oder einen Steinfußboden, am besten mit einem Abfluß in der Mitte des Raumes. Vor die Abwaschbecken muß man Holzroste legen, um nasse Füße zu vermeiden.

Ein *Abzug* ist im größeren chemischen Laboratorium notwendig. Er muß beleuchtet werden können und außerdem einen Ausguß und Anschlüsse für Gas und Wasser sowie elektrischen Strom besitzen. In kleineren Laboratorien ist er zwar anzustreben, aber nicht unbedingt notwendig. Bei den heute üblichen Routineuntersuchungen braucht man den Abzug eigentlich nur für Veraschungen bei Reststickstoff- und Eiweißbestimmungen, aber auch hier gibt es Methoden ohne Veraschung, die in diesem Buch angegeben werden. Muß man Harn

eindampfen oder kochen wie bei der Bestimmung der 17-Ketosteroide, so ist es nicht notwendig, offen einzudampfen. Man kann die Flüssigkeit in geschlossenen Kolben zum Sieden bringen und den Dampf durch einen Kühler als Kondenswasser direkt in den Ausguß leiten. Auch wenn man veraschen muß, kann man Veraschungsgestelle mit Absaugvorrichtungen für die entstehenden Gase verwenden, die an die Wasserstrahlpumpe angeschlossen werden. Bei der Mikroveraschung in Reagensgläsern auf dem Sandbad, die wir verwenden, genügt es auch, über den Röhrchen einen großen Glastrichter anzubringen, der mit der Wasserstrahlpumpe verbunden ist und die entstehenden Dämpfe absaugt.

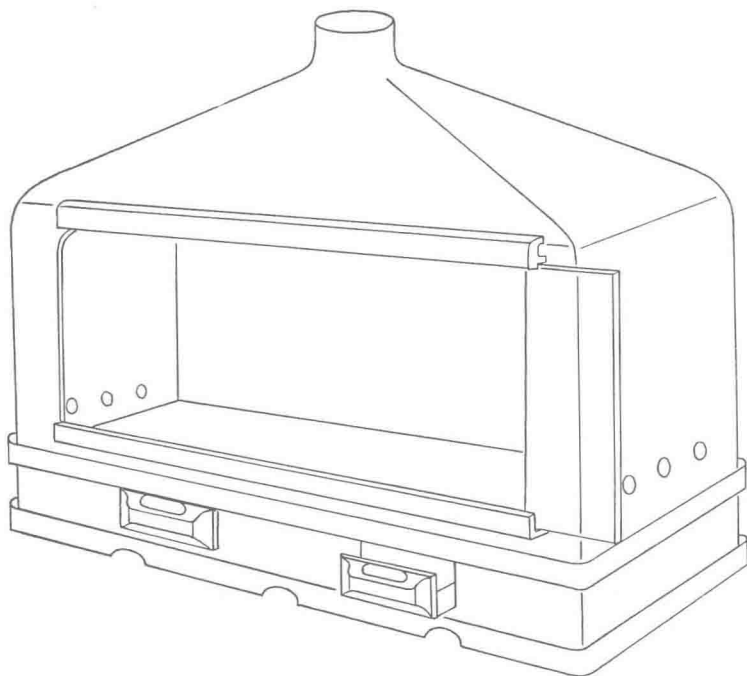


Abb. 1. *Miniatur-Abzug nach Deibel.*

Sehr praktisch erscheint mir ein von *Deibel*, Dresden, konstruierter *Miniatur-abzug* (Abb. 1), der für gelegentliche Veraschungen ausreichend ist. Auf keinen Fall aber darf bei Veraschungen ohne Schutz gearbeitet werden. Dies würde zu schweren gesundheitlichen Schäden führen.

Viel wichtiger ist eine gute *Kühlanlage*. Im kleineren Laboratorium braucht man einen Kühltank, im größeren kommt man nicht ohne einen Kühlraum aus. Hat man die Wahl zwischen einem großen Kühltank oder zwei kleineren, so empfiehlt es sich, sich durch den Kauf von zwei kleineren Kühltanks von Betriebsstörungen möglichst unabhängig zu machen. Der Kühlraum dient nicht

nur zur Aufbewahrung von Untersuchungsmaterial und empfindlichen Reagenzien, sondern ist auch Arbeitsraum, z. B. sehr häufig für die Durchführung der Elektrophorese oder chromatographischer Untersuchungen. Er darf nicht wie in einer Fleischerei eingerichtet sein, sondern soll den Bedürfnissen des Laboratoriums entsprechen, d. h. zumindest Anschlüsse für Strom und Wasser und einen Ausguß haben. Da die Temperatur bei $+4^{\circ}\text{C}$ gehalten wird, besteht nicht die Gefahr des Einfrierens der Wasserleitung. Die Beleuchtungseinrichtung muß gut durchdacht sein, denn ein Minimum an Beleuchtung ist zweckmäßig, um zu starke Erwärmung zu vermeiden. Alle diese Vorrichtungen sind bei der Anlage des Kühlraumes einzubauen. Ist der Kühlraum erst fertig, so ist ihre spätere Anbringung sehr schwierig und kostspielig. Soll im Kühlraum gearbeitet werden, so darf keine starke Luftumwälzung vorhanden sein, obwohl Systeme mit stärkerer Luftbewegung im Verbrauch billiger sind. Die Luftumwälzung führt zu unerträglichem Frieren, während sonst das Arbeiten im Kühlraum, wenn man sich nur etwas wärmer anzieht, nicht besonders unangenehm ist. Um Unfälle zu vermeiden, bringt man zweckmäßigerweise außen am Kühlraum eine Kontrollampe an, die anzeigt, daß sich jemand im Kühlraum befindet. Auch eine Alarmvorrichtung, die in Kraft tritt, wenn der Thermostat aussetzt und die Kühltemperatur nicht mehr eingehalten wird, ist zweckmäßig, denn sie erspart viele Unannehmlichkeiten. Diese Einrichtungen sind im Verhältnis zur gesamten Kühlanlage nicht sehr kostspielig.

Ich habe noch keinen Kühlschrank im Laboratorium gesehen, in dem nicht Nahrungsmittel für den persönlichen Bedarf der technischen Assistentinnen, meist auf sehr unhygienische Art und Weise, in der Nachbarschaft von Urinen, Blut usw., aufbewahrt werden. Man sollte dem verständlichen Bedürfnis des Laboratoriumspersonals Rechnung tragen und an der Kühleinrichtung besondere, von außen zugängliche Kühlnischen für diese Dinge anbringen.

Die Reinigung der Glasgeräte erfolgt am besten in einem besonderen *Waschraum*. Er muß mindestens vier nebeneinanderliegende Abwaschbecken enthalten, und zwar zur Vorreinigung, Reinigung, zum Spülen mit Leitungswasser und zum Spülen mit destilliertem Wasser. Zweckmäßigerweise befindet sich über dem zuletzt genannten Becken eine Anlage zur Herstellung von destilliertem Wasser. Diese Anlagen sind heute so leistungsfähig, daß es nicht mehr notwendig ist, mit destilliertem Wasser zu sparen. Man kann die Destillationsanlage so einbauen, daß das destillierte Wasser direkt in das Abwaschbecken läuft. Morgens bei Dienstbeginn wird der Apparat eingestellt und wenn das Wasser gebraucht wird, ist es vorhanden. Man braucht weiterhin im Abwaschraum eine Vorrichtung zur Reinigung der Pipetten, reichlich Abstelltische und einen Trockenschrank. Ein Ausguß mit weiter Öffnung für den Abfluß gröberer Verunreinigungen muß ebenfalls vorhanden sein.

Zentrifugen werden möglichst in einem besonderen Raum oder, wenn leicht von den Laboratorien aus erreichbar, auf einem Flur aufgestellt. Sie sind die hauptsächlichsten Geräuscentwickler, die man sich vom Leibe halten muß. Für die klinischen Routinarbeiten — Herstellung von Harnsedimenten, Eiweißfällungen im Serum — benutzt man am besten Zentrifugen mit möglichst vielen Einsätzen.