

Das  
Handfertigungspraktikum

Das  
**Handfertigkeit­spraktikum**

Ein Hilfsbuch für den Handfertigkeit­sunterricht an  
höheren Lehranstalten und zum Selbstunterricht

Von

**Dr. A. Wehnelt**

o. Professor der Physik an der Universität Berlin

---

Mit 384 Abbildungen



---

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

1920

---

ISBN 978-3-322-98013-7      ISBN 978-3-322-98640-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-322-98640-5

Alle Rechte vorbehalten.

---

Copyright, 1920, by Friedr. Vieweg & Sohn,  
Braunschweig, Germany.

---

*Meinem verehrten Kollegen*

*Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Friedrich Kraus*

*in Dankbarkeit gewidmet*

# Vorwort.

---

Bei der Ausbildung der Studierenden der Physik als Doktoranden sowohl wie als Oberlehrer war es mir aufgefallen, wie gering die notwendigsten praktischen Kenntnisse waren, welche viele Herren mitbrachten. Sie waren z. B. nicht imstande eine Schraube richtig ein- oder auszuschrauben, ohne diese oder den Schraubenzieher zu verletzen. Sie gebrauchten eine Beißzange zum Nagelausziehen und wunderten sich, wenn die Schneide ausbrach, und so ließen sich noch viele andere Beispiele anführen. Zwar soll Faraday gesagt haben, der Physiker müsse mit der Säge feilen und mit der Feile sägen können, doch würden bei wörtlicher Befolgung dieses Rates wohl schnell Werkzeuge wie Apparate zugrunde gerichtet werden. So nützlich und richtig es ist, wenn der praktisch arbeitende Physiker sich in allen Schwierigkeiten auch mit unvollkommenen Mitteln zu behelfen weiß, so unbedingt notwendig ist es, daß er die Handhabung und Anwendung der für seine Arbeit nötigen und geeigneten Werkzeuge kennen lernt.

Um diesen Zweck zu erreichen, könnte man dem jungen Physiker vorschlagen, ein praktisches Jahr durchzumachen, wie es von den Ingenieuren verlangt wird, aber erstens wird dadurch das Studium um ein Jahr verlängert, zweitens wird der Studierende auf ein ganzes Jahr von seinem eigentlichen Studium abgezogen, und drittens gibt es keine Werkstätten, in denen er die ganze Fülle dessen, was er braucht, wie mechanisches Arbeiten, Tischlerei, Glasblasen, Photographie usw. lernen kann.

Die Schwierigkeiten, die sich der Ausbildung der Physiker hier entgegenstellen, habe ich durch die Einführung eines Handfertigkeitspraktikums an der Universität Berlin angestrebt, und wie ich glaube, auch behoben. Dank dem außerordentlich bereitwilligen Entgegenkommen des Königlich Preußischen Kultusministeriums und des Direktors des Physikalischen Instituts der Universität Berlin, Herrn Geheimrat Prof. Dr. H. Rubens, war es mir möglich, in reichstem Maße die hierzu notwendigen Mittel und Räumlichkeiten zu bekommen.

Seit Einführung des Handfertigkeitspraktikums sind bereits acht Jahre verflossen, in denen fortdauernd an der Vervollkommnung desselben gearbeitet wurde. Es hat sich als das Vorteilhafteste er-

wiesen, wenn die Studierenden der Physik in den ersten beiden Semestern, in denen sie sonst keine praktischen Tätigkeiten ausüben, das Handfertigkeitspraktikum durchmachen. Das gewährt den notwendigen Ausgleich gegen die rein theoretische Arbeit der ersten Semester und gibt ihnen gleich eine Reihe von praktischen Erfahrungen für das spätere selbständige Arbeiten mit.

Bei der Abhaltung des Praktikums hat sich nun das Bedürfnis herausgestellt, ein Buch zur Hand zu haben, welches in kurzer Darstellungsweise die Beschreibung der notwendigen Werkzeuge und der damit auszuführenden Arbeiten enthält. Bei der Durchsicht der einschlägigen Literatur fand ich eine Reihe ganz vorzüglicher Werke für die einzelnen Berufe, wie für Mechaniker, Klempner, Tischler u. a. m., die aber für den vorliegenden Zweck nicht recht geeignet sind, da sie weit über die Bedürfnisse des Physikers hinausgehen; andererseits gibt es viele Bücher, die für Laien geschrieben sind, die aber die Materie in zu wenig eingehender Weise besprechen. Das Buch von Dr. J. Frick, „Physikalische Technik“ (7. Aufl., herausgegeben von Prof. Dr. O. Lehmann, Karlsruhe, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig) würde wohl diesem Zweck am meisten entsprechen, wenn nicht der Abschnitt über das praktische Arbeiten nur ein Kapitel des ersten Bandes eines sehr umfangreichen Werkes darstellte, dessen Anschaffung nicht jedem jungen Physiker möglich sein dürfte. Daher habe ich mich entschlossen, selbst ein Buch zu schreiben, welches als Hilfs- und Nachschlagebuch beim praktischen Arbeiten gedacht ist und daher das enthält, was der junge Physiker am notwendigsten gebraucht, eine kurze Beschreibung der hauptsächlich verwendeten Materialien, der zu ihrer Bearbeitung notwendigen Werkzeuge und der Arbeitsmethoden.

Herrn Geheimrat Prof. Dr. E. Wiedemann, Erlangen, möchte ich an dieser Stelle für manchen guten Rat bei der Abfassung des Buches meinen besten Dank sagen. Ebenso danke ich der Verlagsbuchhandlung von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, für die große Mühe, die sie sich mit der Ausgestaltung des Buches gegeben hat. Für das Lesen der Korrektur danke ich noch dem Herrn cand. phil. Kurt Möller, und für die Überlassung der Klischees der Drehbänke der Werkzeugmaschinenfabrik von Paul Schulz u. Co., Leipzig-Mockau.

Berlin, im April 1920.

**A. Wehnelt.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	1
<b>I. Die Einrichtung der Werkstatt</b> . . . . .	3
A. Die Räume für die Werkstatt . . . . .	3
B. Die Werkzeugbretter . . . . .	4
C. Die Werkbank . . . . .	4
D. Sonstige Einrichtungsgegenstände der Werkstatt . . . . .	4
E. Die Heizung und Lüftung der Werkstatt . . . . .	5
F. Die Leitungen für Wasser, Gas und Elektrizität . . . . .	5
G. Die Beleuchtung der Werkstatt . . . . .	6
<b>II. Die Papparbeiten</b> . . . . .	7
A. Das Material . . . . .	7
B. Das Schneiden der Pappe . . . . .	7
C. Das Kleben der Pappe . . . . .	8
D. Die Herstellung von Pappkästchen . . . . .	9
E. Das Aufkleben von Stanniol auf Glas . . . . .	10
F. Das Aufkleben von Papier auf Glas . . . . .	10
<b>III. Die Bearbeitung des Holzes</b> . . . . .	10
A. Das Material . . . . .	10
1. Der anatomische Bau des Holzstammes . . . . .	11
2. Die Härte, Elastizität und Farbe des Holzes . . . . .	12
B. Die Vorbearbeitung der Werkstücke . . . . .	12
C. Die Hobelbank . . . . .	13
D. Die Aufzeichnung des Werkstückes auf Holz . . . . .	14
E. Das Sägen des Holzes . . . . .	15
F. Die Hobel . . . . .	16
G. Die Werkzeuge zum Glätten des Holzes . . . . .	19
H. Das Bohren von Löchern in Holz . . . . .	20
I. Das Arbeiten mit dem Stechbeitel . . . . .	21
K. Die Holzverbindungen . . . . .	22
1. Das Nageln . . . . .	22
2. Das Schrauben . . . . .	22
3. Das Leimen . . . . .	23
4. Das Fügen der Bretter . . . . .	24
5. Das Zapfen . . . . .	24
L. Die Holzreharbeiten . . . . .	25
1. Die Beschreibung der Drehbank . . . . .	25
2. Die Drehbankfutter und ihre Anwendung zum Drehen verschiedener Gegenstände . . . . .	26
3. Die Holzdrehstähle und ihre Handhabung . . . . .	28
4. Das Schleifen der Holzdrehstähle . . . . .	29
5. Der Schneidewinkel der Holzdrehstähle . . . . .	29

	Seite
M. Das Holzgewinde . . . . .	29
N. Die Verschönerung der Oberfläche des Holzes . . . . .	30
1. Das Schleifen . . . . .	30
2. Das Beizen . . . . .	30
3. Das Mattieren . . . . .	30
4. Das Lackieren . . . . .	30
5. Das Polieren . . . . .	31
6. Das Streichen . . . . .	31
<b>IV. Die Bearbeitung von Metallen . . . . .</b>	<b>31</b>
A. Die Materialien . . . . .	31
1. Das Eisen . . . . .	31
2. Das Kupfer . . . . .	33
3. Das Zink . . . . .	33
4. Das Messing . . . . .	33
5. Die Bronzen . . . . .	33
6. Das Aluminium . . . . .	33
7. Das Nickel . . . . .	34
8. Das Blei . . . . .	34
9. Das Platin . . . . .	34
10. Das Silber . . . . .	34
11. Materialien, die ähnlich den Metallen verarbeitet werden . . . . .	34
a) Der Bernstein . . . . .	34
b) Der Hartgummi . . . . .	34
B. Die Meßwerkzeuge . . . . .	35
C. Die Tätigkeit des Mechanikers . . . . .	37
1. Der Schraubstock . . . . .	37
a) Einsätze für den Schraubstock . . . . .	38
b) Die Feilkloben . . . . .	39
2. Werkzeuge zum Abtrennen der Metalle . . . . .	40
a) Das Abmeißeln . . . . .	40
b) Das Abschneiden . . . . .	40
c) Das Abkneifen . . . . .	41
d) Das Absägen . . . . .	42
3. Das Feilen . . . . .	43
4. Das Walzen und Ziehen von Metallen . . . . .	45
5. Das Bohren von Löchern in Metallen . . . . .	46
D. Die Klempnerarbeiten . . . . .	49
1. Das Löten . . . . .	49
2. Die Draht- und Blecharbeiten . . . . .	52
3. Die Bearbeitung von Röhren . . . . .	56
E. Das Schmieden . . . . .	58
1. Die Werkzeuge zum Schmieden . . . . .	58
2. Das Schmieden von Eisen . . . . .	61
3. Das Schmieden von Stahl . . . . .	62
4. Das Härten des Stahles . . . . .	62
5. Das Schweißen von Metallen . . . . .	63
F. Das Schleifen der Werkzeuge . . . . .	64
G. Das Gewindeschneiden . . . . .	66
1. Die Schneideplatten mit Haltern . . . . .	67
2. Die Ringkluppen . . . . .	67
3. Die Scherenkluppe . . . . .	67
4. Die Säulenkluppe . . . . .	67
5. Die Ingenieurkluppe . . . . .	67



	Seite
H. Die Metalldreherei . . . . .	74
1. Die Mechanikerdrehbank . . . . .	75
2. Allgemeine Bemerkungen über die Aufstellung und Behandlung der Drehbänke . . . . .	79
3. Die Drehstähle . . . . .	79
4. Die Drehbankfutter . . . . .	81
5. Das Bohren auf der Drehbank . . . . .	87
6. Die Herstellung von Gewinden auf der Drehbank . . . . .	89
7. Das Kugeldrehen . . . . .	90
8. Die Drehbank als Teilmaschine . . . . .	91
9. Das Sägen auf der Drehbank . . . . .	92
10. Das Fräsen auf der Drehbank . . . . .	93
11. Das Drücken von Metallen . . . . .	95
12. Das Ausrichten dünner Drähte auf der Drehbank . . . . .	96
13. Das Schleifen auf der Drehbank . . . . .	96
I. Das Verschönern der fertig bearbeiteten Werkstücke . . . . .	97
1. Die Strichpolitur . . . . .	97
2. Die Hochglanzpolitur . . . . .	98
3. Das Lackieren . . . . .	98
4. Das Versilbern . . . . .	99
5. Das Vernickeln . . . . .	99
<b>V. Die Bearbeitung des Glases . . . . .</b>	<b>100</b>
A. Der Glasblasetisch . . . . .	100
B. Die gebräuchlichsten Glassorten . . . . .	102
C. Das Reinigen der Röhren . . . . .	103
D. Das Abtrennen von Glasröhren . . . . .	103
E. Die Bearbeitung des Glases in der Flamme . . . . .	105
1. Das Anwärmen des Glases . . . . .	105
2. Das Abkühlen des erhitzten Glases . . . . .	106
3. Das Abrunden der abgeschnittenen Glasröhren . . . . .	106
4. Das Börteln (Rändern, Umkröpfen) von Röhrenden . . . . .	106
5. Das Flachdrücken des umgelegten Randes . . . . .	107
6. Das Biegen enger Röhren . . . . .	107
7. Das Biegen weiter Röhren . . . . .	108
8. Das Ausziehen von Glasdüsen . . . . .	108
9. Das Ausziehen von Glasstäben . . . . .	108
10. Das Schließen von Röhren am Ende . . . . .	108
11. Das Zusammenfallenlassen von Röhren . . . . .	109
12. Die Herstellung von Schlauchansätzen . . . . .	109
13. Das axiale Zusammenschmelzen von Röhren . . . . .	110
a) Das Zusammenschmelzen von gleich weiten Biegeröhren . . . . .	110
b) Das Zusammenschmelzen von Röhren verschiedenen Durch- messers . . . . .	111
14. Das Aufblasen von Kugeln an Röhren . . . . .	112
a) Das Aufblasen von Kugeln am Ende von Röhren . . . . .	112
b) Die Anfertigung von Kugeltrichtern . . . . .	113
c) Das Aufblasen von Kugeln in der Mitte von Röhren . . . . .	113
15. Das seitliche Ansetzen von Röhren . . . . .	113
a) Das Ansetzen von Biegeröhren an Blaseröhren oder Kugeln . . . . .	113
b) Die Anfertigung von T-Stücken . . . . .	114
16. Das Ineinanderschmelzen von Röhren . . . . .	115
17. Das Verblasen feststehender Rohrleitungen . . . . .	116
18. Das Einschmelzen von Platin in Glas . . . . .	117
F. Die Herstellung feiner Quarzfäden . . . . .	118

	Seite
G. Das Schneiden, Bohren und Schleifen von Glasplatten . . . . .	119
1. Das Schneiden von Glasplatten . . . . .	119
2. Das Bohren von Löchern in Glasplatten . . . . .	120
3. Das Schleifen von Glasplatten . . . . .	120
H. Die Herstellung von Silberspiegeln . . . . .	120
I. Das Einätzen von Teilungen auf Glas . . . . .	121
<b>VI. Die Photographie . . . . .</b>	<b>121</b>
A. Die Zimmer für Photographie . . . . .	121
1. Das Aufnahmezimmer . . . . .	121
2. Das Dunkelzimmer . . . . .	122
B. Der photographische Apparat . . . . .	122
1. Die Kamera und das Stativ . . . . .	122
2. Das Objektiv . . . . .	123
a) Die Bestimmung der Lichtstärke eines Objektivs . . . . .	124
b) Die Tiefenwirkung der Objektive und die Blenden . . . . .	124
c) Die Objektivverschlüsse . . . . .	125
C. Die Aufnahme . . . . .	126
1. Das Einlegen der Platten in die Kassetten . . . . .	126
2. Die Einstellung des Apparates und die Belichtung . . . . .	126
D. Das Entwickeln und Fixieren der Platten . . . . .	127
E. Das Waschen und Trocknen der Platten . . . . .	130
F. Das Verstärken und Abschwächen der Negative . . . . .	131
G. Der Positivprozeß . . . . .	132
1. Der Positivprozeß ohne Entwicklung . . . . .	132
2. Der Positivprozeß mit Entwicklung . . . . .	134
H. Die Herstellung von Diapositiven . . . . .	135
I. Die Herstellung von Vergrößerungen . . . . .	136
K. Die Verbindung von Photographie und Zeichnung zur Herstellung von Zinkographien . . . . .	137

---