

Die neuen Gerichtsbauten in Magdeburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 8 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Bauausführung.

Die Gründung des Gebäudes bot keine Schwierigkeiten, da schon in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche ein vorzüglicher Baugrund vorhanden war, der der Schichtenfolge nach aus Lehm, festgelagertem Sand und Kies bestand. Nur an einigen Stellen, an denen alte Mauerreste einer früher auf dem Baugelände vorhanden gewesenen Zuckerfabrik zum Teil unter Anwendung von Sprengstoffen entfernt werden mußten, war eine tiefere Gründung mit Stampfbeton und einzelnen Senkbrunnen erforderlich. Im übrigen ist das Grundmauerwerk durchschnittlich 1 m hoch aus Bruchsteinen und hydraulischem Kalkmörtel unter geringem Zusatz von Zement hergestellt und mit einer Lage von Zementmörtel bzw. mit Ziegelflachsichten in Zementmörtel wagerecht abgeglichen. Die Bruchsteine stammen aus den in unmittelbarer Nähe Magdeburgs belegenen Olvenstedter Brüchen. Grundwasser findet sich erst in einer Tiefe von etwa 8 m, so daß auch bei den Kesselräumen der Zentralheizung, deren Fußboden etwa 3,20 m unter Gelände liegt, keine besonderen Vorsichtsmaßregeln zu treffen waren. Gegen das Eindringen des im Erdreich versickerten Tagewassers ist das Kellermauerwerk in der üblichen Weise durch Asphaltisolierschichten und Goudronanstrich der vorher mit Zementmörtel geputzten Außenwände in umfassender Weise geschützt.

Das Mauerwerk der Geschosse ist im wesentlichen aus Ziegelsteinen mit einem Mörtel aus Naturzementkalk und scharfem Elbsand im Mischungsverhältnis von durchschnittlich 1:5 ausgeführt; an der Lieferung der gewöhnlichen Hintermauersteine waren fast alle größeren Ziegeleien in der Umgegend Magdeburgs beteiligt, der Zementkalk wurde in Säcken von den Ermslebener Kalkwerken und der Mitteldeutschen Portland-Zementfabrik in Schönebeck a. d. E. bezogen. Zu allen stark belasteten Pfeilern, den weitgespannten Gurtbogen der großen Flurhalle, den Wänden und Gewölben der Tresorräume und sonstigen besonders beanspruchten Bauteilen sind hydraulisch gepreßte klinkerartige Hartbrandsteine verwendet und mit Zementmörtel vermauert. Den gesamten Bedarf an Zement hat das Werk „Saxonia“ in Glöthe bei Förderstedt geliefert. Die Kappen der großen Kreuzgewölbe über der Flurhalle und alle auf eisernen Trägern ruhenden Zwischenwände sind aus porösen Ziegelsteinen hergestellt. Um zwei- oder mehrachsige Räume durch solche leichten Wände erforderlichenfalls auch später noch teilen zu können, sind auf jedem Fensterpfeiler zwei entsprechend starke Träger angeordnet. Die versuchsweise Verwendung von weißen Kalksandsteinen im Innern des Gebäudes, u. a. zur Verblendung der Luftheizkammern, zur Herstellung von Frischluftkanälen, schwach belasteten Mauern u. dergl. hat zu einem befriedigenden Ergebnis geführt; jedenfalls sind Fehler oder

Mängel an den mit diesen Steinen hergestellten Bauteilen im Verlaufe der Bauausführung nicht bemerkt worden. Die Wände der Wartezellen auf den Absätzen der Vorführungstreppten wurden in Monierbauweise mit einem inneren Geflecht aus starken Rundeisenstäben ausgeführt. Von den in neuester Zeit in den Handel gebrachten Dr. Katzschen Dübelsteinen zur Befestigung von Sockelleisten, Vertäfelungen, Türbekleidungen usw. ist in weitgehender Weise Gebrauch gemacht worden. Sie bestehen aus der Verbindung eines Holzklotzes mit einem gepreßten Betonkörper und lassen sich, da sie halbe und dreiviertel Größe des Normalformats gewöhnlicher Ziegelsteine besitzen, genau wie diese vermauern, ohne den Verband zu stören. Beim Anbringen der Tischlerarbeiten haben sich diese Steine außerordentlich bewährt, ein Lockerwerden der Holzklötze ist nirgends eingetreten. Alle Werksteine sind, soweit sie mit der Hintermauerung in Berührung kommen, mit Goudron gestrichen; zum Versetzen wurde Walzblei, zum Vergießen der Fugen ein dünnflüssiger Brei aus reinem Natur-Zementkalk ohne Zusatz von Sand verwendet. Die Klammern, Dübel und Anker der Werkstücke bestehen zum größten Teil aus Schmiedeeisen; an den oberen Teilen der Türme, den Giebelabdeckungen, Balkons und anderen der Witterung besonders ausgesetzten Stellen sind sie aus Bronze oder Rotguß gefertigt.

Auf eine sorgfältige Verankerung des ganzen Gebäudes wurde besonderer Wert gelegt. In jedem Stockwerk sind Gebäudeeckanker vorgesehen, die bis zum zweiten Fensterpfeiler von der Ecke aus hinüberreichen, um ein Ablösen des Eckpfeilers zu verhindern. Die Verankerung der mittleren Flurwände mit den Außenmauern wird durch die mit langen Ankersplinten versehenen Deckenträger der Räume und die diagonal verstreuten Gurtbogenanker der Flurgewölbe hergestellt. Ebenso sind die Widerlager aller Bogen und Gewölbe in den Flurhallen, Treppenhäusern und Türmen durch starke, verschiedenartig konstruierte Eisenverbindungen gegen die Wirkungen des seitlichen Schubes gesichert. Dank dieser Vorsicht ist das Mauerwerk aller Bauteile bis heute vollkommen rissfrei geblieben.

Daß das umfangreiche Gebäude in verhältnismäßig kurzer Zeit und ohne jedwede Störung hat fertig gestellt werden können, ist namentlich auf die zweckmäßigen Betriebseinrichtungen und geschickte Arbeitsverteilung des mit der Ausführung der Maurerarbeiten beauftragt gewesenen Unternehmers zurückzuführen. Durch Verwendung elektrischer Betriebskraft sowohl zur Mörtelbereitung wie zum Transport aller Maurermaterialien, Träger, Hölzer usw. in senkrechter Richtung und durch Herstellung eines ausgedehnten Netzes von Schienengleisen in allen Stockwerken zum Fortbewegen der Baustoffe in wagerechter Richtung war es möglich, alle

Bauteile gleichzeitig in Angriff zu nehmen und sie so schnell und gleichmäßig hoch zu führen, daß jedes Geschoß innerhalb der vertraglichen Frist ohne wesentliche Rückstände vollendet werden konnte. Zum Versetzen der Werkstücke an der Hauptfassade und den vorderen Teilen der Seitenfronten war es notwendig, eine verbundene Rüstung mit Schiebebühnen herzustellen, für die übrigen Maurer- und Steinmetzarbeiten genügten gewöhnliche Stangenrüstungen.

Die Decken des Gebäudes sind durchweg feuersicher und massiv ausgeführt; für die Geschäftsräume waren Decken in Kleinescher oder ähnlicher bewährter Art vorgeschrieben. Unter den vielen in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen feuerfesten Deckenkonstruktionen hat namentlich die Koenensche Voutenplatte weitgehende Verbreitung gefunden. Sämtliche Geschäftsräume und Sitzungssäle im Erdgeschoß, ersten, zweiten und dritten Stockwerk des Gebäudes, mit Ausnahme der Archive und Tresorräume, ferner alle Flure im zweiten Stockwerk derjenigen Flügel, die ein drittes Obergeschoß nicht besitzen, und die Flurgänge im dritten Stockwerk des Vorderbaues, mit Ausnahme des mittleren Teils, sind mit dieser Deckenkonstruktion versehen worden. Ihre Ausführung erfolgte unter freiem Himmel, und zwar jedesmal sofort nachdem die Geschoßhöhe erreicht war. Auf diese Weise wurde die baupolizeilich vorgeschriebene Abdeckung der einzelnen Stockwerke zum größten Teil entbehrlich.

Der vorzüglichen Beschaffenheit des zur Betonbereitung verwendeten Elbsandes und der Magerkeit des Betons ist es zu verdanken, daß sich in den aus Voutenplatten hergestellten, jetzt nahezu drei Jahre alten Decken noch keine Risse gezeigt haben, eine Erscheinung, die bei zu reichlichem Zusatz von Zement und feinkörnigem, weichem Sande nicht zu den Seltenheiten gehört. Gewöhnliche gerade Stampfbetondecken ohne Voute, zum Teil mit eingelegten Rundeisenstäben haben erhalten alle Räume des Untergeschosses mit Ausnahme einiger überwölbter, später besonders aufgeführter Teile; die Aborträume der oberen Geschosse und die Gerätekammern im dritten Stockwerk; die Austrittspodeste der Nebentreppen und die Zwischenpodeste der drei Haupttreppen; die Umgangflure der großen Flurhalle im Erdgeschoß und ersten Stockwerk und ihre Fortsetzungen zu beiden Seiten der elliptischen Treppen; der Schwurgerichtssaal, seine Vorhalle und die an dieser liegenden Flurgänge im zweiten und dritten Stockwerk des vorderen Mittelbaues, sowie alle Geschosse der beiden Vorderfronttürme bis zum Ansatz der Helme, in denen Kuppelgewölbe zur Deckenbildung verwendet sind.

Alle Flurgänge des Erdgeschosses und ersten Stockwerkes mit Ausnahme des vorderen Mittelbaues, die Flurgänge im zweiten Stockwerk der östlichen und westlichen Vorderfrontflügel, der nicht mit Oberlicht versehene Teil der großen Flurhalle, die Gerätekammern im Erdgeschoß, ersten und zweiten Stockwerk und die Umgangflure der beiden Höfe im Untergeschoß des Vorderbaues sind mit Kreuzgewölben überspannt. Die Aufbewahrungsräume für Fabrräder und Pfandstücke, die Grundbucharchive und unter ihnen liegende Räume, der Tresor der Gerichtskasse, das Zimmer für die Nebenregister der Standesamtsurkunden, die Polizeiwache und der symmetrisch liegende Raum östlich sowie der Raum für die Gas-, Wasser- und Elektrizitätsmesser haben korbbogenförmige Tonnengewölbe mit Stiechkappen erhalten. Alle Flure

der Dienstwohnungen und die Flure im Untergeschoß des mittleren Saalbaues sind mit preußischen Kappen überwölbt.

In den beiden Kesselräumen der Zentralheizung wurden, um die darüber liegenden Schöffensäle nicht übermäßig zu erwärmen, doppelte Decken aus Stampfbeton hergestellt und der Hohlraum zwischen ihnen mit der Außenluft in Verbindung gebracht. Einige scheinbar massiv gewölbte Decken in den obersten Stockwerken mußten wegen nicht genügender Auflast auf den Widerlagern in Monierbauweise ausgeführt werden. Hierzu gehören die Kreuzgewölbe in der Vorhalle des Schwurgerichtssaals, die Voute des großen Oberlichts über der Flurhalle und der Deckenabschluß der Hauptachsentreppe im mittleren Saalbau. Die Decken der Nebentreppenhäuser bestehen zum Teil aus massiven Gewölben, zum Teil aus Stampfbeton.

Die Fußböden des Gebäudes zeigen, je nach der Zweckbestimmung der Räume, verschiedene Arten der Ausführung. Der von den Geschäftszimmern, Sälen, Flurgängen und Treppen eingenommene Teil der Bodenfläche ist mit Linoleum belegt. Hierbei ist auf einen möglichst reichen Wechsel der Farbtöne und Musterungen Bedacht genommen worden. In den gewöhnlichen Geschäftsräumen ist das Linoleum einfarbig grün, braun und dunkelrot; in den Sitzungssälen und den Zimmern der Vorstandsbeamten teppichartig gemustert mit farbigen Randfriesen; auf den in ganzer Breite belegten Flurgängen und allen dem öffentlichen Verkehr dienenden Treppen granitartig mit seitlichen Begleitstreifen. Die Unterlage besteht, abgesehen von den Treppen, aus einem 3 cm starken Gipsestrich, der auf einer 4 bis 6 cm hohen Sandschicht ruht. In allen unterwölbten Räumen und überall, wo ein Höhenausgleich erforderlich war, befindet sich unter der Sandbettung noch eine entsprechend starke Schicht aus Schlackenbeton.

Bei den aus Zementbeton hergestellten drei Haupttreppen und den beiden Nebentreppen des Vorderbaues sind nicht nur die Auftritte, sondern auch die Vorderansichten der Stufen bekleidet, und ihre Kanten durch breite, abnehmbare Duranametallschienen geschützt. Der Linoleumbelag der Nebentreppen erstreckt sich nur auf die Stufenauftritte unter Freilassung seitlicher Streifen; die Schutzkanten bestehen aus Eisen. Der Versteigerungshof und die ihn umgebenden Flurgänge, die beiden Durchgänge von der Straße nach den großen Höfen, alle Flure, Küchen, Speisekammern und Aborträume der Dienstwohnungen im Untergeschoß, ferner die große Flurhalle mit dem Eingangflur, die Grundbucharchive, die Schatzkammer der Kasse und sämtliche Aborträume für das Publikum und die Beamten haben einen Belag aus Mettlacher Fliesen erhalten, der in den größeren Verkehrsräumen fein geriffelt ist, um ein Ausgleiten zu verhindern. Die Wandsockel sind hier ebenfalls aus Tonplatten hergestellt. Die nicht unterkellerten Stuben und Kammern der Dienstwohnungen sind mit eichenem Riemenfußboden versehen worden, der auf einer 12 cm starken Betonunterlage in Asphalt verlegt ist. In den beiden Durchfahrten an der Hinterfront des Gebäudes sowie in den Vorführungsgängen und Wartezellen des Untergeschosses besteht der Fußboden aus Stampfasphaltplatten auf Beton, eine Ausführung, die sich bei den Bürgersteigen des Breitenweges in Magdeburg ganz vorzüglich bewährt hat (Zentralbl. d. Bauverw. 1901 S. 427). Für alle übrigen Räume

des Kellergeschosses und die Geräteräume der oberen Stockwerke genügt ein gewöhnlicher Zementestrich auf Betonunterlage; der ganze Dachboden ist mit einem 3 cm starken, mit Leinöl getränkten Gipsestrich auf Sandbettung belegt.

Von den Treppen des Gebäudes verdienen die mehrfach erwähnten elliptischen Haupttreppen neben der Flurhalle und die beiden Nebentreppen am östlichen und westlichen Ende des vorderen Langbaues wegen ihrer bemerkenswerten Konstruktion und schwierigen Ausführung besondere Beachtung (Text-Abb. 9). Sie sind ganz aus Stampfbeton und Eisen hergestellt, geputzt und mit Stuck bekleidet. Die inneren und äußeren Wangen bestehen aus genieteten Blechträgern, die durch starke in jeder Stufe befindliche Zugstangen miteinander verbunden sind. Die weitausladenden Zwischenpodeste der elliptischen Treppen ruhen auf eingemauerten, sattelholzartig verstärkten Kragträgern; ihre freien Enden und die vorderen Träger der Austrittspodeste bilden die Auflager und Befestigungspunkte der inneren gekrümmten Wangenträger. Nachdem alle Eisenteile montiert und gehörig befestigt waren, wurden die Läufe und Podeste unterschalt und alsdann die rohen Betonkörper der Treppen hergestellt. Das Einschalen sowie das Einstampfen des aus Elbsand und Zement bestehenden Betons war deshalb besonders schwierig und umständlich, weil die Treppenläufe und ihre inneren Wangen die Gestalt einer elliptischen Schraubenfläche haben und die Form der Stufen von der konvexen Krümmung allmählich in die konkave übergeht, also beständig wechselt; außerdem mußten zahlreiche Dübel für die Linoleumbekleidung der Stufen und die Schrauben zum Anbringen der Metallschutzkanten gleichzeitig und genau passend mit einbetoniert werden. Zur Befestigung der eisernen Treppengeländer liegen auf den Wangen eiserne Deckschienen, die mit den oberen Gurtungen der mit Beton und Stuck umkleideten Blechträger verbunden sind. Bei der mittleren Hauptachsentreppe, deren Stufen und Wangen ebenfalls aus Beton bestehen, war die Ausführung eine wesentlich einfachere, weil die Läufe unterwölbt sind und in gerader Linie ansteigen. Die beiden Vorführungstreppe des Saalbaues und die Wendeltreppen in den obersten Geschossen der Vorderfronttürme sind in Schmiedeeisen ausgeführt; die Stufen und Podeste der ersteren haben einen Belag aus Eichenholz erhalten. Zu allen übrigen, vom Erdgeschoß bis nach den Dachböden freitragend konstruierten Treppen des Gebäudes ist Kunststein verwendet. Die Tragfähigkeit



Abb. 9. Ausführung der elliptischen Haupttreppen.

der Stufen ist durch Eiseneinlagen verstärkt, ihr Linoleumbelag durch eiserne Kantenschienen geschützt; der Anstrich besteht aus Wachsfarbe. Die Treppenläufe des Untergeschosses, alle Freitreppen und äußeren Türschwellen, sowie die Stufen im Eingangsflur und in der großen Flurhalle sind in feingestocktem Granit ausgeführt.

Die Dachstühle des Gebäudes wurden sämtlich aus Kiefernholz hergestellt, mit Ausnahme desjenigen Teils des vorderen Mittelbaues, der den Schwurgerichtssaal und seine Vorhalle enthält. Bei den bedeutenden Breiten dieser Räume, deren Decken durch Einzellasten nicht beansprucht werden durften, lagen die Stützpunkte der Dachbinder so weit voneinander entfernt und so ungünstig verteilt, daß es verwickelter und kostspieliger Hänge- und Sprengwerkstrukturen bedurft hätte, wenn der von Oberkante Hauptgesims bis zum First 14,50 m hohe und einschließlich des hinteren Schleppdaches 28 m tiefe Dachstuhl hätte aus Holz hergestellt werden sollen. Dieser Teil des Dachverbandes wurde deshalb in Eisen ausgeführt, was auch aus dem Grunde zweckmäßig war, weil die unmittelbar anschließenden Oberlichter über dem halbkreisförmigen Lichthofe der Flurhalle und den beiden seitlichen Treppenhäusern gleichfalls nur aus Eisen hergestellt werden konnten (vgl. die Abbild. 2 u. 3 auf Bl. 6). Auch das Glasdach über dem Versteigerungshofe der Pfandkammer hat ausschließlich eiserne Ausführung erhalten.

Alle Dachflächen sind als Kronendach mit Ullersdorfer Biberschwänzen eingedeckt, die

Kehlen und Anschlüsse mit besonderen Dachsteinen auf Schalung ausgerundet und die Firste und Grate mit Hohlziegeln belegt. Zur Abdeckung der mit reichen Profilierungen und gestanzten Teilen versehenen Hauben und Laterne auf den beiden seitlichen Rundtürmen und zur Bekleidung aller Dachluken des Vorderbaues wurde 0,7 mm starkes Kupferblech verwendet. Die nahezu wagerechten, zugleich das Dach bildenden Betondecken neben dem äußeren Oberlicht der Flurhalle, die Umgänge des Glasdaches über dem Versteigerungshofe, die Balkons der Hauptfront und die Fußböden der obersten Turmgeschosse und Laterne sind durch einen Belag aus Walzblei gegen die Witterungseinflüsse geschützt.

An den Außenfronten des Gebäudes haben die Dächer aufgelegte Kastenrinnen, auf den Höfen vorgehängte Rinnen erhalten; beide Arten sind ohne Gefälle verlegt und an die Abfallrohre mit offenen, vor das Hauptgesims vorspringenden Rinnenkesseln angeschlossen.

Mit Rücksicht auf die bedeutende Höhe der vorderen und seitlichen Türme, der Dachfirste und anderen hochragenden Bauteile, wie Giebel-, Walm- und Dachlukenspitzen, mußte das Gebäude durch eine ausgedehnte Blitzableiteranlage gegen die Gefahr bei schweren Gewittern geschützt werden. Höhere Auffangestangen sind nur auf den Giebelspitzen und Dachecken angebracht, während für die zwischenliegenden Firststrecken kurze Stangen zum Schutze nahegelegener, die Dachflächen überragender Schornsteine, Dachlukenspitzen u. dgl. als ausreichend erachtet wurden. Von den höchsten Punkten, insbesondere den sämtlichen Türmen und den beiden Schornsteinen der Zentralheizung sind die Ableitungen unmittelbar und auf kürzestem Wege zur Erde geführt. Zur Befestigung der Firstleitungen wurden besonders geformte, verzinkte eiserne Halter verwendet, die auf die Firstziegel aufgeschoben und durch Schrauben festgeklemmt sind, so daß eine Durchbrechung des Daches nicht erforderlich war.

An Stelle von Erdplatten, deren Versenkung bei der tiefen Lage des Grundwasserstandes sehr umständlich und kostspielig gewesen wäre, sind die vorhandenen Wasserleitungsrohre, die fast das ganze Gebäude umschließen und auch die Innenhöfe durchziehen, als Erdleitungen benutzt worden.

Die Bauart der Türen weicht von der bei den neueren Gerichtsgebäuden allgemein üblichen Art der Ausführung nicht wesentlich ab. Es soll deshalb nur das Bemerkenswertere hier kurz erwähnt werden. Zu allen inneren und äußeren Türen, soweit sie aus Holz hergestellt sind, wurde Kiefernholz ohne Furnierung verwendet. Die einflügeligen Flurtüren der gewöhnlichen Geschäftsräume schlagen in den Falz eines gut im Mauerwerk verankerten Blindrahmens und sind auf der Zimmerseite mit schmalen Futter und Bekleidung versehen. Auf der Flurseite sind die Leibungen geputzt, einfach profiliert und an den Kanten durch eiserne Schienen geschützt. Die Sitzungssäle, die Zimmer der Vorstandsbeamten und das größere Zimmer der Rechtsanwälte haben Flügeltüren in reicherer Ausführung, teils mit Verdachung, erhalten. In den Beratungszimmern der Sitzungssäle waren der Schallsicherheit wegen Doppeltüren erforderlich, die auf der Saalseite aus einer doppelten Lage Filz bestehen und sich harmonikaartig zusammenschieben lassen (Patent Becker-Neumünster). Diese Einrichtung ist deshalb getroffen, weil der beschränkte Platz hinter dem Richtertische eine aufgehende Tür nicht zuließ.

Die Türen der Grundbucharchive und des Zimmers für Standesamtsurkunden, sowie die Dachbodentüren in den Brandgiebeln und Treppenhäusern sind als feuersichere, mit Eisenblech bekleidete Holztüren (Patent König, Kücken u. Ko., vgl. Zentralbl. d. Bauv. 1906 S. 191) ausgeführt. Die Wartezellen haben gewöhnliche Gefängnistüren nach den Normen, die Vorführungsgänge im Untergeschoß Türen aus starkem Eisenblech erhalten. Die Schatzräume der Gerichtskasse sind durch drei eiserne feuer-, fall- und einbruchsichere, stark verankerte und zum Teil mit thermischen Apeplatten bekleidete Panzertüren in besonders sorgfältiger Weise gesichert.

Alle Geschäftszimmer und Sitzungssäle des Gebäudes sind mit Doppelfenstern, die Flure, Abort- und Geräteräume mit einfachen Fenstern aus Kiefernholz versehen; zur

Verglasung ist rheinisches $\frac{1}{4}$ - und $\frac{3}{4}$ -Glas verwendet. Das Rahmen- und Sprossenwerk der farbig verglasten Fenster des Schwurgerichtssaals, der Treppenhäuser im Vorderbau und des Treppenhauses in der Mittelachse besteht aus Schmiedeeisen; die Fenster der Flure von den Zimmern der Ermittlungs- und Untersuchungsrichter, der beiden Vorführungstreppe des Saalbaues und der Kesselräume sind gleichfalls aus Eisen und zum Teil ausbruchsicher nach der Bauart der Fabrik „Fenestra“ in Frankfurt a. M. ausgeführt; für die Fenster der Vorführungsgänge im Untergeschoß waren starke eiserne Vergitterungen nicht zu entbehren. In allen Flurgängen und Treppenhäusern, in denen Gefangene geführt werden, ist die Verglasung der Fenster aus geripptem Rohglas hergestellt; zu den äußeren Oberlichtern des Gebäudes und zum Dach des Versteigerungshofes wurde Drahtglas verwendet.

Zur Sicherung gegen Flugfeuer haben die Archiv- und Schatzräume innere eiserne Fensterläden, deren Verschlüsse so eingerichtet sind, daß sie auch von außen mit Anwendung einiger Gewalt geöffnet werden können. Überall wo Heizkörper vor den Fensterbrüstungen angebracht sind, bestehen die Fensterbänke aus sog. belgischem Granit. Von den Räumen des Kellergeschosses haben nur die Stuben und Kammern der Dienstwohnungen Doppelfenster erhalten. In den oberen Geschossen sind die Fenster aller an der Süd- und Westseite belegenen Diensträume zum Schutze gegen Sonnenlicht mit äußeren Stabjalousien versehen.

Heizungsanlagen. Das Gebäude wird teils durch eine Niederdruckdampfheizung, teils durch eine Niederdruckwarmwasserheizung erwärmt. Die Dampfheizung umfaßt: den vorderen Mittelbau an der Halberstädter Straße mit den Flurhallen, den anliegenden drei Haupttreppenhäusern und dem Schwurgerichtssaal; die beiden Längsfügel des mittleren Saalbaues und den zwischen ihnen liegenden Teil der Hinterfront einschließlich der halbrunden Treppenhäuser; den Versteigerungshof im Untergeschoß des Vorderbaues und die Luftwärmekammern der Lüftungsanlage. Die Warmwasserheizung erstreckt sich auf alle übrigen Teile des Gebäudes mit Ausnahme des Dach- und Untergeschosses; die Dienstwohnungen im letzteren haben Lokalheizung erhalten.

Als Wärmeentwickler der Niederdruckwarmwasserheizung sind sechs Warmwasserheizkessel von je 40,5 qm, also zusammen 243 qm Heizfläche vorgesehen. Sie sind in zwei getrennten Gruppen zu je drei Kesseln symmetrisch in den schon erwähnten Kesselräumen aufgestellt und als liegende Walzenkessel mit Flammenrohr, Schüttthals und Siederöhren ausgeführt. Das Flammrohr ist vom vorderen Kesselboden aus mit Wasserspülung versehen. Als Brennstoff dient Koks, der mittels eiserner Kippwagen auf Schienengleisen bis an den oberen Füllschacht der Kessel herangefahren wird. Eine merkbare Rauchentwicklung findet bei diesem Feuerungsmaterial nicht statt. Zur Regelung des Zuges besitzt jeder Kessel einen selbsttätig wirkenden Verbrennungsregler und einen Rauchschieber. In den Zu- und Rücklaufleitungen sind Absperrschieber angeordnet, durch die jeder Kessel für sich ausgeschaltet werden kann. Um die Heizanlage je nach Witterungseinflüssen, nach Wind, Sonnenschein usw. regeln zu können, ist sie in sechs verschiedene, voneinander unabhängige Gruppen zerlegt, von denen je drei einer Kesselgruppe zugeteilt sind. Eine siebente, an den östlichen Kessel-

raum angeschlossene Gruppe ist für die Heizung der Wartezellen im Kellergeschoß vorgesehen. Den Hauptgruppen entsprechend führen von jeder der beiden Kesselgruppen drei Hauptsteigstränge nach dem Dachboden. Für die etwa notwendige Erweiterung des Gebäudes ist außerdem, um spätere Rohrdurchführungen durch benutzte Räume zu vermeiden, schon jetzt auf jeder Seite ein weiterer Steigstrang mit hochgeführt, der einstweilen oben und unten mit Blindflansch geschlossen bleibt.

Die Verteilungsleitung ist in den Dachräumen verlegt und verzweigt sich hier nach den Fallsträngen, die zu den Heizkörpern führen. Die Rücklaufleitungen sammeln sich, den einzelnen Gruppen entsprechend, im Keller; sie liegen hier teils an der Decke, teils in abgedeckten Fußbodenkanälen und sind mit Regelungsschiebern versehen, durch welche die einzelnen Gruppen geregelt werden können. Für jede derselben ist ein besonderes Ausdehnungsgefäß im Dachboden aufgestellt. Die Rohrleitungen hängen im Dachboden und an der Kellerdecke in pendelnden Rohrschlingen, in den Fußbodenkanälen ruhen sie auf gemauerten Sockeln. Die Bewegungsfreiheit wird ermöglicht durch gußeiserne Doppelschellen mit Kasten und Rollen, die so ausgeführt sind, daß die Isolierung nicht unterbrochen wird. In den Geschossen liegen die Rohre in senkrechten und wagerechten Mauer-schlitzten; die ersteren haben abnehmbare Verkleidungsbleche erhalten, während die letzteren mit Rautputz geschlossen sind. Sämtliche Rohrleitungen, so weit sie nicht zur unmittelbaren Wärmeabgabe dienen, sind mit Lewyscher Wärmeschutzmasse umhüllt, umwickelt und mit Anstrich versehen.

Die Heizkörper bestehen aus glatten, von Konsolen getragenen Radiatoren, die in der Zuleitung einen Regulierhahn mit Teilscheibe, Zeiger und Handgriff, in der Rückleitung ein Absperrventil besitzen. Um, dem etwaigen Bedürfnisse entsprechend, zwei- oder mehrachsige Räume durch einziehende Zwischenwände teilen zu können, ohne dabei die Heizanlage zu verändern, ist tunlichst für jede Fensterachse ein besonderer Heizkörper vorgesehen. Die Wartezellen im Untergeschoß haben an Stelle der Radiatoren glatte Rohrschlangen erhalten; die gesamte Zellenheizgruppe kann durch ein Ventil im östlichen Kesselraum abgesperrt werden.

Für die Niederdruckdampfheizung sind als Wärmentswickler in jedem der beiden Kesselräume zwei Niederdruckdampfkessel von je 20, zusammen also 80 qm Heizfläche neben den Warmwasserkesseln aufgestellt. Ihre Bauart und die Art des Brennstoffes sind dieselben wie bei der Warmwasserheizung; jedes Kesselpaar besitzt ein gemeinschaftliches Standrohr. Durch ein Ventil, das in die Kondenswasserrückleitung eingebaut ist, kann jeder Kessel für sich abgesperrt werden. Die Hauptdampfleitung liegt an der Kellerdecke, die Verteilungsleitungen in verdeckten Rohrschlitzten, die Luftsammelleitung im Dachboden, die Kondenswassersammelleitung im Kellergeschoß und zwar teils an der Decke, teils in abgedeckten Fußbodenkanälen. Gegen Wärmeverluste sind auch die Dampfleitungen in der bereits beschriebenen Weise geschützt. Die Heizkörper bestehen ebenfalls aus glatten Radiatoren, wie bei der Warmwasserheizung. Sie besitzen in der Dampfzuleitung ein Absperrventil und einen selbsttätig wirkenden Kondenswasserableiter, durch den ein Eintreten von Dampf in die

Kondensleitungen verhindert und ein geräuschloser Betrieb gesichert wird. An die Dampfheizung sind nachträglich auch die Räume zwischen den inneren und äußeren Oberlichtern über dem halbrunden Teil der Flurhalle und den beiden im Grundriß elliptischen Haupttreppen angeschlossen worden. Als Heizkörper wurden hier gußeiserne Rippenrohre verwendet. Für die Beheizung der großen Flurhalle ist eine Umlaufdampfheizung mit zwei Lüfterwärmungskammern vorgesehen, die im Kellergeschoß unter den beiden vorderen Haupttreppen angeordnet sind und als Heizkörper glatte Rohrregister erhalten haben. Die Luftentnahme erfolgt einerseits durch einen überbauten Einfallschacht im westlichen Hofe des Vorderbaues, anderseits durch ein am östlichen Hofe belegenes Kellerfenster. Die in Drahtputz ausgeführten Warmluftzuführungs Kanäle liegen an der Decke des Kellerflurganges unterhalb des halbrunden Umganges der Flurhalle und sind hier mit vergitterten Ausströmungsöffnungen versehen.

Lüftungsanlagen. Die Lüftung der gewöhnlichen Geschäftsräume erfolgt durch Glasjalousien, die in den Oberflügeln der Fenster angebracht sind. Der Schwurgerichtssaal, das Haupttreppenhaus des mittleren Saalbaues, die in letzterem befindlichen zehn Sitzungssäle und die Gerichtsschreiberei im Erdgeschoß des östlichen Saalbauflügels erhalten die frische Luft von außen durch L-förmige, in den Fensterbrüstungen angelegte Kanäle, die außen vergittert und innen durch Schieber verschließbar sind. Die eintretende Luft wird an den in den Fensternischen aufgestellten Heizkörpern vorgewärmt. Zur Abführung der verbrauchten Luft hat jeder der obengenannten zehn Sitzungssäle in den Innenwänden Abflußkanäle mit oberen und unteren Abzugsöffnungen erhalten. In den Ausmündungen dieser Kanäle auf dem Dachboden sind elektrisch betriebene Sauger eingebaut, die einzeln von den Sälen aus in Tätigkeit gesetzt werden können. Die Entlüftung der Flurhalle erfolgt durch Deckenabzüge im Scheitel der drei großen Kreuzgewölbe über der Vorhalle des Schwurgerichtssaals. Die Abluft des letzteren wird durch Kanäle, die bis in die Laternen der beiden großen Türme an der Vorderfront hochgeführt sind, ins Freie geleitet. Die Aborträume besitzen nur obere Abzugsöffnungen mit Jalousieklappen, die senkrechten Abluftkanäle münden über Dach. Die den Räumen zuzuführende Frischluftmenge ist so bemessen, daß in der Flurhalle mit den anliegenden Treppenhäusern ein einmaliger, in den Sitzungssälen ein zweimaliger, in der Gerichtsschreiberei ein zweieinhalbmaler und in den Aborträumen ein dreimaliger Luftwechsel stündlich stattfindet.

Wasserversorgung. Die Versorgung des Gebäudes mit Wasser erfolgt durch die städtische Wasserleitung. Zapfstellen befinden sich in den Küchen der Dienstwohnungen, den beiden Waschküchen, den Kesselräumen der Sammelheizung und in den Aborträumen aller Geschosse; sämtliche Aborte und Bedürfnisstände haben Wasserspülung erhalten. Zur Sicherung gegen Feuersgefahr sind auf den Höfen und in der äußeren Umgebung des Gebäudes Hydranten nach städtischem Modell in ausreichender Zahl und angemessener Verteilung angelegt. Innere Feuerlöschrichtungen sind nicht vorhanden. Das Wasser zum Besprengen der Gartenanlagen und zur Reinigung der Straßen wird aus kleinen

Hydranten entnommen. Besondere Wascheinrichtungen mit Wasserzu- und Abfluß sind nur in den Zimmern der Vorstandsbeamten und Rechtsanwälte, in der Kleiderablage der Geschworenen, in der Kasse und in den Vorräumen der Aborte für Beamte vorgesehen. Für das Heizpersonal wurde in einem der Kesselräume nachträglich noch ein mit Gasheizung versehenes Brausebad eingerichtet.

Entwässerungsanlagen. Die Entwässerung des Grundstücks und aller auf ihm errichteten Gebäude konnte in befriedigender Weise erst erreicht werden, nachdem in der Halberstädter Straße mit fiskalischer Beihilfe ein besonderer städtischer Kanal hergestellt war, der ausnahmsweise tief gelegt werden mußte, um auch die Kessel und Rücklaufleitungen der Heizanlagen entleeren zu können. Dieser Hauptkanal nimmt alle Abwässer auf, die dem weitverzweigten unterirdischen Leitungsnetz des Grundstücks aus den Abfallrohren der Dachrinnen, den Aborten, Ausgüssen, Wascheinrichtungen, Straßenschlammkasten usw. zugeführt werden.

Beleuchtungsanlagen. Die im Gebäude vorhandene Gasglühlichtbeleuchtung erstreckt sich auf die Flurhallen, Flurgänge, Treppenhäuser, Abort- und Warteräume, die Zimmer der Vorstandsbeamten und Rechtsanwälte, Beratungs- und Sitzungszimmer, Kasse, Bücherei und Heizräume. Für die gewöhnlichen Arbeitszimmer, die nur ganz ausnahmsweise abends benutzt werden, genügt eine Beleuchtung durch Petroleumlampen. In den Sitzungssälen dagegen, wo sich die Verhandlungen häufig bis in die späten Abendstunden ausdehnen und das Anzünden von Gaslampen Störungen verursachen würde, ist elektrisches Licht eingeführt worden. Die Wartezellen und Vorführungsgänge, sowie die Gefangenen-treppe und Nebenräume des Schwurgerichtssaals werden in gleicher Weise erhellt. Die Stromleitungen sind an das Straßenkabel des städtischen Elektrizitätswerks angeschlossen.

Aktenaufzüge. Zur Erleichterung der Aktenbeförderung zwischen den einzelnen Stockwerken wurden auf besonderen Wunsch der Gerichtsbehörde nachträglich noch zwei elektrisch betriebene Aufzüge am östlichen und westlichen Ende des Vorderbaues eingerichtet, die indes bisher kaum benutzt worden sind, da es anscheinend an dem nötigen Personal zu ihrer Bedienung fehlt und die Gerichtsdienner auch nur wenig Neigung gezeigt haben, sich mit dieser ihnen unbekanntem Neuerung vertraut zu machen.

Elektrische Anlagen. An die elektrische Klingelanlage des Gebäudes sind mit Ausnahme der Gerichtsschreibereien, Schreibstuben und sonstiger untergeordneter Räume fast alle Zimmer angeschlossen. Die Einrichtung ist derart getroffen, daß eine Kontrolltafel in der Botenmeisterei des Erdgeschosses die Gebäudeflügel anzeigt, von denen aus geklingelt wird. In den Flurgängen der letzteren sind wiederum kleinere Meldetafeln angebracht, auf denen gleichzeitig die Nummer des Zimmers erscheint, in dem der Bote verlangt wird.

Bei der Ausdehnung des Gebäudes war es mit Rücksicht auf eine schnellere Abwicklung des geschäftlichen Verkehrs notwendig, auf innere Fernsprecheinrichtungen Bedacht zu nehmen. In allen Sitzungssälen, den Zimmern der Vorstandsbeamten und Rechtsanwälte, auf den Flurgängen und in den Botenzimmern befinden sich teils Tisch-, teils Wandfernsprecher, die durch Vermittlung der Botenmeisterei

miteinander verbunden werden können. Für Fernsprechan-schluß des Gebäudes an das städtische Fernsprechamt und das Untersuchungsgefängnis ist gleichfalls gesorgt.

Von großer Wichtigkeit sowohl für das Publikum wie die Beamten war eine genaue und übereinstimmende Zeitangabe. Durch Einrichtung einer elektrischen Uhrenanlage ist diesem Bedürfnis in vollkommenster Weise entsprochen worden. Eine Hauptnormaluhr im Gerichtsdienerrzimmer neben dem Eingangsfloze betreibt eine größere Anzahl Uhrwerke, die in den Sitzungssälen und Wartehallen, in der Hauptflurhalle, in den Zimmern der Vorstandsbeamten und in den Gefängnisgebäuden angebracht sind.

Einrichtungsgegenstände. Die Möbel, die Aktengestelle und die Büchereinrichtung mußten vollständig neu beschafft werden. Für die gewöhnlichen Geschäftsräume ist nußbaumartig gebeiztes und poliertes Kiefernholz, für die Sitzungssäle und die Zimmer des Landgerichtspräsidenten und des Ersten Staatsanwalts Eichenholz verwendet worden. Die besseren Beleuchtungskörper in den Fluren, Treppenhäusern und Sälen sind aus Bronze und Messing, die übrigen aus Schmiedeeisen gefertigt.

II. Die Gefängnisanlage.

Das auf der nördlichen Hälfte des Baugrundstücks (Abb. 3 Bl. 4) hinter dem Geschäftsgebäude des Land- und Amtsgerichts errichtete Untersuchungsgefängnis bildet eine für sich abgeschlossene, von einer 4 m hohen Umwehrungsmauer umgebene Baugruppe, die aus dem Pfortnerhause, zwei Zellengebäuden für männliche und weibliche Gefangene, einem Verwaltungs-, Wirtschafts- und Werkstättengebäude, einem Männerlazarett und einer Bäckerei besteht. Ein für drei Familien eingerichtetes Beamtenwohnhaus liegt außerhalb der Gefängnis-mauer in dem nordwestlichen spitzen Winkel des Baugeländes. Da das Grundstück an der Nord- und Westseite von Eisenbahnlinien, östlich von einem Nachbargrundstück begrenzt wird, so kann das Gefängnis nur von der Halberstädter Straße aus auf den das Geschäftsgebäude umgebenden Straßen erreicht werden. Der Zweckbestimmung der Gefängnisbaulichkeiten entspricht ihre sehr einfache äußere Erscheinung. Die Fenster- und Türumrahmungen, Hauptgesimse, Giebelstaffeln, Sockel und dergl. sind aus besseren Rohbauziegelsteinen in roter Farbe hergestellt, die Fassadenflächen mit Spritzbewurf versehen. Die Sockel der beiden Zellengebäude, die äußeren Freitreppen und Türschwellen bestehen aus sächsischem Granit, die Sohlbänke der Zellenfenster, die Abdeckplatten der Staffeln und Schornsteine aus rotem Alvenslebener Sandstein. Trotz ihrer schlichten architektonischen Behandlung machen die Gefängnisgebäude keinen unfreundlichen oder einförmigen Eindruck, da das Pfortnerhaus, Verwaltungsgebäude und Beamtenwohnhaus mit ihren geschickt gruppierten Baumassen, steilen Dächern, Dachaufbauten, Giebeln, überdeckten Freitreppen und dergl. der Anlage einen gewissen malerischen Reiz verleihen und ihre Umrißlinie in interessanter Weise beleben. Für die bauliche Durchbildung und innere Einrichtung, insbesondere der Zellengebäude, sind die neueren Gefängnisse und Strafanstalten in Tegel, Berlin, Charlottenburg, Stendal usw. vorbildlich gewesen.

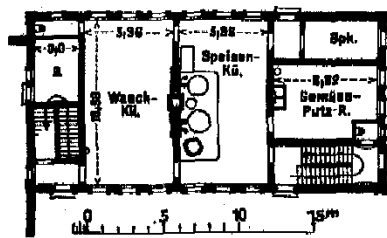
Lage und Anordnung der einzelnen Gebäude; Raumverteilung. In der Verlängerung der Hauptachse

des Gerichtsgebäudes liegt der Gefängnisvorhof, der südlich vom Pförtnerhause, westlich vom Verwaltungsgebäude, östlich vom Weibergefängnis und nördlich vom Wirtschaftsgebäude umschlossen wird.

Das Pförtnerhaus, dessen Durchfahrt den einzigen Zugang zu der Gefängnisanlage bildet, ist eingeschossig und enthält die Pförtnerstube, einen Abort und Geräteraum. In letzterem befindet sich eine Vorrichtung zum Einstellen von acht Fahrrädern und die eiserne Treppe nach dem Dachboden. An der Vorderfront ist die Durchfahrt durch ein schweres Tor aus Eichenholz, an der Hoffront durch ein schmiedeeisernes, zusammenschiebbares Bestwick-Gitter abgeschlossen. Unterhalb des Fußbodens befindet sich eine Zentesimal-Brückensäge, deren Wägebalken mit Laufgewicht im Pförtnerzimmer aufgestellt ist. Die Dachdeckung besteht aus Ullersdorfer Dachsteinen.

Das dreistöckige Verwaltungsgebäude (Abb. 1 bis 4 Bl. 8) enthält im Erdgeschoß Vernehmungszimmer, Aborte und drei Sprechzellen, ferner die Kesselanlage für die Sammelheizung, einen Raum für im Gefängnis angefertigte Gegenstände und einen besonderen Anbau für Brennstoffe. Der Fußboden des Kesselraumes liegt 2,60 m unter dem Fußboden des Erdgeschosses.

Im ersten Stockwerk sind Vernehmungs-, Warte- und Aufseherzimmer, Geschäftsräume für den Ober- und Arbeitsinspektor und für den Wirtschaftsbetrieb, ferner die Kasse, die Registratur und eine Bücherei untergebracht. Über diesen Diensträumen, im zweiten Stockwerk, liegt der Betsaal der Gefangenen mit einer kleinen Sakristei und einem Vorraum. Auf dem staffelförmig ansteigenden Fußboden des Saales sind 306 Kastensitze eingerichtet, deren Bauart dieselbe ist wie im Zentralgefängnis in Wronke (Zeitschrift für Bauwesen, 1896, Seite 451). Der Raum hat eine besondere Luftumlaufheizung erhalten; seine in den Dachraum hineinragende, reichgegliederte Holzdecke und die Wandflächen sind farbig bemalt, die Fenster mit Bleiverglasung versehen. Die sonstige Ausstattung besteht aus Orgel, Altar, Kanzel und zwei erhöhten Sitzplätzen für die Aufseher. Die männlichen Gefangenen betreten den Saal hinter der obersten Sitzreihe von der Galerie des anschließenden Gefängnisses aus; für die Weiber dient die an der entgegengesetzten Seite liegende Treppe des Gebäudes als Zugang. Die Decken der Geschäftsräume und Flure in den unteren Geschossen bestehen aus Koenenschen Voutenplatten, die Fußböden sind mit Linoleum belegt. Das steile Dach hat dieselbe Eindeckung erhalten wie das Gerichtsgebäude; die



a Desinfektionsraum, darüber im Zwischengeschos Ausgaberaum.

Abb. 10. Wirtschaftsgebäude. Erdgeschoß.

Betondecke des vorgebauten Kohlenlagers ist mit Tonplatten abgepflastert.

Das Wirtschaftsgebäude (Text-Abb 10) ist für den sehr umfangreichen Küchen- und Wäschereibetrieb des Gefängnisses bestimmt und liegt deshalb mit der

und eine Waschküche nebst Gemüseputzraum und Speisekammer, einen Ausgaberaum für Hülsenfrüchte, einen Desinfektionsraum und die nötigen Aborte, im Dachgeschoß endlich einen großen Trockenboden, eine Rollstube und die sogenannte Hausvaterie, in der die eigenen Kleider der Gefangenen und die Bekleidungsgegenstände der Anstalt aufbewahrt werden. Die aus drei großen Kochkesseln und einem Gasherd für Krankenkost bestehende Kücheneinrichtung sowie die Kesselherde, Sprudelapparate usw. der Waschküche sind von der Hildesheimer Sparherdfabrik A. Senking in Hildesheim geliefert. Das Kellergeschoß ist überwölbt; im Erd- und Obergeschoß haben alle Räume Stampfbetondecken erhalten; das Holzzementdach des Gebäudes liegt unmittelbar auf der schräg abgeglichenen Betondecke des Bodenraumes. Der Fußboden des letzteren ist mit Gipsestrich belegt, in den Wirtschaftsräumen des Erdgeschosses bestehen die Fußböden aus Tonfliesen.

Westlich vom Verwaltungsgebäude und mit ihm baulich zusammenhängend ist das aus drei Flügeln bestehende, im Grundriß L-förmige Männergefängnis errichtet (Abb. 1 bis 4 Bl. 8). Es enthält in vier je 3,10 m hohen Geschossen 267 Zellen für Einzelhaft, 28 Schlafzellen, 4 Straf-, 3 Aufnahme- und 8 Spülzellen, 4 Räume für gemeinschaftliche Haft, 5 Vorratskammern, 3 Hausvaterieen und 8 Zellen, die als Werkmeisterei, Druckerei, Schneider-, Schuhmacher- und Buchbinderwerkstätten eingerichtet sind. Für die Aufseher sind 7 Zellen vorgesehen, 1 größerer Baderaum mit Brause- und Wannensäubern befindet sich im Erdgeschoß. Sämtliche Decken wurden aus Stampfbeton hergestellt; der panoptische Mittelflur ist mit Koenenschen Voutenplatten überdeckt und mit großen Oberlichtern versehen. Die schrägen Decken des obersten Geschosses bilden zugleich das Dach und haben eine Holzzementdeckung mit Kieslage erhalten. Der Fußboden des Baderaumes und der Spülzellen besteht aus Terrazzo; die Zellen, Flure, Galerien und sonstigen Räume sind mit Linoleum auf Zementestrich belegt. Türen und Fenster wurden nach den neuesten Normalzeichnungen ausbruchssicher hergestellt und vom Strafgefängnis in Tegel geliefert. Der von den drei Flügeln des Gebäudes umschlossene Hof dient zur Bewegung der Gefangenen im Freien.

Gegenüber dem Verwaltungsgebäude liegt das erheblich kleinere Weibergefängnis (Abb. 5 u. 6 Bl. 8). Es besteht aus zwei rechtwinklig zusammenstoßenden Flügeln, ist gleichfalls viergeschossig und enthält eine besondere Krankenabteilung mit 3 Zellen und 2 Baderäumen. In den vier Stockwerken sind 96 Zellen für Einzelhaft, 1 Aufnahme-, 1 Straf- und 1 Schlafzelle, 5 Spülzellen, 6 Zellen und eine kleine Küche für die Aufseherinnen und die Hausmutter, eine größere Zelle für gemeinschaftliche Haft, 2 Vorratsräume und eine Schneiderwerkstatt untergebracht. Im Erdgeschoß des nördlichen Gebäudeflügels befindet sich die Kesselanlage der Sammelheizung mit dem zugehörigen Kohlenraum. Die sonstigen inneren Einrichtungen sind genau dieselben wie beim Männergefängnis. Nordöstlich vom Wirtschaftsgebäude liegt der Spazierhof der weiblichen Gefangenen. Die Grundrißgestaltung der beiden Zellengebäude gestattet eine Erweiterung von 132 Einzelzellen für das Weibergefängnis und von 212 Einzelzellen für das Männergefängnis, die abschnittsweise angefügt werden kann, wie auf dem Lageplan angedeutet ist.

Nördlich vom Wirtschaftshofe und von diesem durch eine Mauer getrennt, befindet sich das Männerlazarett (Text-Abb. 11 u. 12), dessen nördliche Außenwand zugleich einen Teil der Gefängnisumwehrung bildet. Es besteht aus Keller-, Erd- und Obergeschoß. Das Kellergeschoß enthält zwei Tobzellen mit Beobachtungsraum, die Kesselanlage und Raum für Brennstoffe der Sammelheizung, eine Leichenkammer, eine Waschküche und einen Lagerraum.



Abb. 11. Erdgeschoß.

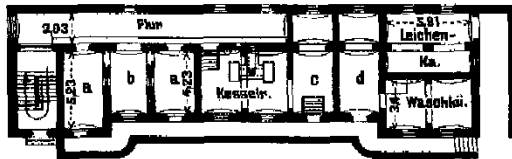


Abb. 12. Kellergeschoß.

a Tobzelle. b Beobachtungsraum. c Brennstoffe.
d Lagerraum. e Apotheke.

Abb. 11 u. 12. Lazarettgebäude.

Im Erdgeschoß sind zwei Räume für den Gefängnisarzt und die Apotheke, zwei Zellen für je einen Kranken, ein Raum für 4 Kranke, eine Aufseher- und eine Spülzelle sowie ein Bad mit Wasserabtritt vorgesehen. Das Obergeschoß besitzt 6 Zellen für je einen Kranken, einen Raum für 4 Kranke und eine Spülzelle. Keller- und Erdgeschoß sind überwölbt; über den aus Koenenschen Voutenplatten hergestellten Decken des ersten Stockwerks liegt ein Ziegelsteinpflaster mit Holzzementbedachung. In den Krankenräumen des Obergeschosses sind versuchsweise Xylopalfußböden verwendet worden, im übrigen besteht der Fußbodenbelag je nach der Zweckbestimmung der Räume aus Terrazzo, Linoleum, Stampfasphaltplatten und hochkantigem Ziegelpflaster.

Die Beheizung erfolgt beim Männer- und Weibergefängnis durch Mitteldruckwarmwasserheizung, beim Verwaltungsgebäude und Lazarett mit Niederdruckwarmwasserheizung. Zur Erwärmung des Wassers dienen im Männergefängnis vier eingemauerte schmiedeeiserne Koks-schüttkessel stehender Bauart von je 21,6 qm Heizfläche. Für das Verwaltungsgebäude ist ein Kessel gleicher Bauart von 13,5 qm Heizfläche neben den vier Kesseln des Männergefängnisses aufgestellt. Im Weibergefängnis befinden sich zwei Kessel von je 18 qm, im Lazarett zwei gußeiserne, freistehende Warmwasserheizkessel von je 9 qm Heizfläche. Als Brennstoff dient bei allen Anlagen Koks; weshalb besondere Rauchverbrennungsvorrichtungen nicht erforderlich waren. Jeder Kessel ist mit einem selbsttätigen Regulierapparat und Rauchschieber ausgerüstet und kann durch eine in der Rücklaufleitung angeordnete Drosselklappe ausgeschaltet werden. Von den Kesseln führen die Steigrohre nach der Verteilungsleitung, die unter der Decke des obersten Geschosses über den Zellentüren angeordnet ist. Die Ausdehnungsgefäße mußten bei den beiden Zellengebäuden in besonderen Dachaufbauten untergebracht werden. Von den Verteilungsleitungen der Gefängnisse strömt das

Wasser in die einzelnen Zellenheizstränge, in welche in den Zellen kleine Radiatorheizkörper zwischengeschaltet sind. Zum Schluß gelangt das Wasser in die Rücklaufsammelleitungen, die in Fußbodenkanälen des Erdgeschosses liegen, es wird dann den Kesseln zur weiteren Erwärmung wieder zugeführt. An der Einmündung jedes Zellenheizstranges in die Rücklaufleitung ist ein Ventil zum Abstellen und Regulieren eingebaut, so daß vier übereinander liegende Zellen nur gemeinsam von der Heizung ausgeschaltet werden können. Im Verwaltungsgebäude und Lazarett ist jeder Heizkörper durch Ventile einzeln absperrbar und regulierbar.

Die Lüftung erfolgt bei den Gefängniszellen durch eine vergitterte, mittels Schieber verschließbare Öffnung über der Tür. Den panoptischen Fluren wird frische vorgewärmte Luft durch elektrisch betriebene Ventilatoren zugeführt; zur Erwärmung der Luft dienen gußeiserne Öfen. Nach dem Westflügel des Männergefängnisses wird die frische Luft in einem Rabitzkanal unter der Galerie des ersten Stockwerks hingeleitet. Zur Abführung der schlechten Luft aus den panoptischen Fluren sind zahlreiche gemauerte Abluftkanäle angelegt, die über Dach ausmünden und mit Jalousieklappen versehene Öffnungen besitzen. Im Sommer können auch die Glasjalousien der Oberlichter zur Abführung der Luft mit verwandt werden. Im Lazarett und in der Krankenabteilung des Weibergefängnisses erhalten die einzelnen Zellen Zuführung frischer Luft von außen durch Fußbodenkanäle und anschließende mit Verkleidung versehene Mauerschlitze. Dicht neben oder vor letzteren stehen die Heizkörper, an denen sich die kalte Luft erwärmt und in den Raum ausströmt. Zur Abführung der verdorbenen Luft dienen auch hier besondere über Dach führende Abluftkanäle mit oberen und unteren Öffnungen. Zur Heizung und Lüftung der beiden Tobzellen im Lazarett sind in den Wänden besondere kleine Heizkammern eingerichtet.

Die im Bauprogramm anfänglich nicht vorgesehene und aus Ersparnissen am Baufonds errichtete Bäckereianlage schließt sich unmittelbar an den westlichen Flügel des Männergefängnisses an; ihr Grundriß ist derart gestaltet, daß bei einer später etwa notwendig werdenden Erweiterung des Gefängnisses keine wesentlichen Veränderungen erforderlich sind und die Obergeschosse mit Mittelflur und seitlichen Zellen darüber ohne Schwierigkeit aufgebaut werden können. Das nicht unterkellerte, nur aus Erd- und niedrigem Dachgeschoß bestehende Gebäude enthält eine geräumige Backstube mit angrenzendem Mehllager und Brotkühlraum, einen Eßraum für die Bäcker, einen Raum für die Aufseher und eine Abortanlage. Der Dachboden wird zum Teil als Werkstätte für die von Gefangenen auszuführenden Maler- und Tapezierarbeiten benutzt. Die Decken des Erdgeschosses sind nach Eggerts Bauart in Stampfbeton hergestellt, ein Holzzementdach auf Schalung überdeckt den Bodenraum. Im Mehllager sind die Wände 1 m hoch mit Brettern bekleidet, der Fußboden ist gediebt und gegen Feuchtigkeit durch eine Asphaltisolierung geschützt. Die zwischen der Bäckerei und dem Gefängnis befindliche überdeckte Durchfahrt ist mit Stampfasphaltplatten belegt. Die für den Backraum nötigen Einrichtungsgegenstände und Geräte sowie der Wasserheizungsbackofen mit zwei ausziehbaren Backharden wurden

von der Borbecker Maschinenfabrik in Bergedorf bei Essen geliefert.

Den nordwestlichen Abschluß der Gefängnisanlage bildet ein kleines Werkstattengebäude, in dem sich Arbeitsräume für Schmiede, Schlosser, Klempner, Zimmerleute und Tischler befinden. Die erstgenannten beiden Handwerker sind zweckmäßig in nebeneinanderliegenden Räumen untergebracht sowohl wegen der Ähnlichkeit ihrer Beschäftigung, als auch wegen des Anschlusses ihrer Feuerstellen an einen gemeinsamen Schornstein. Tischler und Zimmerer arbeiten zusammen in einer geräumigen Werkstatt des Obergeschosses, in der auch eine an den Schornstein anschließende Leimküche vorgesehen ist. Ein Raum für Vorräte dient hauptsächlich Unternehmern zur Aufbewahrung ihrer von den Gefangenen zu verarbeitenden Rohstoffe. Zum bequemeren Hineinschaffen derselben sowie von Brettern und Hölzern ist sowohl im Vorratsraum als in der Tischlerwerkstätte je eine massive Fensterbrüstung fortgelassen und an Stelle des Fensters eine ausbruchssichere Tür angelegt. Da das Haus stets unter Verschluss gehalten wird, so mußte im Innern eine ausreichende Abortanlage vorgesehen werden.

Umwehrgung der Gefängnisanlage erfolgte durch eine 4 m hohe und 51 cm starke Mauer, deren innere Flächen vollständig glatt ohne jegliche Vorsprünge mit ausgerundeten Ecken hergestellt sind. Die Außenseiten haben im Einklang mit der Fassadengestaltung der Gefängnisgebäude eine durch Putzflächen belebte Verblendung aus roten Ziegelsteinen erhalten.

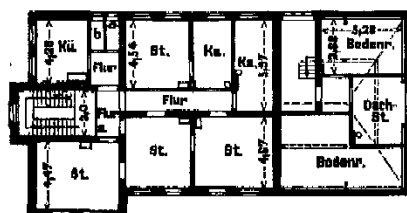


Abb. 13. Erstes Stockwerk.

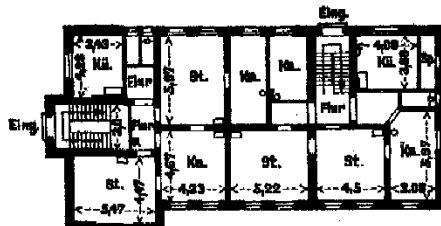


Abb. 14. Erdgeschoss.

Abb. 13 u. 14. Beamtenwohnhaus für drei Familien.

Die Abdeckung besteht aus Dachsteinen. Für die Trennungsmauern der einzelnen Gefängnishöfe genügt eine Höhe von 3 m; die verbindenden Tore und Pforten sind aus starkem Eisenblech gefertigt. Das außerhalb der Umwehrgungsmauer erbaute Beamtenwohnhaus (Text-Abb. 13 u. 14) besitzt ein Keller- und zwei Obergeschosse, in denen drei Familienwohnungen für Gefängnisbeamte enthalten sind. Jede dieser Wohnungen, von denen die eine etwas reichlicher bemessen und dem Oberinspektor zugewiesen ist, besitzt ihren besonderen Eingang und die nötigen Keller- und Bodenräume; die Waschküche wird gemeinschaftlich benutzt. Das Gebäude ist landhausmäßig in Ziegelrohbau mit Fachwerkgiebeln und teilweise geputzten Flächen ausgeführt, im Keller- und Erdgeschoss gewölbt und wie das Hauptgebäude mit Ullersdorfer Bierschwänzen eingedeckt. Die Wohn- und Schlafräume haben Ofenheizung erhalten.

Die gesamte Gefängnisanlage ist an die städtische Gas- und Wasserleitung sowie an die Kanalisation des Grundstücks angeschlossen. Die einzelnen Gebäude sind durch Fernsprecher miteinander verbunden und zum größten Teile

mit Blitzableitern versehen; in allen Gefängniszellen und Verwaltungsräumen sind elektrische Klingeln vorhanden. An der Lieferung der Einrichtungs-, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände, die vollständig neu beschafft werden mußten, sind die Gefängnisse in Tegel, Plötzensee, Hannover, Erfurt und Halle in bedeutendem Umfange beteiligt gewesen.

Nebenanlagen. Die beiden seitlichen Straßenzüge sowie die Querstraße zwischen dem Gerichtsgebäude und der Gefängnisanlage haben wegen des Wagenverkehrs Fahrwege mit Kopfsteinpflaster erhalten, neben denen ein einseitiger mit Mosaikpflaster versehener und durch Bordschwellen begrenzter Fußgängersteig angeordnet ist. Auch die dem Wagenverkehr und der Kohleanfuhr dienenden Teile der großen Höfe des Hauptgebäudes sind gepflastert, während die sonstigen Hofflächen durch gärtnerische Anlagen belebt und mit Kieswegen versehen sind. Innerhalb der Gefängnisanlage haben der Vor- und Wirtschaftshof, sowie ein großer Teil des Weiber- und Lazarethhofes wegen der Anfahrt zu den Kohlenräumen der Sammelheizung, ferner die Vorplätze vor dem Werkstattgebäude und Beamtenwohnhaus ebenfalls Pflasterung erhalten. Den Spazierhöfen der Gefangenen ist durch Rasenflächen ein etwas freundlicheres Aussehen verliehen. Die Umgebung des Beamtenwohnhauses ist mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt worden. Bei allen Gebäuden ist ein 80 cm breites Traufpflaster aus Beton hergestellt und der Anschluß an das Sockelmauerwerk mit Goudron gedichtet worden.

Der 7 m breite Geländestreifen zwischen den Rücklagen der Vorderfront des Gerichtsgebäudes und der Straßenflucht ist mit Gartenanlagen versehen und vorn durch ein kräftiges, der Bedeutung des Hauses angemessenes schmiedeeisernes Gitter auf 60 cm hohem Sandsteinsockel abgeschlossen. Der ganze Mittelbau mit dem Hauptportal öffnet sich frei nach der Straße. An den Einfahrten zu den seitlichen Straßenzügen sind reich geschmiedete Tore mit hohen Pfeilern und daneben liegenden Fußgängerpforten angelegt. Vor den Eingängen der Zuhörer ist das Straßengitter mit 1 m breiten Türen versehen. Die Sandsteinpfeiler des Gitters, der Tore und Pforten sind der Architektur des Gebäudes entsprechend ausgebildet. Im Westen wird das Grundstück gegen die Sudenburg-Buckauer Verbindungsbahn durch ein einfaches, 1,50 m hohes eisernes Gitter abgeschlossen, das einen 50 cm hohen mit Kunststein abgedeckten Sockel erhalten hat. Dieselbe Einfriedigung befindet sich auch an der Nordseite, soweit nicht der Grenzabschluß durch die Gefängnismauer und das Lazarettgebäude gebildet wird. An der Ostseite, wo sich die Bretterschuppen einer Holzhandlung befinden und eine Bebauung in absehbarer Zeit zu erwarten steht, ist einstweilen ein Gitter aus Drahtgeflecht zwischen eisernen Pfosten aufgestellt worden. Für die abendliche Beleuchtung der Straßen und Höfe ist durch zahlreiche Gaslaternen gesorgt, die in angemessener Verteilung an den Gebäuden angebracht sind. Die auf den Höfen des Hauptgebäudes und der Gefängnisanlage aufgestellten Behälter zur Aufnahme von Kehrlicht, Asche und Wirtschaftsabfällen mußten ziemlich bedeutende Abmessungen erhalten; sie sind in Monierbauweise mit eisernem Rahmenwerk ausgeführt und besitzen je zwei gesonderte Abteilungen mit oberer Klappe und seitlicher Reinigungstür. Für die sehr bedeutenden Rückstände aus

den Kesselfeuerungen der Sammelheizung im Hauptgebäude ist in der Nähe der Kessel ein besonderer Raum vorgesehn, aus dem die Asche und Schlacken mittels eines kleinen drehbaren Kranes in die Abfuhrwagen befördert werden.

Die Kosten der ganzen Bauanlage, einschließlich der Einrichtungs-, Lagerungs- und Bekleidungsgegenstände und der Beleuchtungskörper waren auf 3 900 900 *M* veranschlagt; die Ausführungssumme beläuft sich auf 3 863 081,14 *M*.

Hiervon entfallen auf:

1. das Geschäftsgebäude des Land- und Amtsgerichts	2 721 433,56 <i>M</i>
2. das Männergefängnis	281 120,37 „
3. das Weibergefängnis	122 218,48 „
4. das Lazarettgebäude	45 373,09 „
5. das Verwaltungsgebäude	99 988,45 „
6. das Wirtschaftsgebäude	42 363,32 „
7. das Pfortnerhaus	9 189,51 „
8. das Beamtenwohnhaus	45 231,63 „
9. die Nebenanlagen (einschl. Werkstätten- gebäude)	167 984,39 „
10. die Verschiebung der Eisenbahngleise an der Westseite des Grundstücks	4 408,81 „
11. die innere Einrichtung der Gebäude	278 187,41 „
12. die Bäckereianlage	29 814,72 „
13. Bauleitungskosten, soweit sie (seit 1. April 1905) aus dem Baufonds zu bestreiten waren	15 767,40 „
zusammen	3 863 081,14 <i>M</i>

Übertrag 3 863 081,14 *M*

Hierzu tritt der voraussichtliche Kostenbedarf für einige von der Gerichtsbehörde nachträglich noch gewünschte Änderungen, Ergänzungen und Neubeschaffungen, für Herstellung der Inventarzeichnungen, Anfertigung von Photographien und kleinere noch ausstehende Forderungen mit überschläglich 15 818,86 „

Gesamtkosten 3 878 900,00 *M*

Von den bewilligten Baumitteln wird demnach eine Summe von rund 22 000 *M* erspart bleiben.

Mit der örtlichen Leitung des Baues von seinem Beginn an bis zur Fertigstellung der Abrechnung ist der Unterzeichnete betraut gewesen. Zur Hilfeleistung war ihm fünf Jahre lang der Regierungsbaumeister, jetzige Landbauinspektor Quast beigegeben; vorübergehend wurden die Regierungsbaumeister Becker und Schäfer und eine Anzahl von Regierungsbauführern beschäftigt. Als hochbautechnischer Dezentent der Regierung wirkte der Geheime Baurat Möbius. Die Oberaufsicht ruhte in der Hand des Geheimen Oberbaurats Thömer, unter dessen Leitung, wie schon früher erwähnt, der Entwurf der Bauanlage im Ministerium der öffentlichen Arbeiten aufgestellt worden ist.

W. Hesse, Regierungs- und Baurat.

Burg Ludwigstein.

Vom Stadtbauinspektor Dr.-Ing. Michel in Kiel.

(Mit Abbildungen auf Blatt 23 bis 25 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)



Abb. 1. Ludwigstein a. d. Werra (nach Dilich 1605).

Wer sich einmal mit den Überbleibseln alter Schlösser und Adelssitze beschäftigt hat, fühlt sich beim Anblick einer noch mit Dächern versehenen, anscheinend wohl erhaltenen Burg zu näherer Besichtigung förmlich eingeladen. Auch dem Verfasser dieses ist es so ergangen, als er bei einem Ausflug den Ludwigstein auf hohem Berge vor sich liegen sah. Für die unerhebliche Mühe des Aufstiegs fand er sich oben reichlich belohnt und nahm Gelegenheit, seinen Studien späterhin noch wiederholte Besuche zu widmen, deren Ergebnis im Nachstehenden niedergelegt ist.

Die Burg Ludwigstein erhebt sich über dem linken Werraufer unweit von Werleshausen, einer Haltestelle der Eisenbahn Göttingen-Bebra. Ihre Lage am Rande einer Hochfläche, deren steiler, vom Fluß umzogener Absturz einen trefflichen natürlichen Schutz nach Norden und Westen gewährt, macht sie weithin talauf und talab sichtbar (Text-Abb. 2). Östlich legt sich ihr eine nach Süden breiter werdende, sanft abfallende Fläche vor, die den allmählichen Übergang zu den weiterhin im Südwesten aufsteigenden höheren Bergzügen bildet. Erhalten ist heute nur noch die innere Burg, deren Grundriß (Abb. 1, 4 u. 5 Bl. 23) als ein nicht ganz regelmäßiges Viereck mit vorspringendem rundem Turm (Abb. 3 Bl. 23) gebildet ist. Die Vorburg ist nur noch an Schutthügeln und Mauertrümmern in ihrer ungefähren früheren Ausdehnung zu erkennen. Das gleiche gilt auch von dem alten Vorwerk,¹⁾ das wir bei Dilich²⁾ abgebildet sehen (Text-Abb. 1), und von dem noch in den Jahren 1862 und 1872 verschiedene Gebäude, darunter das sog. Deputathaus abgebrochen und zur Errichtung eines Schafstalles

1) . . . Bey diesem Hauße hat es . . . zunächst am Hause auf dem Berge ein feines Vorwerk . . . Winkelmann, Gründliche und warhafte Beschreibung der Fürstentümer Hessen und Hersfeld. Bremen 1697. 2. Teil. S. 307.

2) Dilich, Hessische Chronica. 1605. Freie Wiederholungen dieser Abbildung finden sich im Thesaurus philo-politicus von 1629 und in Merians Topographia Hassiae von 1646.

auf der Domäne Wendershausen und eines Ökonomiegebäudes am Fuß des Berges (Text-Abb. 2) verwendet wurden.

Ob sich einst ein weiterer äußerer Bering, ein Zwinger um die Burg legte, ist nicht mehr festzustellen. Besondere Schutzvorkehrungen gegen Artillerie, etwa Erdbefestigungen, wie bei dem nahen Hanstein, fehlen, da die Burg ihre ursprünglich trutzhafte Bestimmung verhältnismäßig rasch verlor und dann als Wohnsitz des jeweiligen Amtmanns oder fürstlichen Beamten ein durchweg friedliches Dasein genoß.

In Anlehnung an die massive Burgmauer sind die eigentlichen Baulichkeiten aus Fachwerk errichtet: Im Westen liegt neben dem Turm die überbaute Toreinfahrt, an der Südseite das Wohnhaus, im

Osten das Wirtschaftsgebäude und an der Nordseite die Stallung mit Wohnräumen darüber. Dazwischen verbleibt ein nicht sehr geräumiger Hof, dessen malerischer Anblick (Text-Abb. 4 u. 5) den Besucher von vornherein in eine erwartungsvoll gespannte Stimmung versetzt. Ein profiliertes spitzbogiger Eingang (Text-Abb. 4) führt zum Stall, einem großen, nur durch spär-

liche Fenster erhellen Räume. Seine Bestimmung war früher vielleicht eine andere, wie die an der Innenseite der Außenmauer noch sichtbaren Stümpfe einer steilen freitragenden Steintreppe vermuten lassen. Jetzt geht zum Obergeschoß eine massive überdachte Außentreppe mit Hausteintürgewänden (Text-Abb. 6). Sie mündet auf eine laut Inschrift im Jahre 1702 errichtete Holzgalerie (Abb. 14 Bl. 25), von der aus man durch eine Spitzbogentür (Abb. 8 Bl. 25) das Innere des Gebäudes betritt. Das ganze Obergeschoß enthält in der massiven Außenmauer durchweg gleichgestaltete Fenster mit spätgotischen Vorhangbogen und beiderseitigen Sitzplätzen (Abb. 17 Bl. 25). Sehr verschiedenartig sind dagegen die Hofenster in Fachwerk ausgebildet. So besitzt das östlich vom Vorplatz liegende große Zimmer ein Fenster mit profilierter Zarge und profiliertem Fensterkreuz. Zwei Außenläden schlugen einst in Falze des Rahmens und des Mittelpfostens und gingen über die Quersprosse hinweg in ganzer Höhe durch (Abb. 9 bis 12 Bl. 25). Außerdem waren früher, nach den noch vorhandenen Haken zu urteilen, glatt ohne Falze anschlagende innere Fensterflügel angebracht. Das eichene Gewände der zu dem kleinen Nebenraum führenden Spitzbogentür hat einen oben in Achteck herumlaufenden Anschlag und, wie auch die Eingangstür an der Galerie, unten Ansätze mit schräg in der Leibung verlaufendem Profil (Abb. 7 Bl. 25). Die Außenwand des Nebenglases enthält eine nachträglich vermauerte Abortnische,

deren Umriß sich mitsamt der Querschnitte früherer Tragesteine noch außen an der Wand erkennen läßt. Eine Nische gleicher Art wiederholt sich zwei Zimmer weiter in dem nämlichen Geschoß. Bei beiden schlug die auf eingeleiteten Haken laufende Türplatte ohne Falz auf die Innenflucht der Wand. Zwei unversehrte Erker dieser Art sind noch heute erhalten, einer an der Westseite, der andere an der Ostseite der Burg. Die sich so ergebende verhältnismäßig große Zahl von Aborten darf in Anbetracht ähnlicher Anlagen an anderen Burgen³⁾ nicht weiter wunder nehmen, da man in damaliger Zeit gern jeder einzelnen Wohnungsgruppe die notwendigen Nebenräume beigab und sie auch ohne weit-

läufige Anordnung von Vorplätzen usw. unmittelbar von den Zimmern aus zugänglich zu machen liebte. Vorder Dachbodentreppe führt eine ursprünglich spitzbogige, nachträglich umgeänderte Tür zu einer Kammer, die mit dem Nachbargemach früher einen einzigen Raum bildete. Es ist dies aus der Anordnung des reich profilierten Unterzugs (Abb. 15 Bl. 25) zu erkennen, den man als unnötig hätte entbehren

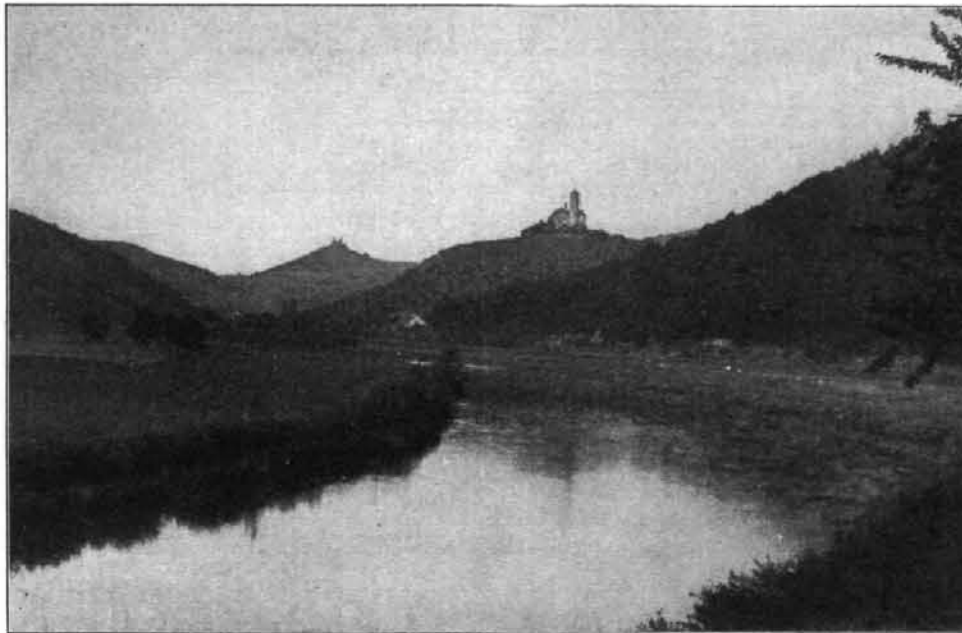


Abb. 2. Ludwigstein an der Werra.

können, wenn von vornherein eine zur Aufnahme der Balken geeignete Mittelwand vorhanden gewesen wäre. Die Deckenfelder sind auf Windelstakung verputzt. Die Hofenster sind hier wie im folgenden Raum besonders zierlich mit Profilen und Kerbungen ausgeziert (Abb. 13 Bl. 25). Die Futter haben nicht ganz die Tiefe der Fachwand, so daß an der Außenseite ein 2 cm tiefer Falz für den Blindrahmen verbleibt. Die Anschlußfuge des letzteren wird ringsum durch aufgenagelte Rahmenleisten verdeckt (vgl. Abb. 3 Bl. 25). Im nächsten Zimmer hat augenscheinlich eine nachträgliche Raumteilung stattgefunden, da die Scheidewand in ihrer Mitte eine auf Freistellung berechnete, gefaste und mit vier Kopfbändern versehene Holzstütze enthält (Abb. 18 Bl. 25). In einem Inventar von 1860 wird der Eckraum als „sog. alte Kanzlei“ bezeichnet. Daß er jedenfalls von gewisser Bedeutung gewesen ist, bestätigt außer seinen beträchtlichen Abmessungen auch noch der stattliche spätgotische Kamin zwischen den Vorhangfenstern der Westwand (Abb. 17 Bl. 25). Das Zimmer steht mit dem südlichen Burgflügel durch eine offene Holzgalerie in Verbindung, die sich über einen durch Vorkragung verbreiterten Mauerabsatz des Turmes

3) z. B. Runkel a. d. Lahn, bei B. Ehardt, Deutsche Burgen I. S. 4 u. f., nur undeutlich zu sehen; vgl. auch O. Piper, Burgenkunde, München 1895, S. 501 und Denkmalpflege 1899, S. 81 (Wartburg).



Abb. 3. Kamin in der Küche.

legt. Auf einer Abbildung des vorigen Jahrhunderts⁴⁾ ist an der Westseite dieses Flügels eine Giebelwand aus Fachwerk angegeben (Text-Abb. 7), wofür jetzt ein einfacher Dachwalm durchgeht (Text-Abb. 9).

Das Wirtschaftshaus ist bei durchlaufendem Dach durch einen Zwischenraum von etwa 70 cm vom Stallgebäude getrennt. Es besitzt zwei Keller, von denen der eine überwölbt, der andere, vom Hof aus zugängliche, mit Balkendecke versehen ist. Im Erdgeschoß liegt ein Eintrittsflur, die Gesindekammer, eine Treppe zum gewölbten Keller, die Küche und der Vorratsraum. Die Küche enthält einen Backofen und einen mächtigen Kamin, dessen gemauerter, durch das ganze darüber liegende Geschoß durchgehender Mantel von zwei freistehenden Eichenholzstielen (Abb. 21 Bl. 25) mit schwerem profiliertem Holzkranz getragen wird (Text-Abb. 3). Das zweiteilige, mit Sitzbänken versehene Fenster war ursprünglich nur einteilig angelegt. Bei der Verbreiterung ist dann s. Zt. der alte Fenstersturz an Ort und Stelle belassen und an seinem freigelegten Ende nach Unterschiebung des neuen Nachbarsturzes durch einen Fensterpfosten unterstützt worden (Abb. 1 Bl. 23). Das Obergeschoß enthält einen Flur mit Dachbodentreppe und Aborterker sowie Vorratskammern, von denen die eine, nach den Fenstersitzplätzen zu urteilen, einst als Wohnraum gedient haben mag. Daß hier einmal eingreifende Änderungen stattgefunden haben, deuten auch zwei große Kragsteine an, die, in der Nord- und Südwand sich gegenüberliegend, einst einen sehr schweren Unterzug aufgenommen haben müssen (Abb. 4 Bl. 23). Ferner läßt das Äußere des ungemein hohen Schornsteins vermuten, daß das Dach früher höher lag, daß vielleicht, entsprechend der Dilichschen Zeichnung (Text-Abb. 1), ein Geschoß mehr vorhanden war. Endlich finden wir auch mehrfach Hölzer verbaut, die von früheren Bauten oder Bauteilen genommen sind, wie z. B. der gotisch profilierte Türpfosten in der Kellertreppenwand.

Am Wohngebäude ist der Grundriß der Burgmauer, wohl dem natürlichen Felsen folgend, in gebrochener Linie ausgebogen. Die in Fachwerk ausgeführte Hoffront geht aber in gerader Linie durch, so daß sich zwar unregelmäßig gestaltete, aber, wie in derartigen Fällen stets zu bemerken ist, doch keineswegs störend wirkende Räume ergeben. Unter

4) Das Kurfürstentum Hessen in malerischen Ansichten.

dem westlichen Teil des Wohnhauses ist ein mit Halbkreis- tonne überwölbt Keller angelegt, der mit Treppe unmittelbar vom Hofe aus zugänglich ist und nur spärlich Luft und Licht von einem kleinen Hoffenster erhält. Unter dem anderen Ende des Gebäudes ist ein Ablaufkanal für das Hof- regenwasser durchgelegt. Durch eine spitzbogige Tür (Abb. 16 Bl. 25) mit vorgelegten Stein- stufen gelangt man vom Hofe aus auf einen Vorplatz mit großem Kamin, dessen profilierter Mantelbalken in der Mitte durch einen eingezapften Stiel an der Decke aufgehängt ist (Abb. 5 Bl. 25). Links schließt sich nach der Bezeichnung des Inventars von 1860, eine Gesinde- stube an, deren Deckenbalken mit profilierten Füllungs- friesen verschalt sind. Es folgt ein schmaler, gangartiger Raum, welcher einst die Treppe zum Obergeschoß enthielt, wie die Putzanschlußlinien, die Reste von Handleisten, die Lage der Türen und das Vorhandensein des durch Mauerabsatz ge- bildeten oberen Podestes bezeugen. Rechts vom Eingangsflur tritt man in einen Wohnraum, dessen Fensternische sich eine mit aufgemaltem Ornament verzierte Holzvertäfelung bewahrt hat. Die Hoffenster (Fachwerk) zeigen profilierte Futterleibungen mit einfachem, flachgeschnitztem Schmuck in Renaissanceformen (Abb. 3 Bl. 25). Über einige Stufen steigt man zu einem etwas vertieft liegenden Vorratsraum, der in engem Zusammenhang mit dem Turm völlig massiv herge- stellt und mit einem Tonnengewölbe überdeckt ist. Eine zweite, spitzbogige Tür mit eisenbeschlagenem Flügel führt unmittelbar zum Hofe. Da sich Gewölbe sonst nur im Turm und in den Kellern finden, liegt es nahe, hier jener Stein- werke und Steinkammern zu gedenken, von denen verschiedent- lich, z. B. aus Bremen⁵⁾ und Osnabrück,⁶⁾ aber auch aus Süddeutschland berichtet wird,⁷⁾ und die innerhalb der vom Feuer sehr gefährdeten Fachwerkhäuser als sicherer Aufent- halts- und Aufbewahrungsort dienten. Inwieweit hier gleiches angestrebt wurde, mag mit Rücksicht auf den Zuflucht bietenden Turm dahingestellt bleiben. Es wird sich aber zum mindesten das Bedürfnis nach bequemer und sicherer Unterbringung von Dokumenten und Abgaben des Amtes Ludwigstein geltend gemacht haben.

Zum Obergeschoß führt eine durch ihre Stattlichkeit auf- fallende steinerne Freitreppe (Text-Abb. 5), deren Stufen am Kopfende mit Zapflöchern für die Geländerstützen versehen sind. Diese selbst fehlen aber bis auf den mit der Jahreszahl 1735 gezierten Anfangsposten (Abb. 20 Bl. 25). Oben kommt zunächst ein Vorraum, der eine Dachbodentreppe, einen Kamin und einen kleinen Abteil mit Ausgußstein und aus- gekragtem Aborterker (Abb. 2 Bl. 23) enthält. Der untere Lauf der Dachbodentreppe hat eingeschobene Stufen, der obere

5) Lappenberg, Geschichtsquellen des Erzstifts und der Stadt Bremen. Bremen 1841. — S. 68. „In dem iare des Heren M^oCC^o do buwede men binnen Bremen beyde vor unde na die groten steen- kameren menliken binnen Bremen umme brandes willen, ock dat die riken lude, die sulfweldigen homut drowen, velich uppe slapen mochten. Unde wanner een borgher deme anderen enen orslach hadde dan, so brac men eme sin hus dale wente to der kameren unde moste dat hus nicht wedder buwen bynnen eneme iare. Ebenda S. 83. To deme lesten lach eyn erlick man seeck, de hete her Arnd van Gropelinge . . . do drungen desse vorscrevenen jungen wedder in syn hus unde lepen vort uppe die steenkameren. Unde des be- derwen heren knecht leep erst uppe die kamero unde wolde sinen heren helpen . . .“

6) Zeitschr. f. Bauw. 1894. Fr. Schultze, Bürgerhäuser in Osnabrück, Spalte 500. — Denkmalpflege. 1900. S. 39.

7) M. Heyne, Das deutsche Wohnungswesen S. 212.

Blockstufen (Abb. 14 Bl. 24). Die Wangen sind verschieden profiliert und zwar in einfacherer Gestalt am Blocklauf. Der Kamin ist ziemlich roh und ungeschlachtet (Abb. 18 Bl. 24) und wiederholt in Stein die Verzierungsrosetten des hofseitigen Fachwerks (Abb. 6 Bl. 25). An den Vorplatz schließt sich der Hauptraum der ganzen Burg, der sogenannte Fürstensaal. Die Renaissanceumrahmung seiner Eingangstür (Abb. 15 u. 18 B. 24) ist heute ohne Verdachung⁸⁾, und es läßt sich nur noch ihre frühere Dreiecksgestalt an den Kanten des Putzes erkennen. Die seitlichen Pilasterschäfte waren ohne Kapitell. Daß ein solches auch früher nicht vorhanden war, ergibt sich daraus,



Abb. 4. Stalleingang mit Treppe und Galerie.

daß das Gesims nicht vorgekröpft ist, während andererseits seine geringe Ausladung kein Kapitell zu überdecken imstande wäre. Der Pilastersockel ist nur schematisch durch eine Sockel- und Abdeckleiste nebst frei auf die Fläche gesetztem Diamantschnitt angedeutet. Beide Türen des Fürstensaales sind mit Futter und Umrahmung in frühere Türöffnungen eingesetzt, deren Profile unmittelbar an die betreffenden Fachwerkpfeiler und den nicht spitzbogigen, sondern wagerechten, auf Gehrung verblatteten Sturz ange-schnittensind (Abb. 16 u. 17 Bl. 24). Leider ist die Ausstattung des Saales sehr zerstört. Es haben sich aber doch noch so viele Reste erhalten, daß eine fast lückenlose Ergänzung möglich ist (Abb. 12 u. 13 Bl. 24). Die Decke ist durch leistenumrahmte Friese in Felder geteilt, die auf Windel-



Abb. 6. Treppenaufgang zum Obergeschoß des Stallflügels.

8) Sie trug einst die Jahreszahl 1561 s. w. u.

stakung geputzt sind.⁹⁾ Um den Saal von Stützen frei zu halten, sind die Deckenbalken durch Hängeeisen mit Ösen und Keilen an einem Überzug befestigt (Abb. 4 Bl. 24). An die Decke schließt sich unmittelbar die in ganzer Wandhöhe durchgeführte Vertäfelung aus Nadelholz (Abb. 12 u. 13 Bl. 24), und zwar folgt zunächst ein Zahnschnittgesims, darunter ein Fries mit Füllungen und ein größeres Zahnschnittgesims mit aufgemaltem Intarsiafries;¹⁰⁾ dann kommen als eigentliche Wand- und Flächenbildner große Füllungen von 1,24 m Höhe und 0,77 m Breite, und endlich bis zum Fußboden glatte Bretterverkleidungen von 0,50 m Höhe.



Abb. 5. Hof nach Westen.

Die beiden Türseiten des Saalinnern sind mit Pilasterarchitekturen umrahmt, die besser durchgebildet sind als die Türseite im Vorraum. Türflügel sind nicht mehr da. Leider sind auch die Pilasterkapitelle und die Verdachungsgiebel abgeschlagen, welche letztere nach mündlichen Berichten mit Zahnschnittgesimsen und geschnitzten Ritterköpfen geziert waren. Die westliche der beiden Türumrahmungen gliedert ihre Pilaster und Sockel lediglich durch vertiefte Füllungen (Bl. 24 Abb. 13 rechts), die gleich den Teilungsfriesen der Decke und den Schrägflächen der nachstehend beschriebenen Hofenster mit gelb gemasertem Papier beklebt sind. Die Tür der Ostseite (Abb. 13 Bl. 24) hat kannelierte Pfeiler und eingelegte Furnierverzierungen. Sehr zierlich sind auch die Hofenster ausgebildet (Abb. 1 bis 3 Bl. 24). Ihre Pfosten sind im Grundriß nach dem Achteck geformt. Die sehr schmalen Scheinfüllungen der Innenfläche und der Futter sind mit den zugehörigen Rahmen aus einem Stück gearbeitet, d. h. die Profile sind der Länge nach durchgestoßen und oben und unten mit einem entsprechenden Querstück zur Vervollständigung der Gerähmform versehen. In den Leibungen folgt dann noch eine schmale profilierte Platte mit eingeschnittener und eingestanzter Verzierung.

An dem in Abb. 7 bis 9 Bl. 24 dargestellten Fenster fehlt nur der Blindrahmen und die zur Verbindung des oberen und unteren Fensterbrettes dienende Leiste (bei *x* in Abb. 7), deren Befestigungsdübel *y* noch in dem oberen Fensterbrett sitzt. Der Blindrahmen war an den noch im Steingewände sitzenden

9) Über Deckenbildung gleicher Art s. Laske, Schloß Wilhelmsburg bei Schmalkalden. Berlin 1895. S. 13.

10) Intarsia-Muster im Schloß Schmalkalden erwähnt Laske a. a. O. S. 18.

Haken mittels beweglicher Überwürfen befestigt. An Stelle des neben diesem Fenster sitzenden dreiteiligen Fachwerkfensters der Außenwand befand sich einst ein Erker. Er ist auf einem Stich¹¹⁾ des vorigen Jahrhunderts (Text-Abb. 7) zwar in Steinausführung dargestellt, doch muß er in Wirklichkeit aus Holz bestanden haben, denn das Mauerwerk zeigt außen nirgends Spuren abgeschlagener Kragsteine, wohl aber unterhalb jedes der vier Balkenenden eine Vertiefung, die nur zur Aufnahme eines hölzernen Kopfbandes gedient haben kann (Abb. 6 Bl. 23 und Text-Abb. 8).¹²⁾ Ferner sind an den beiden äußersten Stielen noch die Zapfenlöcher der seitlichen Erkerriegel zu sehen. Die Kragbalken des Erkers sind augenscheinlich erst nachträglich in Mauerflucht abgeschnitten worden, denn die jetzige offene Lage der Stielzapfen nebst Zapfenlöchern zeigt keinesfalls das ursprüngliche Bild. Hinter der Renaissancevertäfelung des Fenstersturzes sitzt ein mit Schiffskehlen profiliertes Rahmholz (Abb. 10 Bl. 24). Möglicherweise haben wir in ihm die verzierte frühere Schwelle zu sehen, die bei Beseitigung des Erkers wieder für die in Mauerflucht eingesetzte Fensterfachwand Verwendung finden konnte und, so gut es ging, mit der vorher abgenommenen Vertäfelung verkleidet wurde. Eine in der Fensterbrüstung angebrachte Kassettenvertäfelung wirkt an dieser Stelle völlig unorganisch und unmotiviert (Abb. 11 Bl. 24). Vermutlich ist sie der Rest einer Zimmerdecke und fand hier gelegentlich zur Ausbesserung Verwendung.

Neben dem Fürstensaal liegen noch zwei nicht weiter bemerkenswerte Kammern, sowie der bereits beim Erdgeschoß erwähnte schmale Treppenraum. Die Wand zwischen diesem und der Nachbarkammer schneidet in die Fensternische ein, wurde also, etwa nach Errichtung der großen Freitreppe, zur Gewinnung eines Zimmers in den damaligen Treppenvorplatz eingebaut. Nach Dilich war das Wohngebäude einst gegen Westen durch einen auf Bogenfries vorgekragten Treppengiebel an Stelle des heutigen Walms abgeschlossen (Text-Abb. 1).

Vom Dachraum des Wohngebäudes gelangt man zu dem schmalen, rechteckigen Turmeingang, indem man einige Stufen auf die Decke des Abortraumes hinabsteigt (Abb. 2 Bl. 23). An der alten verdoppelten und dicht benagelten Turmtür sitzt noch ein Schloß mit hölzernen, eisenbeschlagenem Kasten (Abb. 19 Bl. 25). Zur weiteren Sicherung diente ein innerer Balkenriegel, der in seitliche Führungen des Steingewändes eingelassen war. Durch einen kurzen Gang tritt man in einen mit Halbkreiskuppel überdeckten fensterlosen Raum (Abb. 5 u. 7 Bl. 23). Die in Kämpferhöhe sichtbaren Balkenlöcher stammen wohl noch von der Wölbbrüstung. Der Gewölbescheitel hat eine mit Steinplatte abgedeckte viereckige Öffnung, und eine ebensolche bildet im Fußboden die einzige Verbindung zu dem jetzt noch etwa 6 m tiefen, gleichfalls mit Kuppel überwölbten Verließ. Zur linken Hand steigt eine schmale Treppe zunächst freitragend ohne Geländer längs der Innenwand bis zu einer Tür, und von da aus innerhalb der Mauerstärke bis zum nächsten Geschoß. Von diesem aus sind die noch vorhandenen alten Balkenlagen der oberen Geschosse nur mit Leitern zugänglich. Jedes dieser Geschosse hat drei bis

vier Fenster und Schlüsselscharten darunter. Die Verteidigung war also schon auf Handfeuerwaffen berechnet. Das jetzige leider sehr flache, blechgedeckte Turmdach wurde im Jahre 1857 durch Zimmermeister Scharff in Allendorf a. d. W. für 159 Rth. hergestellt.¹³⁾

Zur Wasserversorgung soll einst eine Leitung von Rückeroche zur Burg bestanden haben. Es ist aber heute keine Spur mehr davon zu erkennen. Einen Brunnen scheint die innere Burg nicht besessen zu haben. Ein solcher war nur außen an der Südseite (Zwinger?), vielleicht schon zum Vorwerk gehörig, vorhanden. Er ist jetzt zugedeckt, und seine Lage ist nur noch an einer Vertiefung im Gelände zu erkennen. Für den im vorigen Jahrhundert auf der Burg eingerichteten Brauereibetrieb wurde das erforderliche Wasser aus dem Tale heraufgeholt.

Als Besonderheit sei noch der Schleif- rillen gedacht, die wir in den Leibungen des Burgtors und als starke Ausfaserungen und Aushöhlungen außen und innen an den Tür- und Wandstielen sowie an den freistehenden hölzernen Unterzugstützen des Stalles etwa 2 m über Fußboden beobachten.

Bemerkenswert sind auch die an der Südostecke sitzenden beiden Neidköpfe. Der eine ist gegen den Hanstein gerichtet, worüber Merian in seiner Topographia Hassiae folgendes berichtet: „Man findet in alten Schriften, daß dieses Hauß Ludwigstein zur Zeit Landgraf Ludwigs des Ersten zu Thuringen und Hessen, durch Hulffe deß Teuffels und der schwarzen Kunst, in einer Nacht aufgebaut worden seyn, zur Zeit, als die Fürsten, mit den Hansteinern, und anderen damals verfehdeten Edelleuten, gekrieget. Und siehet man noch, an einer Ecken des Hauses, außerhalb gegen dem Hause Hanstein, einen großen Monstrosischen abscheulichen Kopf, und seltsames Gesichte, in Stein gehauen, welches deß geschwinden Baumeisters Ebenbild seyn solle.“

Der andere Neidkopf wendet sich gegen die nächste, talaufwärts gelegene Burg, den Fürstenstein. Er zeigt die Halbfigur eines Mannes, der sich mit beiden Händen den Mund weit aufreißt, eine Geberde, der wir z. B. auch an einem von Lachner¹⁴⁾ dargestellten Balkenkopf und an einem verzierten Kopfband zu Frankenberg a. d. Eder¹⁵⁾ begegnen.



Abb. 7. Aus „Kurfürstentum Hessen in malerischer Ansicht“.

11) Aus: Das Kurfürstentum Hessen in malerischen Ansichten.

12) Ein ähnlicher Erker ist an Burg Rheinfels in „Dilichs Rheinische Burgen“, herausgeg. v. Michaelis, dargestellt.

13) Eine bemerkenswerte Ergänzung zu unserer Baubeschreibung bietet der Aufsatz von O. Gerland, „Die innere Einrichtung eines Fürstenschlosses im 16. Jahrh.“ i. d. Zeitschr. des Ver. henneg. Gesch. X. S. 1—11. Schmalkalden 1891. Desgl. Dr. Herweg im Anzeiger des german. Nationalmuseums 1902. Heft I. S. 30 „Aus einem Nürnberger Bürgerhaus zu Ausgang des 15. Jahrh. Vergl. auch Heyne, Das deutsche Wohnungswesen.“

14) Lachner, Gesch. d. Holzbaukunst in Deutschland S. 43.

15) Ebenda S. 56.

Die Fußböden bestehen zum Teil aus breiten Nadelholz Brettern, zum Teil aus Gipsestrich. Die Schornsteine sind im Dachraum mehrfach nur aus Brettern mit etwa 6 cm starker innerer Lehmauskleidung hergestellt. Als Mauer material dient der hier anstehende Kalk- und Sandstein. Die Fachwerkfelder sind mit verputzter Lehmstakung, zum Teil auch mit dünnen, hochkantig vermauerten Sandsteinen geschlossen. Die Dachdeckung besteht am Turm, wie bereits oben erwähnt, aus Blech, im übrigen aus den in dieser Gegend allgemein üblichen Dachpfannen. Daß außer den Kaminen auch Öfen auf der Burg im Gebrauch waren, zeigt ein Sandsteinofenuntersatz, wie sich solcher z. B. noch in der Bauernstube des Altertums museums in Münden und auf



Abb. 8. Südseite.

der Wilhelmsburg bei Schmalkalden¹⁶⁾ vorfindet. — Der augenblickliche Zustand der massiven Mauerteile ist ein ganz vorzüglicher. Weniger erfreulichen Eindruck machen die Fachwerkbauten, die sich verschiedentlich gesetzt und durchgebogen haben. Mehrere Decken, darunter auch die des Fürstensaals, drohen herabzustürzen, und die Reste des inneren Ausbaues nehmen dank dem eifrigen Interesse der benachbarten Dorfjugend, die sich gelegentlich Eintritt in die Burg zu verschaffen weiß, mehr und mehr ab. Im Vergleich mit anderen dachlos dem Wetter preisgegebenen Burgen kann man hier recht deutlich beobachten, wie sehr eine Bedachung die Erhaltung eines alten Gebäudes nicht nur in den Holzteilen, sondern auch im massiven Mauerwerk begünstigt. Es muß daher sehr anerkannt werden, daß mit der geringen zu Ausbesserungen ausgeworfenen Summe wenigstens die Dächer instand gehalten werden. Darüber hinaus scheint aber leider die Burg amtlich nicht als vollwertig im Sinne der Denkmalpflege eingeschätzt zu werden; ja es ist sogar schon die Rede davon gewesen, die Dächer und Fachwerkfronten einfach abzubrechen. Daß die Burg schließlich doch verschont blieb, ist wohl nur Herrn Geh. Reg.-Rat v. Dehn-Rotfelfer zu danken, der sich in einem Gutachten sehr zu ihren Gunsten aussprach.

Frühere zeitgenössische Abbildungen der Burg sind sehr spärlich. Außer den bereits gelegentlich genannten ist nur noch eine im Altertums museum in Göttingen vorhandene

16) Abb. bei Laske, Schloß Wilhelmsburg bei Schmalkalden. Berlin 1895. Taf. 34.

Steinzeichnung des vergangenen Jahrhunderts zu erwähnen. Nicht minder gering ist die Ausbeute der Archive und das in der geschichtlichen und kunstgeschichtlichen Literatur gebotene Material. Am ausführlichsten berichtet Landau¹⁷⁾, dem wir kurz folgendes entnehmen:

Im Jahre 1415 wurde die Burg von Landgraf Ludwig I. von Hessen als Grenzwache gegen die eichsfeldische Ritterschaft und insbesondere gegen das nahe gelegene Schloß Hanstein (Text-Abb. 2 im Hintergrund) erbaut.¹⁸⁾ Am 28. April 1416 wurde Hans von Dörnberg zum Amtmann der neuen Burg ernannt. Sein Nachfolger war 1430 Hermann Diede, von dem das Schloß samt Amt Witzhausen an Hermann Meisenbug für 1741 fl. verschrieben wurde. Nach Einlösung durch Hermann und Wilhelm Meisenbug (1455), Vater und Sohn, kam 1460 Hans von Dörnberg auf das Schloß, 1464 Georg von Buttlar. Letzterer zahlte 1800 fl., ließ im Jahre 1466 noch weitere 300 fl. und erbaute ein Haus und einen Keller auf der Burg. Außerdem erstand er noch ein Vorwerk zu Wendershausen, wodurch sich die Pfandsumme auf 2845 fl. steigerte. Im Jahre 1486 erfolgte die Ablösung durch Sittich und Kaspar von Berlepsch. 1488 kam das Schloß an Rabe von Herda, 1503 an Ludwig und Hermann von Boyneburg und dann an Sittich von Berlepsch¹⁹⁾ und dessen Söhne

17) Landau, Die hess. Ritterburgen und ihre Besitzer. Kassel 1839. 4. Bd. S. 201, vergl. auch Rommel, Gesch. v. Hessen. Kassel 1823. 2. Teil. S. 261 u. 323.

18) „Hingegen beflisse sich Landgraf Ludwig je länger je mehr sein Land und Leute in guten Frieden zu erhalten und damit er der damaligen im schwang gehenden Rauberey steuern möchte, solle er das Schloß Ludwigstein in aller Eil, auch hernach die Ludwigsau und Ludwigseck erbaut haben. In Compendio Chronici Abbatis Urspergensis stehen diese Wort: Ludovicus Landgravius Hassiae castrum novum Ludwigstein adversus insolentiam et rapinas nobilium de Hanstein hoc anno fundavit, perq; tenebras unius noctis erexit.“ Winkelmann, Gründl. u. wahrhafte Beschreibung der Fürstentümer Hessen und Hersfeld. Bremen 1697. 6. Teil. S. 366. Das Verhältnis zu den Hansteinern muß aber mit der Zeit ein freundlicheres geworden sein, indem nämlich am 24. April 1430 die von Hanstein bekennen: „Daß wir uns zu dem Hochgeborenen Fürsten Herrn Ludwigen Landgra ven zu Hessen, unsern lieben gnedigen Herrn und

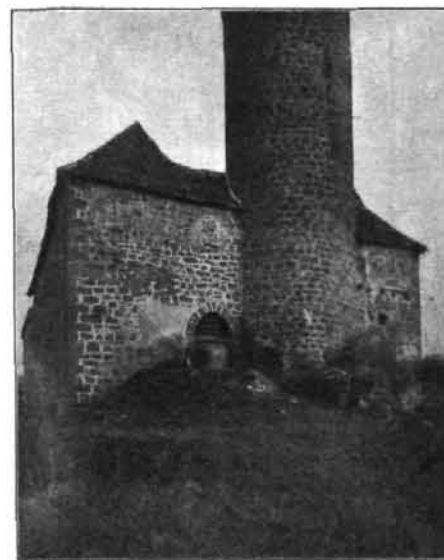


Abb. 9. Ansicht von Westen.

seinen Erben gethan han“, worauf ihnen Ludwig 5 Tage später erklärt, daß er sie „in Unser Schurnisse vnd Virdeding genommen und entphangen han; also daß wir sie ire erbin und das Ire gleich vnsire landen vnd den vnsern, schuren, schirmen und virdedingen, yn getruwelich behulffen sin woln gein allirmenlich.“ Urkundl. Gesch. des Geschlechts der v. Hanstein. Cassel 1857. 2. Teil. S. 112. Ferner verließ Ludwig III († 1471) den beiden Brüdern Werner Ritter und Hans von Hanstein „umb des Dienstes willen, die sie mehrmals zu Dank erzeigen und sie und ihre Erben

auch in Zukunft tun sollen und mögen“ 40 Gulden Manngeld als Mannlehen nach dem Lehnbrief vom 26. Juni 1465. Urk. Gesch. d. Geschl. d. v. H. 1. Teil S. 177, 2. Teil S. 115.

19) „Sittich von Berlepsch (Sittichens Sohn) hat den Lodt wigstein auff einer Höhe an der Wertha auff einen Widerkauff an sich bracht / darauff eine zeitlang / vnd nach ihm sein Sohn Hans

Jost und Hans. 1515 wurde die Burg für 3500 Gfl. an Christian von Hanstein, Amtmann von Rüsteberg verpfändet, der 1525 die Pfandsomme auf 5000 fl. erhöhte. Der nächste Inhaber, Kurt Rommel, verkaufte die Burg im Jahre 1534 für 4900 fl. an Christoph von Steinberg. 1545 wurde sie dann vom Landgraf Philipp dem Großmütigen an Christoph Hülsing²⁰⁾ gegeben. Nach Philipps und Hülsings Tod wurde der Witwe des letzteren die Erneuerung des Lehens von Landgraf Wilhelm verweigert, und dafür nach längeren Verhandlungen durch Vergleich vom 29. Januar 1574 eine Abfindungssumme von 20 000 fl. zugesprochen²¹⁾. Die Burg wurde alsdann wieder in fürstliche Verwaltung genommen, kam an die hessische Seitenlinie der Landgrafen von Hessen-Rotenburg und verblieb bei dieser bis zu ihrem Aussterben im Jahre 1835. Jetzt bildet sie ein Zubehör zur Domäne Wendershausen und ist, nachdem sie längere Zeit landwirtschaftlichen Zwecken gedient, auch eine Brauerei in ihren Mauern beherbergt hatte, heute jeder ständigen Benutzung entzogen.

Als die Burg im Jahre 1415 errichtet werden sollte, mußten, wie Landau berichtet, die Arbeiten unter dem Schutze eines Heeres erfolgen, welches am 4. Juli aufbrach und bereits am 11. Juli nach Hause zurückkehrte. Es beruhen diese Angaben auf einer Homburger Rechnung vom Jahr 1415, wo es heißt wie folgt:

„Item uffen Dornstag nach Sente Petirs und Paulsztat, da zoch men zu buwende de Ludewygestyn. Item uffen Dornstach (danach): uffe dy selben nacht, quam der foyd usz dem here von Ludewygesteyn myd den borgkeschen (den von Borken) uffe (daz) husz (Schloß Homberg).“

Die Zeit von sieben Tagen ist natürlich zu knapp um etwas Erhebliches zu leisten. Vielleicht läßt sich aber der Ausdruck „usz dem here“ so erklären, daß der „foyd“ nach Organisation des Baubeginns allein mit „den borgkeschen“ zurückkehrte, daß das Heer selbst aber noch länger dort verblieb. Oder man bedurfte der bewaffneten Macht nur so lange, bis gegen etwaige gewaltsame Störungsversuche geeignete Maßnahmen getroffen, also etwa vorläufige Umwährungen angelegt waren, und nunmehr die Arbeiten unter dem Schutz einer kleineren Wachabteilung vorgenommen werden konnten. Außerdem kann das Heer während jener sieben Tage neben seinem militärischen Zweck die Aufgabe gehabt haben, die Baustelle zu roden, Zufahrtswege anzulegen, sowie Erd- und Felslösungen und ähnliche Arbeiten auszuführen.

Für die bereits erwähnte Erzählung von der schnellen Errichtung der Burg und der Hilfe des Teufels ergibt sich

gewohnt/ Aber jetziger Zeit ist bemeltes Haus wider ins Landgraffen Händen.“ Joh. Letzener, Stammbuch des uhralten Adelichen und Gedenkwardigen Geschlechts/der von Berlebsch/1594. Dasselbe hei Kuchenbecker, Analecta Hassiaca, Marburg 1732.

20) „... ein Lüneburger, Christoph Hülsing, ein tapferer Kriegsmann, welcher die Schwester der Margaretha, Barbara, nicht eher zur Frau nahm, als bis ihm und ihr ein reiches selbst auf Töchter sich erstreckendes Lehen, Schloß und Amt Ludwigstein, verschrieben wurden.“ Rommel, Gesch. v. Hessen. 1823. Bd. 5. S. 18. Margaretha von der Sala war die Nebengemahlin des Landgrafen Philipp.

21) Näheres darüber: Kopp, Beitrag z. Gesch. d. Schlosses und Amtes Ludwigstein, in Hess. Beiträge zur Gelehrsamkeit und Kunst. Frankf. a. M. 1787. S. 390f. Ebenda S. 392 Anm. schreibt Landgraf Philipp an einen von Miltitz: „Denn derselb Christopher (Hülsing) vas von Jugent auff in der Camer gedienet, vff unsern leib gewartet, Ist guts Herkommens, wir mugen Inen bevor anderen leiden.“

vielleicht eine gewisse Erklärung aus einer noch lebenden mündlichen Überlieferung, nach welcher der Landgraf die Burg in Deckung des damals sehr dichten Waldes aufführte und erst dann durch Abholzen freilegte. Der Aufbau erschien vielleicht auch dadurch besonders rasch, daß der Landgraf, wie Landau berichtet, wegen mannigfacher Störungen des Nachts an der Burg arbeiten und das Holzwerk dazu aus dem nächstgelegenen Walde schon fertig zugerichtet herbeischaffen ließ.

Von gewaltsamen Zerstörungen, Feuersbrünsten usw. wird uns nichts erzählt, auch sind am Bau keine Spuren von solchen Ereignissen zu erkennen. Das Mauerwerk ist mit größter Sorgfalt ausgeführt, und zwar zeigt es dieselbe Technik wie die 1419 ebenfalls von Ludwig I. erbaute Burg Ludwigseck. Wir können daher zweifellos annehmen, daß diese Teile noch von der ersten Anlage stammen. Bewohnbar war die Burg jedenfalls schon im Jahre 1416, denn aus dieser Zeit wird uns die Ernennung des ersten Amtmannes berichtet, auch spricht Landau von einem damals aufgenommenen Inventar, in welchem außer dem gewöhnlichen Hausgerät von Verteidigungsmitteln genannt werden „thusint phile und drißig phile, zwo hantbüssen, der hait eyne funft schossze, eynen butel mit pulver“. Daß auch die Fachwerkbauten oder einzelne Teile derselben sich noch aus der Zeit der Burggründung herschreiben könnten, ist nicht anzunehmen, weil in Deutschland nur ganz vereinzelte Holzbauten über die Mitte des 15. Jahrhunderts zurückreichen.²²⁾ Außerdem sprechen auch stilistische Gründe bei der Datierung mit, vor allem das Vorkommen der Fächerrosette, die nach Lachner²³⁾ ein Hauptmerkmal des Mischstils (1530—1580) darstellt. Im allgemeinen herrscht in dieser Gegend, wo thüringisches, fränkisches und sächsisches Gebiet²⁴⁾ und damit süd- und norddeutsche Holzbauweise zusammentreffen, der hessische Fachwerkbau vor. Nur selten finden wir norddeutsche Anklänge, wie in Witzenhausen in den geschwungenen Rosetten eines stattlichen Fachwerkhauses, das die Inschrift trägt:

Wedekintus Meinhart Alendorpensis

Aedificavit Has Aedes Anno Por. 1579.

Ebenfalls von 1579 besitzt Münden noch einen Hanseingang mit Rosettenschnittwerk, und sogar noch das ziemlich südlich gelegene Rotenburg a. d. Fulda hat an der jetzigen Landes-Renterei norddeutsche Schiffskehlen und geschnitzte Fächerrosetten. In ganz ähnlicher Weise ist nun auch das Wohnhaus des Ludwigsteins ausgestattet (Abb. 7 Bl. 23), nur daß Schiffskehlen lediglich am Kamin (Abb. 5 Bl. 25) und an der vermutlichen früheren Erkerschwelle vorkommen (Abb. 10 Bl. 24), und daß der engeren Heitmatkunst durch die Hohlkehlenform der Balkenfüllhölzer entsprochen wird (Abb. 6 Bl. 25). Letztere ist nämlich in Hessen sehr weit verbreitet und findet sich z. B. an dem von 1512 stammenden Rathaus in Alsfeld, an zahlreichen Häusern in Rotenburg, dann auch in Münden, Fritzlar, Homberg und an anderen Orten.²⁵⁾ Im Vergleich damit und im Hinblick auf die Form und Verzierungsweise

22) Lachner, Gesch. d. Holzbaukunst in Deutschl. 1887. I. S. 6.

23) Lachner a. a. O. I. S. 35. Vergl. auch Fiedler, Das Fachwerkhaus.

24) Urkundl. Gesch. d. Geschl. d. v. Hanst. I. S. 5.

25) Bickell, Hessische Holzbauten.

des Fachwerks dürfte man, selbst bei Annahme eines verhältnismäßig frühen Auftretens der Fächerrosette, das Wohnhaus des Ludwigsteins kaum über das Jahr 1530 zurück datieren können.

Gleichen Alters ist wohl auch der Stallflügel mit seinen spitzbogigen Eingängen, seinem Schiffskehlenunterzug (Abb. 15 Bl. 25), seinen gotischen Holzstützen und den Resten spitzbogiger Türen. Dagegen nähert sich das Wirtschaftsgebäude nach seiner Einzelbehandlung mehr dem Charakter der erst 1702 ausgeführten Holzgalerie. Zur Verbesserung und Auszierung insbesondere des Wohnhauses und des Stallflügels haben dann noch spätere Kunstrichtungen beigetragen. So wurde der Fürstensaal in der Renaissancezeit und zwar im Jahre 1561 völlig neu mit Wandvertäfelungen usw. ausgestattet.²⁶⁾ Gleichzeitig können, bei der langen Bewahrung mancher mittelalterlicher Formen, sehr wohl auch die hohen steinernen Fenstergewände (Abb. 1, 2 u. 4 Bl. 25) angebracht worden sein, deren noch spätestgotische Stabverzierungen von sehr verflachtem Formencharakter sind. Da wir hier Angriffsseite haben, waren die Fenster ursprünglich wohl alle nur klein. Sie hatten etwa die Gestalt der daneben noch erhaltenen zwei schmalen schiefschartenähnlichen Öffnungen (Abb. 6 Bl. 23), deren Leibungen in Schichtenverband gemauert, also bereits mit Errichtung des Mauerwerks angelegt worden sind. Erst eine spätere, friedliche Zeit konnte sich eine Vergrößerung der Fenster gestatten. Von gleichem Alter wie die spätgotischen Fenster sind die in einer Mischung von Spätgotik und Renaissance gehaltenen Türeinfassungen am Treppenvorbau des Stallflügels (Text-Abb. 6) und die im Geist der Renaissance verzierten Fensterfutter im hofseitigen Fachwerk des Wohnhauses und des Stallobergeschosses (Abb. 3 u. 13 Bl. 25). Es muß also im Jahre 1561 eine durchgreifende Erneuerung der ganzen Burg stattgefunden haben. Zu beachten ist, daß damals bei Anbringung der neuen Türverkleidungen sich die Fachwände schon so stark gesetzt hatten, daß man genötigt war, zur Gewinnung einer geraden, rechtwinkligen Türöffnung die alten Holzpfosten schräg zum Verlauf ihrer Profile auszuschnitten. Es könnte dies mit dem oben vermuteten Erbauungsdatum (um 1530) stimmen.

Leider finden wir nur sehr spärliche Nachrichten über bauliche Maßnahmen. Von Georg von Buttlar, der die Burg von 1464 an 22 Jahre innehatte, war schon erzählt worden, daß er 1466 eine Summe von 300 fl. anlieh und ein Haus und einen Keller auf der Burg errichtete²⁷⁾. Bezieht sich dies wirklich auf die innere Burg und nicht etwa auf die Vorburg, so liegt die Zeit Buttlars doch noch zu weit zurück, als daß man ihr das mit Fächerrosetten gezierte Fachwerk zuschreiben dürfte. Höchstens wäre auf sie einer der gewölbten Keller oder die „Steinkammer“ zurückzuführen. Dagegen könnte der Zeit nach sehr gut Christian von Hanstein, Amtmann zu Rüsteberg, in Betracht gezogen werden, der 1515 auf die Burg kam. Er scheint sehr kapitalkräftig gewesen zu sein, da die Landgrafen Wilhelm II. und Philipp

26) Die Jahreszahl 1561 ist heute nicht mehr zu sehen. Sie befand sich einst in dem jetzt zerstörten Verdachungsfries über der Außenseite der Saaltür. Nach gütiger Mitteilung des Herrn Bezirks-Konservators Professor v. Drach findet sich im Tagebuch seines Amtsvorgängers Bickell (1883/4 a. S. 47) anlässlich einer Besichtigung v. 2. 8. 83 die Bemerkung: „Täfelung des Saales im Südfügel 1561 (an der Außenbekleidung der Tür).“

27) Landau a. a. O.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LVII.

von ihm größere Summen unter Verpfändung des Ludwigsteins borgten.²⁸⁾ Ob er aber eine erhebliche Bautätigkeit entfaltet, erfahren wir leider nicht, wenn auch die Wahrscheinlichkeit sehr nahe liegen mag. Dagegen hat der Amtmann Christoph von Steinberg im Jahre 1537 Bauten auf dem obersten und dem niederen Schlosse Ludwigstein vorgenommen, worauf ihm der Landgraf am 20. Oktober dieses Jahres als Ersatz der Baukosten eine Versicherung über 300 Goldgulden ausstellte.²⁹⁾ Es könnte sich dies sehr gut auf das Wohnhaus und den Stallflügel beziehen. Ferner heißt es in dem an Christoph Hülsing 1554 erteilten Lehnsbrief:

„. . . so sollenn wir vnd vnserere erbenn macht habenn dis Hauß und gerichte Ludwigsteinn Aus Handenn der Tochter so diese beiden mit einander Ehelich gezilet vnd verlasßenn hettenn mit Sechs Taußent guldenn, so wir diesenn beidenn Eheleutenn aus gnadenn an diesenn gerichte gegebenn, vnd noch Ein Taußent guldenn, so sie ann dem Schloß Ludwigsteinn kunntlich vnd beweißlichenn verbawen sollen widderumb zu vns zu keuffenn vnd zu pringen.“ und „. . . dargegen soll Christoffer . . . vnser Schlos Ludwigsteinn mit denn Einn Taußent guldenn bewilligts Bawgelts bawenn, und darnach in guther Besserung haltenn . . .“³⁰⁾

Ihm dürfte denn auch, worauf schon die erwähnte Jahreszahl 1561 deutet, der Renaissanceumbau des Schlosses zuzuschreiben sein. Im Kamin des Fürstensaals ist ein mit der Jahreszahl 1607 bezeichneter Stein eingemauert. Vielleicht befand er sich einst an dem jetzt nicht mehr vorhandenen Kaminmantel, so daß daraus auf einen weiteren Umbau unter dem baulustigen Landgrafen Moritz I.³¹⁾ (1592 bis 1627) zu schließen wäre.

Danach läßt sich un ungefähr folgende Baugeschichte der Burg entwerfen:

Im Jahre 1415 Begründung durch Landgraf Ludwig I. Die Burg wird 1416 vom ersten Amtmann bezogen. Georg von Buttlar fügt in der Zeit von 1464 bis 1486 ein Haus und einen Keller hinzu, sei es in der Vorburg oder in der eigentlichen inneren Burg. Nach längerer Zeit beginnen die Holzbauten schadhaft zu werden, und es macht sich allmählich der Ersatz durch Neubauten unabweisbar. Man hilft sich aber durch, bis 1537 Christoph v. Steinberg ein neues Wohnhaus und einen Stall nebst Obergeschoß in Anlehnung an die noch in gutem Zustand befindlichen massiven Umfassungsmauern der Burg auführte. Nach einigen Jahrzehnten hat sich zwar das Fachwerk gesetzt und krumm gezogen, aber die Festigkeit ist nicht beeinträchtigt, und Christoph Hülsing nimmt nun gemäß den ihm auferlegten Verpflichtungen eine durchgreifende Ausbesserung und insbesondere eine Erneuerung der inneren Einrichtung vor, in erster Linie am Fürstensaal. Alsdann bleiben die Bauten wieder einige Zeit ohne große Veränderung, bis 1607 Landgraf Moritz I. einige Ergänzungen ausführen läßt, und schließlich um 1700 eine Ausbesserung und vielleicht auch Neuerrichtung des Wirtschaftsgebäudes erfolgt, wobei sich Zahl und Höhe der Geschosse und vielleicht auch die innere Raumverteilung ändert. Etwa gleichzeitig, im Jahre

28) Urk. Gesch. d. Geschl. d. v. Hanstein. 2. Teil S. 281, 303, 438.

29) Gütige Mitteilung des Staatsarchivs Marburg.

30) Kopp in Hess. Beiträge z. Gelehrensamk. u. Kunst. Frankfurt a. M. 1787 S. 396 u. 397.

31) Rommel, Geschichte v. Hessen, Bd. 6 S. 415.

1702, wird auch die Holzgalerie des Stallfügels erneuert. Die bisherige steile Treppe zum Obergeschoß des Wohnhauses erscheint den Burgbewohnern etwas unbequem, und man legt daher im Jahre 1735 die große steinerne Freitreppe an. Nach dem Aussterben der Linie Hessen-Rotenburg im Jahre 1835 wird die Burg als Staatsdomäne verpachtet und bürgerlicher Bestimmung zugeführt. Es wird eine Brauerei mit Malzboden und sonstigem Zubehör eingerichtet, an Stelle des vielleicht abgestürzten massiven Giebels am Wirtschaftsgebäude tritt eine Brettverschalung, die Vorburg zerfällt allmählich, die großen Zehntscheunen haben im Lauf der Zeit ihre Bestimmung verloren, und es findet sich niemand mehr, sie in gutem baulichen Zustand zu halten. Endlich werden sie abgebrochen, und was an Baustoffen noch brauchbar ist, wird zu Stall- und Scheunen-Neubauten am Fuß des Berges und auf

der Domäne Wendershausen bestimmt. Schließlich erstirbt jedes Leben. Der Pächter nimmt seinen Wohnsitz in dem günstiger gelegenen Wendershausen, und nur hier und da, zur Zeit der Ernte, oder wenn eine der üblichen Domänenbesichtigungen stattfindet, wird zu kurzer Einkehr das Burgtor geöffnet.

Im übrigen herrscht allerorts Ruhe und Friede. Lautlos treten die Rehe aus dem deckenden Wald auf die Lichtung, Krähen hausen im Turm und umkreisen ihn zuweilen mit heiserem Geschrei. Senken sich dann schließlich des Abends die Schatten der Dämmerung auf die Gefilde, so wird die feierliche Stille nur durch den Klageruf des Käuzchens unterbrochen, das an einer verborgenen Stelle des Dachwerks sein Heim aufgeschlagen hat, und gleich einer verwunschenen Prinzessin die schlafende Burg bewacht.

Die neue evangelische Kirche in Röxe bei Stendal.

(Mit Abbildungen auf Blatt 26 bis 29 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

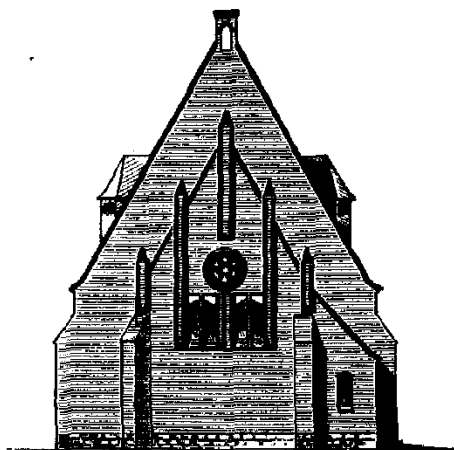


Abb. 1. Choransicht.

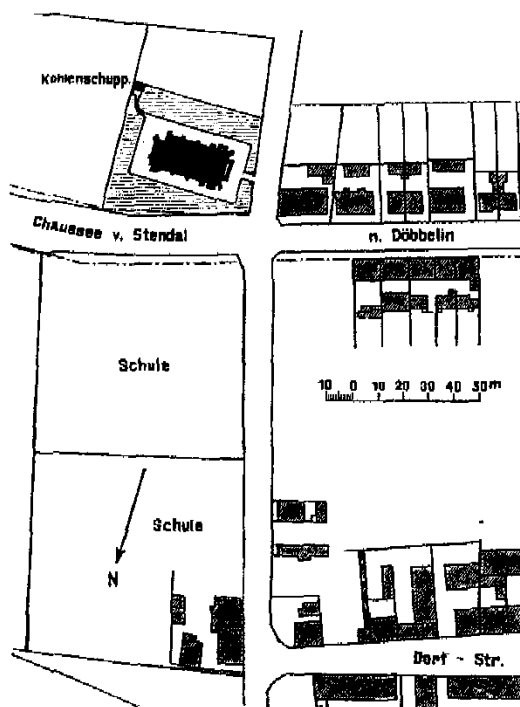


Abb. 2. Lageplan.

Röxe ist ein 1800 Einwohner zählender Flecken in unmittelbarer Nähe von Stendal. Er liegt vor den Toren der altberühmten märkischen Stadt und wäre mit dieser gewiß schon vollkommen zu einem Orte zusammengewachsen, wenn sich nicht die Bahnhofsanlage der Staatseisenbahn trennend zwischen beide gelegt hätte. Auf die Planbildung von Röxe hat dieser Umstand dergestalt eingewirkt, daß das Dorf sich längs der sich von Osten nach Westen erstreckenden Bahnhofsanlagen vornehmlich nach der erstgenannten Himmelsrichtung ausdehnt, woselbst der eine der beiden nach Stendal führenden Hauptverbindungswege den Bahnkörper mittels einer breiten brückenartigen Überführung überschreitet. — Um die neue Kirche, die den Gegenstand dieser Mitteilung bildet, künftig in der Mitte des Ortes zu haben, ist sie an dessen jetzigem östlichen Ende auf einem Platze erbaut worden, der an der Kreuzung zweier Hauptstraßen so gelegen ist, daß der Turm mit den Haupteingängen auf der Westseite, dem Hauptteile des alten Dorfes zugekehrt, errichtet werden konnte (vgl. Text-Abb. 2).

Der Umstand, daß die nahe Nachbarschaft der Stadt dem Dorfe in gewissem Grade den Stempel des Vorortes aufgedrückt hat, war auf die äußere wie innere Gestaltung der neuen Kirche, die an die Stelle eines kleinen auf dem Friedhofe des Dorfes stehenden Kirchleins tritt, nicht ohne Einfluß. Den altehrwürdigen Kirchen-Stendals konnte es der Neubau, schon seiner bescheidenen Größe nach, selbstverständlich nicht irgendwie gleichtun wollen; auch durften dörfliche Charakterzüge nicht ganz preisgegeben werden. Immerhin tritt die neue Vorortkirche im Gesamtbilde der beiden Orte mit jenen alten Bauwerken in einen gewissen Vergleich, und so galt es, sie sowohl hinsichtlich ihrer Masse wie ihrer Erhebung aus der sie umgebenden Häusermenge mit der verfügbaren bescheidenen Kostensumme tunlichst stattlich zu gestalten. Die architektonischen Mittel dazu waren ein möglichst hohes Schifffdach und ein gedrungener, über großer Grundfläche errichteter Turm mit reichgegliedertem, in seinen Teilen aber einfach behandeltem Helme. Legten schon diese Ausgangspunkte die mittelalterliche Stilfassung nahe, so war sie durch die Nachbarschaft der altmärkischen Hauptstadt geradezu gefordert. Nur um einen Backsteinbau konnte es sich handeln; ein Putzbau oder Werksteinbau in nachmittelalterlichen Formen hätte einen Mißklang in das Ortsbild und in die Landschaft getragen.

Mit dem trutzig wehrhaften, an die „feste Burg“ erinnernden Zuge, den der Aufbau erhalten hat (Blatt 28), ist äußerste Ausnutzung in praktischer und wirtschaftlicher Hinsicht verbunden. Der Turm ist ganz in die Kirche hineingezogen. Seine östlichen Teile stehen gewissermaßen schon im Schiffe. Den Zutritt zu diesem gewinnt man durch eine Vorhalle, die nur die Hälfte der Turmgrundfläche einnimmt (Abb. 1 Bl. 26). Hat man sie durchschritten,

so findet man die unteren Turmteile in zwei kräftige Pfeiler aufgelöst. Die Ostwand ist in der vollen Lichtweite geöffnet, wodurch eine weitgehende Ausnutzung des Turmraumes unten in seiner Osthälfte zu Sitzplätzen, oben in seiner ganzen Tiefe zu der ein wenig ins Schiff vorgekragten Orgelempore erzielt ist (Abb. 1 u. 2 Bl. 27). Zur Seite enthalten die Turmmauern Durchgangsöffnungen nach den Gängen der Seitenschiffe, wenn die durch Holzstützen-Reihen abgetrennten, mit Emporen überbauten seitlichen Schiffsteile so genannt werden dürfen. Für den Verkehr nach und von den Emporen sind seitlich vom Turme unter dem vorgezogenen Schiffsdache zwei Treppenhäuser angelegt, mit dem Schiffe durch Nebentüren verbunden.

Um die erwünschte Höhe und Wuchtigkeit des Schiffsdaches mit den verfügbaren Mitteln zu erzielen, ist der Schiffsraum stark ins Dach gezogen (Abb. 3 u. 4 Bl. 27). Aber nur im mittleren Teile, unter Ausnutzung der zum Tragen der drei Schiffsdecken und eines Teiles vom Dache nach oben verlängerten Emporenstile. Beleuchtet werden die Schiffe in völlig ausgiebiger Weise durch die hochgelegenen Emporenfenster und durch eine Fensterzone im Obergaden des Mittelschiffes, der das Licht durch große, das hohe Dach wirkungsvoll belebende Luken zugeführt wird. Die Teile des Dachraumes, die den Lichtzutritt vermitteln, sind ausgeschalt und blendend weiß gestrichen. Im Obergaden sind die Öffnungen der Ausgangspunkt für dessen architektonische Gliederung geworden. Die große Hängewerkkonstruktion des Daches ist zwanglos im Schiffsraum sichtbar gemacht, ohne im geringsten von störender Wirkung zu sein. Die, wie oben erläutert, in ihren unteren Teilen stark aufgelöste östliche Turmwand findet ihren Halt in den starken Strebesystemen, die sich im Äußeren durch das erste kräftige Strebepfeilerpaar erkennbar machen. Die übrigen Strebepfeiler sichern mehr oder weniger nur gegen den infolge der großen Dachfläche ziemlich erheblichen Winddruck und ermöglichen eine Einschränkung der Umfassungsmauerstärken auf das durch praktische und ästhetische Rücksichten gebotene Maß. Im übrigen darf in konstruktiver Hinsicht auf die Abbildungen auf Blatt 27 im Atlas verwiesen werden.

Die Architektur knüpft, ohne archaisch zu sein, an die altmärkische Backsteinbauweise an. An Stelle der sonst die Regel bildenden weicherer Bogenschlüsse ist, namentlich bei den Blenden, der herbere gerade Schluß oder der scharfe Stichbogen getreten (Abb. 2 Bl. 26). Durch das große, straffe Blendenmotiv der Westseite ist diese ausgesprochen zur Turmfront gemacht, ohne daß der Turmschaft vor die Giebelfläche hervortritt (Abb. 3 Bl. 26). Das Helmmotiv hat etwas von mitteldeutschem Wesen, dürfte aber, namentlich in dieser Verarbeitung, kaum fremd wirken; ist doch der Helm mit den vier Begleittürmen vielfach auch im norddeutschen Backsteinbau heimisch geworden.

Als Material fanden bei dem Bau zu den Grundmauern und dem Sockel Völpker Sandbruchsteine, für das aufgehende Mauerwerk Rathenower und Colbitzer Handstrichsteine großen Formates Verwendung. Als Mörtel dienten reiner, scharfer Sand und Weißkalk, um sowohl die äußeren geputzten Nischen wie die Fugen möglichst kräftig gegen die Backsteinverblendung abzusetzen. Die Ausfugung erfolgte in gesunder mittel-

alterlicher Technik durch volles Ausstreichen der Fugen gleich bei der Aufführung des Mauerwerkes. Das Dach ist auf Schalung als Schieferdach in deutscher Deckung hergestellt.

Im Innern sind die Wände und die Felder zwischen den sichtbaren Deckenbalken über den Emporen und dem Mittelschiffe geputzt. Die Hölzer haben reiche Profilierung erhalten. Als Fußbodenbelag der Gänge dienen einfarbige Tonfliesen. Der Fußboden unter den Bänken ist gediebt. Die Kanzel und die Orgel sind in Holz in Flachschnitzarbeit, der Altar und der Taufstein in Sandstein ausgeführt.

Die Ausmalung der Kirche ist im Sinne der gotischen Stilfassung gehalten (Blatt 29). Während an den schlicht weiß gestrichenen Wänden des Schiffes nur die Fensterleibungen mit teils mehr geometrischen teils pflanzlichen Mustern geziert sind, und lediglich ein grau gequaderter Sockel den unteren Abschluß bildet, sind die Deckenfelder mit laufenden Rankenmustern lebhaft bemalt. Das gesamte sichtbare Holzwerk ist mit einem warmen grauen Grundtone gestrichen, auf dem die Profile und Schnitzereien rot, weiß und schwarz abgesetzt sind. An den Emporenbrüstungen sind die Füllungen abwechselnd mit Bildern aus der Schöpfungsgeschichte, mit den hierauf bezüglichen Bibelstellen und mit Maßwerkmustern bemalt. Im Altarraum steht die feine, auf rot und schwarzem Grunde weiß aufgemalte Rankenmusterung am Gewölbe in wirkungsvollem Gegensatz zu der kräftigen Ornamentierung des Triumphbogens. Die Wände des Chores sind oben leicht gelb gequadrat, unten mit einem rot und schwarz gemusterten Teppich geschmückt. Die Bemalung, auch die des Holzwerkes, ist vollständig in Käsefarben ausgeführt. Um ein Durchschlagen der Kienschwitzungen zu verhüten, sind sämtliche Holzteile mit Schellack überzogen, auf dem die reine Käsefarbe vollkommen fest haftet. Wie die Bemalung der Decken, der Wände und des Ausbaues in den Farben Grau, Gelb, Schwarz, Weiß und Rot durchgeführt ist, so sind auch die Ausstattungsgegenstände Altar, Taufstein, Kanzel, Orgel und Gestühl vornehmlich in diesen Farben gehalten; am Altar und an der Kanzel wird der Farbenreichtum durch die Verwendung von Gold noch gesteigert.

Dem Bedürfnis unserer Zeit entsprechend hat die Kirche Heizung und künstliche Beleuchtung erhalten. Die Beheizung erfolgt durch zwei Sachsische Mantelöfen, die Beleuchtung durch Azetylengas. Das Geläut besteht aus zwei neuen und einer alter Glocke aus Bronze.

Die Baukosten haben sich ohne die Beträge für Heizung, Beleuchtung und Bauleitung auf rund 81000 \mathcal{M} belaufen. Dabei berechnet sich das Quadratmeter bebauter Grundfläche auf 194 \mathcal{M} und das Kubikmeter umbauten Raumes auf 19,40 \mathcal{M} . Da die Kirche 600 Sitzplätze enthält, so entfällt auf den Platz ein Einheitssatz von 135,30 \mathcal{M} . Die Ausführung wurde im Frühjahr 1904 begonnen und im Oktober 1905 beendet. Der Entwurf zu dem Bauwerke ist in der unter der Leitung des Geh. Oberbau Rates Hossfeld stehenden Kirchenbauabteilung im Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch den Regierungsbaumeister a. D. Sławski bearbeitet worden. Die Ausführung hat in den Händen des Kreisbaubeamten Baurat Behr in Wolmirstedt und des ihm zur Hilfe beigegebenen Regierungsbauführers Kniese gelegen.

Über die Lage und Anordnung der Gebäude für die höheren Lehranstalten in Preußen.

Vom Geheimen Oberbaurat Delius in Berlin.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Auf dem ersten Internationalen Kongreß für Schulgesundheitspflege im Jahre 1904 in Nürnberg sind von den verschiedensten Seiten, von Schul- und Bautechnikern, Ärzten und Hygienikern die Fragen der Hygiene des Schulgebäudes in zahlreichen Voll- und Abteilungssitzungen behandelt und mit erfreulichem Interesse besprochen worden. Namentlich wurde für jeden Staat, der auf die Eigenschaften eines Kulturstaates Anspruch macht, die Forderung aufgestellt, daß er durch Bau und Einrichtung seiner Schulen für die tunlichste Unschädlichmachung der für die Jugend in körperlicher Hinsicht mit dem Schulbesuch ohne Zweifel verknüpften Nachteile zu sorgen habe. Der Staat habe den Schulzwang eingeführt und damit auch die Verpflichtung übernommen, die Kinder nach jeder Richtung hin zu erziehen, auch körperlich den einzelnen Altersstufen entsprechend auszubilden, widerstandsfähig zu machen oder zu erhalten.

Dem kann im allgemeinen wohl beigetreten werden. Die Forderung der vorbeugenden, ja, der aufbauenden Hygiene in den Schulen dürfte gerechtfertigt sein. Diesen Forderungen, welche übrigens erst die Früchte der verhältnismäßig noch recht jungen Wissenschaft der Hygiene sind, entsprechen selbstverständlich die Mehrzahl unserer Schulgebäude, diejenigen der höheren Lehranstalten nicht ausgenommen, keineswegs. Bei einer ganzen Reihe von Anstalten müßte man einer kritischen Prüfung der gesundheitlichen Verhältnisse und Einrichtungen durch den modernen Hygieniker nicht ohne Bedenken entgegensetzen. In einem so großen Staatswesen wie Preußen kann aber auch unmöglich mit den Fortschritten der Wissenschaft der Bau und die Ausstattung der Schulen gleichen Schritt halten, selbst dann nicht, wenn die Forderungen bescheidener wären, als sie es in den meisten Fällen sind. — Wir haben es auch auf dem Nürnberger Kongreß gesehen, daß mit den Forderungen der Hygiene seitens der Fachleute oft recht weit über das Ziel hinausgeschossen wird, und — anderseits — daß doch noch sehr verschiedene Ansichten über das Maß des zu Erstrebenden oder doch des zu Verlangenden bestehen. Wenn trotzdem die besonders Beteiligten, Lehrer und Ärzte, darin meistens einig sind, daß sie die Schuld an ungenügendem Ergebnis ihrer Bemühungen und Forderungen der Verwaltung oder der Technik zuschieben, so entspricht das nur der alten Erfahrung; es gehört das fast zu den Attributen der Fachleute. Und doch — was kann der Bautechniker oder gar der Verwaltungsbeamte mit den oft übertriebenen Forderungen, den unklaren Schlußfolgerungen und Vorschlägen anfangen?! Die Hauptsache ist doch, daß diese nicht nur auf dem Papier stehen, sondern daß sie sich auch praktisch durchführen lassen und nicht die geldliche Leistungsfähigkeit übersteigen. In einem Kleinstaate, in einem städtischen Gemeinwesen läßt sich manche Maßregel leichter und schneller durchführen als in großen Reichen. Und sicher muß doch zugegeben werden: „Wohl uns, daß wir schon Enkel sind!“, was nicht ausschließen darf und soll, daß es unsere Aufgabe sein muß und ist, durch Lösung der großen, uns jetzt so sehr beschäftigenden hygienischen Fragen dazu bei-

zutragen, daß es unsere Enkel dereinst noch besser haben, noch besser vorbereitet ins Leben treten. Und — das ist nicht zu leugnen — ein wesentlicher Fortschritt auf dem Gebiete des Baues und der Einrichtung unserer Schulgebäude ist in den letzten zwanzig Jahren, ja, man kann sagen, in den letzten zehn Jahren wieder zu verzeichnen. Daß dieser Fortschritt in der Hauptsache den hygienischen Bestrebungen und Forderungen zu danken ist, soll ebensowenig in Abrede gestellt werden. Man sehe sich doch eine höhere Lehranstalt an, die in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts erbaut ist, und vergleiche sie mit in den letzten zehn Jahren entstandenen Neubauten! Noch augenfälliger ist allerdings der Unterschied und der Fortschritt beim Volksschulgebäude; dem gegenüber kann die höhere Lehranstalt sogar in mancher Beziehung noch als das Stiefkind der Unterrichtsverwaltung bezeichnet werden. Es gibt noch jetzt höhere Lehranstalten in Preußen, welche, vom Standpunkte der Hygiene betrachtet, weit hinter vielen Volksschulen zurückstehen, ja, deren Räume für eine Benutzung zum Volksschulunterricht von der maßgebenden Stelle mit Sicherheit beanstandet werden würden. — Das mag damit zusammenhängen, daß über den Bau von Volksschulhäusern seit längeren Jahren besondere Vorschriften, z. T. sehr ins einzelne gehende Bestimmungen erlassen sind, und daß auf deren Durchführung im hygienischen und sozialen Interesse seitens der Regierungen streng gehalten ist und wird. In einzelnen Staaten bestehen zwar auch für die höheren Lehranstalten ähnliche Vorschriften; sie sind aber weniger eingehend und werden im allgemeinen nicht so streng gehandhabt, so daß ein bekannter Hygieniker einmal nicht unzutreffend bemerkte, es scheine in manchen Staaten noch zwei oft recht verschiedene Schulhygienien, eine für höhere, eine andere für Volksschulen zu geben.

Die ersten Vorschriften über den Bau und die Einrichtung der Schulhäuser in den verschiedenen deutschen Staaten stammen so ziemlich aus derselben Zeit. So schreibt z. B. eine Verfügung des Kgl. Württembergischen Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens vom 28. Dezember 1870, die für das Schulbauwesen in Württemberg von sehr segensreicher Wirkung gewesen ist, vor, daß, wo keine besondere Lüftungseinrichtungen getroffen sind, für jeden Schüler bis zu 14 Jahren ein Luftraum von mindestens 3 cbm, für ältere, je nach dem Alter, ein solcher von 3,5 bis 4 cbm vorhanden sein soll, und gestattet hiervon einen Abzug von 15 vH., falls nicht auch bei künstlicher Beleuchtung Unterricht erteilt wird. Die Bestimmung bezog sich in gleicher Weise auf Volksschulen und auf höhere Lehranstalten.

Diese Verfügung ist eine der ersten, welche in bezug auf den Bau der Schulhäuser Grundsätze aufgestellt hat, die von der Fürsorge für die Gesundheit der Schüler eingegeben waren, und zwar zu einer Zeit, als diesem wichtigen Gegenstande noch nicht die allgemeine Beachtung geschenkt wurde wie heute. — In Preußen sträubte man sich auf die ersten Anregungen von Ärzten hin anfangs sehr gegen den Erlaß ähnlicher Bestimmungen überhaupt, vornehmlich im

Hinblick auf die voraussichtlich hohen Kosten der Erfüllung solcher Forderungen, aber auch mit der Behauptung, daß diese übertrieben, die Schulen im allgemeinen in einem befriedigenden Zustande seien. Indes wurde doch auf Veranlassung des Unterrichtsministeriums schon 1867 von der Kgl. technischen Baudeputation eine Denkschrift ausgearbeitet, welche allgemeine „Vorschriften für die räumliche Disposition von Gebäuden für höhere Lehranstalten“ empfiehlt. Diese Vorschriften beschäftigen sich aber im Grunde genommen nur mit den Flächenmaßen der Unterrichtsräume, beschränken die Höchstzahl der Schüler einer Klasse auf 60 und stellen die Maßeinheit für die verschiedenen Alters- oder Unterrichtsklassen fest. Forderungen über das nötige Maß von Belichtung und Luftraum, über die Lage zu den Himmelsrichtungen oder dergleichen werden nicht gestellt. Das größte Tiefenmaß der Klassenräume wie die Bestimmung über die Anordnung der Sitze usw. war einzig durch bauliche Rücksichten begründet. Manche der ermittelten Maße sind noch üblich und brauchbar; die meisten bleiben hinter den jetzt erforderlichen wesentlich zurück. — Erst etwa gleichzeitig mit der oben erwähnten Verfügung des Württembergischen Ministeriums hat das Preußische Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten unterm 17. November 1870 als gleichsam erste, von den Forderungen der Hygiene beeinflusste Vorschrift festgestellt und herausgegeben, daß

in den Unterklassen . . .	3,9 bis 4,3	cbm,
„ „ Mittelklassen . . .	4,3 „ 4,8	„
„ „ Oberklassen . . .	4,8 „ 5,2	„

Luftraum für den Kopf der Schülerzahl angenommen werden soll. Hierbei ist eine lichte Raumhöhe von 4,10 bis 4,40 m zugrunde gelegt, ein Maß, über welches auch bei den jetzigen neuesten Bauten staatlicher höherer Lehranstalten nicht hinausgegangen wird. Allerdings bleibt dabei zu erwägen, daß die Höchstzahl der Schüler in den einzelnen Klassen gegen die damalige erheblich herabgesetzt ist.

Seit jenen Bestimmungen vom 17. November 1870 sind weitere allgemeine Grundsätze für die Anordnung und Bemessung der Unterrichtsräume bei den höheren Lehranstalten Preußens nicht aufgestellt oder wenigstens nicht bekannt gegeben. Mancherlei Wandlungen und Ergänzungen haben sich im Laufe der Jahre ergeben, meistens — wie schon oben angedeutet — als Folge der immer mehr Boden gewinnenden bahnbrechenden Forderungen der Gesundheitslehre, ohne daß diese Wandlungen und Änderungen in den Anschauungen gerade in amtlichen Erlassen festgelegt worden wären oder sich zu Vorschriften und Bestimmungen verdichtet hätten. — Es soll unsere Aufgabe sein, in den folgenden Zeilen die wesentlichsten Grundsätze zusammenzustellen und zu erläutern, welche jetzt beim Entwerfen und beim Bau von höheren Lehranstalten in Preußen, soweit es sich um staatliche Anlagen handelt, maßgebend sind oder doch möglichst festgehalten werden.

A. Gesamtanlage.

1. Der Bauplatz. Seine Lage im Orte soll möglichst so gewählt werden, daß die Schulwege nicht zu weit werden. Andererseits darf man mit dieser Rücksicht nicht zu ängstlich sein, da ein Schulweg von 15 bis 20 Minuten die Schüler zu einem Mindestmaß von Bewegung in frischer

Luft zwingt. In den meisten Fällen sind auch für die Wahl der Baustelle ganz andere Verhältnisse maßgebend; es wird im wesentlichen Sache der Verwaltungsbehörden, der Provinzial-Schulkollegien, sein, zu erwägen und zu bestimmen, in welcher Stadtgegend der Bau einer höheren Lehranstalt erwünscht ist. Erst wenn dies feststeht, hat im allgemeinen der Techniker mitzuwirken; dann sollte er aber auch einen tunlichst maßgebenden Einfluß auf die weiteren Entschlüsse haben.

Die Größe des Bauplatzes sollte so gewählt werden, daß nach der Bebauung noch eine genügend große, für Turn- und Spielzwecke geeignete Fläche hergerichtet werden kann. Nach den in dieser Beziehung jetzt geltenden Grundsätzen wird eine Gesamtfläche von 5500 bis 6000 qm verlangt, und zwar bei Annahme einer Besuchsziffer von 360 bis 400 Schülern. Für Doppelanstalten ist natürlich erheblich mehr erwünscht, aber meistens doch nicht zu erreichen. Bei dem überall jetzt vorherrschenden Bestreben, gruppierte Gebäudeanlagen zu schaffen, wird natürlich die bebaute Fläche verhältnismäßig größer werden als bei der früher beliebten geschlossenen Grundrißanordnung, und auch die Gestalt der übrig bleibenden freien Hof- und Spielplatzflächen wird sich dadurch weniger zweckmäßig für ihre Benutzung als Turn- und Tummelplatz ergeben. Mit Rücksicht hierauf sollte man sich im Einzelfalle auf ein bestimmtes Flächenmaß der Baustelle nicht eher festlegen, bis Versuchs-skizzen gezeigt haben, wie unter Beachtung aller erforderlichen Rücksichten auf Himmelsgegend, Straßen, Nachbarschaft usw. die Bauanlage etwa gestaltet werden muß. Dabei zeigt sich dann, wo, in welchem Umfange und in welcher Gestalt die zum Turn- und Spielplatz bestimmten Flächen frei bleiben und in welcher Richtung etwa eine Vergrößerung des zur Verfügung gestellten Geländes wünschenswert erscheint. Leider werden ja allerdings solche Wünsche in den großen Städten, wo geräumige freiliegende Schul- und Tummelplätze in erster Linie notwendig sind, weil die Schüler dort im allgemeinen in gesundheitlicher Beziehung den ländlichen und den Schülern der kleineren Städte gegenüber ohne Zweifel schon erheblich im Nachteil sind, äußerst selten Aussicht auf Erfüllung haben. Die unerhört hohen Preise des Grund und Bodens zwingen zur tunlichsten Einschränkung, wenn es sich auch oft nur um sogenanntes „Hinterland“ handeln wird. Immerhin sollte dahin gestrebt werden, daß bei Neubauten neunklassiger Lehranstalten ein völlig freier, rechteckig oder quadratisch gestalteter Platz von etwa 2000 qm Fläche für die Bewegung der Schüler in den Pausen übrig bleibt. Das entspricht einem Einheitssatze von etwa 5 qm auf den Kopf. — Turnspiele können natürlich auf solchem Raume nicht betrieben werden; Tummelplätze zu solchem Zwecke werden fast immer in größerer Entfernung von der Schule eingerichtet, nötigenfalls angepachtet werden müssen. Zu den gewöhnlichen Turnübungen, Freübungen u. dergl. reicht aber die angegebene Größe aus, auch wenn zwei Turnabteilungen zusammengezogen werden.

Abgesehen von der räumlichen Auskömmlichkeit der Baustelle ist ihre Lage zu den angrenzenden Grundstücken und zu den Himmelsrichtungen von großer Wichtigkeit. Die in dieser Beziehung in Betracht kommenden Forderungen

der Hygiene lassen sich dahin zusammenfassen, daß die Baustelle eine freie und ruhige, durch Straßenlärm, geräuschvolle, Rauch oder sonst belästigende Dünste erzeugende Gewerbebetriebe nicht gestörte Lage haben und so gestaltet sein soll, daß eine zweckmäßige Anordnung der Gebäude darauf möglich ist, namentlich die Klassenzimmer nach der Himmelsrichtung vorteilhaft angelegt und in ausgiebiger Weise mit Luft und Licht versorgt werden können. Selbstverständlich muß außerdem verlangt werden, daß das betreffende Gelände hochwasserfrei liegt, daß es einen guten, durch organische Stoffe nicht verunreinigten Baugrund und einen so tief liegenden höchsten Grundwasserstand hat, daß die Kellersohle noch mindestens 0,30 m über ihm angeordnet werden kann. Voraussetzung ist endlich das Vorhandensein durchaus einwandfreien Trinkwassers, es sei denn, die Anstalt könnte an ein gutes Wasser gewährleistendes Wasserwerk angeschlossen werden. — Auch der Anschluß an eine Entwässerungsanlage muß als höchst erwünscht bezeichnet werden, ist aber bei der Mehrzahl der Orte mit höheren Lehranstalten mangels solcher öffentlichen Anlagen noch nicht möglich. Dort muß von Fall zu Fall erwogen und geprüft werden, wie man sich der Gebrauchs- und Tagewässer am zweckmäßigsten entledigt; bezüglich der Beseitigung der Fäkalien wird man sich meistens der ortsüblichen Weise anzuschließen haben.

Was nun die Anlage der Unterrichtsräume zu den Himmelsrichtungen betrifft, so gehen hier die Ansichten über das Wünschenswerte oder Notwendige noch weit auseinander. Aus den Vorträgen über die Hygiene der Schulgebäude und den anschließenden eingehenden Besprechungen auf dem ersten Internationalen Kongreß für Schulhygiene in Nürnberg geht hervor, daß im eigenen Lager der Herren Hygieniker über die Erfordernisse der Lage der Schulzimmer noch keineswegs Klarheit oder Einigkeit herrscht. Bei der anerkannten Wichtigkeit der Sache wird wohl jedesmal, wenn eine neue Lehranstalt erbaut werden soll, auch die Frage aufgeworfen werden, nach welcher Himmelsrichtung die Fensterwände in den Klassen tunlichst gerichtet werden sollen, und es ist erklärlich, da diese Frage nicht nach der Schablone entschieden werden kann und nie für alle Verhältnisse gleichmäßig entschieden werden wird, daß gewöhnlich im gegebenen Falle die Meinungen recht weit auseinandergehen. Es gibt auch heute noch, bei dem vorgeschrittenen Stande der Hygiene, kaum eine Richtung der Windrose, die nicht von irgend einer Seite, gestützt auf mehr oder weniger einleuchtende Erwägungen, als die empfehlenswerteste für Klassenzimmer bezeichnet würde. Neuerdings hat sich indes doch die Lage soweit geklärt, daß man im wesentlichen nur noch mit zwei Ansichten zu rechnen hat. Die eine tritt mit Entschiedenheit für die nahezu nördliche Lage, die andere ebenso entschieden, wenn auch nur unter gewissen Bedingungen, für eine Anordnung gegen Süden ein. Beide Anordnungen werden empfohlen und gestützt durch wissenschaftlich hervorragende Männer. Die Lage der Klassenzimmer gegen Norden ist s. Z. vertreten durch Erismann, Nußbaum, Gruber, während Blasius (Braunschweig) sich für eine Lage (von OSO nach WNW oder ONO nach WSW) aussprach, bei welcher die Schulzimmer vor, während und nach dem Unterricht von der

Sonne bestrahlt werden. Alle diese Hygieniker haben dabei die klimatischen Verhältnisse von Mittel-Europa im Auge gehabt. Diese sind aber bekanntlich so sehr verschieden, selbst nur innerhalb des preußischen Staatsgebietes, daß sie allein einen Grund abgeben für eine sorgfältige Behandlung der Frage von Fall zu Fall. — Die Stellung der Hygieniker ist offenbar eine verschiedene je nachdem von ihnen die „allgemein hygienische“ Rücksicht oder aber „die Notwendigkeit einer ruhigen gleichmäßigen Beleuchtung und also einer Schonung der Augen“ in den Vordergrund gestellt wird.

Es ist hier nicht der Ort, die von den einzelnen Hygienikern vertretenen Anschauungen auf die Stichhaltigkeit ihrer Begründung zu prüfen. Umfangreiche Arbeiten über Schulhygiene von den oben genannten Verfassern, ferner von Baginsky, Schubert u. a. haben sich mit der Frage befaßt. Für den Bautechniker und Architekten wird es darauf ankommen, daß er den von beiden Seiten vertretenen Forderungen nach Möglichkeit gerecht wird, also einen guten Mittelweg zu finden bestrebt ist. — Beim Entwerfen der Klassengebäude für die höheren Lehranstalten in Preußen sind daher in neuerer Zeit folgende Grundsätze maßgebend gewesen und — soweit die Baustellenverhältnisse im übrigen es zuließen — auch zur Anwendung gebracht. Im allgemeinen ist der Lage der Fensterwände nach Nordosten oder Nordwesten der Vorzug gegeben worden. Dabei erhalten die Unterrichtsräume einige Zeit hindurch Sonnenlicht, aber zumeist vor oder nach den Schulstunden. Während des Unterrichts ist also eine ruhige Belichtung gesichert, und die störende, an der Sonnenseite unvermeidliche Bedienung von Vorhängen oder dergl. fällt fort. Ist — wie in den östlichen Provinzen — aus Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse, namentlich im Hinblick auf die durch die Örtlichkeit bedingten scharfen Nord- und Nordostwinde, die nahezu nördliche Lage nicht rätlich, so wird der Anordnung der Klassenfenster gegen Westen der Vorzug gegeben, insbesondere ohne jedes Bedenken da, wo ungeteilter Unterricht stattfindet, also nach 1 oder 2 Uhr die Räume überhaupt nicht mehr oder doch nur wenig benutzt werden. Die westliche Lage vereinigt in solchem Falle alle Vorzüge in sich; sie gestattet eine ausgiebige Besonnung und gewährleistet, daß während der Unterrichtszeit keine Störungen durch schnell wechselnde, den Augen schädliche Belichtung eintreten.

Der Zeichensaal wird bei Neuanlagen stets an der Nordseite — selbstverständlich sind geringe Abweichungen nach NO oder NW zulässig — angeordnet, während das Lehrzimmer für den naturwissenschaftlichen Unterricht (Physik und Chemie) nach Süden liegen soll, um die optischen Versuche, namentlich die mit dem Heliostaten, im Unterrichtsraume ausführen zu können. Ist eine solche Lage nicht oder doch nur unter Aufgabe anderer wichtigerer Vorteile zu erreichen, so kann übrigens darauf eher verzichtet werden als auf die Nordlage des Zeichensaaes. Es genügt beispielsweise, wenn eine kurze Seite des physikalischen Lehrzimmers nach Süden oder Südosten liegt und freie Außenwand ist, so daß dort der Heliostat in einen auszusparenden Mauerschlitze eingebaut werden kann.

Abgesehen von den bisher besprochenen, bei der Wahl der Baustelle ins Auge zu fassenden Forderungen und Rück-

sichten spielt nun noch die etwaige Nähe anderer Gebäude oder auch die Möglichkeit ihrer späteren Errichtung eine große Rolle. Namentlich in den größeren Städten ist mit der Lage benachbarter Gebäude zu den beabsichtigten Anstaltsgebäuden insofern zu rechnen, als die Belichtungsverhältnisse der Unterrichtsräume durch solche den Fensterwänden gegenüberliegende Nachbarhäuser aufs ungünstigste beeinflußt werden können. Es ist in Großstädten schon vorgekommen, daß man unter solchen ungünstigen Verhältnissen zur teilweisen Oberlicht-Beleuchtung hat greifen müssen, übrigens — nach einigen Hygienikern — eine geradezu die beste Art der Schulzimmer-Beleuchtung ergebende Bauweise. Professor Gruber (München) empfiehlt von diesem Standpunkt aus das Oberlicht in der Form des Pult- oder Shed-Daches, da hierbei die unmittelbaren Sonnenstrahlen ferngehalten und die Verlegung der Lichtöffnungen durch Schnee, sowie das Eindringen von Regenwasser usw. am leichtesten verhindert werden können. Beleuchtung durch Oberlicht kann natürlich aber nur in eingeschossigen Gebäuden oder im obersten Stockwerke mehrgeschossiger Gebäude Anwendung finden, und deshalb muß die Forderung zunächst auf hohes Seitenlicht herabgestimmt werden. Gruber verlangt daher allgemein, daß die Schulzimmer nach dem Vorbilde der Malerateliers belichtet werden sollen, daß also den Arbeitsplätzen das Licht von links oben und vorne zugeführt werde. Er verlangt dabei aber nicht, daß die Schulzimmer durchaus nur in einer Wand Fenster haben sollen; vielmehr hält er dafür, daß es sogar zweckmäßig sei, in mehr als einer Wand Fenster zu haben, z. B. schon um der Forderung einer zeitweiligen Besonnung nach Norden liegender Schulzimmer entsprechen zu können. Alle solche Fenster sollen aber während der Unterrichtsstunden in wirksamer Weise abgeblendet werden.

Gruber sagt nun ferner, daß völlig gesicherte Tagesbelichtung nur solche Arbeitsplätze haben, welche unmittelbar zerstreutes Himmelslicht empfangen, stellt damit aber — wie er selbst zugibt — eine über das notwendige Maß hinausgehende und für die Mehrzahl unserer Unterrichtsräume in höheren Lehranstalten unerfüllbare Forderung auf. Natürlich genügt es nun nicht etwa, daß jeder Arbeitsplatz von irgend einem, wenn auch noch so kleinen Stückchen Himmel Licht empfängt, sondern seine Belichtung wird nur dann dauernd gesichert sein, wenn dieses Himmelsstück eine gewisse geringste Größe hat, und es ist klar, daß eine genauere Bestimmung dieser geringsten Größe, wenn man diesen Theorien folgen und die Forderungen im allgemeinen als berechtigt anerkennen will, praktisch von großer Wichtigkeit, weil von außerordentlichem Einfluß auf die Lage eines Bauplatzes zu schon bebauten Nachbargrundstücken oder auf die Entfernung der Fensterwände in Unterrichtsräumen von gegenüberliegenden Gebäuden, dann aber auch — im Zusammenhang damit — auf die den Räumen zu gebende eigene Höhe und ihre Höhenlage über der Erdoberfläche sein muß. — Zur Ermittlung dieser geringsten Größe des Licht spendenden Himmelsstückes sind nun verschiedene Verfahren in Vorschlag gebracht, welche natürlich auch mehr oder weniger weitgehende Forderungen bezüglich des Maßes der Belichtung zur Voraussetzung haben. Am einfachsten hat Javal seine bezügliche Forderung gefaßt; er verlangte,

daß von jedem Arbeitsplatze aus ein Streifen Himmel sichtbar sein soll, der, vom Fenstersturz senkrecht nach unten gemessen, mindestens 30 cm breit erscheint. — Foerster hat den offenbaren Einfluß richtig erkannt, welchen die Neigung der einfallenden Lichtstrahlen auf die Erhellung einer Stelle ausübt. Er stellt sich daher den sogen. „Öffnungswinkel“ dar, welcher gebildet wird einerseits von der aus der Mitte des Arbeitsplatzes nach der äußeren Unterkante des Fenstersturzes gezogenen Geraden, andererseits von einer in derselben senkrechten Ebene von der Mitte des Arbeitsplatzes nach der unteren Grenze des sichtbaren Himmelsstückes, z. B. nach der Gesimskante oder dem Dachfirst des gegenüberliegenden Gebäudes gezogenen Linie. Dieser „Öffnungswinkel“ soll nun mindestens 5° und dabei der Winkel, den der obere Schenkel mit dem Horizont bildet, mindestens 25 bis 27° sein. — Bei beiden bisher erwähnten Verfahren ist nun aber der Einfluß der Breite des Fensters oder vielmehr der von den Arbeitsplätzen aus sichtbaren Himmelsstücke noch außer acht gelassen. Ist diese Breite recht groß, so kann der Lichteinfall steiler sein. Leonhard Weber hat daher das allein richtige Maß für die Größe des lichtspendenden Himmelsstückes in dem „Raumwinkel“ gegeben. Darunter ist die körperliche Ecke zu verstehen, welche bestimmt wird durch diejenigen Grenzstrahlen, welche von der Mitte des Arbeitsplatzes nach den Ecken des sichtbaren Himmelsstückes gezogen werden. Zur Messung dieser Größe dient der Webersche Raumwinkelmesser. Damit sind namentlich von dem verstorbenen Prof. Cohn (Breslau) zahlreiche Messungen ausgeführt, welche die Grundlage für dessen Forderung abgegeben haben, daß jeder Arbeitsplatz Licht von mindestens 50 Quadratgraden Himmelsgewölbe empfangen müsse, um stets ausreichend belichtet zu sein. (Von einigen Hygienikern wird die Forderung eher noch als zu gering angesehen.) Durch Quadratgrade, d. h. in Quadraten von 1 Grad Seitenlänge, ist eben die Größe des Stückes Himmelsgewölbe bezeichnet, welches von den Grenzstrahlen des Raumwinkels eingefafßt wird.

Wenn man nun eine solche geringste Größe des Raumwinkels als unbedingtes Erfordernis für alle Arbeitsplätze von Schülern anerkennen müßte, so wäre damit eine Vorbedingung von höchstem praktischen Werte schon bei der Auswahl von Baustellen für unsere Schulen geschaffen. Es würde sich leicht ermitteln lassen, wie weit die Fensterwand eines Klassengebäudes von bestehenden Gebäuden entfernt bleiben muß, um jener Forderung gerecht werden zu können, oder auch, wie weit man von noch unbebauten Nachbargrenzen die Fensterwände etwa 6 m tiefer Klassen anordnen kann, ohne eine künftige Beeinträchtigung der Belichtung bei Annahme einer zulässig höchsten Bebauung des gegenüberliegenden Grundstückes befürchten zu müssen. Leider ist aber eine solche Raumwinkelgröße bis jetzt weder einwandfrei festgestellt, noch kann sie allein für die gedachten Ermittlungen maßgebend sein; sonst würde man in größeren Städten kaum noch, in Großstädten überhaupt nicht mehr in der Lage sein, Baustellen zu erwerben, auf denen sich hygienisch ausreichend belichtete Unterrichtsgebäude errichten lassen. In richtiger Erkenntnis dieses Umstandes hat daher Professor Gruber mancherlei Vorschläge gemacht, welche geeignet erscheinen, den Lichteinfall bei

Abb. 1. Erstes Stockwerk.

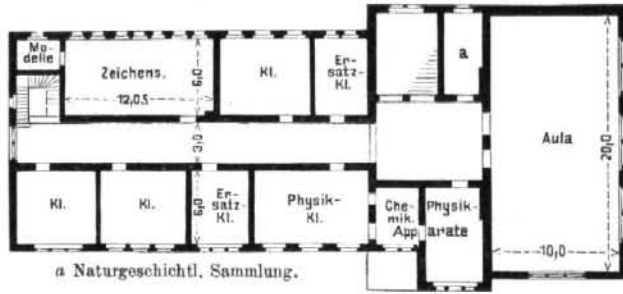


Abb. 1 bis 3. Gymnasium in Clausthal.

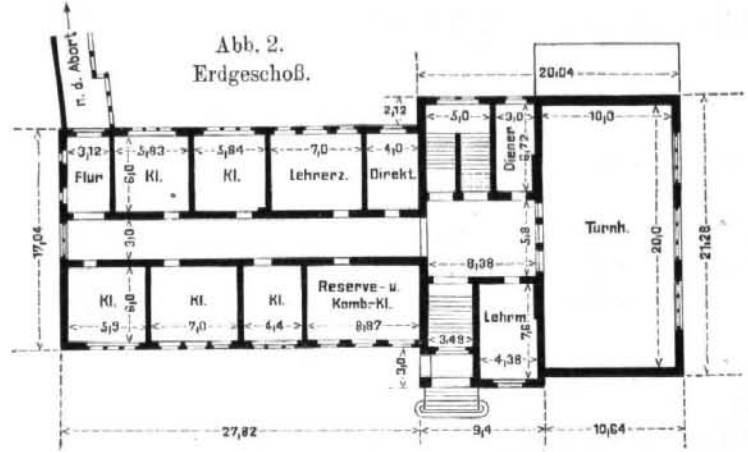


Abb. 4. Erdgeschoß.



Abb. 5. Erstes Stockwerk.

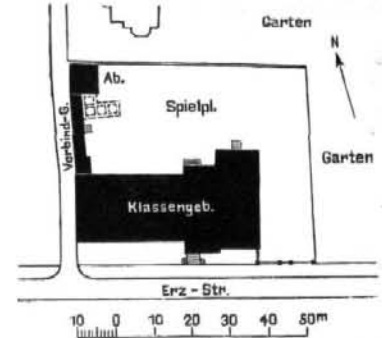
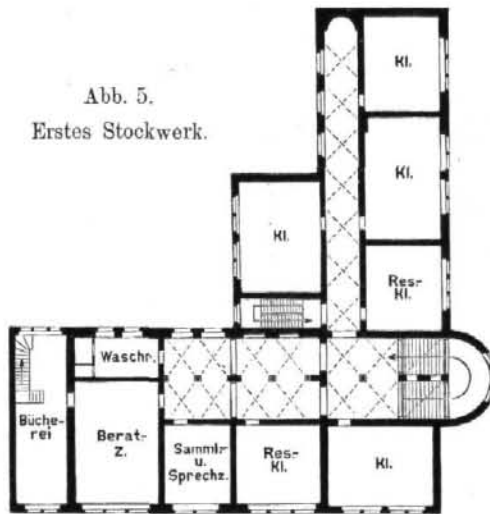


Abb. 3. Lageplan.

Abb. 4 bis 6. Gymnasium in Münster.

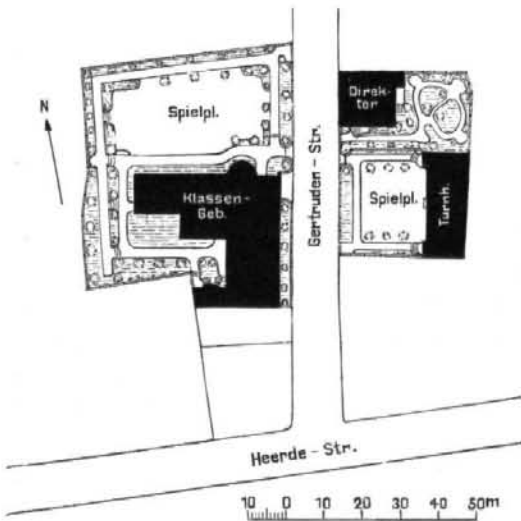


Abb. 6. Lageplan.

Abb. 7. Erstes Stockwerk. a Abort.



Abb. 7 bis 9. Gymnasium in Leer.

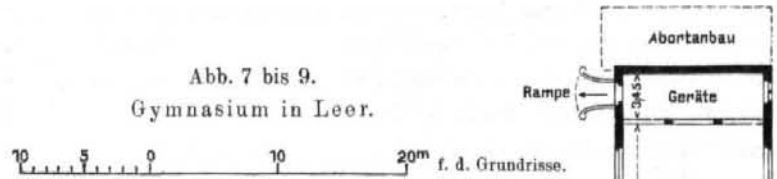


Abb. 8. Erdgeschoß.

a Speisekammer. b Abort. c Kleiderablage.

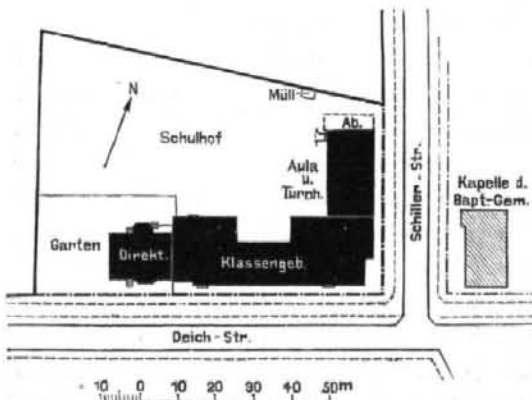
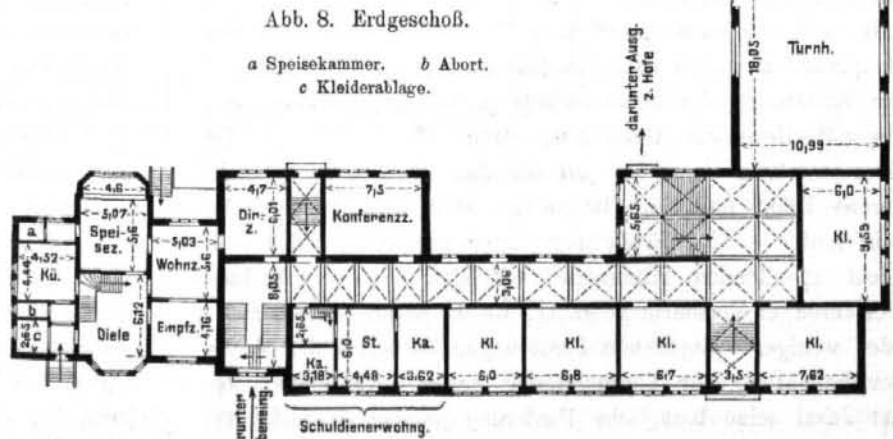


Abb. 9. Lageplan.

Klassenzimmern möglichst günstig zu gestalten, ohne den Forderungen aus dem Raumwinkel genau nachzugehen. Seine Vorschläge hinsichtlich der Tiefe der Klassen, Zahl, Maß und Anordnung der Arbeitsplätze, Breite und Höhe der Fenster usw. entsprechen mit unwesentlichen Abweichungen der bei Neubauten von höheren Lehranstalten in Preußen jetzt üblichen Bauweise. Wesentlich sind die Ausführungen Grubers über die Höhe der Fensterbrüstungen und der Klassenräume überhaupt. Er empfiehlt, beide Maße möglichst groß zu nehmen. Eines hängt ja übrigens mit dem anderen eng zusammen, da man das größere Brüstungsmaß der Fensterfläche oben wieder zulegen und damit die Raumhöhe vergrößern muß. Klar ist aber, daß mit der Erhöhung der Klassenzimmer, mit der größeren Erhebung der Fußböden und Decken über die Erdoberfläche die Beeinträchtigung des Lichteinfalls durch gegenüberstehende Gebäude vermindert werden wird, d. h. mit hohen und hoch gelegenen Unterrichtsräumen kann man an andere Gebäude näher heranrücken, als mit solchen geringerer Maße. Durch Konstruktion weist Gruber nach, daß ein 20 m hohes Gebäude dem 4,95 m von der inneren Fläche der Fensterwand eines gegenüberliegenden Schulzimmers gelegenen Arbeitsplatz im Erdgeschoß noch jedes Himmelslicht nehmen wird, wenn die Straßenbreite — wie in vielen Baupolizeiordnungen vorgeschrieben ist — gleich jener Gebäudehöhe ist. Soll die Belichtung der betreffenden Schulzimmer einem solchen Gebäude gegenüber noch ausreichend sein, so müßte der Abstand der beiden Gebäude bei etwa 3,50 m hohen Räumen fast 50 m, bei 4,50 m Zimmerhöhe noch rund 31 m betragen. Erst bei 5 m hohen Räumen verringert sich der Abstand auf 25,50 m. In den meisten städtischen Straßen würden also im Erdgeschoß keine einwandfrei belichteten Unterrichtsräume angeordnet werden können, selbst nicht bei 5 m lichter Höhe, die schon kaum je zugestanden werden dürfte mit Rücksicht auf die hohen Kosten. Ob diese durch die Ersparnis an Grundstücksfläche zum Teil ausgeglichen werden können, wie Gruber meint, erscheint doch recht zweifelhaft und müßte jedenfalls erst von Fall zu Fall berechnet und festgestellt werden. — Oft werden auch der vorgeschlagenen Steigerung der Geschoßhöhen die baupolizeilichen Bestimmungen entgegenstehen, oder es muß mit einer geringeren Zahl von Geschossen gerechnet werden. Dies hat dann wieder eine Vergrößerung der bebauten Fläche zur Folge, die in Großstädten stets ihre Bedenken hat. Unbedenklich kann man aber dem Vorschlage beitreten, die Unterrichtsräume möglichst nur in den oberen Geschossen anzuordnen, in das Erdgeschoß oder ein hohes Untergeschoß aber Amtsräume, Bücherei, Schuldienerrwohnung, Sammlungs- und Lehrmittelräume zu legen, welche einer solchen Fülle von Tageslicht nicht bedürfen wie Schulzimmer. Dann wird der Bau nur in ganz geringem Umfange zu unterkellern sein, nämlich für die Unterbringung der Heizanlage mit den nötigen Kohlenräumen und etwa einem Vorratskeller für die Schuldienerrwohnung. Der Fußboden des Untergeschosses braucht dann nur 0,30 bis 0,50 m über der Bürgersteig- oder Straßenkrone zu liegen.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist ersichtlich, welche Schwierigkeiten bei der Wahl einer Baustelle — abgesehen von den Kosten — für eine höhere Lehranstalt,

namentlich in größeren Städten, zu überwinden sind und welche eingehenden Erwägungen und Berechnungen einer bezüglichen Entschließung immer vorhergehen sollten. Im Interesse der Sache und der Kosten muß es lebhaft bedauert werden, daß in den weitaus meisten Fällen dem Architekten weder Gelegenheit noch — die Zeit gegeben wird, die notwendigen Erhebungen über die Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit der Baustellen durch persönliche Untersuchungen und Versuchsskizzen anzustellen. Meistens wird ihm das zur Verfügung stehende Gelände, sogar in seinen abgesteinten Grenzen, überwiesen; der Baumeister hat dann eben zu sehen, wie er damit die gestellten Programme und die ihm am Herzen liegenden hygienischen Forderungen erfüllen kann. — Vielleicht sind dafür die vorstehenden Erörterungen in manchen Fällen eine kleine Hilfe.

2. Anordnung der Gebäude auf der Baustelle.

Die wesentlichsten Gesichtspunkte, welche für die Stellung des Klassengebäudes bestimmend sein müssen, ergeben sich aus dem vorstehend über die Wahl der Baustelle Gesagten. In sehr vielen Fällen wird durch die erforderliche Berücksichtigung der dort angestellten Erwägungen im Verein mit der Gestalt des Bauplatzes und der Lage der anliegenden Straßen die Stellung des Klassenhauses so ziemlich gegeben sein. Daneben werden natürlich künstlerische, baupolizeiliche und auch ortstatutarische Forderungen eine wichtige Rolle spielen. — Regeln lassen sich hier nicht geben. Neben dem Wichtigsten, der Zweckmäßigkeit der Anlage, wird man im Auge zu behalten haben, daß die Gebäude einer höheren Lehranstalt einen Monumentalbau darstellen sollen. Vor kurzem noch suchte man diesen Charakter durch streng gegliederte, akademisch auf Achsen gearbeitete Fassaden zu erreichen. Dies bedingte ebenso streng symmetrisch gehaltene Grundrißanordnungen, geschlossene, zu regelmäßigen einfachsten geometrischen Figuren zusammengearbeitete Baumassen. Unter solchen Grundrißanlagen hat noch heute manche Anstalt zu leiden, wenn es sich z. B. darum handelt, sie durch An- und Erweiterungsbauten für die jetzigen Anforderungen etwas geschickter zu machen. — Jetzt geht das Bestreben dahin zu gruppieren, den Grundriß dem Bedürfnis und der Zweckmäßigkeit — namentlich was den Verkehr im Gebäude angeht — entsprechend möglichst frei und ungezwungen zu gestalten und durch Abwechslung in den Höhenmaßen, durch künstlerisch befriedigende Verteilung der Massen ein malerisches Gesamtbild zu erzielen und diesem den Stempel der Bestimmung der Anlage aufzudrücken. Dies wird natürlich auf sehr verschiedene Art und Weise erreicht, auch keineswegs immer befriedigend erreicht. Es sind gute Gesamtbilder erzielt sowohl bei unmittelbarer Verbindung des Klassenhauses mit dem Wohngebäude für den Direktor — wobei dieses aber immer als besonderer, seine Bestimmung deutlich zum Ausdruck bringender Anbau zu erscheinen haben wird — als auch bei Aufführung des Wohnhauses als völlig selbständiges Gebäude, welches sich aber in angemessener Entfernung und an passender Stelle im Verhältnis zum Hauptgebäude zu erheben hat, um ein perspektivisch reizvolles Gesamtbild zu erzielen. Ebenso kann es im Interesse der Gesamtwirkung vorteilhaft sein, die Turnhalle als ge-

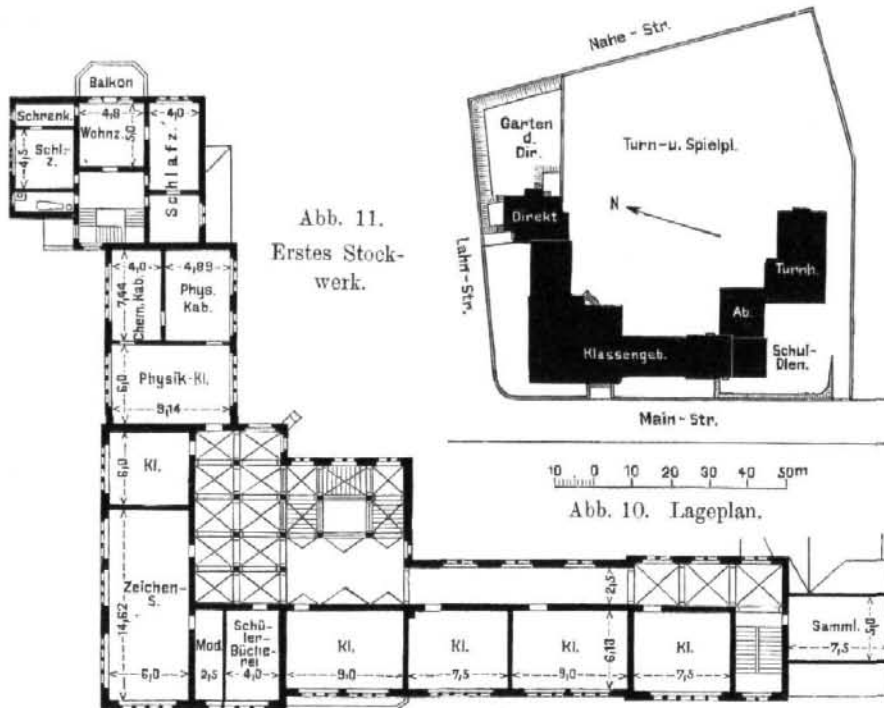


Abb. 11. Erstes Stockwerk.

Abb. 10. Lageplan.

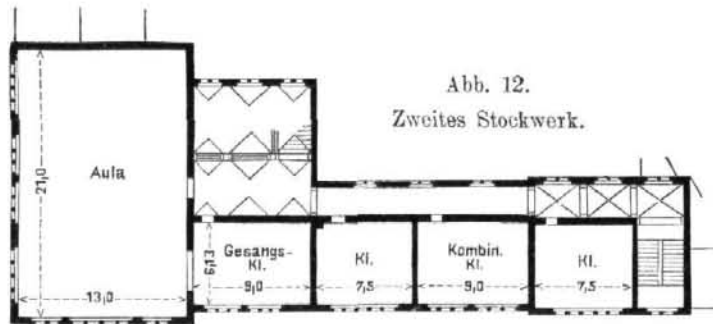


Abb. 12. Zweites Stockwerk.

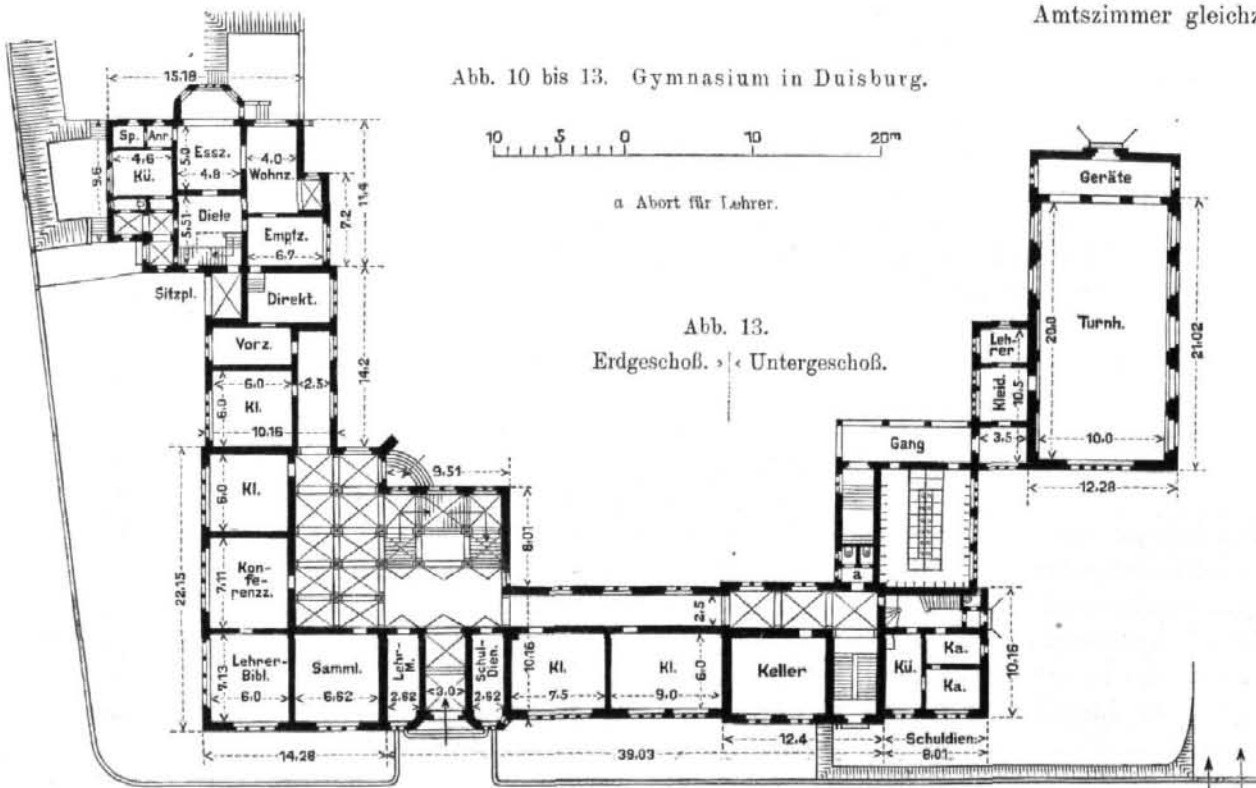


Abb. 10 bis 13. Gymnasium in Duisburg.

Abb. 13. Erdgeschoß. > Untergeschoß.

trenntes Gebäude oder auch im unmittelbaren Zusammenhange mit den anderen notwendigen Baulichkeiten aufzuführen. — Die Anordnung der Gebäude auf der Baustelle zweckmäßig und schön zu treffen ist also — wie man sieht —

eine wesentlich künstlerische Aufgabe, für deren Behandlung und Lösung wohl Winke, aber nie Regeln aufgestellt werden können. Um zu zeigen, wie bei dem Entwerfen einiger neuerer Anstalten die Verteilung ihrer Gebäude auf den Baustellen erfolgt ist, sind in den hier beigegebenen Abbildungen 1 bis 27 die Lagepläne mit dargestellt. Sie lassen gleichzeitig erkennen, mit welchen Baustellen man sich bisweilen begnügen muß, unter welchen Schwierigkeiten oft eine zweckmäßige Gesamtanlage erreicht wird. (Man sehe z. B. Abb. 3 u. 6.) Es darf aber auch nicht aus dem Auge verloren werden, daß außer den künstlerischen auch einige andere, auf dem praktischen Gebiete liegende Erwägungen mitbestimmend sind und sein müssen für die Anordnung der Gebäude auf dem Bauplatze.

In der Regel wird vom Klassenhause auszugehen sein; die übrigen Gebäude haben sich ihm unterzuordnen oder anzupassen. Das Wohnhaus für den Anstaltsleiter hat in zweiter Linie einen gewissen Anspruch bezüglich seiner Lage. Wenn möglich, sollen die Schlaf- und Wohnräume nach Osten oder Süden, Küche und Speisekammer nach Norden, einige Wohnräume — meist den Wünschen der Hausfrau entsprechend — sollen nach der Straße liegen. Eine unmittelbare Verbindung des im Klassengebäude angeordneten Amtszimmers des Direktors mit der Dienstwohnung ist erwünscht, auch im Interesse der Kostenersparnis, da dann das Amtszimmer gleichzeitig als Arbeitszimmer des

Direktors dienen, auch bei gesellschaftlichen Veranstaltungen zu den Wohnräumen hinzugezogen werden kann. Bei getrennt vom Hauptgebäude, als besonderer Bau hergestelltem Wohnhause ist ein Raum mehr als Arbeitszimmer zu gewähren. Es wird auch bei der Wahl der Baustelle für das Wohnhaus auf die Möglichkeit der Anlage eines kleinen Wirtschaftshofes und Gartens Bedacht zu nehmen sein. Die betreffenden Flächen sind tunlichst so aus dem Grundstück herauszu-

schneiden, daß es der regelmäßigen einheitlichen Gestaltung des Turn- und Spielplatzes nicht vorgreift. Dies ist ebenso zu berücksichtigen bei der Anordnung der Turnhalle und des Abortgebäudes, und es läßt sich meistens auf

zwei Wegen erreichen; entweder errichte man die Turnhalle möglichst weit entfernt vom Klassengebäude, dann bleibt der Turn- und Spielplatz zwischen beiden Bauten liegen, oder man rücke die Turnhalle möglichst nahe an das Hauptgebäude, verbinde sie auch allenfalls damit unmittelbar. Für beide Anordnungen sind in den hier beigegebenen Lageplänen Beispiele gegeben. Im allgemeinen wird die letztgedachte Anlage meistens die günstigere und für die Benutzung bequemere sein; sie gestattet fast immer eine vorteilhaftere Ausnutzung des Grundstückes, man kann auch dabei bisweilen mit einer kleineren Baustelle auskommen (vgl. die Lagepläne der Anstalten in Duisburg und Nienburg Abb. 10 u. 21), und die Schüler können von den Klassen aus trockenen Fußes, nötigenfalls unter Anlage eines kurzen überdachten Verbindungsganges, die Turnhalle erreichen. Werden solche Verbindungsgänge zu lang, so sind sie zu kostspielig und werden dann leicht beanstandet, obgleich ihre Anlage unter den klimatischen Verhältnissen vieler Gegenden Preußens vom hygienischen Standpunkte aus dringend wünschenswert ist. — Am sparsamsten und besonders für beschränkte Baustellen geeignet ist es, die Turnhalle mit ins Klassengebäude zu legen, sie etwa unter der Aula anzuordnen, die häufig ja von ähnlichen Maßen sein wird oder kann (vgl. die Grundrisse der Anstalt in Clausthal, Abb. 1 u. 2). Die nötige Mehrhöhe für die Turnhalle ist durch Hinzuziehung des Kellergeschosses oder eines Teiles davon zu gewinnen. Unter den nötigen Vorsichtsmaßnahmen und namentlich bei guten Lüftungseinrichtungen ist das ohne Bedenken.

Die Turnhalle soll ferner, wenn irgend möglich, so gestellt werden, daß auf beiden Langseiten Fensteröffnungen angelegt werden können, weil hierbei die sicherste und bequemste Lüftung zu erzielen ist. In diesem Falle kann von Deckenlüftung ganz abgesehen werden. Muß der Bau auf der Grundstücksgrenze errichtet werden, wo meistens also Fensteröffnungen unzulässig sind, oder ist die freie Lage nur durch das Opfer eines Geländestreifens zu erreichen, der dann unnutzbar der Fläche des Turn- und Spielplatzes entzogen wird, so wird die Deckenlüftung und die Anordnung eines kleinen Dachreiters als Lüftungsschlot zur Notwendigkeit. — Die Turnhalle soll endlich mit einer Langseite, wenn möglich, nach dem Turnplatze zu liegen, um durch einen dort anzuordnenden breiten Ausgang ein unmittelbares Hinausmarschieren geschlossener Turnabteilungen ins Freie zu den Übungen und Spielen zu ermöglichen.

Bei der Wahl der Stellung für das Abortgebäude endlich spielt es eine große Rolle, welche Art der Fäkalienbeseitigung bei der Anlage beabsichtigt und durchführbar ist. Steht an dem Orte eine Hochdruckwasserleitung und eine Entwässerungsanlage, in welche auch die Fäkalien zur Abführung gelangen können, zur Verfügung, so ist es ziemlich gleichgültig, an welcher Stelle des Grundstückes, in welcher Lage zu den anderen Gebäuden die Bedürfnisanstalt angeordnet wird. Bestimmend dafür wird die Lage des Entwässerungskanals, namentlich auch seine Tiefenlage sein. Sonst kann man bei dem heutigen Stande der Technik solche Anstalten fast geruchlos, jedenfalls hygienisch einwandfrei und in keiner Weise unangenehm auffallend herstellen, so daß es unbedenklich ist, sie in unmittelbaren Anbauten am Klassen-

gebäude, ja selbst in diesem, also so bequem als möglich für Lehrer und Schüler unterzubringen. Dann kann vom Bau eines besonderen Abortgebäudes Abstand genommen werden, und das ist sowohl in Rücksicht auf Kostenersparnis als der Hofverhältnisse, endlich auch — und nicht zuletzt — deshalb erwünscht, weil ein Abortgebäude jedenfalls in ästhetischer und künstlerischer Beziehung die Gesamtwirkung der Bauanlage zu leicht beeinträchtigt. Deshalb muß man auch, wenn der Bau nicht zu umgehen ist, bestrebt sein, ihm eine tunlichst versteckte Stelle anzuweisen, wo er, wenigstens von den Straßen aus, nicht gesehen werden kann oder doch nicht durch seine eigenartige Bauweise zu sehr ins Auge fällt. Andererseits muß im Interesse der Schulzucht verlangt werden, daß der Verkehr zum und im Abortgebäude sich nicht zu sehr der Aufsicht der Lehrer entziehen kann; die Zugänge sollen nicht versteckt, sondern so angeordnet werden, daß sie vom Konferenzzimmer oder dem Amtszimmer des Direktors aus übersehen werden können. Diese Rücksichten im Zusammenhang mit der Forderung, daß die Schüler einen nicht zu weiten und vor den Witterungseinflüssen womöglich geschützten Weg zu den Bedürfnisanstalten haben sollen, führen nun natürlich wieder dazu, daß man bestrebt sein muß, mit dem Abortgebäude möglichst nahe an das Klassengebäude heranzugehen. Hiergegen spricht aber wieder die berechtigte Befürchtung, daß die bei Grubenentleerung oder Abfuhr unvermeidlichen Ausdünstungen der Anlage sich in der Nähe allzu sehr bemerklich machen, unter Umständen sogar in die Unterrichtsräume eindringen und dort gesundheitsschädlich wirken könnten. — Peinliche Sauberkeit in der Anstalt, rechtzeitige Reinigung der Grube oder Abfuhr der Tonnen, öftere Desinfektion können zwar in solchen Fällen von bestem Einfluß sein. Es ist aber andererseits auch bekannt, wie es mit der Durchführung solcher Maßnahmen selbst unter den besseren der vielbeschäftigten Schuldieners bestellt ist.

Selbstverständlich ist auch bei der Wahl der Baustelle für das Abortgebäude noch zu erwägen, daß eine möglichst bequeme, unauffällige d. h. geruchlose Abfuhr der Fäkalien erfolgen kann.

Wenden wir uns nun zu der

B. Grundrißanordnung der Gebäude

selbst und beginnen wiederum mit dem eigentlichen

1. Klassengebäude. Neben der Lage der Fensterwände in den Unterrichtsräumen zu den Himmelsrichtungen kommen hier besonders in Betracht: die Anordnung der Räume an den notwendigen, den Verkehr vermittelnden Fluren, die Maße dieser und die Größe der einzelnen Räume. — Wenn irgend möglich, sollten die Klassenzimmer an Seitenfluren angeordnet werden. Das ist natürlich teurer als Anlagen mit Mittelfluren, aber auch anerkanntermaßen so sehr viel besser, daß man nur im äußersten Notfalle davon absehen sollte. Solche Notfälle können sich ergeben bei beschränkten Baustellen und bei ebensolchen Baumitteln. Auch bei staatlichen Bauten ist mit solchen Verhältnissen bisweilen zu rechnen. Es ist vorgekommen, daß kleinere Städte, nur um ihr Interesse an dem für notwendig erachteten Neubau der staatlichen höheren Lehranstalt zu zeigen, die Baustelle dafür dem Staate kostenfrei zur Verfügung stellten, daß aber die Größe des zu dem Zwecke

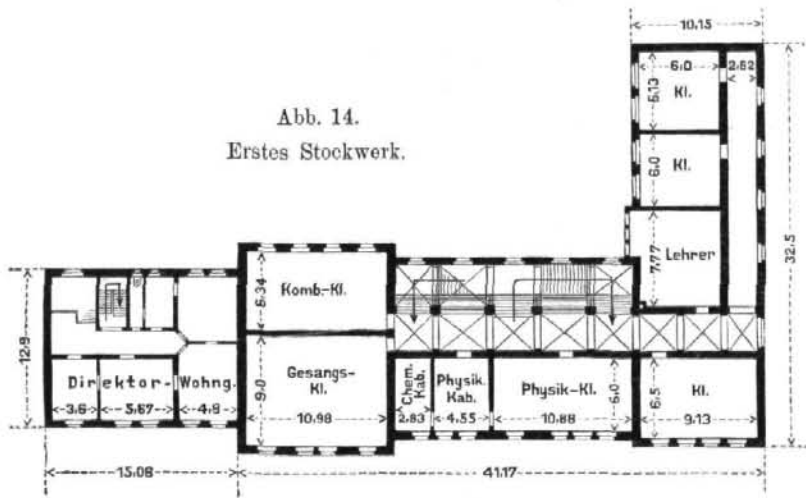


Abb. 14. Erstes Stockwerk.



Abb. 15. Zweites Stockwerk.

Abb. 14 bis 17. Gymnasium in Dortmund.

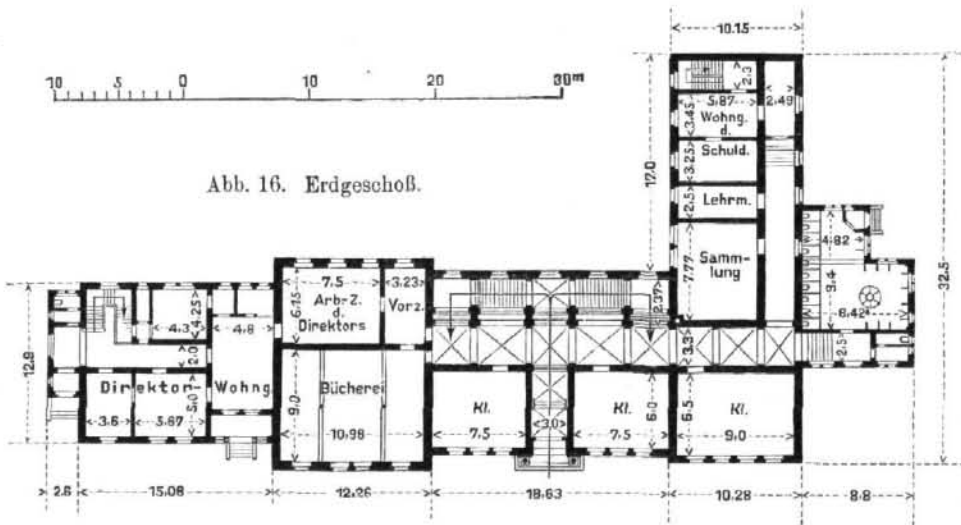


Abb. 16. Erdgeschoß.

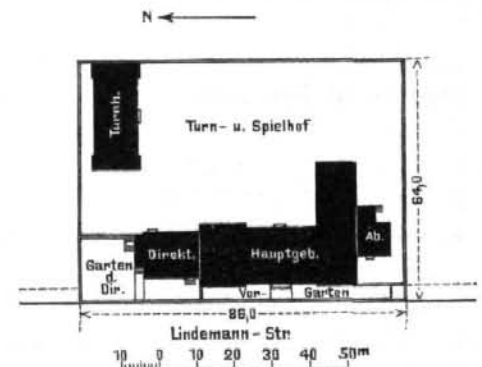


Abb. 17. Lageplan.



Abb. 18. Erstes Stockwerk.



Abb. 19. Zweites Stockwerk.

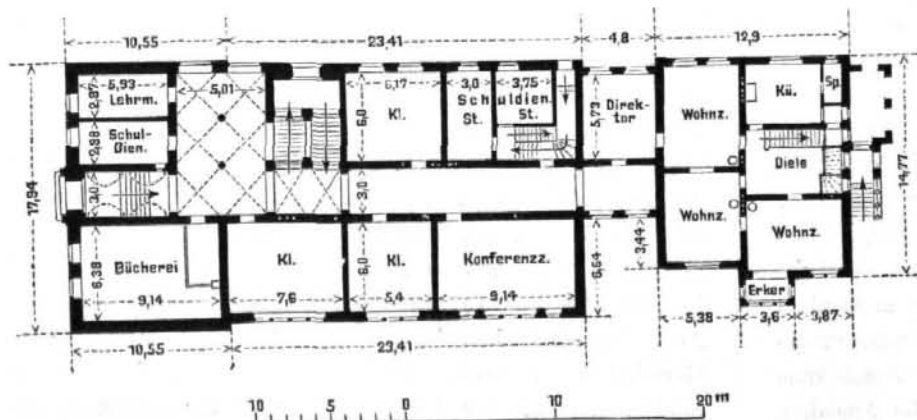


Abb. 20. Erdgeschoß.



Abb. 21. Lageplan.

Abb. 18 bis 21. Gymnasium in Nienburg.

angekauften Geländes hinter dem sonst verlangten und üblichen Maße zurückblieb, und auch im Hinblick auf die bescheidenen geldlichen Verhältnisse und die Steuerkraft der Gemeinde ein Mehreres nicht wohl verlangt werden konnte. Dann muß der entwerfende Baubeamte wohl oder übel, um einen noch einigermaßen brauchbaren Turn- und Spielplatz zu behalten, bestrebt sein, möglichst wenig Fläche zu bebauen; er wird also zu einer Mittelfluranlage kommen, die Turnhalle unter der Aula anordnen u. dgl. m. Oder die zur Verfügung gestellte Bausumme ist aus irgend welchen Gründen sehr gering und fest begrenzt. Dann muß auch die bebante Fläche tunlichst eingeschränkt werden, wenn auch der Bauplatz seiner Größe nach zu einer breit und offen gelagerten Anlage auffordert. — Wenn man zu einer Grundrißbildung mit Mittelflur schreiten muß, sei es für die ganze Anlage, sei es für einzelne Bauteile, so setze man das Breitenmaß dieses Flures so groß als irgend möglich, je nach der Länge nicht unter 3 bis 4 m, fest. Dabei ist eine ausreichende Belichtung von den Kopfbenden aus, Raum für die Unterbringung der Überkleider usw. und für die beiderseitigen nach außen aufschlagenden Klassentüren allenfalls vorhanden. Lüften läßt sich aber ein solcher Flur stets nur mangelhaft; auch ist er für die Bewegung der Schüler aus den beiderseitigen Klassen bei Regenwetter in den Zwischenstunden doch nicht ausreichend. Wie sich indes die Grundrisse für den Neubau kleinerer Anstalten unter solchen Verhältnissen noch einigermaßen befriedigend gestalten lassen, zeigen die in den Abb. 1 bis 3 und 25 bis 27 dargestellten Pläne der Gymnasien in Clausthal und Trarbach. Bei dem ersteren Bau hatte man mit außerordentlich beschränktem Bauplatze — wegen des gebirgigen Geländes — zu rechnen, beim anderen sollte größte Sparsamkeit geübt werden, weil es sich um eine Anstalt mit nur ganz geringer Schülerzahl handelt.

Seitenflure sind mit 2,50 m Breite auskömmlich bemessen; mehr ist besser und schöner, aber meist wegen der Kostenfrage nicht erreichbar. Belichtung und ausgiebige Lüftung — auch der anliegenden Klassenzimmer — sind dabei gesichert, Raum für Unterbringung der Überkleider ist vorhanden, und die Bewegungsfreiheit der Schüler, der Verkehr im ganzen Gebäude gewinnt in hohem Maße.

Es kann von Vorteil sein, einzelne Teile des Klassenhauses mit Mittelflur auszuführen; für die eigentlichen Unterrichtszimmer empfiehlt sich stets in erster Linie die Anordnung am Seitenflur. Beispielsweise ist aber die engere Zusammenlegung der für den naturwissenschaftlichen Unterricht bestimmten Räume und des Zeichensaales unter äußerster Einschränkung der Flurflächen unbedenklich möglich, ohne die zweckmäßige Benutzung oder die hygienischen Vorbedingungen zu beeinträchtigen. Dadurch ergeben sich oft für die angestrebte Gruppierung der ganzen Anlage wünschenswerte oder doch gut verwertbare Bauabschnitte.

Als zweiter wichtiger Punkt für die Grundrißgestaltung kommt die Bemessung der Länge und Tiefe der Unterrichtsräume in Betracht. Diese Maße haben sich in erster Linie nach der Zahl der Schüler zu richten, welche in den Räumen unterrichtet werden sollen. Größe und Alter der Schüler sind für die Maße der einzelnen Bankteile grundlegend, für die Maße der Grundfläche des ganzen Raumes weniger, da z. B. bei den jetzt meist gebräuchlichen zweisitzigen Bänken

die für die Raumtiefe maßgebende Länge der Banktafel bei den einzelnen Größennummern nur um wenige Zentimeter verschieden ist.

Das auskömmliche Maß einer Klassentiefe ergibt sich nun, bei der Annahme von zweisitzigen Rettig-Bänken und der wünschenswerten Aufstellung von nicht mehr als drei Reihen nach der Tiefe, zu 6 m. Weniger ist unzweckmäßig und, zumal bei der genannten Bankart, nicht vertretbar, mehr — ohne Vermehrung der Bankreihen nach der Tiefe — erwünscht, erhöht aber ohne Not die Baukosten. 6 m tief sollte man also die Klassen im untersten Geschoß mindestens machen; in den oberen Stockwerken erhält man dann 6,13 bis 6,26 m. Diese Maße reichen überall aus, um auch das der Rettig-Bank eigentümliche Umlegen während der Fußbodenreinigung zu ermöglichen. — Für 30 Schüler der drei oberen Klassen berechnet sich die erforderliche Zimmerlänge zu 6 m, für je 40 Schüler der mittleren Klassen zu 7,50 m, für je 50 der unteren Klassen zu 8,80 bis 9 m. Diese letzteren Klassen fassen eigentlich nur 48 Schüler, acht Reihen zu 6; aber man kann sich nötigenfalls durch zeitweises Einstellen von Einsitzern noch einige Plätze an der Mittelwand schaffen und macht deshalb nicht den ganzen Raum um etwa 0,70 m länger. Das Maß von 9 m ist so wie so schon das äußerste, wohin die Stimme des Lehrers auf die Dauer ohne Überanstrengung noch mit Sicherheit dringt. Legt man die oben berechneten Maße zugrunde, so erhält man für den Schüler in den drei oberen Klassen $\frac{36}{30} = 1,2$ qm, in den drei mittleren $\frac{45}{40} = 1,125$ qm, in den drei unteren $\frac{54}{50} = 1,08$ qm Bodenfläche, Maße, die nicht wesentlich von denen im Jahre 1872 bereits als Normalmaße amtlich zugestanden abweichen. Allerdings können sie jetzt nur als die äußerstenfalls zulässigen bezeichnet werden. Da aber seit 1872 die Höchstzahl der Schüler in den einzelnen Klassen — z. T. erheblich — herabgesetzt worden ist, sind die Unterrichtsräume im allgemeinen doch hygienisch besser geworden.

Die Türen der Klassenzimmer sollen in der Regel im Gesichtsfeld der Schüler liegen, so daß diese sich also nicht umzudrehen brauchen, um die eintretende Person zu sehen. Die Türen sollen nach dem Flur zu aufschlagen und sich ganz herumlegen lassen, so daß sie im geöffneten Zustande auf der Flurseite der Mittelmauer aufliegen. Die Fenster sind bekanntlich in der Regel nur in der einen, vom Schüler aus linksseitigen Wand anzuordnen. Sie sind möglichst groß und hoch, mit geradem oder doch nur flachbogigem Sturz und Zwischenpfeilern von tunlichst beschränkter Breite anzulegen. Pfeiler von mehr als 0,90 m Breite sind ganz zu vermeiden. Das bekannte Verhältnis der Fenster- zur Grundfläche des betr. Raumes von 1:5, welches vielfach noch als Norm für die Bemessung der Fensterflächen gilt, ist nur für besonders günstige Verhältnisse, freie Lage des Gebäudes, nicht zu große Tiefe und ausreichende Höhe der Räume auskömmlich; in städtischen Straßen und bei Anordnung von Tiefklassen muß oft recht erheblich darüber hinausgegangen werden, um die verlangte Belichtung aller Plätze zu erzielen.

An die Räume für den technischen Unterricht, also den Zeichensaal, die Klassen für den Physik- und Chemieunter-

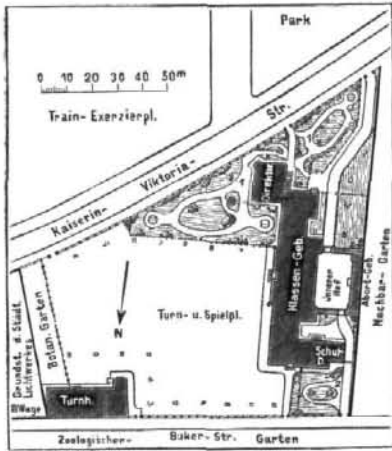


Abb. 22. Lageplan.

richt mit ihren Nebenräumen werden im allgemeinen dieselben Anforderungen gestellt wie an die anderen Klassen. Der stets nach der Nordseite anzuordnende Zeichensaal soll mindestens 6 m tief und 15 bis 16 m lang sein. Diese Maße ergeben sich aus den Einzelmaßen der erforderlichen Plätze. Jeder Platz soll 0,80 m Breite und 1,60 m Tiefe haben. Mehr als fünf Schüler sollen in der Regel nach der Zimmertiefe nicht nebeneinander sitzen. Das ergibt, bei Annahme eines Ganges von 0,50 m entlang der Fensterwand, 4,50 m Entfernung für den äußersten Rand der Tischreihen. Für 40 Schüler bedarf man also eine Saallänge von $8 \times 1,60 = 12,80$ m.

Vor dem ersten Tische soll ein Raum von 3,0 bis 3,20 m Breite zu Vorführungen an Modellen usw. verbleiben. Mithin ist eine Gesamtlänge von 16 m notwendig. Die unteren Klassen der Lehranstalten können nun aber 50 Schüler haben, die am Zeichenunterricht teilnehmen müssen. Für diese Zahl würde also der Zeichensaal von 6 zu 16 m schon zu klein sein. Dabei ist indes zu bedenken, daß für solche kleineren Schüler das Platzmaß von 0,80 m reichlich groß ist, und daß auf der 4 m langen Tischreihe auch wohl zeitweise sechs Schüler, im ganzen dann also 48 werden zeichnen können, um so mehr als bei der neueren Art des Zeichenunterrichts die Handtierung mit Schiene und Dreieck, welche viel Raum beansprucht, fast ganz fortfällt. Die dann noch fehlenden zwei Plätze lassen sich

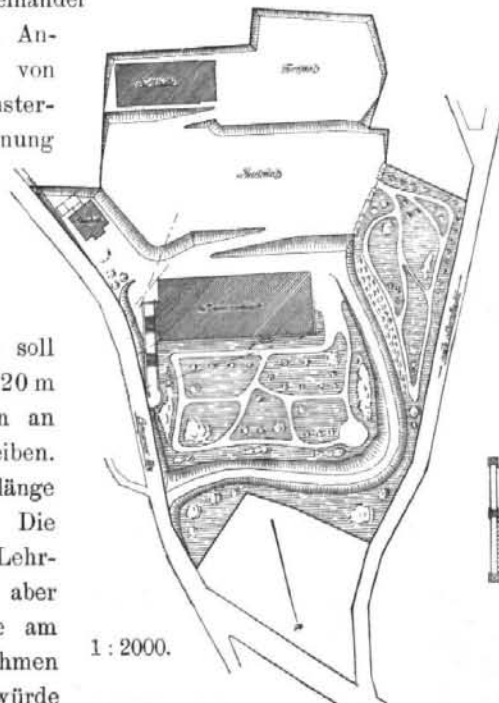


Abb. 27. Lageplan.

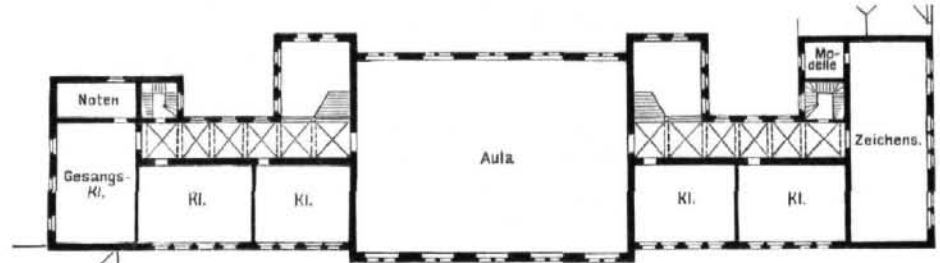


Abb. 23. Zweites Stockwerk.

Abb. 22 bis 24. Augusta-Viktoria-Gymnasium in Posen.

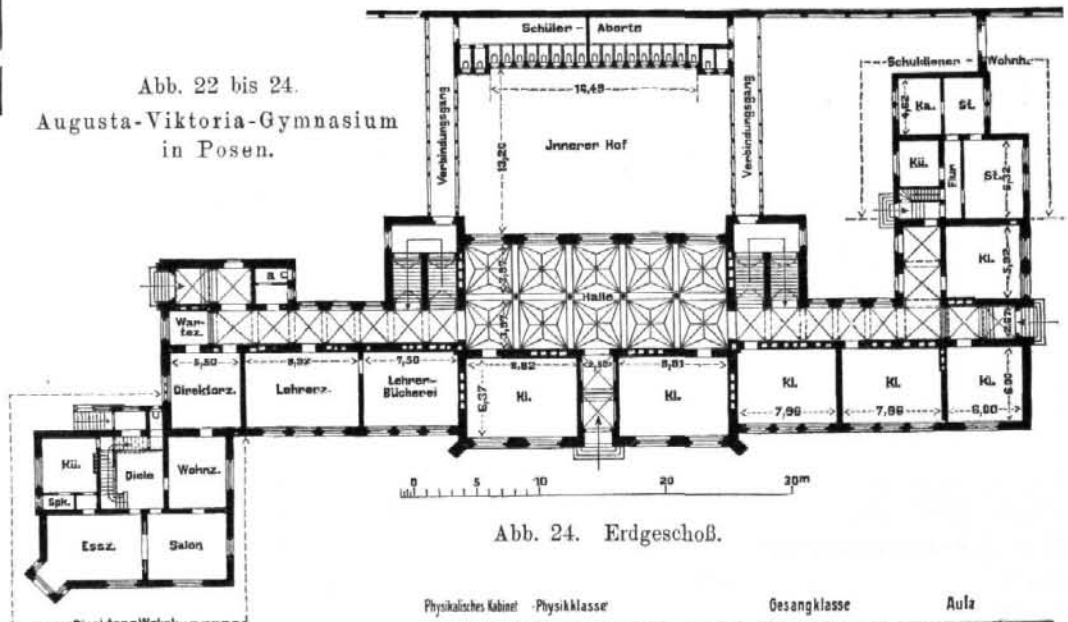


Abb. 24. Erdgeschoß.

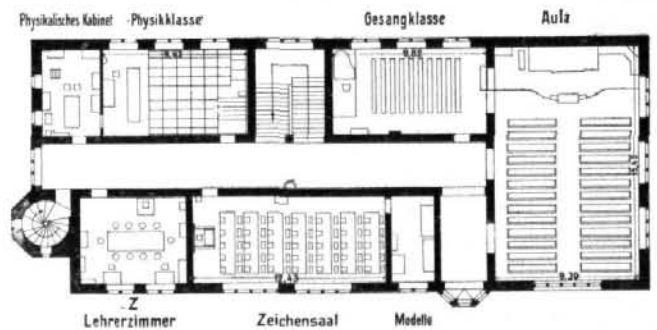


Abb. 25. Erstes Stockwerk.

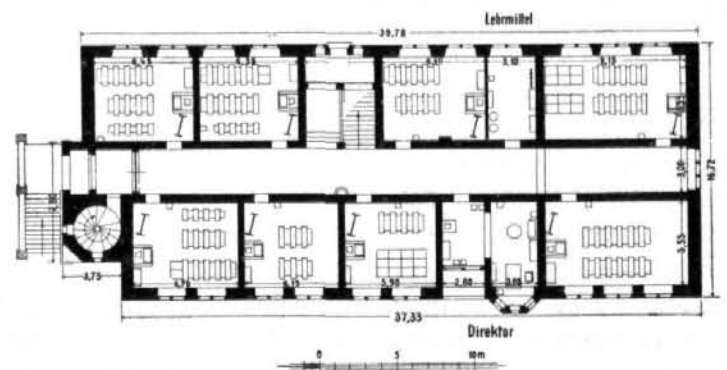


Abb. 26. Erdgeschoß.

Abb. 25 bis 27. Gymnasium in Trarbach.

in dem Räume vor den Tischreihen gegebenenfalls noch hergerichtet; jedenfalls sind 16 m lange Zeichensäle als ausreichend zu bezeichnen, größere werden nicht gewährt. Die Flächen der Mittelmauer sind für die Anbringung von Wandtafeln tunlichst frei zu halten, an denen das Freiarmzeichnen geübt werden soll. Mit dem Zeichensaal muß ein Raum zur Unterbringung zahlreicher Modelle, Vorlagen usw. in Verbindung stehen.

Für den Unterricht in der Physik wird ein Raum verlangt, in welchem 40 bis 42 Schüler in aufsteigenden Sitzreihen Platz finden. Vor der ersten Bankreihe ist eine Fläche von etwa 3,50 m Breite für den am Experimentiertisch arbeitenden Lehrer frei zu lassen. In Verbindung mit diesem Räume ist neben oder hinter dem Standorte des Lehrers ein Vorbereitungs- und im Anschluß daran ein großes Geräte- oder Sammlungszimmer vorzusehen. Da in diesem letzteren häufig sehr empfindliche Instrumente u. dgl. untergebracht sind, muß außerdem ein kleiner Raum zur Aufbewahrung von Chemikalien vorhanden sein, um eben die von diesen ausgehenden schädlichen Gase und Ausdünstungen von den physikalischen Geräten fern zu halten. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht auf den humanistischen Gymnasien genügen diese Räume. Für Realgymnasien und Oberrealschulen tritt noch mindestens ein großes Laboratorium, womöglich aber im Anschluß daran noch eine besondere Klasse für den Unterricht in der Chemie hinzu, deren Einrichtung und Größe etwa derjenigen der Physikklasse entsprechen soll. Das Laboratorium muß Arbeitsplätze für 12 bis 15 Schüler bieten; mehr ist nicht nötig, da ein Lehrer über eine größere Zahl gleichzeitig doch nicht die Aufsicht führen kann. Über die Belichtung der Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist allgemein zu bemerken, daß es von Vorteil ist, die Experimentiertische so zu stellen, daß der Lehrer das Licht von der linken Seite erhält; dann fällt es für die Schüler meistens von rechts ein, was aber für die wenigen Unterrichtsstunden, in welchen außerdem nicht viel geschrieben wird, unerheblich ist.

Endlich ist noch für einen nicht zu knapp bemessenen Raum zur übersichtlichen Unterbringung der naturwissenschaftlichen Sammlungen, ausgestopfter Tiere, Käfersammlungen, Herbarien, Mineralien u. dgl. Sorge zu tragen. Neuerdings wird vielfach in Verbindung damit noch ein besonderer Klassenraum für den Unterricht in der Naturkunde verlangt. Das ist ohne Frage recht bequem und schön, kann aber als notwendig nicht anerkannt werden und hat deshalb bei staatlichen Anstalten wohl kaum je auf Genehmigung zu rechnen. Die Lage des gedachten Sammlungsraumes sollte eine möglichst zentrale sein, so daß die Wege zu den Klassen, wohin die Anschauungsmittel für den Unterricht gebracht werden müssen, nicht zu weit werden. — Dieselben Rücksichten sind bei der Anordnung des sehr erwünschten Kartenzimmers zu nehmen. Für diesen Raum genügt bei den meisten Anstalten eine Grundfläche von 15 bis 18 qm.

Außer den vorbesprochenen, dem eigentlichen Unterricht dienenden Räumen sind nun im Klassengebäude noch unterzubringen: Eine Wohnung für den Schuldiener, ein Amtszimmer für den Direktor, ein Konferenz- und Lehrerzimmer, und Räume für Aufstellung der Lehrer- und Schülerbücherei.

Die Wohnung des Schuldieners soll aus drei Wohn- und Schlafräumen, Küche mit kleiner Speisekammer, Abort und Vorratsgefaß (Keller) bestehen. Im ganzen werden etwa 50 bis 60 qm nutzbarer Wohnfläche gewährt. Da dem Schuldiener — auch außer der Schulzeit — die Aufsicht über das Schulgrundstück und seine Bauten obliegt, so sollte seine Wohnung, wenn irgend möglich, so liegen, daß die Hauptzugänge von ihr aus übersehen werden können. Ist

das nicht zu erreichen, so muß dem Schuldiener mindestens ein Raum in der Nähe des Haupteinganges als Dienstzimmer überwiesen werden, in welchem er sich kurz vor und während dem Unterricht aufzuhalten hat. Wo Kellerwohnungen baupolizeilich noch zugelassen sind, wird der Schuldiener mit Vorliebe in solchen untergebracht. Wenn irgend möglich, sollte man indes im gesundheitlichen Interesse solche Anordnung nicht mehr treffen; die Klagen über derartige Wohnungen pflegen trotz aller Vorsicht, trotz sachgemäßer Anwendung aller neueren technischen Hilfsmittel nicht auszubleiben. Bei einigen in den letzten Jahren errichteten staatlichen Anstalten hat man die Wohnung im Keller- und Erdgeschoß so angeordnet, daß die Zwischendecke etwa 1 m über dem Erdgeschoßfußboden liegt. Dann können — bei einigermaßen hoher Lage dieses Fußbodens über dem angrenzenden Gelände — zwei Geschobhöhen von je 3 m für die Wohnräume gewonnen werden, ohne mit dem Fußboden des unteren Geschosses unzulässig tief unter das Gelände zu kommen. Im Äußeren wird sich eine solche Anordnung zwar bisweilen dem Fassadengliederung nicht leicht anpassen lassen, weil die Brüstungen der Fenster eine andere Lage und diese selbst kleinere Maße erhalten werden. Indes kommt darüber der Architekt wohl hinweg, und die Lösung hat den reinen Kellerwohnungen gegenüber manche Vorteile; vor allem ist sie raumersparend und billig, und sie gestattet meistens die leichte Erfüllung einer anderen, an die Schuldienerwohnung zu stellenden Forderung, nämlich daß ein einfacher, aber möglichst ausgiebiger Abschluß der Wohnräume vom Schulverkehr im Falle von ansteckenden Krankheiten in der Schuldienerfamilie hergestellt werden kann. Zu dem Zwecke ist die Anordnung der Wohnung so zu treffen, daß ein besonderer Zugang den Familienmitgliedern die Möglichkeit bietet, ihre Räume zu erreichen, ohne daß sie mit den Schülern in unmittelbare Berührung kommen oder für diese bestimmte Räume durchschreiten müssen. Die Verbindungstür zwischen der Wohnung und den dem Schülerverkehr dienenden Fluren usw. ist in Krankheitsfällen dann ganz zu schließen. Eine unmittelbare Verbindung der Wohnung mit den Kellerräumen des Klassenhauses erscheint unbedenklich, ja notwendig, schon weil in den meisten Fällen der Schuldiener gleichzeitig das Amt des Heizers, die Bedienung der Zentralheizung, wahrzunehmen hat.

Das Amtszimmer des Direktors soll so liegen, daß es leicht aufzufinden ist, und zwar auch vom Publikum. Der Zugang soll also gut belichtet sein, nicht versteckt hinter Pfeilern oder Vorlagen, nicht erst erreichbar von Zwischen- oder dunklen Vorfluren aus liegen. Wenn angängig, soll aus dem Direktorzimmer der Turn- und Spielplatz oder der Hofraum zu übersehen sein. Ein Vorzimmer ist bei größeren Anstalten recht erwünscht, wird aber seither noch nicht allgemein als notwendig anerkannt. Es kann auch zur Aufstellung eines Schrankes für Handakten des Direktors oder zur Unterbringung eines Teiles der Handbücherei für die Lehrer benutzt werden, namentlich wenn — wie sich das öfter findet — an der anderen Seite dieses Vorzimmers das Konferenz- und Lehrerzimmer angeordnet ist. Wenn der Raum eine solche Verwendung finden kann, ist seine Anlage schon leichter zu begründen. In vielen Fällen wird dieses Vorzimmer auch als Sprechzimmer bei Rücksprachen zwischen

Eltern der Schüler und den Lehrern dienen müssen; ein besonderer Raum wird für diesen Zweck leider meistens noch nicht gewährt.

Das Konferenz- und Lehrerzimmer muß nicht nur für die bequeme Aufstellung eines Sitzungstisches, der für die an der Anstalt beschäftigten Lehrer Raum bietet, ausreichend bemessen sein, sondern es soll auch noch kleine Schränke aufnehmen, in welchen die Lehrer Bücher, Schülerhefte u. dgl. unter Verschluss halten können, da einzelne Lehrer in freien Stunden zwischen ihrer Unterrichtszeit sich gern mit Korrekturen beschäftigen. Es ist erwünscht, daß vom Lehrerzimmer aus der Schulhof übersehen werden kann, um so mehr, wenn es nicht gelungen sein sollte dem Direktorzimmer eine Lage zu geben, welche das ermöglicht.

Endlich sind noch die erforderlichen Büchereiräume zu erwähnen. Bei Neubauten werden jetzt in der Regel getrennte Räume für die Schüler- und die Lehrerbücherei angeordnet. Zweckmäßig wird es immer sein, sie nebeneinander zu legen, notwendig ist es aber nicht, da nicht immer ein und derselbe Lehrer beiden Büchereien vorsteht. In der Schülerbücherei ist ein durch Schranken abgetrennter kleiner Bücherausgaberaum vorzusehen.

Die Größe der Räume hat sich natürlich nach der Zahl der vorhandenen Bände zu richten; selbstverständlich ist auf eine Vermehrung des Bestandes Rücksicht zu nehmen. Für die Anordnung und Ausstattung der Büchergestelle, Breite der Gänge usw. können die Einrichtungen öffentlicher Büchereien als maßgebend herangezogen werden; es ist deshalb auch stets zu erwägen, ob es angängig ist, bei größeren Büchereien zur Einspeicherung überzugehen. Einen großen Raum beanspruchen in den Anstaltsbüchereien stets die Schulprogramme; ihre Zahl nimmt alljährlich zu und steigt bei einzelnen Anstalten auf 900 und mehr für das Jahr. Sie enthalten viele wertvollen, mühsam zusammengetragenen wissenschaftlichen Arbeiten neben den amtlichen Schulnachrichten, werden aber nach der Angabe der meisten Anstaltsleiter und Büchereivorsteher im großen und ganzen sehr wenig benutzt. Die Trennung der Programmsammlung von der sonstigen Bücherei erscheint daher im Einzelfalle kaum bedenklich; dadurch ist dann bisweilen — im Notfalle — eine Einschränkung des Büchereiraumes möglich. Die Programmsammlung kann in einem trockenen Kellergeschoß- oder Dachraume untergebracht werden. Die Büchereiräume sind sämtlich — mit Ausnahme desjenigen für die Programme — heizbar zu machen, da sie vom Vorsteher behufs Ausgabe der Bücher, Vervollständigung der Verzeichnisse usw. — wenn auch nur stundenweise — benutzt werden. Auf ein längeres Arbeiten der Lehrer in den Büchereien ist nicht zu rechnen; für Arbeits- und Leseplätze braucht also nicht Sorge getragen zu werden.

2. Das Direktorwohnhaus. Zu der Grundrißanordnung ist wenig zu sagen. Sie wird nach der Lage zu den anliegenden Straßen, den Himmelsrichtungen und zum Klassengebäude verschiedene Lösungen ergeben, die aber doch nur in Einzelheiten voneinander abweichen werden. Im wesentlichen wird sich stets dasselbe Bild herausstellen. Über dem Waschküche und Vorratsräume enthaltenden Kellergeschoß sind meistens in zwei Stockwerken sieben Wohn- und Schlaf- räume, Küche, Speisekammer, Badezimmer und Mädchengelaß

um eine mehr oder minder geräumige Diele gruppiert angeordnet. Bei unmittelbarer Verbindung des Wohnhauses mit dem Anstalts- oder Klassengebäude — wie sie jetzt zweckmäßigerweise häufig beliebt wird — ergeben sich oft recht bemerkenswerte, architektonisch gut wirkende Anlagen, die auch bezüglich des Kostenpunktes oft vor den vom Hauptgebäude losgelösten Entwürfen den Vorzug verdienen. Einige hier beigegebene Grundrisse von Direktorwohnhäusern (Abb. 7 u. 8, 11 u. 13, 28, 29) mögen zeigen, wie bei in den letzten Jahren erbauten Anstalten einerseits im Falle unmittelbarer Angliederung an

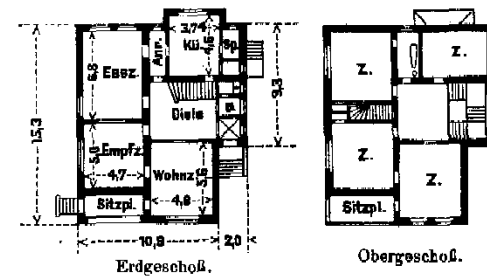


Abb. 28. Direktorwohnhaus in Pr. Friedland.

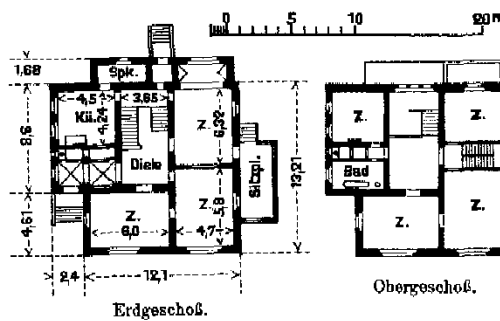


Abb. 29. Direktorwohnhaus in Neumark (Westpreußen).

das Klassenhaus, andererseits bei getrennt davon errichteten Gebäuden die Aufgabe gelöst worden ist. Regel ist, daß diese Dienstwohngebäude in bezug auf Zahl, Größe und Ausstattung der Zimmer nicht mehr bieten sollen als bei Dienstwohnungen anderer in Rang und Gehalt gleich gestellter Staatsbeamten gewährt wird; auf persönliche Wünsche und Familienver-

hältnisse des einzelnen Anstaltsleiters kann und soll nur insoweit Rücksicht genommen werden, als die gewünschten Abweichungen von den festgelegten Grundsätzen die allgemeine Brauchbarkeit der Räume nicht beeinträchtigt und die für eine solche Dienstwohnung ausgeworfenen Höchstkosten nicht überschritten werden.

Aus einer ganzen Reihe von Entwürfen zu Direktorwohnhäusern der neueren Zeit ist die bebaute Fläche und der umbaute Raum ermittelt worden, um ein Bild zu gewinnen, mit welchen Grenzwerten etwa beim Entwerfen gerechnet werden kann, und um hiernach sofort erkennen zu können, ob der Entwurf nicht über das Maß des Üblichen und Zulässigen hinausgeht. Die Grenzwerte sind zu 160 bis 200 qm bebauter Fläche und 1850 bis 2000 cbm umbauten Raumes festgestellt. Dabei haben sich nutzbare Wohnflächen (einschl. Küche, Speisekammer usw., aber ohne Flure, Treppenträume und ohne Giebelstuben) von 180 bis 220 qm ergeben. Die Kosten für ein Direktorwohnhaus sollen in der Regel, einschl. derjenigen für die Nebenanlagen, aber ohne die für den Ankauf der Baustelle, nicht über 32 bis 35 000 \mathcal{M} betragen. Hängt der Bau unmittelbar mit dem Klassengebäude zusammen, so ist es zweckmäßig, seine Kosten mit denen des Hauptgebäudes in einem Anschlage zu vereinigen, die Kosten des Wohnhauses also gar nicht allein erscheinen zu lassen.

3. Der Turnhallenbau muß den Übungssaal mit anschließendem Geräteraum, eine geräumige Kleiderablage, ein

Lehrerzimmer und einen Flur enthalten. Liegt die Halle in größerer Entfernung vom Klassengebäude oder Schulhofe, so ist die Anlage eines Aborts mit zwei bis drei Sitzen und einigen Bedürfnisständen notwendig; in solchen Fällen ist auch ein kleiner Raum zur Lagerung von Brennstoffen erwünscht, damit der Schuldiener die Kohlen usw. zur Heizung der Öfen nicht von den im Hauptgebäude der Anstalt untergebrachten Vorräten heranzuschaffen braucht.

Die Maße der Turnsäle für die staatlichen Lehranstalten sind leider mit der Zeit nicht fortgeschritten. Äußerst selten werden größere Maße als 10 zu 20 m i. L. zugebilligt. Selbst für Anstalten mit 500 bis 600 Schülern, vollbesetzte Doppelanstalten, muß meistens eine solche Turnhalle ausreichen. Dabei kommen 40 und mehr Turnstunden auf die Woche; sie müssen unter Umständen sämtlich in der einen nur 200 qm großen Turnhalle abgehalten werden. Daß dabei ein häufigeres kräftiges Durchlüften und gründliches Reinigen nicht ausführbar ist, jedenfalls aber nicht vorgenommen wird, ist nur zu erklärlich. Häufig ist dann noch an den Abenden die Halle an Turnvereine vermietet oder auch unentgeltlich überlassen, so daß auch abends die so notwendige Lüftung nicht erfolgen kann. Die ersten Turnstunden am Vormittag werden noch unter der verdorbenen staubigen Luft des Vorabends zu leiden haben. Kein Wunder, daß sich eine ganze Zahl von Stimmen aus Lehrer- und Ärztekreisen für eine völlige Beseitigung der Turnhallen, für Erteilung des ganzen Turnunterrichts im Freien ausspricht. Ohne Zweifel wäre das die einfachste und beste Lösung der Turnhallenfrage; denn es kann nicht bestritten werden, daß Bewegung in freier, frischer Luft, womöglich auf gut gehaltener Rasenfläche, selbst ohne planmäßige Übungen an Geräten oder dgl. für den jugendlichen Körper ungleich zuträglicher und gesunder sein muß als Turnunterricht — und sei er noch so gut geleitet — in einer Halle, namentlich aber wenn diese nicht ausgezeichnet gelüftet und stets gut staubrein gehalten werden kann. Andererseits ist nicht zu leugnen, daß in vielen Gegenden Preußens der widrigen klimatischen Verhältnisse wegen der Turnunterricht monatelang ganz würde ausfallen müssen, wenn man ihn nicht für die regnerischen und winterlichen Zeiten in die vielgeschmähten Turnhallen verweisen könnte und — schließlich ist doch eine planmäßig betriebene körperliche Bewegung im geschlossenen Raume, also Turnsaale, wenn er nur den hygienischen Anforderungen einigermaßen entspricht, immer noch besser als gar nichts oder als Stillsitzen hinter Büchern und Schreibtisch. Nun wollen ja zwar die Gegner der Turnhallen an Stelle des Turnens im Freien bei schlechtem Wetter und im Winter Spaziergänge, Jugendspiele, Eislauf u. dgl. setzen, ein Vorhaben, daß größte Förderung verdienen würde, wenn nicht in unseren Breiten solche Bewegungsspiele auch wieder durch die Witterungsverhältnisse nur allzu häufig gestört und verhindert würden. Der richtigste Weg liegt wohl, wie so oft, auch hier auf der Mittellinie: Man lasse die Schüler so viel als irgend mit der notwendigen Rücksicht auf die Gesundheit der Durchschnittszahl vereinbar ist, Bewegungsspiele und Turnübungen im Freien ausführen, Sorge aber andererseits dafür, daß möglichst geräumige, gut gelüftete und leicht staubfrei zu haltende Turnsäle planmäßig betriebene Körperübungen bei widrigem oder zu kaltem Wetter ermöglichen.

Wenden wir uns nach dieser kleinen Abschweifung dem Turnhallengebäude selbst wieder zu. Nach der Ansicht vieler Turnlehrer, welcher sich auch der Leiter der Turnlehrerbildungsanstalt in Berlin im wesentlichen angeschlossen hat, sollte eine brauchbare Turnhalle in ihren kleinsten Maßen 11 m breit und 20 m lang sein. Bei diesen Maßen kann an einer Längswand hin und wieder noch ein Gerät, Bock oder Pferd, oder sogar ein Barren aufgestellt werden, ohne die Halle zu sehr zu beengen; bei dieser Hallenbreite kann allenfalls von einem besonderen Geräteraum ganz abgesehen werden; bei nur 10 m breiten Hallen ist er unbedingt nötig. Wird ein Geräteraum angeordnet, so muß er 20 bis 25 qm groß und nicht über 2,50 bis 3 m tief sein, da bei größerer Tiefe das Hinein- und Herausbringen der größeren Geräte Schwierigkeiten macht. Der Geräteraum soll stets durch möglichst weit gespannte Bogen — ohne Verschlüsse — mit dem Turnsaal verbunden sein. Ob er an der Langseite oder am Giebel der Halle vorgelegt wird, hat sich z. T. nach der Lage der Baustelle, z. T. nach den Ansichten der betr. Unterrichtsverwaltung zu richten. Bei der Lage am Giebel wird eine Verlängerung der Turnhalle erreicht, die bei Springübungen von Vorteil sein kann; beim Anbau an der Langseite sind mit den Geräten die kürzesten Wege zurückzulegen, doch wird bei dieser Anordnung die Anlage von Fenstern auf der einen Seite der Turnhalle unmöglich oder sie muß doch auf hochliegende Fenster beschränkt bleiben. Der Geräteraum ist mit 2,50 bis 3 m Höhe ausreichend bemessen; er kann also z. B. bei der Lage an der Langseite unter dem geschleppten Hauptdache angeordnet werden. Einer Decke bedarf er kaum, wenn an Kosten gespart werden muß; die Dachfläche genügt.

Die kleinen Geräte, als: Holz- und Eisenstäbe, Keulen, Hanteln, ja sogar Matratzen, Fechtgeräte, Bandagen usw. werden zweckmäßig in Wandschränken in der Halle selbst untergebracht. Diese Wandschränke werden in den in der Regel 0,64 m starken Außenmauern unter den Fenstern angelegt; ihre Tiefe kann 0,25 bis 0,30 m betragen. Da die Fensterbrüstungen 1,80 bis 2 m hoch sind, hat man reichlich Raum dazu. Das Holzpaneel, womit die Turnhallen gewöhnlich auf Fensterbrüstungshöhe verkleidet werden, geht über die an den Binderstellen angelegten Pfeilervorlagen hinweg, so daß keinerlei Vorsprünge im Paneel entstehen. Die Wandschränke erhalten zweckmäßig Schiebetüren.

Die Kleiderablage soll so liegen, daß die Schüler nur durch sie in den Turnsaal gelangen können; sie sollen sich vor allem in der Kleiderablage ihres Schuhzeugs entledigen und Turnschuhe anlegen, damit das Hineintragen von Staub und Schmutz in die Turnhalle nach Möglichkeit vermieden werde. Dafür ist dann aber Bedingung, daß die Turnschuhe sämtlicher Schüler in der Kleiderablage in übersichtlicher Weise untergebracht werden können. Das erfordert recht viel Raum, wenn auch jedes Paar solcher Schuhe nur ein Fach von etwa 10 zu 12 cm Größe bei 32 cm Tiefe erfordert. Außerdem ist für eine Anzahl Kleiderhaken und ausreichende Sitzgelegenheit Sorge zu tragen. Daraus ergibt sich, daß Kleiderablagen für einfache Vollenstalten schon 25 bis 30 qm Fläche haben müssen.

Unmittelbar anschließend an diesen Raum erhält der Turnlehrer ein besonderes kleines Zimmer; von ihm aus soll

womöglich die Kleiderablage und der Turnsaal übersehen werden können. Außer einem kleinen Tisch, einem Stuhl, einigen Kleiderhaken und Spiegel soll darin ein Ruhebett Platz finden, auf dem bei Unglücksfällen der Verletzte gelagert und ihm die erste Hilfe geleistet werden kann. Eine

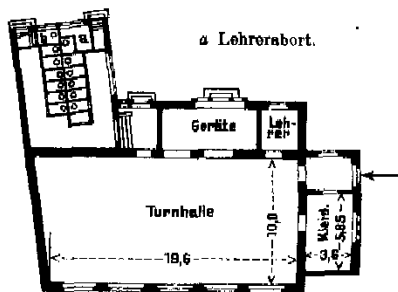


Abb. 30.
Progymnasium in Nienburg a. d. W.

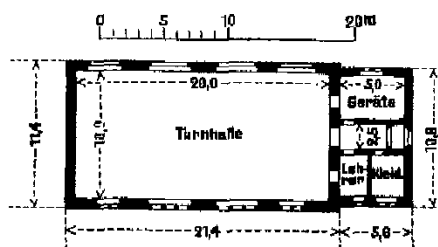


Abb. 31.
Gymnasium in Trarbach.

Hausapotheke oder ein gut versehener Verbandkasten soll die Ausstattung vervollständigen.

Verschiedene Turnhallenentwürfe der neueren Zeit, die vorstehenden Ausführungen entsprechen, sind in den Abb. 13, 30 u. 31 dargestellt. Die Kosten der Anlagen schwanken neuerdings sehr; bei einem Einheitssatz von 10 bis 12 \mathcal{M} für 1 cbm umbauten Raumes gelangt man zu Baukosten von 27 000 bis 36 000 \mathcal{M} .

Schließlich haben wir uns nun noch mit dem

Gebäude zu beschäftigen, welches die Bedürfnisanstalten enthält, 4. dem Abortgebäude. Die Gestaltung des Grundrisses sowohl als des Aufbaues muß sich im wesentlichen nach der Art der Fäkalienbeseitigung richten, die gewählt wird. Es soll daher hier nur erwähnt werden, daß für jede Klasse ein Abortsitz zu rechnen ist; außerdem sollen, je nach der Größe des Lehrerkollegiums, ein bis zwei Sitze für dieses und ferner ein Sitz für die Familie des Schuldieners angeordnet werden. Die nicht für Schüler bestimmten Abortzellen erhalten zweckmäßig besondere Zugänge unmittelbar von außen. Besser ist es aber immer, für das Lehrpersonal eine kleine Abortanlage an geeigneter Stelle im Klassengebäude, für die Schuldienersfamilie im Anschluß an deren Wohnung anzulegen. Meistens ist dies allerdings nur anzuraten, wenn Wasserspülung und Kanalanschluß möglich ist; sonst wird die Anlage kaum ohne erhebliche Belästigungen benutzt werden können, auch wegen der nötigen besonderen Gruben- oder Tonnenanlagen zu teuer werden.

Für gute Belichtung und Lüftung der Abortgebäude, Herstellung undurchlässiger, leicht zu reinigender und — ohne Schädigung ihres Materials — erfolgreich zu desinfizierender Fußböden und Wandflächen ist in erster Linie Sorge zu tragen. Bei Anlage von Spül- und Trogaborten wird eine leichte Beheizung des Gebäudes durch Anschluß an die Sammelheizung des Klassenhauses oder durch einen Dauerbrandofen notwendig.

Zum Schluß noch einige Angaben über

C. die Kosten

der neueren Gebäude für die höheren Lehranstalten. Sie sind natürlich nach der Örtlichkeit (ob in der Großstadt, einer größeren Provinzial- oder der Kleinstadt) d. h. also nach den an das Äußere zu stellenden Ansprüchen sowohl als nach dem Landesteile (ob in Westpreußen oder im Rheinlande) und nach den zur Verfügung stehenden Haupt-

baustoffen sehr verschieden. Im allgemeinen sind die Gesamtkosten des Neubaus höherer staatlicher Lehranstalten nicht unerheblich geringer als diejenigen von entsprechenden städtischen Anstalten, ohne daß die geschaffenen Räume als zweckmäßiger benutzbar und hygienisch wesentlich besser bezeichnet werden könnten als die entsprechenden Räume der Staatsanstalten. Bei den Bauten der Großstädte wird vielfach auf die äußere Erscheinung, auf die Verwendung echten edleren Materials der größere Wert gelegt; die innere Ausstattung, die räumlichen Verhältnisse befehligen sich im ganzen derselben oder doch nur selten weiter gehender Einfachheit und Gediegenheit, wie sie bei den staatlichen Bauten geübt wird und geübt werden muß. Beispielsweise sei angeführt, daß das Augusta-Viktoria-Gymnasium in Posen (Jersitz), erbaut in den Jahren 1901 bis 03, einschl. Direktorwohnhaus, Turnhalle, Abortgebäude und aller Nebenanlagen rd. 432 000 \mathcal{M} gekostet hat, während das von der Stadt Düsseldorf für den Staat erbaute Gymnasium (vollendet 1906) mit derselben Anzahl Klassen und demselben Zubehör einen Kostenaufwand von etwa 700 000 \mathcal{M} erfordert hat. Dabei sind die Innenräume des letzteren Neubaus in einfacher Weise, keineswegs aufwändiger ausgestattet als die der Posener Anstalt. Allerdings zeigt aber der Düsseldorfer Bau reiche Werksteinfassaden, während man sich in Posen mit einem schlichten Ziegelbau begnügt hat. — Auf den erheblichen Kostenunterschied wird freilich auch die in den letzten zwei bis drei Jahren ganz besonders bemerkbare Steigerung aller Baupreise nicht ohne Einfluß gewesen sein.

Der Einheitssatz für 1 cbm umbauten Raumes hat in den letzten Jahren geschwankt etwa zwischen 15 und 18 \mathcal{M} bei den Klassengebäuden, 16 bis 18 \mathcal{M} bei den Direktorwohnhäusern, 10,50 bis 13,50 \mathcal{M} bei den Turnhallen, 16 bis 25 \mathcal{M} für die Abortgebäude. Die Kosten dieser letzteren Gebäude werden aber am sichersten für jeden Fall nach bereits ausgeführten Anlagen desselben Umfanges — die sich ja im großen und ganzen immer wiederholen — und vor allem derselben Art der Fäkalienbeseitigung, welche man wählt, ermittelt; sonst setzt man sich den unliebsamsten Überraschungen aus, da die Hauptkosten eben für die Art der Abfuhr, nicht für den meistens höchst einfachen Bau aufzuwenden sind. — Bei der andauernden fortschreitenden allgemeinen Preissteigerung auf allen Gebieten, mit welcher auch der Staat als der größte Arbeitgeber sehr rechnen muß, wird man gut tun, in Zukunft bei überschlägigen Kostenermittlungen die höchsten der vorangegebenen Sätze einzustellen. Die sächlichen Bauleitungskosten sind dann darin einbegriffen.

Der sachverständige Leser wird aus den vorstehenden Ausführungen und den beigegebenen Darstellungen — so hoffe ich — den Eindruck und die Überzeugung gewinnen, daß der Staat mit den Neubauten für seine höheren Lehranstalten trotz der geübten, im Interesse der Steuerzahler gebotenen Sparsamkeit keineswegs im Rückstande ist, daß vielmehr das ständige Bestreben hervortritt, sogar tunlichst vorbildlich zu wirken und den immer erneut und immer energischer auftretenden Forderungen der Schulhygiene, soweit es im Rahmen der vorhandenen, oft leider ja recht knappen Geldmittel irgend möglich ist, Geltung zu verschaffen. Hygienisch einwandfreie, zweckmäßige Unterrichtsräume für unsere Jugend zu gewinnen

ist die Hauptaufgabe; reichen die Mittel außerdem noch für eine künstlerische Durchbildung des Innern und zur Herstellung eines ansprechenden, architektonisch befriedigenden äußeren Kleides aus, um so besser. Denn — von allem anderen abgesehen — ein schönes künstlerisch ausgestattetes Bauwerk hat auch einen erziehlichen Wert für die Jugend, der nicht unterschätzt werden sollte. Es liegt deshalb alle Veranlassung vor, die höheren Lehranstalten, in welchen die

Hoffnung des Volkes einen erheblichen Teil ihrer äußeren Eindrücken am meisten zugänglichen Lebenszeit zuzubringen pflegt, als ein reichlich durchdachtes organisches Ganzes hinzustellen, sie mit für die Jugend warmfühlender Künstlerschaft im einzelnen durchzubilden und damit gleichsam eine Kunstpflege in der Schule anzuregen und einzuleiten. Dann kann manchem Schüler aus solchem Neubau hoher Gewinn für das Leben erwachsen.

Beiträge zu den Eisenbahn-Empfangsgebäuden Nordamerikas.

Von den Regierungsbaumeistern E. Giese und Dr.-Ing. Blum in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 30 bis 33 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)



Abb. 1. Empfangsgebäude in Springfield.
Illinois-Zentralbahn.

Die folgenden Zeilen sollen nicht eine erschöpfende Darstellung der Grundrißgestaltung und des Aufbaues der Empfangsgebäude der Eisenbahnen Nordamerikas geben, sie setzen vielmehr die allgemeine Kenntnis der in Amerika üblichen Grundformen voraus¹⁾ und gehen auf ältere Anlagen nur insoweit ein, als bei ihnen besondere Eigentümlichkeiten beachtenswert sind, während von neueren Ausführungen besonders die betrachtet werden, die eine Weiterbildung der bisher in Amerika üblichen Formen zeigen; hierbei wird neben den Fortschritten in der architektonischen Ausgestaltung der Gebäude vor allem der zweckmäßigeren, reicher gegliederten Grundrißform gedacht werden, wobei besonders auf die in letzter Zeit mehrfach entstandenen zweigeschossigen Gebäude eingegangen wird. Es sei voraus bemerkt, daß viele der neueren Anlagen einen Bruch mit den alten amerikanischen Anschauungen und eine Annäherung an europäische Anlagen erkennen lassen; bei einzelnen der besten und umfangreichsten neueren Ausführungen hat eine bewußte oder unbewußte Anlehnung an bestimmte deutsche Empfangsgebäude stattgefunden.

Im allgemeinen sind die Empfangsgebäude in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in ihrer Grundrißgestaltung viel einfacher als die unserer Bahnen. Es ist dies zum Teil

1) Vgl. Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bahnhofsanlagen. S. 572. — Zeitschrift für Bauwesen 1894. S. 417.

in der früher geübten weitgehenden Sparsamkeit der Eisenbahnverwaltungen, zum größeren Teil aber in bestimmten Lebensgewohnheiten und Anschauungen der Amerikaner begründet.

Zunächst gibt es in Amerika, dem Grundsatz der allgemeinen Freiheit und Gleichheit entsprechend, im Eisenbahnverkehr dem Gesetz nach nur eine Klasse. Wenn sich diese in Wirklichkeit auch in mehrere in den Preisen allerdings nicht wesentlich verschiedene Klassen auflöst²⁾, so ist in den Warteräumen bisher noch keine Trennung nach den verschiedenen Klassen zu bemerken. Die Eisenbahnen kommen vielmehr noch mit einem Wartesaal aus, und dies vereinfacht naturgemäß die Grundrißbildung der Gebäude wesentlich. So sehr ferner der Amerikaner die Bequemlichkeit in seinem Heim liebt, so geht ihm — abgesehen von wenigen vornehmen Gasthöfen — die Gemütlichkeit am öffentlichen Ort vollkommen ab, insbesondere kennt er kein gemütliches Beisammensein beim Glase Bier, sondern nur das hastige Einnehmen von Getränken an der „Bar“, und den „Lunch“, zu dem er eine Gastwirtschaft aufsuchen muß, nimmt der Amerikaner in größter Eile ein, wobei er auf Ruhe und Behaglichkeit verzichtet. Diese Gewohnheiten finden auch in den Empfangsräumen darin ihren Ausdruck, daß es nicht wie bei uns Wirtschaften in oder in Verbindung mit den Wartesälen gibt; es ist vielmehr nur ein kleiner Raum als „Lunchraum“ vorhanden, in dem neben Getränken einfache fertige Speisen verabfolgt werden und mit Hast eingenommen werden müssen, damit rasch für neu ankommende Gäste Platz geschaffen wird.

Ein weiterer einschneidender Unterschied in der Grundrißlösung der Empfangsgebäude ist in der völlig verschiedenen Art der Gepäckabfertigung begründet. Das Gepäck wird in Amerika von der Wohnung oder vom Gasthofe durch eine „Expresgesellschaft“ abgeholt und in großen Städten unmittelbar bis zum Bestimmungsort abgefertigt; nach Ankunft wird es ebenso in die Wohnung oder den Gasthof befördert, ohne daß sich der Reisende um die Abfertigung zu kümmern hat. Eine große mit der Eingangshalle in Verbindung stehende Gepäckhalle und Gepäckabfertigung ist daher bei den amerikanischen Empfangsgebäuden, trotzdem der Amerikaner infolge des hohen Freigewichtes mit sehr viel Gepäck reist, nicht erforderlich; es genügt vielmehr ein Schalter

2) Vgl. „Das Reisen auf den amerikanischen Eisenbahnen“. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1904. S. 337.

zur Abfertigung der wenigen Gepäckstücke, mit denen sich der Reisende persönlich befassen muß.³⁾ Alles übrige Gepäck kann in einer Halle abgefertigt werden, die mit dem Empfangsgebäude nur in loser Verbindung zu stehen braucht.

Da viele Reisende ihre Fahrkarten in einer der zahlreichen in der Stadt gelagerten Verkaufsstellen lösen, so können auch die Fahrkartenschalter in geringerer Zahl gehalten werden als auf deutschen Bahnen. Dagegen sind neben den Ausgaben für die Eisenbahnfahrkarten in den größeren Empfangsgebäuden noch besondere Schalter zum Verkauf der Pullman-, Salon- und Schafwagenkarten vorhanden, die oft von der Fahrkartenausgabe ganz getrennt angeordnet sind.

Den Hauptraum des amerikanischen Empfangsgebäudes bildet die große Eingangshalle, in die neben der nach Vorstehendem sehr klein gehaltenen Gepäckabfertigung, der Fahrkartenausgabe und den Pullman-Kartenschaltern noch Verkaufsstände für Blumen, Zeitungen, Süßigkeiten, ferner Schalter der Expresgesellschaften und zur Ausgabe von Droschkenmarken eingebaut sind. Die Halle wird von den Amerikanern gleichzeitig als Hauptwarteraum benutzt und ist daher, um den Reisenden in dem auf- und abwogenden Gewühl wenigstens einige Behaglichkeit zu geben, mit Bänken, aber nicht mit Tischen, ausgerüstet.

An die Eingangs- und Wartehalle schließen sich eine Reihe von kleineren Nebenräumen an. Da in dem ganzen Gebäude nicht geraucht werden darf, so muß ein besonderer Warteraum für Raucher vorhanden sein. Er wird meist nur von Leuten unteren Standes aufgesucht, ist im allgemeinen sehr dürftig eingerichtet und oft recht schmutzig. In vielen Fällen bildet er nur den Durchgang zu den meist sehr gut ausgestatteten Aborten und Waschräumen für Männer, für die auch Schuhputzerstände und Frisierräume vorhanden sind. Die große Rücksichtnahme, die der Angelsachse in Äußerlichkeiten dem weiblichen Geschlecht entgegenbringt, zeigt sich in Amerika darin, daß außer bei ganz kleinen Gebäuden stets ein besonderer Warteraum für Frauen vorhanden ist. Dieser darf vielfach auch von Herren, die sich in Damengesellschaft zu bewegen wissen, mitbenutzt werden. Er ist im allgemeinen bequemer ausgestattet als die allgemeine Wartehalle und ist mit den Aborten und Waschräumen für Frauen unmittelbar verbunden. Als dritter wichtiger Nebenraum ist der bereits oben erwähnte „Lunchraum“ zu nennen. Mit den Empfangsgebäuden sind meist große, unsern Güterschuppen ähnliche Hallen für die Abwicklung des Gepäckverkehrs verbunden, die sich im Besitz oder in Pacht der diesen Verkehr besorgenden „Expresgesellschaften“ befinden und gleichzeitig auch dem Eilgut- und Paketverkehr dienen.⁴⁾

In neuerer Zeit läßt sich nun besonders in den größeren Empfangsgebäuden eine Fortbildung der Grundrißgestaltung beobachten, die, wie gesagt, eine Annäherung an europäische Einrichtungen erkennen läßt und in einer Änderung der amerikanischen Anschauungen begründet ist. Zunächst ist der Amerikaner mit der großen Ungemütlichkeit,

die in der allgemeinen Wartehalle herrscht, unzufrieden, denn er hat das Bedürfnis, sich aus der Unruhe, die durch das beständige Kommen und Gehen der Reisenden entsteht, nach einem ruhigen Plätzchen zu flüchten. Bei neueren Empfangsgebäuden ist daher eine Trennung der Eingangshalle in eine Abfertigungshalle und einen besonderen Wartesaal zu bemerken, der, wenigstens bei geschickten Grundrißlösungen, so gelegen ist, daß er nicht mehr als Durchgang zwischen Straße und Bahnsteig dient. Auch die allgemeine Gleichheit wird dem bessergestellten Amerikaner manchmal lästig, und ebenso wie er im Pullmanwagen ein Zusammensein mit den weniger bemittelten Klassen vermeidet, so will er auch im Wartesaal nicht mit jedem zusammensitzen. Besondere Warteräume für die besser gestellten Kreise haben sich daher als ein immer dringenderes Bedürfnis herausgestellt. Es ist aber schwierig, eine Lösung dieser Frage zu finden, ohne die Gesetze der Vereinigten Staaten zu verletzen. Man hilft sich hier daher in der Weise, daß man mit den größeren Empfangsgebäuden vornehme Wirtschaften verbindet, die dem Reisenden gegen ein gewisses Geldopfer Behaglichkeit und Abgeschlossenheit bieten. Dem naheliegenden Gedanken, durch entsprechende Lage der Schalter für die Pullmanfahrkarten einen besonderen Warteraum für die Reisenden in Pullmanwagen zu schaffen, ist man u. W. noch nicht näher getreten.

Die Weiterbildung zeigt sich auch in der Verbindung der Gebäude mit den Bahnsteigen und deren Verbindung untereinander. Bei den älteren Gebäuden in Seitenlage liegt dies langgestreckt vor dem Hauptbahnsteig, auf den die große Wartehalle und viele andere Räume unmittelbare Ausgänge besitzen. Sind noch weitere Bahnsteige vorhanden, so besteht zwischen ihnen und dem Empfangsgebäude keine unmittelbare Verbindung, sie sind vielmehr nur von dem Hauptbahnsteig aus und zwar mit Schienenüberschreitung zugänglich. Oft ist der ganze Raum zwischen den Gleisen gediebt, so daß die Bahnsteige gegen das Gleis keine erkennbare Abgrenzung zeigen; die Reisenden können also die Gleise an beliebiger Stelle überschreiten. Da infolge der nicht-schienenfreien Zugänge besonders bei umfangreicheren Stationen zahlreiche Unfälle vorkommen, beginnen jetzt einzelne Bahnen mit der Herstellung von Bahnsteigtunneln und -Brücken. Geschickte Lösungen, die an unsere großen Durchgangsbahnhöfe heranreichen, sind aber nur sehr wenige zu finden. — Bei Kopfbahnhöfen ergeben sich wie bei uns dadurch schienenfreie Zugänge, daß die Zungensteige von einem großen Kopfbahnsteig ausgehen.

Bei der Besprechung der einzelnen Arten von Empfangsgebäuden empfiehlt es sich, zunächst auf solche in Seitenlage einzugehen und an ihnen die verschiedenen Weiterbildungen und Anpassungen an eigenartige Verhältnisse zu erörtern. Was hierüber gesagt werden wird, trifft im wesentlichen auch bei den an zweiter Stelle behandelten Empfangsgebäuden in Kopfform zu; bei ihnen wird daher auf diese Fragen weniger Gewicht zu legen sein. Dagegen ist bei den Kopfbahnhöfen vor allem auf die zweigeschossige Ausbildung großer Empfangsgebäude einzugehen. Die Teilung nach Gebäuden in Seitenlage und in Kopflage hat auch deshalb gewisse Vorteile, weil in Amerika jene im allgemeinen nur einem mittleren Verkehrsumfang zu dienen haben, während die Kopfbahnhöfe die gewaltigsten Verkehrsmengen aufnehmen müssen.

3) Vgl. „Die Beförderung von Reisegepäck in Nordamerika“. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1905. S. 221.

4) Die bundesstaatliche Post befördert nur Briefe, Drucksachen und dergl., überläßt aber den Paketverkehr den Expresgesellschaften.

I. Empfangsgebäude in Seitenlage.

Die älteren Empfangsgebäude in Seitenlage liegen meist ohne irgendwelche Tiefengliederung langgestreckt zwischen Straße und Hauptbahnsteig. Als Beispiel ist in Abb. 10 Bl. 30 das Empfangsgebäude in Kansas-City zur Darstellung gebracht. Es besteht aus einer einzigen langgestreckten

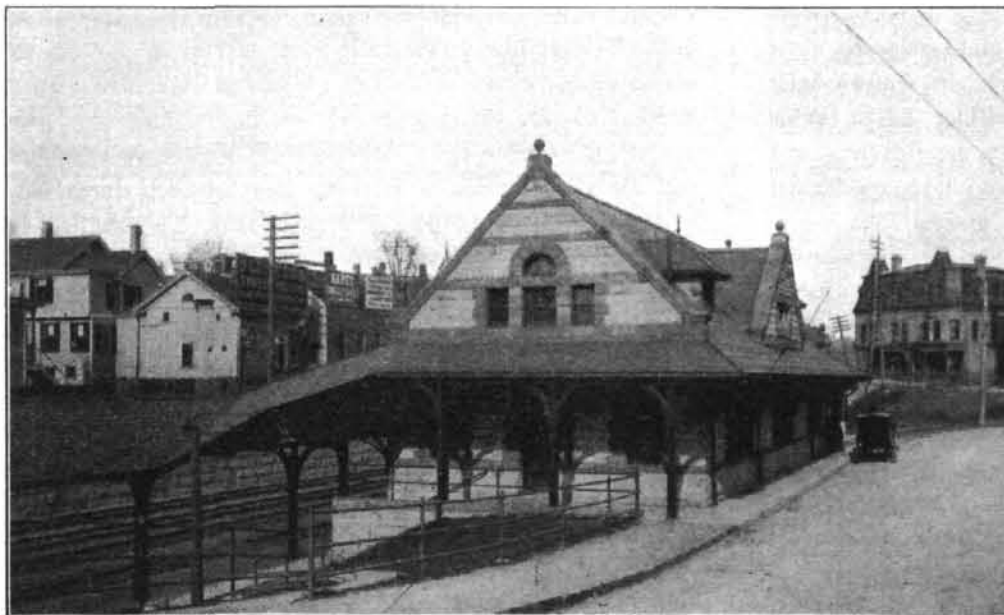


Abb. 2.

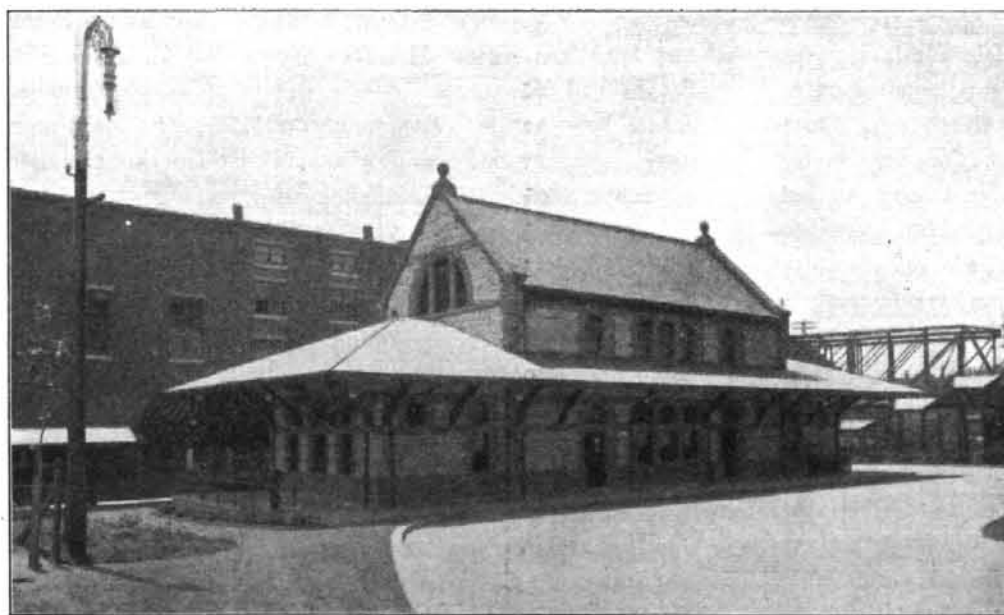


Abb. 3.

Abb. 2 u. 3. Empfangsgebäude der Boston- und Albany-Bahn.

Halle, von der durch zwischengezogene Wände nur die Gepäckhalle und ein kleines Damenzimmer als besondere Räume abgetrennt sind. In die Halle sind die Fahrkartenausgaben, die Aborte und die kleineren Diensträume unmittelbar eingebaut. Ein besonderer LUNCHraum ist nicht vorhanden, nur an der straßenseitigen Langseite befinden sich zwei getrennte Anrichtetische, die zur Einnahme des LUNCH bestimmt sind. Der freibleibende Raum der Halle ist mit Bänken ausgestattet. In der Mitte der Halle liegen den Eingängen und der Fahrkartenausgabe gegenüber die Zugänge zu den Bahnsteigen. Die beiden Mittelbahnsteige sind durch Gleisüber-

schreitung unter Benutzung eines gedielten Überganges zugänglich. Dieser teilt demnach jedes Gleis in zwei Hälften, und da in Kansas-City der größte Teil der Züge beginnt und endigt, so werden sie rechts und links von dem Übergang aufgestellt. Der Bahnhof wird also durch ihn gewissermaßen in zwei Kopfbahnhöfe aufgelöst.

Ist das Empfangsgebäude in Kansas-City auch äußerst einfach, so zeigt es doch insofern eine Eigentümlichkeit, als sich über dem Warteraum noch ein zweiter Wartesaal im zweiten Stockwerk befindet. Er ist besonders für die Reisenden bestimmt, die in Kansas-City längeren Aufenthalt haben, und zeichnet sich von der unteren, selbst für amerikanische Verhältnisse äußerst ungemütlichen Warthalle durch größere Ruhe aus. Von dem oberen Wartesaal führt auf einer Brücke über die Straße ein unmittelbarer Zugang zu der Straßenbahn hinüber, die mit Rücksicht auf das stark wechselnde Gelände auf einzelnen Strecken als Hochbahn ausgeführt ist.

Eine reichere Gliederung zeigt das in Abb. 11 Bl. 30 dargestellte Empfangsgebäude in New-Haven, ebenfalls eine schon alte Anlage. Auch dieses Empfangsgebäude liegt langgestreckt neben dem Hauptbahnsteig. Den mittleren Teil nimmt die große Warthalle ein; sie ist durch die in sie eingebaute Fahrkartenausgabe und den Lunchschenktisch in zwei Hälften geteilt, von denen die eine als Warthalle für Frauen, die andere als Warthalle für Männer bestimmt ist. Die Zugänge von der Straße und zum Bahnsteig sind so angeordnet, daß jede Hälfte ihre besonderen Zugangstüren besitzt. An die Hauptwarthalle schließen sich beiderseits Diensträume an, und auf diese folgt je ein besonderer Ausgang. Das Empfangsgebäude zeigt daher insofern eine Weiterbildung, als bei den meisten älteren Anlagen auch die ankommenden Reisenden durch die Warthalle hindurch

müssen. Als mangelhaft muß die Angliederung der Gepäckabfertigung bezeichnet werden, die von der Warthalle nur durch einen besonderen, durch die Diensträume hindurchgeführten Gang erreichbar ist — eine häufiger zu findende Anordnung.

Die schmale, langgestreckte Form dieser als Vertreter der älteren Anlagen mitgeteilten Gebäude, bei der keine Raum- und Tiefengliederung und kein Vorsprung nach der Straße zu vorhanden ist, hat auch nichts aufkommen lassen, was man mit Architektur bezeichnen kann. Es sind überaus nüchterne Gebäude, oft aus minderwertigem Baustoff erbaut

und nach außen und innen aufs dürftigste ausgestattet. Bei einigen solchen Gebäuden aus etwas jüngerer Zeit hat man die Mitte des Gebäudes durch einen Uhrturm betont, der zwar die Zweckbestimmung gut zum Ausdruck bringt, oft aber über einem untergeordneten Nebenraum errichtet ist, so daß er mit dem Grundriß nicht in organischem Zusammenhang steht.

In neuerer Zeit legen aber auch die Amerikaner Wert auf ein geschmackvolles Äußere ihrer Empfangsgebäude, nicht nur bei den Endbahnhöfen in den Großstädten, sondern auch bei kleinen Stationen. Bemerkenswert sind hier die in letzter Zeit angelegten oder umgebauten Stationen der Boston- und Albany-Bahn in der Umgegend von Boston, die hauptsächlich dem Vorort- und Nachbarschaftsverkehr dienen. Sie liegen zum großen Teil an einer viergleisigen Strecke, auf der die Vorortzüge die beiden äußeren Gleise benutzen. Die Bahnsteige sind etwa in Schienenhöhe gelegen und als Außensteige angeordnet. Eine schienenfreie Verbindung zwischen den beiden Bahnsteigen und dem Empfangsgebäude ist im allgemeinen nur dort vorhanden, wo die Bahn in der Nähe der Station von einer über- oder unterführten Straße gekreuzt wird. Die kleineren Empfangsgebäude bestehen im wesentlichen nur aus einem Raum, der allgemeinen Wartehalle; in diese ist die Fahrkartenausgabe oft ovalvorspringend eingebaut; die Zahl der Schalter ist sehr gering. An manchen Stationen, wo Fahrkarten nur sehr selten gelöst werden, sind gar keine Fahrkartenschalter vorhanden, und die Fahrkarten werden dann im Zuge gelöst.

Abb. 2 und 3 Bl. 30 zeigt ein Beispiel der für die kleinsten Stationen üblichen Gebäude. Wie aus dem Grundriß zu ersehen, sind in die Eingangshalle zwei Aborte mit Wascheinheit und ein Gepäckraum eingebaut. Von dem Aufbau eines derartigen Gebäudes zeigt Text-Abb. 4 eine Ansicht, wobei aber zu bemerken ist, daß diese nicht demselben, sondern nur einem ähnlichen Gebäude, wie der Grundriß (Abb. 3 Bl. 30) angehört. Bei etwas größerem Verkehr wird der allgemeine Warteraum mit größeren Abmessungen angelegt und erhält nach Abb. 4 Bl. 30 Anbauten, in denen ein Warteraum für Frauen mit Aborten, ein Gepäckraum und ein Abort für Männer untergebracht sind. Die beiden als verfügbar bezeichneten Räume können je nach Bedarf als Rauchzimmer, Dienstzimmer oder Lunsraum benutzt werden. Bei noch größerem Verkehr werden die entsprechend umfangreicher gehaltenen Räume nach Abb. 6 Bl. 30 durch einen Lunsraum mit Anrichte und eine reichere Ausstattung mit Diensträumen erweitert.

Wenn diese Grundrißformen auch nach deutschen Begriffen nicht viel Bemerkenswertes enthalten, so zeigen sie doch für amerikanische Verhältnisse eine reiche Gliederung, auch verdient der Aufbau und die Architektur alle Beachtung. Die Gebäude sind meist in Werkstein ausgeführt und haben ein hohes, nach allen Seiten weit vorspringendes Dach. Ihr sehr gefälliges Äußere erinnert damit an nordische Bauweisen und zeigt besonders in der Durchbildung der Holzarchitektur viele Schönheiten. Aus den beigefügten Text-Abb. 2 und 3 ist auch die Anlage der viergleisigen Strecke mit den Futtermauern und den Bahnsteigüberdachungen zu ersehen, die meist einstützig ganz in Holz ausgeführt sind und vielfach in die Vordächer der Empfangsgebäude übergehen.

Auch die in den Text-Abb. 1, 5 u. 6 dargestellten Schaubilder von einigen neueren Stationen der Illinois-Zentralbahn, die allen neueren Gebäuden jetzt mit verhältnismäßig hohem Kostenaufwand eine gefällige Architektur und eine teilweise vornehm zu nennende Ausgestaltung — oft in Werkstein — gibt, zeigen, daß auch andere Eisenbahngesellschaften jetzt im Gegensatz zu früheren Ausführungen auf eine hübsche Durchbildung auch der kleineren Empfangsgebäude Wert legen. Viele der neueren Gebäude werden von einem Uhrturm oder wenigstens von einem Dachreiter gekrönt, der auf die Zweckbestimmung hinweist. Als kennzeichnend für viele dieser neueren Empfangsgebäude ist zu erwähnen, daß die architektonische Wirkung hauptsächlich durch hohe und weit vorladende Dächer erzielt wird, die mit Schiefer oder Falzziegeln gedeckt werden.

Selbst die Eisenbahnen im Westen, die geldlich nicht sehr günstig stehen, geben jetzt auch den kleinen Empfangsgebäuden eine gefällige architektonische Ausstattung. So ist z. B. das neue Empfangsgebäude der Oregon-Short-Linie in Nampa, von dem Abb. 5 Bl. 30 den Grundriß zeigt, in den ansprechenden Formen der Renaissance gehalten, wobei die Architekturglieder aus Werkstein gebildet sind, während das Gebäude im übrigen in Ziegelsteinbau aufgeführt ist (vgl. Text-Abb. 7). Teilweise mit Rücksicht auf die Architektur hat der Grundriß eine reichere Gliederung als sonst üblich erhalten. Den mittleren Teil des Gebäudes nimmt ein Windfang mit beiderseits eingebauten Aborten, dann eine Querhalle ein, an die sich die Fahrkartenausgabe anschließt. Rechts und links von diesem Mittelbau liegen die Warteräume für Frauen und Männer, an die ein halbkreisförmiger Erker angebaut ist. An den Warteraum für Männer ist ein Durchgang angeschlossen, von dem aus die in dem Anbau untergebrachte Gepäckhalle zugänglich ist.

Eine den besonderen Ansprüchen des Sommerverkehrs entsprechende Anlage zeigt der in Abb. 13 Bl. 30 dargestellte Bahnhof in Saratoga. Saratoga gehört zu den vornehmsten Badeorten Amerikas; es ist daher hier zur schönen Jahreszeit mit einem besonders starken Verkehr zu rechnen, der aber im Winter sehr nachläßt. Das Empfangsgebäude besteht aus einem in der Mitte gelegenen, großen und langgestreckten Warteraum, in den die Fahrkartenausgabe und die Aufbewahrungsstelle für Handgepäck eingebaut sind. Von ihm sind die Aborte und das Damenzimmer, die als festumschlossene Räume ausgeführt sind, unmittelbar zugänglich. An das Gebäude schließen sich nach beiden Seiten hin große überdachte, aber seitlich offene Hallen an, die zur Aufnahme des starken Sommerverkehrs bestimmt sind. Ganz losgelöst von dem Gebäude sind der Lunsraum und die Gepäckhallen. Sie sind jedoch durch entsprechende Ausbildung der Bahnsteigüberdachung von dem Empfangsgebäude aus, gegen Regen geschützt, zu erreichen. Zu beachten ist, daß zwischen dem Empfangsgebäude und den Nebengebäuden für Gepäck unmittelbare Ein- und Ausgänge eingeschoben sind. Das Gebäude ist in ansprechenden Formen zum großen Teil aus Holz erbaut und hat mit seiner Holzarchitektur ein für eine Sommerfrische recht passendes Äußeres.

In ähnlicher Weise wie das Empfangsgebäude in Saratoga ist auch nach Abb. 7 u. 8 Bl. 30 das in Colorado-Springs — dem Davos Nordamerikas — mit großen offenen Hallen



Abb. 4. Kleines Empfangsgebäude der Boston- u. Albany-Bahn.



Abb. 5. Empfangsgebäude in Waterloo.



Abb. 6. Empfangsgebäude in Council Bluff.

Abb. 5 u. 6. Empfangsgebäude der Illinois-Zentralbahn.

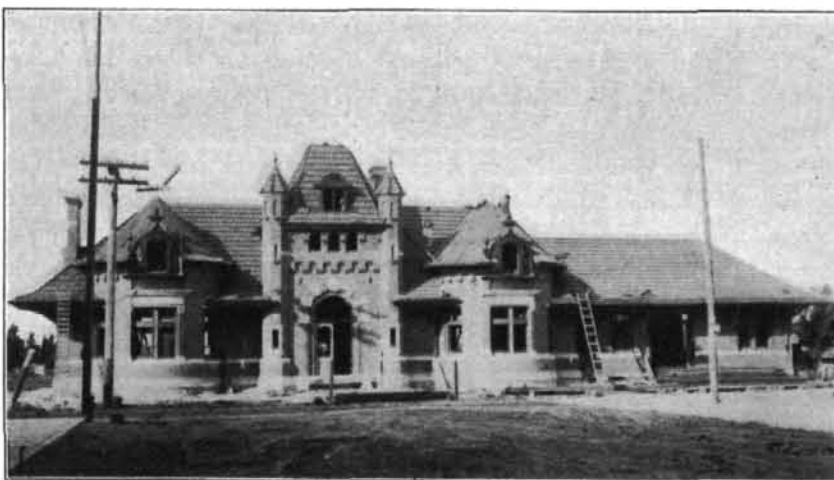


Abb. 7. Empfangsgebäude der Oregon-Short-Linie in Nampa.

ausgerüstet. Das Empfangsgebäude ist als eine große, seitlich offene, architektonisch gut wirkende hölzerne Halle zu bezeichnen. In diese offene Halle sind zwei verhältnismäßig kleine massive Gebäude eingebaut, von denen das eine zweigeschossig ist und im unteren Geschoß den Warteraum, die Fahrkartenausgabe und die Aborte enthält, während das obere Stockwerk zu Dienstwohnungen ausgenutzt ist. Der Warteraum ist hier ähnlich wie in New-Haven durch die eingebauten Aborte und Fahrkartenausgabe in zwei Hälften geteilt, von denen die eine als Warteraum für Männer, die andere als solcher für Frauen bezeichnet ist. Das andere Gebäude ist nur einstockig und zerfällt in zwei Räume, von denen der eine zur Abfertigung des Reisegepäcks, der andere zur Abfertigung des Expreßgutes dient.

Gewisse Anklänge an die beiden zuletzt genannten Empfangsgebäude, die sich durch die große offene Halle auszeichnen, zeigen die vielfach ausgeführten Musterentwürfe der Southern-Pacific-Eisenbahn. Viele Stationen dieser Bahn wurden in sehr spärlich bewohnter Gegend angelegt. Der Verkehr ist daher im Anfang sehr gering, es ist aber damit zu rechnen, daß er bei Erschließung einer Obst- oder Weinplantage oder bei Anlage eines Bergwerkes sprungweise wächst. Da in diesem Falle die Eisenbahn darauf angewiesen ist, sich ihren Verkehr im Laufe der Jahre selbst zu schaffen, muß mit einer sehr guten Erweiterungsmöglichkeit der Stationsgebäude gerechnet werden. Es ist ferner Rücksicht darauf zu nehmen, daß ein einziger Beamter den gesamten Dienst wahrnehmen kann und im Gebäude Dienstwohnung erhalten muß. Außerdem liegen zahlreiche Stationen der Southern-Pacificbahn in verhältnismäßig unsicherer Gegend, in der räuberische Überfälle auf die einsamen Stationsgebäude nicht ausgeschlossen sind. Die Eisenbahngesellschaft hat daher mit großem Fleiß Musterentwürfe ausgearbeitet, die allen diesen Umständen, vor allem einer bequemen allmählichen Erweiterung in vorzüglicher Weise Rechnung tragen. Das Stationsgebäude besteht aus dem eigentlichen Empfangsgebäude, einem unmittelbar an dieses angebauten Güterschuppen und einer überdachten Rampe, die hauptsächlich zur Verladung von Wein und Obst dient. Das Empfangsgebäude enthält, wie Abb. 9 Bl. 30 zeigt, zunächst einen Warteraum, der ganz an das eine Ende des Gebäudes gelegt ist und mit den übrigen Räumen in keiner unmittelbaren Verbindung steht, sondern nur einen kleinen Fahrkartenschalter in der ihn vom Dienstgebäude trennenden festen Wand besitzt. Diese Absonderung des Warterraums ist deshalb erforderlich, weil der Raum bei dem wenig dichten Zugverkehr, den oft viele Stunden betragenden Zugverspätungen und den weiten Entfernungen zu den nächsten Wohnstätten Tag und Nacht geöffnet sein muß, daher aber auch von allerlei Gesindel mißbräuchlich benutzt werden kann. Während demnach eine innere Verbindung mit dem Warteraum nicht vorhanden ist, sind der Dienstraum, die Gepäckabfertigung und der Güterschuppen sämtlich durch innere Türen untereinander verbunden, so daß der Stationsbeamte zu all diesen Räumen gelangen kann, wenn er auch mit Rücksicht auf einen Überfall alle äußeren Türen des Gebäudes geschlossen hält. Auch die Aborte haben, weil

sie den Reisenden zugänglich sein müssen, nur Türen in der Außenwand, sind aber von den übrigen Räumen des Hauses durch feste Wände getrennt. Ein Teil des Empfangsgebäudes ist zweigeschossig ausgeführt und enthält im oberen Stockwerk die Wohnung des Stationsbeamten. Bei wachsendem Verkehr wird das Gebäude durch geringfügige Änderungen der vorhandenen Zwischenwände und durch Einziehen neuer Querwände derart erweitert, daß zunächst die Gepäckabfertigung zu einem zweiten Dienstraum umgewandelt, während für diese ein Teil des Güterschuppens in Anspruch genommen wird. Der Güterschuppen wird dann nach der überdachten Rampe zu durch entsprechende Ausfüllung der bisher offenen Felder zwischen den Säulen vergrößert. Ferner wird die Überdachung der Rampe über den offenen Teil derselben verlängert und ganz am Ende eine neue nicht überdachte Rampe angeschlossen. Um die Erweiterung möglichst zu erleichtern, sind alle Pfosten des ganz in Fachwerk ausgeführten Gebäudes in gleichen Abständen angeordnet, und ein entsprechender Teil der unteren Räume ist so stark gebaut, daß sich die in dem zweiten Geschoß befindlichen Dienstwohnungen ebenfalls erweitern lassen.

Während man bei den früher erwähnten Empfangsgebäuden von Saratoga und Colorado-Springs zur Ersparung der Baukosten, den Anforderungen des gemäßigten Klimas entsprechend, in geschickter Weise davon Gebrauch gemacht hat, daß im Sommer zur Zeit des starken Verkehrs fest umschlossene Räume vielfach entbehrt werden können, finden sich im Süden der Vereinigten Staaten, der ein durchaus subtropisches Klima hat, bei größeren Stationen leichte, offene Hallen nicht vor.

Die Empfangsgebäude sind vielmehr — wie auch in anderen Tropenländern besonders in Indien — als massige Steinbauten ausgeführt, deren dicke Mauern einen guten Schutz gegen die sengende Sonnenglut darstellen. Um diesen Schutz noch zu verstärken, werden die Gebäude oft ganz von Säulen getragenen Bogenhallen umgeben, die die innenliegenden Räume zwar etwas verdunkeln, dafür aber auch den Sonnenstrahlen den Eintritt vollständig verwehren; bei dem grellen Sonnenlicht ist übrigens die Verdunklung selbst für die Diensträume und für etwaige im oberen Stockwerk untergebrachte Geschäftsräume ohne Belang.

Abgesehen von den Vorkehrungen gegen die Hitze zeigen die Empfangsgebäude in den Südstaaten auch die Eigentümlichkeit besonderer Warteräume für Neger. Da die Farbigen (Neger und Mischlinge zwischen Negern und Weißen) im Süden der Vereinigten Staaten, wo sie in Massen wohnen, infolge von Faulheit, Trunksucht und anderer Laster eine sehr tiefe Stellung einnehmen, sind sie nicht mit Unrecht⁵⁾ vom Verkehr mit Weißen vollständig ausgeschlossen, sie dürfen daher südlich vom Ohio bei gesetzlicher Strafe auf Straßen- und Eisenbahn nicht die gleichen Wagen und Räume benutzen wie die Weißen, und die Eisenbahnverwaltungen sind daher genötigt, besondere Warteräume für Farbige anzulegen. Das

5) Wer den Süden der Vereinigten Staaten gesehen hat, muß die Niederhaltung der Neger durch die Weißen als berechtigt anerkennen; eine Rasse, die sich nicht dieselben Anschauungen über Sitte und Moral, Recht und Verantwortlichkeit aneignen kann, und die selbst im Laufe von Jahrzehnten sich nicht in selbständige Stellungen hat aufarbeiten können, ist nicht berechtigt, auf gleicher Stufe mit Europäern behandelt zu werden.

in Abb. 12 Bl. 30 dargestellte Empfangsgebäude der Louisville- und Nashville-Bahn in New-Orleans, ein sehr altes Gebäude, zeigt im Grundriß und Aufbau keine besonderen Anpassungen an das heiße Klima, ist hier aber mitgeteilt, um die Angliederung des Warteraums für Farbige zu zeigen.

Als ein gutes Beispiel für die Ausgestaltung von Warteräumen der Empfangsgebäude in den südlichen Negerstaaten Nordamerikas ist hier in Abb. 1 Bl. 30 das Empfangsgebäude der Illinois-Zentralbahn im New-Orleans dargestellt, wenn dieser Bahnhof auch für den Personenverkehr eine Kopfstation ist. Die Grundrißgestaltung des Gebäudes ist in Winkelform. Dem Kopfgebäude ist in ganzer Breite eine schwere steinerne Bogenhalle vorgelagert, die von dem Gebäude selbst die Sonnenstrahlen abhält. Auf der Rückseite des Gebäudes leistet die Überdachung des Kopfbahnsteigs die gleichen Dienste. Die verhältnismäßig schmalen Seitenwände haben keinen besonderen Schutz gegen die Sonne, nehmen aber nur untergeordnete Räume auf. Den Hauptraum bildet die Warthalle für „Weiße“, an die Warteräume für Raucher und Frauen mit den Aborten angegliedert sind. Der Warteraum für Neger wird von den übrigen Räumen durch die Diensträume, insbesondere die Fahrkartenausgabe in geschickter Weise getrennt. Das obere Geschoß des Kopfbaus nehmen Geschäftsräume der Eisenbahnverwaltung ein. Der Seitenbau enthält die Halle für das Reisegepäck und die Expreßgüter. Bei dem Warteraum für „Weiße“ sind die beiden einander gegenüber liegenden Längswände fast ganz in Türen aufgelöst, die keine Windfänge haben, vielmehr ständig offen stehen, um dem kühlen Luftzug Zutritt zu gestatten.

Die bisher behandelten Empfangsgebäude dienten zwar zum Teil für mehr als eine Linie, stimmten aber immer darin überein, daß das Gebäude zwischen Straße und Bahnsteig lag. Keil- und Inselbahnhöfe sind nämlich in Amerika recht selten und zeigen außerdem deshalb nicht besondere Eigentümlichkeiten, weil sich meist Zugangstraße und Gleise untereinander in gleicher Höhe schneiden, so daß die in Deutschland aus der verschiedenen Höhenlage von Bahn und Straße sich ergebenden eigenartigen Durchbildungen derartiger Stationen fehlen.

Als Beispiel eines kleineren Keilbahnhofes ist in Abb. 5 u. 6 Bl. 32 der Bahnhof in East-St. Louis dargestellt. In diesem endigen, nachdem die Gütergleise vorher abgezweigt sind, der größere Teil der von Osten kommenden Eisenbahnen, um sich zu der Verbindungsbahn zu vereinigen, die über die Mississippibrücke zu dem am westlichen Ufer des Stromes in St. Louis selbst gelegenen Hauptbahnhof führt. Die Gleisanlage, die in Abb. 6 Bl. 32 nur zum kleinsten Teil dargestellt ist, muß als unzureichend bezeichnet werden, besonders da der Betrieb auf dem Bahnhof dadurch sehr erschwert ist, daß hier die Züge von anderen, der St. Louis-Terminal-Association gehörenden Lokomotiven übernommen und daß ein Teil der Züge in dem Bahnhof die Fahrrichtung ändern muß. Das aus Abb. 5 Bl. 32 ersichtliche Gebäude, das nur mittels Schienenüberschreitung zugänglich ist, verdient deshalb Beachtung, weil es eine mehr aufgelöste Grundrißentwicklung zeigt. An die Eingangshalle sind die Diensträume, Damenzimmer, Abort und Verkaufstände angebaut, der Lunchraum ist in einem von der Warthalle durch einen Gang zugänglichen Anbau untergebracht. Die Bahnsteige sind nicht überdacht, ein Teil

des Gebäudes ist aber mit einem weitvorspringenden Vordach ausgerüstet, an das sich noch zwei weitere kleinere Bahnsteighallen angliedern. Neben dem Empfangsgebäude sind in dem durch Auseinanderziehung der Gleise breiter werdenden Zwickel größere Schuppen für die Expresßgesellschaften untergebracht, die wie das Empfangsgebäude auch nur unter Kreuzung der Gleise zugänglich sind.

Ebenfalls einen Keilbahnhof zeigt Abb. 3 u. 4 Bl. 32, die im Süden von Chicago gelegene Vorortstation Englewood, die gleichzeitig mit der zur schienenfreien Unterführung der Straßen erforderlichen Hebung der Hauptgleise ausgeführt wurde und von der Rock-Island-, der Pennsylvania- und der Lake-Shore-Bahn gemeinsam benutzt wird. Die Station ist im Gegensatz zu East-St. Louis von der Straße schienenfrei zugänglich, stellt also einen wesentlichen Fortschritt dar. Wenn damit



Abb. 8. Empfangsgebäude in Albany.

auch die Sicherheit erhöht wurde, so entsprechen die Anlagen doch noch nicht den Anforderungen, die wir an neue Eisenbahnanlagen zu stellen gewohnt sind, da sich hier zwei viergleisige Hauptbahnen in Schienenhöhe kreuzen. Das Empfangsgebäude ist zweigeschossig ausgeführt. In dem Untergeschoß sind neben den Diensträumen ein kleiner LUNCHraum und die Treppe nach oben untergebracht, während das Obergeschoß eine Wartehalle mit Fahrkartenausgabe enthält. Das obere Stockwerk ist mit einem an drei Seiten herumführenden Vordach umgeben, von dem aus ein überdeckter Gang nach dem ebenfalls überdachten Bahnsteig der Rock-Island-Bahn führt. Die drei Personengleise, die nicht unmittelbar am Gebäude liegen, sind nur mittels Gleisüberschreitung zugänglich. Da hier mit Rücksicht auf die Lage der Station in einer Vorstadt von Chicago auf einen lebhaften Expresßgut- und Gepäckverkehr zu rücksichtigen war, so ist außerdem in dem Zwickel zwischen beiden Bahnen eine Zufuhrstraße in sehr starker Steigung zu einem an das Empfangsgebäude angebauten Gepäckschuppen heraufgeführt.

Der beachtenswerteste Keilbahnhof in Amerika ist, soweit wir die Anlagen besichtigten, der Bahnhof West-Philadelphia, bezüglich dessen Beschreibung wir auf den Aufsatz: Die Anlagen der Pennsylvaniaabahn in Philadelphia (Zeitschrift für Bauwesen 1905 S. 291) verweisen.

Die in dem Personenbahnhof West-Philadelphia bei seitlicher Lage des Empfangsgebäudes durchgeführte schienenfreie

Zugänglichkeit der Bahnsteige, die sich in Amerika so selten findet, hat aber auch in den Vereinigten Staaten schon einen Vorläufer gehabt, nämlich in dem in Abb. 1 Bl. 31 dargestellten Personenbahnhof von Albany. Dieser Bahnhof dürfte wohl als das vollkommenste Beispiel der in Amerika, abgesehen vom Stadt- und Vorortverkehr, sehr seltenen Durchgangsbahnhöfe bezeichnet werden, bei denen die verschiedene Höhenlage von Straße und Eisenbahn in zweckentsprechender Weise zur Herstellung von schienenfreien Zugängen zu den Bahnsteigen ausgenutzt ist. Der Bahnhof erinnert stark an deutsche Vorbilder, besonders an den Bahnhof Hannover; die amerikanischen Ingenieure nennen seine Anlage auch „on the German principle“. Die Gleisanlagen bestehen aus einem größeren hochliegenden und einen kleineren tiefliegenden Teil. Der hochliegende Teil enthält zehn Bahnsteiggleise mit sechs Bahnsteigen. An den hochliegenden Teil schließt sich nach Osten zu ein tiefliegendes Gleispaar an, das früher einer anderen Gesellschaft gehörte und mitten durch die Straßen der Stadt geführt ist. Dies Gleispaar ist im Gegensatz zu dem ganzen übrigen Bau in so unvollkommener Weise mit Bahnsteigen ausgerüstet, daß diese kaum als solche zu erkennen sind. Das Empfangsgebäude liegt seitlich neben den Gleisen und steht mit den Bahnsteigen durch einen Tunnel in Verbindung. In die die Mitte des Gebäudes einnehmende große Halle sind in übersichtlicher Weise an der Straßenseite die Fahrkarten- und Pullmankartenschalter eingebaut, während die bahuscitige Längswand ganz von kleineren Einbauten, für Zeitungen, Handgepäck, Fernsprecher usw. eingenommen wird. Diese Eingangshalle geht durch drei Stockwerke hindurch und hat in Höhe des zweiten Stockwerks einen ringsherumführenden balkonartig auskragenden Umgang, von dem aus die über der Gepäckabfertigung, dem Erfrischungsraum und dem Damenzimmer liegenden Geschäftsräume zugänglich sind. Derartige Umgänge finden sich vielfach in den Wartehallen, wenn diese durch mehr als ein Geschoß reichen, und dürften eine nicht ungeschickte Grundrißlösung darstellen. — Von der Gepäckabfertigung führt ein Gepäcktunnel mit Aufzügen zu den Bahnsteigen. Die Hallen für Expresßgüter liegen seitlich ganz losgelöst vom Gebäude.

Wenn sich in der Gesamtanordnung des Empfangsgebäudes in Albany auch noch keine Raumbeherrschung, wie in den neuen deutschen Empfangsgebäuden zeigt, so verdient doch folgendes lobend hervorgehoben zu werden. Der Personentunnel wird zwar von den ankommenden und abfahrenden Reisenden gemeinsam benutzt; es ist jedoch in der Verbindung des Tunnels mit der Eingangshalle ein getrennter Ein- und Ausgang vorhanden; außerdem führt durch einen unter dem ersten Bahnsteig entlang führenden Tunnel ein besonderer Ausgang unmittelbar zur Straße, und zwar zum Droschkenvorplatz. In der großen Wartehalle sind die Bänke so aufgestellt, daß wenigstens für die ankommenden Reisenden ein gerader durchgehender Ausgang entsteht. Zu erwähnen ist ferner ein besonderer Warteplatz für Droschken, der in Amerika recht häufig fehlt, allerdings auch nicht so notwendig ist wie in Europa. Das Empfangsgebäude zeigt im Innern und Äußern eine vornehme und geschmackvolle Architektur (Text-Abb. 8).

Auch der in Durchgangsform ausgebildete Endbahnhof Randolph-Straße der Illinois-Zentralbahn zeigt schienenfreie Zugänge zu den Gleisen. Die Gesamtanordnung ist aber, da

hier Straße und Schienenoberkante in gleicher Höhe liegen, nicht so geschickt wie in Albany, da die Reisenden verlorene Steigungen überwinden müssen (vergl. Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1906 S. 101).

Während der Bahnhof in Albany hoch liegt und demnach Zugänge mittels Bahnsteigtunneln erhalten hat, wird der größte mit schienenfreien Zugängen ausgestattete Durchgangsbahnhof Amerikas tief liegen und daher durch Querbrücken zugänglich sein. Dies ist der in Ausführung begriffene Hauptbahnhof der Pennsylvania- und der Long Island-Eisenbahnen in Neuyork. Die beiden Bahnen sind bisher nicht in die Innenstadt Neuyorks, auf die Insel Manhattan hinübergeführt, sondern enden am andern Ufer der beiden Meeresarme in Jersey-City und in Brooklyn (vgl. Abb. 9 auf Bl. 50 Jahrg. 1904 dies. Ztschr.). Dies ist besonders für den gewaltigen Fern- und Nachbarschaftsverkehr der Pennsylvaniabahn sehr ungünstig. Eine grundlegende Verbesserung wird jetzt durch den Bau einer unterirdischen Bahn von Jersey-City unter dem Hudson hindurch nach Neuyork und weiter unter dem East River hindurch nach Long Island erzielt (s. Zentralbl. d. Bauverw. Jahrg. 1904, Abb. 8 S. 119). Der Hauptbahnhof dieser Linie erhält naturgemäß Durchgangsform; seine Bahnsteige liegen sehr tief unter der Straße, da die Bahn so tief geführt ist, daß noch andere Tiefbahnen über sie hinweggeführt werden können. Das Empfangsgebäude, das vier Häuserblocks einnimmt, liegt über den Gleisen (also etwa wie der neue Haupt-

bahnhof Hamburg) und enthält einschließlich des Gleisgeschosses vier Stockwerke. In Straßenhöhe liegen nur die Zugänge, der LUNCHraum, der Speisesaal und an den Zugängen entlang zahlreiche Läden, die vermietet werden sollen. Das wichtigste Stockwerk bildet das erste Kellergeschoß. In ihm liegt quer zu den Gleisen die große Eingangs- und Wartehalle, in die die Fahrkarten- und sonstigen Schalter eingebaut sind. Hieran stoßen an der einen Seite die besonderen Warteräume für Frauen und Raucher mit den Aborten, an der anderen Seite eine große Gepäckhalle. Der Wartehalle vorgelagert ist eine auf ganze Breite durchgehende Wandelhalle, die, wenn sie auch über den Gleisen liegt, als Querbahnsteig bezeichnet werden kann. Mit der Straße steht dies Geschoß durch zahlreiche Treppen und zwei geneigte Straßen für Droschken und Gepäckfuhrwerk in Verbindung. Unter der Wandelhalle liegt als drittes Geschoß ein zweiter über den Gleisen liegender Querbahnsteig, der als Ausgang dienen soll und daher mit Treppen ausgerüstet ist, die unmittelbar zur Straße führen. Die Verbindung der Bahnsteige mit den beiden Querbahnsteigen und der Gepäckhalle geschieht außer durch Treppen durch zahlreiche Personen- und Gepäckaufzüge. — Wenn auch in der Trennung der Zu- und Ausgänge Gutes geleistet ist, so ist die Anlage, da keine getrennte Eingangs- und Wartehalle vorhanden sind, als nicht so günstig zu bezeichnen wie die unten beschriebenen neuen Kopfgebäude.

(Schluß folgt.)

Der Bahnhof Soest und das Ruhrgebiet.

(Mit Abbildungen auf Blatt 34 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Inhaltsangabe.

- I. Entwicklung des Bahnhofs Soest und des angrenzenden Eisenbahnnetzes.
- II. Das Ruhrgebiet und seine Bedeutung für den Bahnhof Soest.
- III. Bedeutung des Bahnhofs Soest und der Strecke Soest-Altenbeken für den Güterverkehr.
- IV. Der Betrieb auf dem Bahnhofs Soest.
 - a) Abfertigung der Personenzüge.
 - b) Abfertigung der Güterzüge von Westen nach Osten.
 - c) Abfertigung der Güterzüge von Osten nach Westen.
 - d) Abfertigung der Stückgutwagen an der Umladehalle.
 - e) Abfertigung des Ortsverkehrs auf der Südseite des Bahnhofs.
 - f) Abfertigung des Ortsverkehrs auf der Nordseite des Bahnhofs.
 - g) Zweck des Aufstellbahnhofs.
- V. Wohlfahrtseinrichtungen.
- VI. Schlußbetrachtung.

I. Entwicklung des Bahnhofs Soest und des angrenzenden Eisenbahnnetzes.

Die Westfälische Eisenbahn Hamm-Soest-Paderborn, eine der ältesten Staatsbahnen in Preußen, wurde am 1. Oktober 1850 eröffnet. Soest wurde dadurch als kleiner Zwischenbahnhof an die Köln-Mindener Linie angeschlossen. Am 1. Juli 1855 wurde die Bergisch-Märkische Strecke Dortmund-Unna-Soest in Betrieb genommen, wodurch Soest Trennungsbahnhof wurde unter zwei verschiedenen Verwaltungen. Die Westfälische Bahn hatte ihren Güterschuppen an der Südseite des Bahnhofs in der Nähe des Walburger Tores, die Bergisch-Märkische an der Nordseite in dem

jetzigen Übernachtungsgebäude II. Im Jahre 1860 erhielt der Bahnhof Soest das erste Anschlußgleis für das neue Walzwerk Bergenthal gegenüber dem Empfangsgebäude. 1866 wurde die Strecke Dortmund-Unna-Soest zweigleisig ausgebaut, 1867 die Strecke Soest-Paderborn. 1876 wurde die eingleisige Rheinische Strecke Dortmund-Süd — Welver in Betrieb genommen. 1881 erhielt die Strecke Welver-Soest das zweite Gleis. 1882 wurde die Bergisch-Märkische Bahn verstaatlicht, so daß die Verwaltung des Bahnhofs Soest in eine Hand kam. Dadurch wurden die Hindernisse, die einer Erweiterung des Bahnhofs Soest nach großen einheitlichen Gesichtspunkten entgegenstanden, beseitigt. 1883 wurde die Zuckerfabrik durch einen Anschluß mit dem Bahnhofs verbunden.

Hinderlich für eine gedeihliche Entwicklung des Bahnhofs war der Planübergang der Östinghauser Landstraße, der bei dem stark steigenden Verkehr beseitigt werden mußte. Dies geschah durch einen großen Umbau in den Jahren 1887 bis 1889. Dem neuen umfangreichen Güterbahnhofs fiel ein Teil der alten, durch die Soester Fehde berühmten Stadtmauer zum Opfer. Der alte Westfälische Güterschuppen wurde abgebrochen, der Bergisch-Märkische kam außer Betrieb, der Planübergang wurde durch eine Unterführung ersetzt. Am 1. November 1889 wurde der neue Güterbahnhofs in Betrieb genommen. 1896 wurde die Strecke Dortmund-Süd — Welver zweigleisig ausgebaut.

Die starke Zunahme des Verkehrs im Ruhrgebiete machte den Bau eines großen Verschiebebahnhofs in Soest immer dringlicher. Nach langen Verhandlungen entschloß man sich im Jahre 1895, den neuen Verschiebebahnhof innerhalb des Bogens anzulegen, den die Hauptgleise zwischen Soest und Sassendorf beschreiben. Der Grunderwerb (20 ha, zum Teil Gärten) war mit großen Schwierigkeiten verbunden, so daß der Bau erst im August 1896 beginnen konnte. Am 17. Oktober 1897 wurde der nördliche Teil des Verschiebebahnhofs in Betrieb genommen, am 1. Juli 1898 der südliche Teil und die zwischen beiden gelegene Umladehalle. Am 1. Mai 1898 wurde die 1 m-spurige Ruhr-Lippe-Kleinbahn, die im Güterbahnhofs der Staatsbahn einen Anschluß mit Rollbockbetrieb hat, eröffnet.

Im Frühjahr 1899 mußte der Güterbahnhof wegen Einführung der Westfälischen Landeseisenbahn Brilon-Beleke-Soest und wegen des Anschlusses für das Kornhaus umgebaut werden. Am 1. März 1899 wurde das Kornhaus in Betrieb genommen, am 1. Dezember die Strecke Brilon-Soest. Am 1. August 1899 wurden die elektrischen Beleuchtungsanlagen in Betrieb genommen. Die Elektrizität wird von dem Elektrizitätswerke der Stadt Soest geliefert. Die schwierigste Arbeit, die unter dem rollenden Rade ausgeführt werden mußte, war der Umbau des Westendes des Personenbahnhofs, der ebenfalls im Jahre 1899 stattfand. Hier münden drei Linien, deren Züge sich teilweise kreuzen, was große Schwierigkeiten machte, zumal der Verkehr mittlerweile stark gewachsen war. Damit war die Erweiterung des Bahnhofes im wesentlichen beendet.

Die Umladehalle und die zugehörigen Gleisanlagen erwiesen sich jedoch bei der ungeahnten Zunahme des Stückgutverkehrs schon bald als unzureichend, sind daher in den Jahren 1899 bis 1906 wiederholt erweitert und umgebaut worden, dürften jedoch in dem jetzigen Zustande, der in Abb. 3 Bl. 34 dargestellt ist, dem stark wachsenden Stückgutverkehre für längere Jahre genügen.

Von 1899 bis 1906 sind dann noch eine große Zahl von Bauten ausgeführt worden, um die vorhandenen Anlagen zu erweitern und zu verbessern und den Bahnhof zweckmäßiger und leistungsfähiger zu gestalten, und um für das große Eisenbahnpersonal Wohlfahrtseinrichtungen durchzuführen, die den neuen ministeriellen Vorschriften entsprechen. Die unzureichenden, ungesunden Aufenthalts- und Übernachtungsräume (alte Wagenkasten, Bretter-, Fachwerk- und Wellblechbuden) wurden beseitigt und durch massive Gebäude ersetzt.

Im Jahre 1901 wurden auf einem 3 ha großen Grundstück fünf zweigeschossige Arbeiter-Wohngebäude mit 5 · 8 = 40 Wohnungen nach dem Gleiwitzer Muster errichtet und zum 1. Oktober 1901 an Arbeiter und Unterbeamte vermietet, im Jahre 1903 noch drei dreigeschossige Gebäude mit 3 · 12 = 36 Wohnungen, die zum 1. November 1903 vermietet wurden. Im Jahre 1905 wurde neben diesen acht Häusern ein „Kinderheim“ mit „Kleinkinderbewahrschule und Badeanstalt“ errichtet und am 1. Oktober 1905 in Benutzung genommen. Im Jahre 1905 wurde der Bau des Aufstellbahnhofs am Ostende begonnen und im Jahre 1906 fortgesetzt. Im Jahre 1906 wurde das zweite Gleis Hamm-Welver in Betrieb genommen und dadurch eine bessere Ver-

bindung zwischen den zwei großen Verschiebebahnhöfen Hamm und Soest hergestellt. Der Bahnhofsumbau in Soest ist durch die Betriebsinspektion I Paderborn ausgeführt worden. Die örtliche Bauleitung hatte vom 1. April 1895 bis zu seinem Tode im Herbst 1896 der Regierungsbaumeister Lorscheich, vom 1. April 1897 bis zum 1. April 1899 der Bau- und Betriebsinspektor Ortmanns.

II. Das Ruhrgebiet und seine Bedeutung für den Bahnhof Soest.

Der Umlauf der Eisenbahnwagen im Ruhrbezirke und seinem Absatzgebiete kann mit dem Kreislaufe des Blutes im menschlichen Körper verglichen werden. Die großen Bahnhöfe im Innern des Ruhrbezirks bedeuten das Herz, die Eisenbahnwagen das Blut, die zweigleisigen Hauptbahnen die großen Arterien und Venen, die sich verzweigen und verästeln in Nebenbahnen, Kleinbahnen, Anschlußbahnen und Zechenbahnen.

Der kleine Kreislauf der Eisenbahnwagen besteht darin, daß den Zechen, Fabriken usw. des Ruhrgebietes die leeren O- und Oc-Wagen und die beladenen Wagen zugestellt werden, und daß von dort die mit Kohlen, Koks und den Erzeugnissen der Fabriken beladenen O- und Oc-Wagen und die leeren G-Wagen nach den Bahnhöfen im Innern des Ruhrgebietes zurückfließen.

Der große Kreislauf der Eisenbahnwagen besteht darin, daß diese Wagen sobald wie möglich, um Stockungen zu vermeiden, nach den großen Verschiebebahnhöfen, die rund um das Ruhrgebiet herumliegen und gleichsam die Vorhöfe des Herzens bilden, abgeschoben werden. Von dort aus werden die Wagen auf dem rechten Gleise der Hauptbahnen nach allen Richtungen versandt und verteilen sich wie die Blutgefäße im menschlichen Körper auf die Nebenbahnen, Kleinbahnen und Anschlußgleise, denen sie Kohlen, Koks, Eisen usw. zuführen, und von denen sie auf dem linken Gleise der Hauptbahnen nach dem Ruhrbezirke größtenteils leer zurückkehren, womit der große Kreislauf der Wagen vollendet ist.

Das Rheinisch-Westfälische Ruhrkohlenbecken ist 3648 qkm groß und hat auf diesem kleinen Raume etwa 3 500 000 Einwohner, also 960 für das Quadratkilometer.

Der Güterverkehr im Ruhrbezirke ist von 1885 bis 1905 von 41 000 000 t auf 112 000 000 t gestiegen und beträgt $\frac{1}{4}$ vom Güterverkehre des deutschen Reiches, das 150 mal größer ist.

Der Eisenbahnverkehr im Ruhrgebiete lag vor der Verstaatlichung der Privatbahnen in der Hand von drei großen Gesellschaften, der Köln-Mindener, der Rheinischen und der Bergisch-Märkischen. Der Güterverkehr, der besonders in den Herbstmonaten sehr schwierig zu bewältigen ist, konnte unter diesen Verhältnissen nicht nach großen, einheitlichen Gesichtspunkten geregelt werden. Die Privatbahnen verfolgten naturgemäß privatwirtschaftliche Zwecke, bekämpften sich gegenseitig durch den Bau neuer Bahnen und Anschlußgleise zu den Bergwerken und Fabriken. Diesem unhaltbaren Zustande, der in volkswirtschaftlicher Hinsicht die größten Übelstände zur Folge hatte, machte die Verstaatlichung der Privatbahnen ein Ende, durch welche die Regelung des Eisenbahnverkehrs in eine Hand gelegt wurde. Die preußische Staatseisenbahnverwaltung hat seit dieser

Zeit nach einheitlichen Gesichtspunkten eine große Zahl von umfangreichen Bahnhofserweiterungen und neuen Bahnhöfen ausgeführt und einheitliche Maßregeln und Einrichtungen getroffen, besonders in bezug auf den Umlauf der Eisenbahnwagen. Im Innern des Ruhrbezirks bei Frintrop, Speldorf, Osterfeld usw. und am Rande desselben sind mit großen Kosten ausgedehnte Verschiebebahnhöfe errichtet. Für den Verkehr mit Nordwestdeutschland kommen in Betracht der Verschiebebahnhof Wanne für die Strecke Wanne-Bremen, der Bahnhof Hamm für Hamm-Hannover, der Bahnhof Soest für Soest-Altenbeken und der Bahnhof Schwerte für Schwerte-Kassel.

III. Bedeutung des Bahnhofs Soest und der Strecke Soest-Altenbeken für den Güterverkehr.

Der Bahnhof Soest gehörte bis 1899 zur Direktion Münster, gehört von 1899 ab zur Direktion Kassel. Diese Änderung war für die Aufstellung eines zweckmäßigen Güterzugfahrplans und die glatte Durchführung desselben besonders beim starken Herbstverkehr sehr zweckmäßig. Die Direktion Kassel ist in der Lage, den Güterzugverkehr auf ihren langen durchgehenden Linien Soest-Holzminden-Kreiensen, Soest-Ottbergen-Northem-Nordhausen-Blankenheim, Soest-Altenbeken-Kassel-Nordhausen-Blankenheim und Soest-Altenbeken-Kassel-Bebra einheitlich zu gestalten, was bei den kurzen Strecken der Direktion Münster, die nur von Soest bis Holzminden und Warberg reichten, nicht möglich war. In Soest sind im Herbst rund 40 Güterzugpersonale erforderlich, deren zweckmäßige Verwendung am besten von Kassel aus geregelt werden kann. Die Betriebsverhältnisse erfordern daher naturgemäß die Zugehörigkeit des Bahnhofs Soest zum Bezirke Kassel.

Im Winterfahrplan 1906/07 sind für die Strecke Soest-Altenbeken in der Richtung nach Osten 31 regelmäßige Güterzüge und 15 Güterzüge nach Bedarf vorgesehen. Dazu kommen 4 Schnellzüge und 10 Personenzüge. Die Strecke ist also mit 45 regelmäßigen Zügen belastet, wozu im Herbst bei starkem Verkehr noch etwa 5 Bedarfszüge kommen. Eine erheblich stärkere Belastung derselben ist auch mit Rücksicht auf die Steilrampe Paderborn-Altenbeken, die auf 15 km Länge in der Steigung 1:100 liegt, nicht mehr möglich.

Im Jahre 1885 sind auf der Linie Soest-Altenbeken nach Osten 500 000 Achsen befördert, im Jahre 1906 nahezu 1 000 000 Achsen, Zunahme des Verkehrs also 100 vH., wozu noch 30 vH. kommen für die Zunahme des Ladegewichtes in dieser Zeit, macht im ganzen 130 vH. Für die Achse sind jetzt durchschnittlich 5 t Ladegewicht zu rechnen, so daß 1906 nach Osten 5 000 000 t befördert worden sind, davon etwa 80 vH. Kohlen, Koks und Brikette, also 4 000 000 t und 1 000 000 t andere Güter. Nach Westen wurden im Jahre 1906 rund 900 000 Achsen befördert. Für die Achse sind in der Richtung nach Westen wegen der vielen leeren O- und Oc-Wagen nur 2 t Ladegewicht zu rechnen, so daß nach Westen nur 1 800 000 t befördert wurden. Von diesem Verkehr entfallen auf den Durchgangsverkehr über Altenbeken hinaus rund 90 vH., auf den Ortsverkehr der Strecke Soest-Altenbeken nur 10 vH. Der Ortsverkehr kommt also gegenüber dem Durchgangsverkehr kaum in Betracht.

Die Zunahme des Verkehrs auf der Linie Soest-Altenbeken an Güterwagenachsen in den letzten 20 Jahren von 1885 bis 1905 zeigt die bildliche Darstellung Abb. 1 Bl. 34. Das erstmalige Fallen des Verkehrs ist auf den Rückgang der Industrie zurückzuführen, wozu im Jahre 1889 noch der große Streik der Bergarbeiter des Ruhrbeckens kam. Der zweite Rückgang ist schroffer als der erste, ebenso die zweite Zunahme, ein Zeichen der Zeit, welches andeutet, daß die in der Zukunft zu erwartenden Krisen immer schärfer zu werden drohen. Der Rückgang im Jahre 1905 ist auf örtliche Ursachen zurückzuführen, hat nicht seinen Grund in einem Rückgange der Industrie, sondern in dem Streik der Bergarbeiter im Ruhrreviere, der vom 10. Januar bis zum 12. Februar 1905 stattfand, hauptsächlich aber in der Sperrung des Altenbekener Tunnels, die vom 23. Juli 1905 bis zum 1. Juli 1906 dauerte und Umleitungen des Verkehrs über andere Strecken zur Folge hatte.

Die Zahl der Güterzüge und der Güterwagenachsen, die dem Bahnhofs Soest täglich zugeführt und vom Bahnhofs Soest abgesandt werden, zeigt die bildliche Darstellung Abb. 2 Bl. 34. Die angegebenen Achsenzahlen entsprechen dem Verkehr im Sommer. Im Herbst, besonders im Monat Oktober, steigt der Verkehr sehr stark. Der Zulauf aus Westen betrug Ende Oktober 1906 an mehreren Tagen 4700 Achsen, von denen 4100 Achsen über den Ablaufberg W-Süd abgedrückt wurden. Die stärkste Leistung des Bahnhofs Soest, für welche der Ablaufberg W-Süd maßgebend ist, kann zu 5000 Achsen täglich angenommen werden. Über einen zweckmäßig angelegten Ablaufberg können in der Stunde zwei Züge von je 100 Achsen abgedrückt werden, also in 24 Stunden 4800, rund 5000 Achsen. Für einen stärkeren Zulauf reicht der Bahnhof Soest nicht aus. Wird der Verkehr in den nächsten Jahren erheblich stärker, was zu erwarten ist, so kann der Bahnhof Soest durch den neuen Verschiebebahnhof Schwerte und die geplante Linie Dortmund-Schwerte entlastet werden. Außerdem ist eine Erweiterung des Verschiebebahnhofs Soest in Aussicht genommen. In den nächsten Jahrzehnten wird sich der Schwerpunkt des Ruhrgebietes mehr und mehr nach Norden verschieben. Diesem Umstande trägt die neue Linie Osterfeld-Hamm bereits Rechnung, ebenso die beabsichtigte Kanalisation der Lippe. Eine Folge dieses Umstandes wird auch die allmähliche stärkere Belastung der Linie Hamm-Soest sein, die seit kurzer Zeit ganz zweigleisig ist, und die stärkere Belastung der Verschiebebahnhöfe Hamm und Soest. Das beste Mittel, die letzteren zu entlasten, würde der Bau „eines Verschiebebahnhofs Welver“ sein und der Bau „einer Linie Welver-Lage-Schieder-Holzminden“ gewissermaßen als Verlängerung der Linie Dortmund-Süd — Welver, die jetzt ganz auf Soest angewiesen ist. Dadurch würde gleichzeitig eine Umgehungsbahn für den Altenbekener Tunnel geschaffen, und zwar an der günstigsten Stelle, der Dörenschlucht des Teutoburger Waldes, an der entweder kein Tunnel oder nur ein kurzer Tunnel zur Durchschneidung des Gebirges nötig ist.

Bis zum Jahre 1896 reichte der Bahnhof Soest, abgesehen vom Güterbahnhofs, nur bis zur Östinghauser Unterführung und bestand im wesentlichen aus neun Gleisen, und zwar aus drei Personenzuggleisen an der Südseite, drei

Güterzuggleisen in der Mitte für die Richtung von Westen nach Osten und drei Güterzuggleisen an der Nordseite für die Richtung von Osten nach Westen. Das Vershubgeschäft in diesen Güterzuggleisen beschränkte sich auf das Aus- und Einsetzen von Wagen. Damals wurden die beladenen Güterzüge, die im Ruhrbezirke gebildet waren, dort auch vollständig geordnet. Dies war in den folgenden Jahren bei der starken Zunahme des Verkehrs nicht mehr möglich. Man ging daher dazu über, die Güterzüge bunt an die Grenzen des Ruhrbezirks zu schicken, sobald die dort im Bau begriffenen Verschiebebahnhöfe das Vershubgeschäft übernehmen konnten. Eine Entlastung des Ruhrgebietes wurde auch durch die scharfe Trennung der Güterzüge in Fern-, Durchgangs- und Ortsgüterzüge herbeigeführt. In den ersten Jahren nach der Einführung dieser Trennung wurden die Ferngüterzüge noch im Ruhrgebiete selbst geordnet. Später war auch das nicht mehr möglich. Es blieb nur übrig, alle Güterzüge bunt an die Grenzen des Ruhrgebietes zu schicken und die Ferngüterzüge auf den neuen Verschiebebahnhöfen zu bilden.

Der Bahnhof Soest ist 4 km lang und bedeckt eine Fläche von rund 70 ha. Er hat jetzt einen Wert von etwa 4500000 \mathcal{M} .

- | | | |
|---|------------------------|-------------------------|
| 1. Bodenfläche 70 ha | je 20000 \mathcal{M} | = 1400000 \mathcal{M} |
| 2. Brücken, Unter- und Überführungen | 300000 \mathcal{M} | |
| 3. Oberbau (Gleise und Weichen) | 1200000 \mathcal{M} | |
| 4. Stellwerke, Signale, elektrische Anlagen | 200000 \mathcal{M} | |
| 5. Gebäude und sonstige Anlagen | 1400000 \mathcal{M} | |

Summe 4500000 \mathcal{M} .

Zur Bedienung des Bahnhofs Soest sind ständig bei Tag und Nacht sieben Verschiebemaschinen erforderlich, die doppelt besetzt sind, außerdem bei Tage noch eine achte Maschine. Einen großen Teil des Jahres, besonders im Herbst, arbeiten jedoch bei Tage zehn und bei Nacht acht Maschinen.

Das Personal, das für den Dienst auf Bahnhof Soest erforderlich ist, setzt sich zusammen aus rund 120 mittleren Beamten (einschließlich der in Soest stationierten Lokomotiv- und Zugführer), 260 Unterbeamten, 300 Hilfsbeamten und 520 Arbeitern, beträgt also im ganzen 1200 Mann. Diese Zahlen geben ein anschauliches Bild für die große Bedeutung eines modernen umfangreichen Verschiebebahnhofs und dürften viele Leser, die dem Eisenbahnbetriebe ferner stehen, überraschen.

Der Bahnhof Soest zerfällt in vier Teile: Personenbahnhof, Güterbahnhof, Verschiebebahnhof und Aufstellbahnhof. Die scheinbar verwickelte Gleisanlage bietet in Wirklichkeit eine nahezu akademische Lösung. Die Umladehalle teilt den Verschiebebahnhof der Länge nach in zwei Teile, einen südlichen für den Verkehr der vorwiegend beladenen Züge von Westen nach Osten, einen nördlichen für den Verkehr der vorwiegend leeren Züge von Osten nach Westen. Eine zweite Linie senkrecht zur Umladehalle durch deren Mitte gezogen teilt den Verschiebebahnhof ebenfalls in zwei Teile, einen östlichen mit den zwei Ablaufbergen O-Süd und O-Nord, einen westlichen mit den drei Ablaufbergen W-Süd, W-Halle und W-Nord. Der östliche Teil gehört zur Abfertigung O (Assistentenposten), der westliche zur Abfertigung W, während der Teil des Bahnhofs westlich der Östinghauser Unterführung

(der Personenbahnhof) zur Abfertigung P (Bahnsteig) gehört. Unter dem Assistentenposten O steht noch der Aufstellbahnhof, unter dem Assistentenposten P der Güterbahnhof. Nach den Ablaufbergen werden auch die Verschiebemaschinen und die Verschiebemannschaften bezeichnet. So gehört z. B. zum Ablaufberge W-Süd die Maschine W-Süd und die Mannschaft W-Süd. Dadurch wird auf dem verwickelten Bahnhofs eine einheitliche, kurze, bestimmte Bezeichnung erreicht, die allen Beamten und Arbeitern geläufig ist.

Die gebrochenen Grenzlinien der Aufsichtsbezirke O, W und P folgen den Grenzen der Stellwerkbezirke, so daß jedem Assistentenposten eine bestimmte Zahl von Stellwerken zugeteilt ist. Von einer Beschreibung des Bahnhofs, der Angabe des Zweckes der zahllosen Gleise, die sehr umständlich und trocken sein würde, ist Abstand genommen worden. Es soll vielmehr der „Betrieb“, wie er sich auf dem Bahnhofs abspielt, erläutert werden. Dadurch ergibt sich der Zweck der einzelnen Gleise und Gleisgruppen von selbst.

IV. Der Betrieb auf dem Bahnhofs Soest.

a) Abfertigung der Personenzüge.

Die Personen- und Eilgüterzüge von Unna fahren in Gleis I, die Personenzüge von Dortmund-Süd und Hamm in Gleis II, die Personen- und Eilgüterzüge von Paderborn in Gleis III ein und fahren aus denselben Gleisen aus. Die Ortzüge von Soest nach Unna, Hamm und Dortmund-Süd fahren vom Stumpfgleis II^a, die Ortzüge von Soest nach Paderborn (Militärzüge, Vorzüge usw.) vom Stumpfgleis II^b ab. Das Stumpfgleis II^b dient noch folgendem besonderen Zwecke. Der Schnellzug Erfurt-Emden hat am Schlusse die Wagen für den Schnellzug Erfurt-Essen. In Soest müssen aus dem einen Schnellzuge zwei Schnellzüge gebildet werden. Der Schnellzug Soest-Essen wird fertig im Gleise II^b aufgestellt. Wenn der Schnellzug Erfurt-Emden eingefahren ist, wird der für Essen bestimmte Teil abgehängt und hinter den in II^b stehenden Zugteil gesetzt. Ist der Schnellzug nach Emden aus Gleis III abgefahren, so kann der Schnellzug Soest-Essen ohne Zeitverlust aus Gleis II^b durch Gleis III abfahren. Andernfalls würde die Bildung und Abfertigung der zwei Züge zu viel Zeit erfordern. Für die Personenzuglokomotiven ist der Lokomotivschuppen II, und für die Güterzuglokomotiven der Lokomotivschuppen I bestimmt.

b) Abfertigung der Güterzüge von Westen nach Osten.

Die Güterzüge aus Westen, die aus drei Richtungen von Unna, Dortmund-Süd und Hamm kommen, fahren in eins der sechs Gleise IV W bis IX W ein. Ist der Güterzug eingefahren, so werden Lokomotive und Packwagen abgehängt. Die Zuglokomotive fährt in den Lokomotivschuppen I. Das Zugpersonal bringt seinen Packwagen in eins der zwei Packwagengleise bei Abfertigung W. Zwei Wagenmeister untersuchen den Zug und beschreiben die beschädigten Wagen. Der Kartenbeigeber übernimmt vom Zugführer die Begleitpapiere und beschreibt die Wagen mit den Nummern der Gleise, in die sie ablaufen sollen. Die Drucklokomotive, die in demjenigen Gleise zurückgefahren ist, in dem sie den letzten Zug abgedrückt hat, fährt hinter den Zug. Die Verschiebemannschaft des Ablaufberges W-Süd nimmt ihre Plätze ein.

Alle diese Handlungen geschehen gleichzeitig, um keine Zeit zu verlieren.

Auf Befehl des Schirrmeisters wird das Verschiebesignal (eine rote runde Scheibe auf hohem Mast) auf Fahrt gezogen, wobei die elektrischen Klingeln, die an den Lichtmasten zwischen den Gleisen IV bis IX W befestigt sind, ertönen. Die Drucklokomotive beginnt den Zug abzudrücken in einer gleichmäßigen, langsamen Gangart, die abhängig ist von der Zeit, die der Stellwerkwärter zum Stellen der Weichen braucht, damit jeder Wagen ungefährdet in das für ihn bestimmte Gleis laufen kann. Auf dem Ablaufberge steht die Verschiebeuhr (eine Trommel mit Ziffern), die dem Stellwerkwärter für jeden Wagen die Gleisnummern anzeigt. Nur bei dichtem Nebel, Schneetreiben usw. wird das Signalhorn gebraucht. Am Fuße des Ablaufberges liegt eine Gleisbremse, um das Auflaufen der Wagen zu verhüten. Um die Betriebsmittel zu schonen, werden nur diejenigen Wagen gebremst, bei denen das Auflaufen zu befürchten ist. Dies ist der Fall, wenn die Gruppengleise stark besetzt sind, ferner bei starkem Winde aus Westen, wenn die Wagen zu weit laufen. Auch kommt es vor, daß einzelne Wagen schlecht laufen, zu früh stehen bleiben. Der Schirrman, der die Gleisbremse bedient, muß daher das Ablaufen der Wagen genau beobachten und nötigenfalls das Verschiebesignal sofort auf Halt stellen. In dem kleinen Stumpfgleise 17 S neben dem Ablaufberge hält während des Ablaufens die sogenannte „Durchdrücklokomotive“, die für den stark benutzten, wichtigen Ablaufberg W-Süd ständig bei Tage und bei Nacht erforderlich ist.

Wenn ein Wagen zu früh stehen geblieben ist, oder wenn die Gruppengleise stark besetzt sind, oder wenn die Wagen wegen starken Ostwindes nicht weit genug laufen, wird das Verschiebesignal auf Halt gestellt, so daß die elektrischen Klingeln ertönen. Die Drucklokomotive hört alsdann sofort auf zu drücken und bringt den Zug zum Stehen. Alsdann tritt die „Durchdrücklokomotive“ in Tätigkeit, schiebt die zu nah stehenden Wagen in den Gruppengleisen vor, „drückt durch“, wie die Verschieber zu sagen pflegen.

Ähnlich wird verfahren, wenn sich im Zuge lauffähige Wagen, Langholzwagen oder besonders vorsichtig zu verschiebende Wagen befinden. Wenn sie an die Reihe kommen, muß der Zug ebenfalls halten. Die Durchdrückmaschine holt den betr. Wagen ab, setzt ihn in Gleis 16 S und fährt durch Gleis 15 S auf ihren Platz zurück. Zwischen den Gruppengleisen, und zwar dort, wo sich die Hemmschuhleger gewöhnlich aufstellen, befinden sich 1 m hohe hölzerne Pfähle mit Kontakten, so daß jeder Hemmschuhleger im Notfalle das Verschiebesignal auf Halt stellen kann, um Unfälle zu verhüten. Die Wagen laufen je nach ihrer Bestimmung in die Gruppengleise 3 S bis 16 S, und zwar

			Wagenladungen für Soest (Ort),
in Gleis 4 S	die Wagenladungen	für die Gruppe Leipzig und Übergang,	
„ 5 S	„ „ „	„ Holzminden und Übergang,	
„ 6 S	„ „ „	„ Thüringen,	
„ 7 S	„ „ „	Richtung Ottbergen bis Halle (Halle ausschließlich),	
„ 8 S	„ „ „	Zwischenstationen von Sassendorf bis Holzminden (Holzminden ausschließlich),	

in Gleis 9 S	die Wagenladungen	für die Gruppe Falkenberg und Übergang,
„ 10 S	„ „ „	„ Kassel und Übergang,
„ 11 S	„ „ „	„ Altenbeken-Hamel und Altenbeken-Herford,
„ 12 S	„ „ „	„ Halle (Ort) und Übergang,
„ 13 S		dient als Aushilfsgleis,
„ 14 S		für die Zwischenstationen von Altenbeken bis Kassel (Kassel ausschließlich),
„ 15 S		dient als Aushilfsgleis.

Die Gleise 13 S und 15 S dienen zur Aushilfe, wenn eins der Gruppengleise überfüllt ist, ferner zur Aufnahme von Wagenladungen für Soest (Ort), wenn Gleis 3 S überfüllt ist oder zeitweise zum Ordnen oder Aufstellen der für die Richtung nach Osten bestimmten fertig umgeladenen Stückgutwagen gebraucht wird.

Gleis 16 S dient zur Aufstellung für lauffähige und vorsichtig zu verschiebende Wagen.

Vom Ablaufberge O-Süd aus werden die in den Gruppengleisen 3 S bis 16 S stehenden Wagen zu geschlossenen Güterzügen zusammengesetzt. Jeder Güterzug wird in demjenigen Gleise gebildet, in dem seine Schlußgruppe steht. Dadurch wird die Verschiebearbeit tunlichst vermindert. Die geringste Arbeit verursachen die Fernzüge und Durchgangszüge, bei denen oft nur die Bremsen vorschriftsmäßig zu verteilen sind. Mehr Arbeit verursachen die Ortsgüterzüge, besonders die Stückgüterzüge (Ausladezüge), die ganz nach Stationen geordnet werden müssen. Die Güterzüge werden tunlichst so belastet, daß die verfügbare Lokomotivkraft voll ausgenutzt wird. Da in die Gruppengleise 3 S bis 16 S gleichzeitig von den beiden Ablaufbergen W-Süd und O-Süd Wagen ablaufen, müssen sich die beiden Schirrmeister miteinander verständigen, um Unfälle zu vermeiden. Die Richtungsgleise sind jedoch in Soest so lang, daß diese Gefahr nicht groß ist. Das Zugpersonal muß sich rechtzeitig bei dem fertigen Zuge einfinden. Der Zugführer übernimmt den Zug vom Schirrmeister und die Begleitpapiere von der Abfertigung O und verteilt sein Personal auf die Bremsen.

Die Lokomotive, die den fertigen Zug zu übernehmen hat, muß rechtzeitig aus dem Lokomotivschuppen I fahren. Sie rückt in dem Lokomotivfahrgleise bis zu einem Mastsignale vor und hält hier so lange, bis durch den Stellwerkwärter das betr. Mastsignal auf Fahrt gezogen wird. Dies kann erst geschehen, wenn das Ablaufen der Wagen vom Ablaufberge O-Nord eingestellt ist. Die Packwagen für die Güterzüge von und nach Osten stehen in den Gleisen 3^a, 4^a und 5^a. Die Lokomotive holt ihren Packwagen, hält mit ihm im Gleise 6^a bis zur Abfahrzeit und setzt sich vor den Zug, der alsdann durch Gleis 10 abfährt.

Der Betrieb auf den Ablaufbergen W-Süd und O-Süd, der den Zweck hat, die mit Kohlen, Eisen usw. beladenen Güterzüge abzufertigen, ist der wichtigste. Gelingt es nicht, diesen Betrieb ordnungsmäßig aufrecht zu erhalten, so sind die sechs Güterzugeinfahrgleise IV W bis IX W bald besetzt. Die nachfolgenden Güterzüge aus Westen können nicht mehr in den Bahnhof einfahren, sondern müssen unterwegs aufgestellt werden, was wegen mangelnder Überholungsgleise schwierig ist und empfindliche Stockungen des Verkehrs im Ruhrgebiete zur Folge haben kann. Dieser Fall tritt ein, wenn östlich von Soest durch einen größeren Unfall

e) Abfertigung des Ortsverkehrs auf der Südseite des Bahnhofs.

Die für Soest (Ort) bestimmten Wagen aus Westen laufen in Gleis 3 S und, wenn dies nicht mehr ausreicht, in die Gleise 13 S und 15 S ab und werden auf dem Ablaufberge W-Halle nach P-Süd und P-Nord getrennt und in die Gleise 1^b bis 3^b gesetzt. Die Wagen aus Osten für Soest (Ort) laufen in die Gleise 1^a und 2^a östlich der Umladehalle ab, und zwar in Gleis 1^a die für P-Süd und in Gleis 2^a die für P-Nord bestimmten Wagen. Die Wagen für P-Nord werden von der Verschiebemaschine P-Nord aus Gleis 2^a abgeholt und weiter behandelt, die Wagen für P-Süd aus Gleis 1^a von der Maschine W-Halle, die sie zunächst in Gleis 3 S setzt. Für die Behandlung der Ortswagen (der sogenannten Übergabe) sind zwei Verschiebemaschinen nötig, die erste P-Süd bei Tag und Nacht für die Südseite des Bahnhofs, und die zweite P-Nord nur bei Tage für die Nordseite des Bahnhofs. Die erste Maschine P-Süd holt die Wagen für Soest (Ort)-Süd ab, zieht in Gleis IV W vor, schiebt sie von dort in den Güterbahnhof, ordnet sie mit Hilfe des Ausziehgleises 3 G und setzt sie laderecht an die Lagerplätze, Freiladestraßen und den Güterschuppen.

Gleis 11 G ist Anschlußgleis für die Ruhr-Lippe-Kleinbahn. In dieses vollspurige Gleis ist das 1 m-spurige Gleis der Kleinbahn hineingelegt, so daß die Wagen der Staatsbahn dort auf Rollböcke gebracht und ohne Umladung auf die Kleinbahn überführt werden können, was aber nur auf kurze Entfernung in ebenen Gleisen gestattet ist. Das Umladen von Staatsbahn- auf Kleinbahnwagen und umgekehrt findet auf dem Gleise 11 G und dem daneben liegenden Schmalspurgleise der Kleinbahn statt. Die Übergabe der Stückgüter zwischen Staatsbahn und Kleinbahn findet auf der Umladehalle statt, die westlich vom Güterschuppen liegt.

Auf dieser kleinen Umladehalle wurde bis zum Jahre 1897 die gesamte Umladung aller Stückgüter bewirkt, was wegen der beschränkten Verhältnisse sehr schwierig und zeitraubend war. — Die Maschine P-Süd bedient ferner die Übergabegleise für die Privatbahn Soest-Beleke-Brilon (Westfälische Landeseisenbahn) und die Anschlußgleise für das Kornhaus, endlich im Personenbahnhofe den Eilgutschuppen, den Kohlenhof und die Personenzüge, bei denen oft Wagen aus- und einzusetzen sind, und die zum Teil umzusetzen oder bei Seite zu setzen sind.

f) Abfertigung des Ortsverkehrs auf der Nordseite des Bahnhofs.

Die Maschine P-Süd bringt die Wagen für Soest-Nord durch das Gleis IV W nach Gleis XI W bei der Laderampe. Von dort holt die zweite Maschine P-Nord die Wagen ab und ordnet sie in der Gleisgruppe 17 W bis 20 W. Die Wagen für den Westen werden in das Gleis 12 W gestellt, die Wagen für den Osten hinter einen der in den Gleisen IV W bis IX W stehenden abzudrückenden Züge. Alsdann werden die Anschlüsse Zuckerfabrik und Bergenthal und die Arbeitsgleise der Bahnmeisterei bedient.

Die Maschine P-Nord hat auf der Nordseite des Verschiebebahnhs noch die Gleise 24 N bis 35 N zu bedienen, die zum Kohlenhof und zur Wagenwerkstatt gehören. Die Gleise 34 N und 35 N, die zur Erleichterung des Umladens nur 3,50 m von Mitte zu Mitte entfernt sind, dienen zur Umladung laufunfähiger beladener Wagen. Die Maschine bringt

nach Beendigung der Verschiebearbeiten die Wagen nach Gleis 11 W, ordnet sie in der Gleisgruppe 17 W bis 20 W und setzt die für den Westen bestimmten Wagen in das Gleis 12 W, die für den Osten in eins der Gleise IV W bis IX W hinter einen abzudrückenden Zug.

g) Zweck des Aufstellbahnhofs.

Es kommt häufig vor, daß das Ruhrgebiet wegen starken Zulaufs von Leerwagenzügen überfüllt ist, wodurch für den Betrieb große Schwierigkeiten und Stockungen entstehen können. Wenn dieser Fall eintritt, veranlaßt das Wagenamt Essen telegraphisch die Aufstellung der zum Ruhrgebiete zurücklaufenden O- und Oc-Wagen. Das Aufstellen dieser Wagen auf den östlich von Soest gelegenen Bahnhöfen verursacht aber große Schwierigkeiten, weil dafür nur wenige Gleise verfügbar sind, deren Besetzung die Verschiebearbeiten erschwert. Um diesen Übelstand zu beseitigen, wird am Ostende des Bahnhofs Soest ein Aufstellbahnhof angelegt, der nach seiner Vollendung in 15 Gleisen mit rd. 10 000 m nutzbarer Gleislänge für 1200 O- und Oc-Wagen Platz bietet. Zunächst werden nur 8 Gleise mit rd. 5000 m nutzbarer Gleislänge zum Aufstellen für 600 Wagen ausgeführt. — Die leeren O- und Oc-Wagen stehen bunt in den von Osten kommenden Güterzügen. Diese Güterzüge werden, wie unter c) näher angegeben, abgedrückt und die leeren O- und Oc-Wagen voneinander getrennt. In den Pausen, in denen auf dem Ablaufberge O-Nord nicht gearbeitet wird, werden die leeren Wagen aus den Gleisen 6 N, 7 N und 12 N nach Gleis VII O geschoben und von dort in eins der Gleise 1 bis 8 des Aufstellbahnhofs. Wenn bei schwachem Verkehr leere G-Wagen und andere Wagen längere Zeit aufgestellt werden sollen, wie es im Sommer öfter vorkommt, so kann das ebenfalls in den Gleisen 1 bis 8 geschehen.

V. Wohlfahrtseinrichtungen.

Das Personal eines großen Verschiebebahnhs wird geistig und körperlich stark in Anspruch genommen. Der schwere, verantwortliche Dienst geht Tag und Nacht ununterbrochen weiter. Der Nachtdienst ist aber besonders anstrengend und aufreibend. Die Beamten und Arbeiter, besonders die Verschiebearbeiter und die Rottenarbeiter, sind Wind und Wetter ausgesetzt, müssen bei jedem Wetter ihren Dienst versehen. Es sind daher in Soest unter Aufwendung großer Kosten eine Reihe von Wohlfahrtseinrichtungen getroffen, die dem Personal den schweren Dienst erleichtern sollen.

Bei den Abfertigungen O und W und bei der Umladehalle sind umfangreiche zweigeschossige Aufenthaltsgebäude errichtet, außerdem zerstreut auf dem ganzen Bahnhofs eine große Zahl kleiner eingeschossiger Aufenthaltsbuden. Alle Gebäude sind massiv gebaut, sind im Winter warm und im Sommer kühl und werden deshalb von den Arbeitern in den Arbeitspausen gern aufgesucht, zumal sie so nahe wie möglich bei den Arbeitsstellen errichtet sind. Massive Gebäude sind nicht viel teurer als Fachwerk- oder Wellblechbauten und viel billiger in der Unterhaltung, auch viel dauerhafter. Jede Arbeiterabteilung hat einen besonderen Aufenthaltsraum für sich. Zu jedem Aufenthaltsgebäude gehört ein Kohlenraum, ein Geräteraum, eine Kaffeeküche, ein Waschraum und ein Raum zum Trocknen nasser Kleider. Diese Nebenräume

sind meistens der Kostenersparnis halber für mehrere Abteilungen gemeinschaftlich. Jeder Arbeiter hat in seinem Aufenthaltsraume einen kleinen verschließbaren Schrank zum Aufbewahren von Kleidungsstücken, Mundvorräten usw. Viele Arbeiter wechseln vor und nach der Arbeit ihre Kleidung und können daher einen Schrank nicht wohl entbehren.

Die Übernachtungsräume für das Lokomotivpersonal der Güterzüge befinden sich in dem Übernachtungsgebäude I, das auch ein großes Unterrichtszimmer und einige Badezellen enthält. Die Übernachtungsräume für das Lokomotivpersonal der Personenzüge befinden sich in dem Anbau an dem Lokomotivschuppen II, in dem Übernachtungsgebäude III. Die Übernachtungsräume für das gesamte zahlreiche Zugpersonal befinden sich in dem großen, massiven Übernachtungsgebäude II, dem alten Bergisch-Märkischen Güterschuppen, der zu diesem Zwecke vorzüglich geeignet war und im Innern mit Fachwerkwänden vollständig ausgebaut ist. Hier sind auch ein Waschraum, ein Trockenraum für nasse Kleider, ein großes freundliches Aufenthaltszimmer mit einer kleinen Bücherei, eine Küche zum Wärmen der Speisen und zur Entnahme von kochendem Wasser für Kaffee usw. vorgesehen, auch eine kleine Wohnung für den Hausmeister. Im Dachgeschoße befindet sich das „Junggesellenheim“, das durch ein besonderes Treppenhaus zugänglich ist und eine Reihe von Zimmern mit ein oder zwei Betten enthält. Die Zimmer werden für einen billigen Preis an unverheiratete Arbeiter und Unterbeamte vermietet und reichen kaum aus, die Nachfrage zu befriedigen.

An dieses Gebäude ist eine Badeanstalt angebaut mit zahlreichen Wannensäubern, die an das Eisenbahnpersonal unentgeltlich verabfolgt werden. In der Nähe der Arbeitsstellen sind zahlreiche massive Abortgebäude errichtet, die durch einen fast geruchlos arbeitenden Tonnenwagen, der auf Schienen läuft, entleert werden.

Die Treppe an der Sassendorfer Überführung und die eiserne Fußwegüberführung westlich der Umladehalle ermöglichen den Arbeitern den Zugang zu ihren Arbeitsstellen ohne Überschreitung der gefährlichen Ablaufgleise. Ehe sie hergestellt waren, sind hier öfter Unfälle vorgekommen. — Bei der Abfertigung W ist eine kleine Selterwasserfabrik errichtet, in der täglich mehrere tausend Flaschen Selterwasser und Brauselimonade hergestellt werden können. Diese Getränke werden zum Selbstkostenpreise für 2 bzw. 5 Pfennig für die Flasche an das Eisenbahnpersonal in Soest verkauft und auch an die benachbarten Stationen und Bahnmeistereien versandt. Die Lage der Fabrik ist sehr günstig, weil eine große Zahl von Arbeiterabteilungen hier ihren Mittelpunkt hat, und weil die Umladehalle in der Nähe liegt, wo der Versand nach auswärts am einfachsten bewirkt werden kann. Der Alkoholgenuß ist durch diese Einrichtung erheblich eingeschränkt worden.

Nördlich des Bahnhofs in der Nähe der Sassendorfer Überführung ist ein 3 ha großes wertvolles Grundstück angekauft, auf dem nach dem Gleiwitzer Muster acht Wohngebäude mit 76 dreiräumigen Wohnungen für Arbeiter und Unterbeamte und ein „Kinderheim“ errichtet sind. Zunächst wurden fünf zweigeschossige Häuser gebaut. Da die Nachfrage nach etwas billigeren Wohnungen noch immer groß war, wurden noch drei dreigeschossige Häuser gebaut,

deren Wohnungen etwas billiger vermietet werden konnten unbeschadet der vorgeschriebenen Verzinsung von 4 vH.

Hinter den Häusern liegen die Viehställe. Jede Familie hält 1 bis 2 Schweine und 1 bis 2 Ziegen. Der Reingewinn, der bei zwei Schweinen und zwei Ziegen durch die Viehhaltung erzielt wird, beträgt nach mehrfachen Untersuchungen und Berechnungen durchschnittlich 100 \mathcal{M} , was bei einem Einkommen von 1000 \mathcal{M} 10 vH. ausmacht. In der fruchtbaren Soester Börde, der Kornkammer Westfalens, sind die Arbeiter an das Halten von Vieh gewöhnt und würden nur ungern darauf verzichten. Die Viehhaltung verdient Förderung; sie hält die Männer vom Wirtshausbesuche ab, gewöhnt die Kinder frühzeitig an nützliche Arbeit und bringt ihnen Liebe zur Natur bei, die heutzutage den Arbeiterkindern der Großstädte leider oft fehlt. Die Viehhaltung der zahlreichen Eisenbahnarbeiter und Unterbeamten der Staatsbahnen ist auch ein Mittel, die Fleischteuerung durch vermehrte Schweinezucht in etwa zu mildern. Zu jeder Wohnung gehört ein Stück Gartenland. Außerdem ist das zwischen den Häusern und der Eisenbahn gelegene Köppensche Grundstück (7 ha) vor einigen Jahren vom Fiskus angekauft und wird zu billigen Preisen an die Wohnungsinhaber verpachtet.

Jede Wohnung besteht aus einer geräumigen „Küchenstube“, die die Arbeiter sehr gern nehmen, weil sie dadurch Heizmaterial sparen, aus zwei Kammern, einer Bodenkammer, die als Schlafkammer dienen kann, und einem Kellerraum. Bleichplatz, Trockenraum und Waschküche sind für je vier bzw. sechs Familien gemeinschaftlich. Zur Not können also in jeder Wohnung drei Räume als Schlafkammern benutzt werden, was bei dem reichen Kindersegen der meisten Arbeiterfamilien oft geschieht. Das „Kinderheim“ wird von einer geprüften Schulschwester geleitet, enthält eine „Kleinkinderbewahrschule“, die von 50 bis 60 drei bis fünf Jahre alten Knaben und Mädchen besucht wird, ferner ein Lesezimmer mit einer kleinen Bücherei, ein Zimmer für die Lehrerin und außerdem mehrere Badezellen. Im Dachgeschoße wohnt eine Eisenbahnbeamtenwitwe, die die Reinhaltung der Zimmer und der Badeanstalt besorgt. Hinter dem Kinderheim liegt ein Spielplatz. Gegenüber dem Kinderheim auf der Südseite der Eisenbahn liegt der neue städtische Volksgarten, der durch eine Unterführung leicht zu erreichen ist.

Der Eisenbahnverein in Soest zählt rd. 1000 Mitglieder, hat eine gute Bibliothek und veranstaltet Winterfeste und Sommerausflüge.

Ein Eisenbahn-Frauenverein für Kranken- und Wöchnerinnenpflege ist seit einigen Jahren mit großem Erfolge tätig. Zur Weihnachtszeit veranstaltet er jährlich für die Kleinkinderbewahrschule ein kleines Fest, bei dem die Kinder mit Kleidungsstücken usw. beschenkt werden, die der Frauenverein in seinen Nähstunden, die alle 14 Tage stattfinden, anfertigt.

Ein Eisenbahn-Konsumverein hat ebenfalls seit einigen Jahren eine segensreiche Tätigkeit entfaltet. Er ermöglicht den billigen Einkauf von Kolonialwaren usw. und zwingt seine Mitglieder zur Barzahlung. — Zur Erörterung von Wünschen und Beschwerden bestehen in Soest zwei Arbeiterausschüsse, die sich zur Abstellung kleiner Mißstände usw. als zweckmäßig erwiesen haben.

Hiernach erscheint die Behauptung gerechtfertigt, daß für den Bahnhof Soest an der Arbeiterfürsorge mit großen

Geldopfern gearbeitet worden ist, und daß dementsprechend auch schöne Erfolge erzielt sind. Die älteren Arbeiter, die die früheren Verhältnisse noch gekannt haben, erkennen gern und dankbar an, daß es in dieser Beziehung viel besser geworden sei. Für einen Eisenbahnbetriebsbeamten ist es eine Freude, während der Arbeitspausen von Bude zu Bude, von Gebäude zu Gebäude zu wandern und die Arbeiter in ihren freundlichen Aufenthaltsräumen zu sehen und zu begrüßen.

VI. Schlußbetrachtung.

Das Bild, das in vorstehenden Zeilen von dem Güterverkehre gegeben ist, ist kennzeichnend für das Ruhrgebiet und seine nähere und weitere Umgebung, sein Absatzgebiet. Ähnlich wie in Soest spielt sich der Eisenbahnbetrieb auf allen Verschiebebahnhöfen ab, die am Rande des Ruhrbezirks liegen. Wenn irgendwo, so zeigt sich hier die segensreiche Wirkung der „Verstaatlichung der Privatbahnen“ in ihrem vollen Umfange.

Die Bewältigung des Güterverkehrs im Ruhrgebiete und seiner Umgebung, wie er sich in den letzten 20 Jahren gestaltet hat, wäre durch Privatbahnen, die sich gegenseitig bekämpfen, nicht mehr möglich. Welche Summen wären für den Fiskus verloren gegangen, wenn die Verstaatlichung

nicht stattgefunden hätte! Welche Summen wären in die Tasche der Aktionäre geflossen, die jetzt der Allgemeinheit zugute kommen! Die jährlich wachsenden Überschüsse der Staatsbahnen sind ja gewissermaßen indirekte Steuern, die Handel und Industrie tragen und wegen ihrer großen Einnahmen sehr gut tragen können. Diese Überschüsse machen für die letzten 20 Jahre von 1886 bis 1905 zusammen rd. 9¼ Milliarden Mark aus, obwohl von 1879 bis 1903 nach amtlicher Schätzung durch Tarifiermäßigungen der Eisenbahnfrachten etwa 2 Milliarden Mark weniger eingenommen sind. Diese Tarifiermäßigungen sind ebenfalls der Allgemeinheit zugute gekommen, je nach Bedarf der Landwirtschaft, der Industrie und dem Handel. Durch diese Überschüsse konnte die Erhöhung der Steuern in Preußen mehrfach vermieden werden und eine Tilgung der Staatsschulden in erheblichem Umfange stattfinden. Der schlechten Finanzlage des deutschen Reiches, die sich in der großen Zunahme der Reichsschulden und der Reichssteuern zeigt, steht die gute Finanzlage Preußens gegenüber, die im wesentlichen der Verstaatlichung der Eisenbahnen zu verdanken ist. Dank gebührt darum dem Fürsten Bismarck, von dem der Gedanke der Verstaatlichung ausgegangen ist, und Dank dem Minister Maybach, der sie mit großer Tatkraft durchgeführt hat. Dane.

Die Erhöhung der Talsperrenmauer in Lennep.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 und 36 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Stadt Lennep hatte im Jahre 1883 eine Grundwasserleitung in dem zwei Kilometer südöstlich der Stadt gelegenen Panzerbachtale erbaut. Da es sich aber bald herausstellte, daß in den verhältnismäßig geringen Kiesschichten des Tales in Zeiten längerer Trockenheit nicht genügendes Grundwasser vorhanden war, so wurde im Jahre 1893 beschlossen, eine kleine Talsperre in dem Tale zu erbauen. Der Panzerbach hat bis zu einer Talenge, die geeignet war zur Anlage einer Talsperre, ein Niederschlagsgebiet von 1,5 Quadratkilometer. Aus den langjährigen Beobachtungen des Unterzeichneten von Niederschlagshöhen und Abflußmengen in dem oberen Wuppergebiet war festgestellt worden, daß für Lennep und Umgegend bei etwa 300 m Meereshöhe auf einen mittleren Jahresniederschlag von 1235 mm zu rechnen war. Die Wasserabflüsse der Wupper und verschiedener Seitenbäche waren ebenfalls regelmäßig gemessen und ein mittlerer Abfluß von 68 vH. des Niederschlags festgestellt worden. Für das Panzerbachtal konnte man demnach bei 1,5 qkm Niederschlagsgebiet auf $1500000 \cdot 1,235 \cdot \frac{68}{100} = 1259700$ cbm jährlichen Abfluß rechnen. Bei diesem starken Bachabfluß und einem Wasserverbrauch von Lennep im Jahre 1892 von 200000 cbm erschien eine Aufspeicherung von 120000 cbm Wasser hinreichend, um Wassermangel in der trockenen Jahreszeit zu verhüten.

Der Unterzeichnete erhielt den Auftrag, eine Sperrmauer an einer passenden Stelle des Panzerbachtals zu errichten, durch die ein Sammelbecken von 120000 cbm Inhalt geschaffen wurde. Der Felsuntergrund an dieser Stelle be-

stand aus festem blauen Lenneschiefer, der in 2 bis 3 m Tiefe unter der Erdoberfläche angetroffen wurde. Die Mauer erhielt eine größte Höhe von 11,50 m, unten eine Stärke von 7,50 m und oben 1,60 m. Die sichtbare Länge der Mauer war 100 m, die ganze Länge zwischen den Felsabhängen des Tales 127 m. Am rechten Bergabhang war ein Überlauf angebracht von 10 m Länge und 0,50 m unter der Maueroberfläche, der das Überlaufwasser durch eine Felstreppe dem Grundbach wieder zuführte. An der tiefsten Stelle des Tales wurde zur Aufnahme des Wasserleitungs- und Entleerungsrohres ein Stollen von 1,30 m Breite und 1,80 m Höhe durch die Mauer angelegt und nach dem Einbau der Rohre an der Wasserseite auf 3 m Länge in Zementmörtel zugemauert. Die Mauer erhielt, um eine vollkommene Dichtung zu erzielen, an der Wasserseite doppelten starken Zementputz, der innere Verputz wurde durch eine vorge-mauerte Zementmauer von 60 cm Stärke geschützt, der äußere mit Holzzement und Goudron gestrichen. Der Felsuntergrund der Mauer war von allen lockeren Teilen befreit, die Fugen mit Zement ausgegossen und gereinigt worden, so daß ein dichter Anschluß erreicht wurde. Das Sammelbecken hatte eine Oberfläche von 32000 qm. Der Mutterboden wurde aus demselben ausgehoben und zum Teil in oberhalb liegenden Wiesen, zum anderen Teil unterhalb der Mauer angefüllt, um einen Fahrweg herzustellen, über welchen die Mauer nur 2,50 m hinausragte.

Im Jahre 1894 wurde die Stadt Lüttringhausen und der Bahnhof Lennep an das Wasserleitungsnetz angeschlossen. In Lennep, welches Eisenbahnknotenpunkt für fünf Bahn-

strecken ist, muß eine große Anzahl Lokomotiven gehalten werden; da für deren Speisung die vorhandenen Brunnen nicht mehr genügten, mußten 100 000 cbm jährlich der Wasserleitung entnommen werden. In dem außergewöhnlich trockenen Jahre 1901 genügte deshalb die Aufspeicherung von 120 000 cbm Wasser nicht mehr, den Wasserbedarf zu decken. Der Wasserstand der Talsperre wurde so gering, daß einwandfreies, kühles Wasser nicht mehr geliefert werden konnte. Es wurde jetzt in Erwägung gezogen, ob eine Erhöhung der Talsperrenmauer möglich sei, da bei dem großen Wasserzufluß von 1 300 000 cbm jährlich eine Wasserentnahme von etwa 500 000 cbm aus einem vergrößerten Becken gestattet war.

Der Unterzeichnete machte nun den Vorschlag, nach einer Anregung aus dem Ministerium der öffentl. Arbeiten, die Talsperre zu erhöhen und zu verstärken mit Hilfe von vorgebauten Pfeilern. Danach wurde dann der Auftrag erteilt, für die Erhöhung einen Entwurf in aufgelöster Bauart auszuarbeiten und den Behörden zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen. Der aufgestellte Entwurf wurde mit geringen Veränderungen genehmigt und ausgeführt.

Um bei Vergrößerung der Anlage (Abb. 4 Bl. 36) den Wasserzufluß zur Talsperre möglichst zu verbessern, wird das zufließende Wasser über eine Überrieselungswiese geleitet, in deren Graswuchs alle mitgeschwemmten festen Stoffe zurückgehalten werden. Alsdann gelangt das Wasser auf eine zweite Wiese, die mit Drainkanälen versehen ist. Hier versinkt das ganze zufließende Wasser und kommt filtriert in das Vorbecken. Dieses faßt 32 000 cbm und ermöglicht, bei genügendem Wasserzufluß im Herbst das Hauptbecken zu entleeren und zu besichtigen, indem alsdann das ganze Gebrauchswasser dem Vorbecken und den von früher her darunter liegenden Stollen entnommen werden kann.

Bei der Erhöhung der bestehenden Talsperrenmauer um 3,25 m, wodurch die Stauhöhe um 3 m gehoben und der Wasserinhalt von 120 000 auf 272 000 cbm gestiegen, ist eine sogenannte aufgelöste Bauweise angewendet worden (Abb. 1 u. 2 Bl. 35 u. 2 bis 4 Bl. 36). Die bestehende Mauer wurde einfach in ihrer alten Stärke, mit Einhaltung der inneren Böschung, erhöht und entsprechend bis zum festen Felsen der beiderseitigen Berghänge verlängert. In 12,50 m Entfernung von Mitte zu Mitte sind talseitig zwölf Stück 3 m breite Pfeiler vorgebaut, die an der tiefsten Stelle der Mauer 8 m, in Höhe der alten Mauerkrone 3,25 m und auf der neuen Mauerkrone 2,25 m vor der alten Mauer vorspringen. Zur besseren Versteifung und größeren Standfestigkeit wurden in halber Höhe wagerechte Bogen von 4,85 m Breite und 2,10 m Höhe in Zementbeton zwischen die Pfeiler gespannt. Diese Bogen sind an beiden Seiten der Talhänge, durch Betonierung der Zwischenräume zwischen Pfeiler und Felsen, gegen die festen Felsen gespannt und bilden somit, da sie der Gewölbeform der Mauer folgen, ein wagerechtes Spannungsgewölbe von erheblicher Kraft und Festigkeit. An dem oberen Ende der Pfeiler sind wieder Gewölbe, aus hammerrechten Grauwackesteinen, von 9,50 m Länge, 2 m Breite und 3 m Höhe ebenfalls gegen die festen Felsen der Talhänge eingespannt, die hier eine zweite wagerechte Spannung in Bogenform liefern. Auf die Gewölbewirkung der ganzen Bauweise ist nicht gerechnet, sondern die Standsicherheit ohne diese nachgewiesen worden.

Um den Teil des erhöhten Wasserdrucks, den die alte Mauer nicht aufnehmen konnte, auf die Pfeiler überzuleiten, sind zwischen den oberen und unteren wagerechten Spannungsgewölben und den Pfeilern senkrechte Gewölbe aus Zementbeton von je 9,50 m Länge, 2 bzw. 0,50 m Stärke errichtet worden. Wenn auch die alte Mauer durch ihre große Härte und Festigkeit als ein vor den Pfeilern ruhender Balken, der den Wasserdruck auf die Pfeiler überleiten konnte, anzusehen ist, so ist doch vorgezogen worden, vor dem schwächeren Teil der oberen Mauer obige senkrechte Bogen einzuspannen. Die ganze Bauweise besteht demnach aus einer Reihe von Pfeilern und Bogen, die vor der alten Mauer und ihrer Erhöhung, zwischen den Felsen der Berghänge eingebaut ist. Sämtliche Pfeiler, die Mauerverlängerung, die Spannungsgewölbe, überhaupt alle Bauteile sind auf festem Felsuntergrund gegründet. Der lockere Fels wurde erst entfernt, dann die Lagerungsrinne der Felsen und Klüfte gereinigt, mit Druckwasser ausgespritzt und mit reinem Zementmörtel ausgegossen. Da die Mauerschichten in den Pfeilern senkrecht auf der Drucklinie und möglichst senkrecht zur äußeren schrägen Pfeilerfläche aufgebaut werden mußten, so wurde die Sohle unter den Pfeilern sägeschnittförmig in Zementbeton angelegt, wodurch das Mauerwerk einerseits fest in die Unebenheiten der Felsoberfläche einsetzt, andererseits den Mauerschichten die richtige schräge Lage ermöglicht wird.

Zu sämtlichen Mauerarbeiten, dem Beton und dem Verputz ist ein und dieselbe Mörtelmischung verwendet worden, die sich bei vorherigen Proben als die beste, dichteste und zugleich billigste herausgestellt hatte. Es wurden in Betonmaschinen mit Dampftrieb auf das innigste vermischt: 1 Teil Portlandzement, 1 Teil gelöschter Kalkbrei, $1\frac{1}{2}$ Teile feingemahlener Nettetaler Traß und $4\frac{3}{4}$ Teile gewaschener scharfer Rheinsand. Das Mauerwerk erforderte 32 vH., der Beton aus Steinschlag 45 vH. Mörtel. Zu den Außenflächen des Mauerwerks wurden hammerrechte blaue Beyenburger Grauwackesteine, zum inneren Mauerwerk in der Nähe gewonnener Lenneschiefer verwendet. Die Wasserseite der Mauer erhielt, wie auch bei der alten Mauer, eine 60 cm starke Verblendung in gleichem Material, die sowohl an der inneren wie auch an der äußeren Seite mit einem 3 cm starken Zementputz versehen ist. Die Außenfläche wurde alsdann zweimal mit Syderosthon gestrichen. Die Anlehnungsflächen des neuen an das alte Mauerwerk wurden, wie auch die Betonflächen von außen, mit Zement verputzt.

An der rechten Bergseite befindet sich zwischen dem ersten und dem zweiten Pfeiler der 9,50 m breite und 0,75 m hohe Überlauf, so daß der Wasserspiegel des gefüllten Sammelbeckens 0,75 m unter der Mauerkrone liegt. Das überlaufende Wasser stürzt über die Vorderseite der Mauer hinunter in ein Absturzbecken von Zementbeton, fließt alsdann durch eine 2 m breite Wassertreppe in den Grundbach. Der Überlauf kann, wenn man die Abflußformel für vollkommenen Überfall und einen Abflußkoeffizienten von $\mu = 0,50$ der Berechnung zugrunde legt, $0,5 \cdot 4,43 \sqrt{0,75 \cdot 9,5 \cdot 0,75} = 13,6$ cbm Wasser in der Sekunde abführen, also etwa neunmal so viel, wie die Abflußmenge der höchsten bekannten Flut vom 24. November 1890 betragen hat, die für 1 qkm Niederschlagsgebiet 1 Sekundenkubikmeter, hier also 1,5 cbm

i. d. Sek. zum Abfluß brachte. Vor dem Überlauf ist ein Eisbrecher aus verzinktem Winkleisen angebracht worden. Um die Schieber der Ablaufröhren aus Haupt- und Vorbecken bedienen zu können, wurde an der Innenseite der Mauer ein Schieberturm vorgebaut. Er enthält sämtliche Absperrungsschieber, sowohl für die Entnahme der Wasserleitung aus Hauptbecken, Bodenfilter oder Vorbecken, wie auch die Ablasschieber zum Entleeren. Letztere sind so bemessen, daß sie mehr Wasser durchlassen können, als die höchste Flut zuführen kann.

Zur Kontrolle der Bewegungen der Mauer bei dem wechselnden Wasserdruck und den Temperaturschwankungen sind an beiden Ufern festgegründete Festpunkte und zwei in einer Visierlinie liegende Punkte auf der Mauer angebracht, die mit Mikrometerschrauben beweglich gemacht sind und das Maß der Durchbiegung der Mauer ablesen lassen. Die Bewegung der Mauer bei der ersten Füllung hat unter dem Wasserdruck etwa 3 mm betragen, später sind nur noch Bewegungen von 4 mm infolge von Temperaturschwankungen gemessen worden.

Der Zusammenhang der Kräfte im Innern des Bauwerks ist nach Maßgabe der Abb. 1 Bl. 36 durch ein angenähertes Rechnungsverfahren bestimmt worden. Für die Gewichte der verschiedenen Bauteile ist angenommen worden: für Mauerwerk 2,3 t/cbm, für Beton 1,9 t/cbm, der Wasserdruck zu 1 t für 1 qm Fläche und 1 m Höhe. Die alte Mauer mit ihrer Erhöhung besteht aus drei Teilen. Die

Drucklinie liegt im inneren Drittel des Mauerkörpers, weshalb keine Zugspannungen vorkommen.

Der Kantendruck auf die Vorder- und Hinterkante der alten Mauer berechnet sich danach zu 3,07 kg/qcm bzw. zu 0,15 kg/qcm.

Dieser Kantendruck ist sehr gering und erreicht bei weitem nicht die zulässige Größe.

Die Drucklinie befindet sich auch in den Strebepfeilern im inneren Drittel, so daß also auch hier keine Zugspannungen entstehen können.

Die Kantendrücke in den Pfeilern sind ermittelt zu 3,86 kg/qcm an der Vorderkante und zu 2,01 kg/qcm an der Hinterkante.

Aus diesen Rechnungsergebnissen geht hervor, daß ohne Gewölbewirkung eine vollständige Standsicherheit der ganzen Konstruktion gewährleistet ist, dabei ist der Wasserdruck bis zur Oberkante der Mauer angenommen worden, ein Fall, der wohl niemals vorkommen wird.

Oben dargestellte aufgelöste Bauweise würde auch anwendbar sein zum Bau einer neuen Talsperre, wenn man anstatt einer durchgehenden Mauer zwischen den Pfeilern senkrechte Gewölbe anwendet, die den Wasserdruck auf die Pfeiler hinüberleiten und welche so ausgeführt sind, daß sie für vollkommene Dichtigkeit Gewähr leisten. Eine genaue Berechnung ergibt, daß damit etwa 16 vH. Anlagekosten gegenüber einer vollen Mauer erspart werden können.

Lenep.

Albert Schmidt.

Neuere Verhandlungen über den Ausbau des Panamakanals.

Vom Geheimen Oberbaurat Dr.-Ing. Fülscher in Kiel.

(Mit Abbildungen auf Blatt 37 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Nummern 39 und 40 des Zentralblattes der Bauverwaltung im Jahre 1903 enthalten einen Bericht über die Tätigkeit des im Jahre 1899 von dem Präsidenten der Vereinigten Staaten berufenen Isthmus-Kanalamtes, dessen Vorsitzender der Admiral Walker war. Das Kanalamt hatte zunächst die Aufgabe, eingehende Untersuchungen darüber anzustellen, welche der beiden für den Bau des Kanals allein noch in Betracht kommenden Linien den Vorzug verdiene, ob, wie von amerikanischer Seite seit einer Reihe von Jahren geplant worden war, in der Richtung durch den Nikaragua-See, oder nach dem französischen Entwurf über die Landenge von Panama. Die Untersuchungen hatten das Ergebnis, daß nach rein technischen Gesichtspunkten die Panamalinie vorzuziehen sei; aber aus wirtschaftlichen und politischen Erwägungen glaubte das Kanalamt doch den Bau des Nikaraguanakanals empfehlen zu müssen. Erst später, nachdem die französische „Neue Panama-Kanal-Gesellschaft“ ihre Forderung für die Überlassung ihrer Rechte und ihres Eigentums wesentlich herabgesetzt hatte, sah das Kanalamt sich veranlaßt, für den Ausbau des Panamakanals einzutreten. Es empfahl, den Kanal in ähnlicher Weise, wie nach dem von der „Neuen Panama-Kanal-Gesellschaft“ vorgelegten Entwurf, als Schleusenkanal auszuführen mit einer Scheitelhaltung von im Mittel 26,20 m über dem mittleren

Meeresspiegel. Daraufhin wurden dann im Winter 1903 die Verträge abgeschlossen, durch die der Kanal in seinem derzeitigen Zustande nebst allem Zubehör und der Berechtigung, ihn auszubauen, an die Vereinigten Staaten von Amerika übertragen, sowie eine 10 Meilen (16,09 km) breite Kanalzone von der Republik von Panama abgetreten wurde.

Nach diesen Vorgängen fiel dem vorbezeichneten Kanalamt die Aufgabe zu, die Leitung der zur schleunigen Durchführung des Kanals erforderlichen Arbeiten zu übernehmen. Es hatte einesteiis die zur vollständigen Feststellung des Bauentwurfs noch zu beschaffenden Messungen und Untersuchungen zum Abschluß zu bringen und andernteils dahin zu wirken, daß die eigentlichen Bauarbeiten mit aller Kraft so weit gefördert wurden, wie dies vor der endgültigen Entscheidung über die Art der Bauausführung geschehen konnte.

Im Februar 1905 wurde ein von dem Ingenieur-Ausschuß des Kanalamts erstatteter Bericht vorgelegt, worin die Ergebnisse der bis dahin angestellten Untersuchungen und die bei den Bauarbeiten gewonnenen Erfahrungen kurz zusammengefaßt waren und zum Schluß empfohlen wurde, den Kanal nicht, wie früher vorgeschlagen, als Schleusenkanal, sondern als Durchstich in Meereshöhe auszubauen. Mit einer Sohlbreite von 45,75 m (150 Fuß), einer kleinsten Fahrtiefe

von 10,67 m (35 Fuß); an der Seite der Panamabucht bei Miraflores mit einer doppelten Gezeitenschleuse von 305 m (1000 Fuß) nutzbarer Länge und 30,50 m (100 Fuß) Weite. Die Gesamtkosten waren veranschlagt auf 230 500 000 Dollar.

Dieser in seinen Grundzügen mit dem ursprünglichen Lessepsschen Entwurf sich deckende Vorschlag fand in der Tagespresse vielfache Zustimmung. Aber er wich sowohl in der Art wie in den Kosten der Bauausführung wesentlich ab von dem früheren Bericht des Kanalamtes, auf Grund dessen die zur Durchführung des Unternehmens erforderlichen Verträge abgeschlossen und die dafür nötigen Gelder bewilligt worden waren. Es mußte demnach noch eine Entscheidung des Kongresses darüber herbeigeführt werden, ob auf die zuletzt vorgeschlagene Durchführung des Kanals in Meereshöhe übergegangen oder an dem früher in Aussicht genommenen Schleusenkanal festgehalten werden solle.

Bei dem Widerstreit der Meinungen über diese für das Unternehmen so bedeutungsvolle Frage beschloß der Präsident auf Vorschlag des Kriegsministers Taft im Frühjahr 1905: erstlich das bisherige Kanalamt, dessen Leistungen nicht befriedigt hatten, aufzulösen, für die Bauausführung eine ganz neue Behörde einzusetzen und gleichzeitig eine Dienst-anweisung zu erlassen, in der die Geschäfte und Befugnisse der einzelnen Mitglieder dieses neuen Kanalamtes genau abgegrenzt werden, ferner einen aus 13 Mitgliedern — acht amerikanischen und fünf ausländischen — bestehenden Ingenieur-Beirat (Board of Consulting Engineers) zu berufen, zur Prüfung der von dem Kanalamt vorgeschlagenen oder durch deren Vermittlung eingereichten Pläne für den Ausbau des Panamakanals. Die Berufung des neuen Kanalamtes und des Ingenieur-Beirats erfolgte durch Erlasse des Präsidenten vom 1. April und 24. Juni 1905.

Der Ingenieur-Beirat trat am 1. September 1905 in Washington unter dem Vorsitz des Generals Davis zusammen.¹⁾ Ihm gehörten als Mitglieder an: die amerikanischen Ingenieure Alfred Noble, W. Barclay Parsons, William H. Burr, General Abbot, Frederic P. Stearns, Joseph Kipley und Isham Randolph, ferner ein Engländer, der Ober-Ingenieur Hunter des Manchester-Seekanals, ein Deutscher, der derzeitige Regierungs- und Baurat Tincauzer in Königsberg i. P., jetzt vortragender Rat im preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, zwei Franzosen, der General-Inspektor des Brücken- und Wegebauwerks Guérard und der Ober-Ingenieur E. Quellennec, ein Holländer, der Ober-Ingenieur des Wasserbaues Welcker.

Mit einem Schreiben des Kanalamtes vom 1. September wurden dem Beirat die über den Ausbau des Kanals bisher bearbeiteten Entwürfe und die Ergebnisse der neuesten örtlichen Untersuchungen vorgelegt. Und zwar:

- I. Der Entwurf des ehemaligen Comité Technique in Paris nebst den zugehörigen Erläuterungen vom 16. November 1898,
- II. die mit Bericht vom 16. November 1901 eingereichten Ergebnisse der Arbeiten des amerikanischen Kanalamtes von 1899 bis 1901,

¹⁾ Die Mitteilungen über die Zusammensetzung und die Tätigkeit des Beirats sind einer Druckschrift entnommen, betitelt: Message from the President of the United States, transmitting the report of the Board of Consulting Engineers and of the Isthmian Canal Commission on the Panama Canal, together with a letter written by Chief Engineer Stevens. Washington 1906.

III. die in einer Druckschrift niedergelegten Hauptergebnisse der neuesten Untersuchungen, sowie der bei den letztjährigen Arbeiten im Culebra-Durchstich gemachten Erfahrungen,

IV. eine Denkschrift von Lindon W. Bates nebst Skizze zu einem Bauentwurf, der, wie gesagt wird, durch seine Neuheit auffällt, aber für eine abschließende technische Beurteilung und Kostenberechnung zu wenig eingehend bearbeitet ist; ferner eine von P. Bunau-Varilla vorgelegte Erläuterung eines Vorschlages, betreffend den späteren Ausbau eines Schleusenkanals in einen Meeresspiegelkanal.

In dem Schreiben wurde ferner mitgeteilt, daß der Kanal nach gesetzlicher Vorschrift in solcher Weite und Tiefe gebaut werden solle, daß die größten Schiffe durchfahren können und zwar nicht nur die jetzt vorhandenen, sondern auch die in noch größeren Abmessungen etwa künftig zu erbauenden; daß er ferner mit den nötigen Schleusen und anderen für die Durchfahrt notwendigen Einrichtungen, sowie an beiden Enden mit bequemen und sicheren Häfen ausgestattet werden solle. Auch auf Vorkehrungen zur Verteidigung werde Bedacht zu nehmen sein, soweit solche zur Sicherheit und zum Schutze des Kanals und der Häfen erforderlich sein möchten. Zum Schluß wird der Beirat eingeladen, an einer von dem Kanalamt für Ende September in Aussicht genommenen Bereisung des Kanals teilzunehmen.

Von dem Kanalamt selbst bearbeitete Pläne wurden nicht vorgelegt, und die vorgelegten älteren Entwürfe entsprachen nicht den vorerwähnten, für den Ausbau des Kanals festgesetzten Grundsätzen. Der Beirat war deshalb genötigt, nach den aus den älteren Entwürfen zu entnehmenden Unterlagen und auf Grund der Ergebnisse der neuesten Untersuchungen Entwürfe und Anschläge selbst zu bearbeiten. Für die Vorbereitung dieser Entwürfe wurden aus den Mitgliedern des Beirats zwei Ausschüsse gewählt, der eine für den Meeresspiegelkanal, der andere für einen Schleusenkanal.

Am 11. September wurde der Beirat von dem Präsidenten Roosevelt empfangen. Dabei legte der Präsident in einer kurzen Ansprache die Hauptgesichtspunkte dar, die er bei der Abgabe des Gutachtens berücksichtigen zu sehen wünschte. Er sprach die Hoffnung aus, daß es sich schließlich als möglich erweisen werde, einen Meeresspiegelkanal zu bauen, weil ein solcher an sich ohne Zweifel besser sei als ein Schleusenkanal mit mehr oder weniger hoher Scheitelhaltung. Aber er fügte gleich hinzu, daß, wenn darauf gerechnet werden müsse, daß die Schwierigkeiten der Bauausführung und die Dauer der Bauzeit wesentlich zunehmen, wenn anstatt des Schleusenkanals ein Kanal in Meereshöhe gebaut wird, dieser nicht vorzuziehen sei. Für den Fall, daß ein Schleusenkanal vorgeschlagen werde, sei es ihm erwünscht zu wissen, ob dieser ohne eine Unterbrechung des Verkehrs in einen Meeresspiegelkanal umgebaut werden könne. Auf die äußerste Beschleunigung des Baues und die völlige Gewißheit, daß der vorgeschlagene Entwurf mit möglichst wenig Gefahr ausführbar ist, müsse besonders Wert gelegt werden. Auch auf eine möglichste Ersparung von Kosten sei Bedacht zu nehmen. Vielleicht könnten gewichtige Gründe dafür sprechen, den an sich besten Plan anzunehmen, selbst wenn seine Durchführung mehr Zeit erfordert, sonst

aber sei zu hoffen, daß der Kanal so ausgebaut wird, daß er möglichst bald in Benutzung genommen werden kann. Die Verzögerung in der Fahrt durch den Kanal, die eine größere Zahl von Schleusen mit sich bringt, würde von geringer Bedeutung sein im Vergleich mit der durch die Annahme eines Schleusenkanal-Entwurfs etwa zu erzielenden Abkürzung der Bauzeit oder Verminderung der Schwierigkeiten der Bauausführung. Er wünsche, kurz gesagt, das Gutachten des Ausschusses über alle Fragen, die für die Wahl unter den verschiedenen Entwürfen zum Ausbau des Kanals von Bedeutung sind.

Am 28. September begab sich der Beirat nach der Landenge von Panama, um die bereits ausgeführten, wie in der Ausführung begriffenen Arbeiten zu besichtigen und sich über die örtlichen Verhältnisse, die für das zu erstattende Gutachten hauptsächlich in Betracht kommen, durch eigene Anschauung sowie durch mündliche Mitteilungen des gegenwärtigen Ober-Ingenieurs des Kanalamts Herrn Stevens und mehrerer Abteilungs-Ingenieure zu unterrichten. Auch der Ober-Ingenieur des früheren Kanalamts, Herr Wallace, wurde ersucht und fand sich bereit, über die Ergebnisse seiner Untersuchungen, sowie über die beim Bau gemachten Erfahrungen schriftlich und mündlich zu berichten.

Nachdem der Beirat von der Landenge zurückgekehrt war und sowohl von den älteren Entwürfen und Vorschlägen, als von den in neuester Zeit gesammelten Unterlagen für die Lösung der ihm gestellten Aufgaben Kenntnis genommen hatte, wurde in die Bearbeitung des zu erstattenden Gutachtens eingetreten. Als Grundlage für die neu aufzustellenden Entwürfe wurde mit elf gegen zwei Stimmen beschlossen, für die Schleusen eine nutzbare Länge von 305 m (1000 Fuß), eine Weite von 30,50 m (100 Fuß) und eine Tiefe von 12,20 m (40 Fuß) vorzusehen. Ferner wurde durch einstimmigen Beschluß festgestellt, daß in allen Kostenanschlägen für allgemeine und unvorhergesehene Ausgaben ein Zuschlag von 20 vH. der berechneten Baukosten angesetzt und von einer Entschädigungsberechnung für Ländereien, die durch die in Verbindung mit dem Kanal herzustellenden Seen überschwemmt werden, Abstand genommen werden solle. Letzteres deshalb, weil es unmöglich sei, für diese Berechnung zuverlässige Unterlagen zu gewinnen.

Von den Ausschüssen wurden demnächst die von ihnen bearbeiteten Entwürfe vorgelegt, einer für den Meeresspiegelkanal und vier für Schleusenkanäle. Der Entwurf für den Meeresspiegelkanal wurde von dem Beirat mit acht gegen fünf Stimmen angenommen und dem Präsidenten zur Ausführung empfohlen. Er wird hier später noch eingehend beschrieben werden. Von den vier Schleusenkanal-Entwürfen hatten je zwei gleiche Scheitelhaltungen in Höhe von + 25,90 m (85 Fuß) und + 18,30 m (60 Fuß)²⁾; sie wichen aber voneinander ab in der Anzahl und der Lage der Schleusen. Alle diese Pläne wurden von dem Beirat durch den oben erwähnten Mehrheitsbeschluß abgelehnt. Die Dauer der Bauzeit wurde für den Meeresspiegelkanal, wenn dessen Vollendung nicht durch ganz besondere unvorhergesehene Schwierigkeiten verzögert wird, mit sieben gegen sechs Stimmen auf etwa zwölf bis dreizehn Jahre berechnet, mit dem Hinzu-

2) Alle Höhenangaben beziehen sich auf den mittleren Meeresspiegel.

fügen, daß dieser Zeitraum durch widrige Umstände verlängert, unter günstigen Verhältnissen und bei ununterbrochener erstklassiger Bauleitung vielleicht um ein oder zwei Jahre abgekürzt werden könne. In betreff des Schleusenkanals war man einstimmig der Ansicht, daß der Bau, wenn keine unvorhergesehene Störungen eintreten, in zehn bis elf Jahren zu bewerkstelligen sei.

Vor der ausführlichen Beschreibung des zur Annahme empfohlenen Entwurfs für den Meeresspiegelkanal enthält der Bericht des Ausschusses noch:

1. eine Schilderung der physikalischen, klimatischen und gesundheitlichen Verhältnisse der Kanalzone,³⁾
2. Angaben über die bereits ausgeführten Bauarbeiten und über neu angeordnete Untersuchungen,
3. kurzgefaßte Mitteilungen über die von den Herren Bates, Bunau-Varilla, dem Kanalamt von 1899 bis 1901 und Major Gillette eingereichten Entwürfe und Vorschläge, sowie über den zum Vergleich mit dem Entwurf des Meeresspiegelkanals angenommenen Schleusenkanal-Entwurf mit einer Scheitelhaltung in Höhe von + 18,30 m (60 Fuß),
4. Bemerkungen über Sicherheits- und Schutzanlagen, über die Möglichkeit der Umwandlung des Schleusenkanals in einen Meeresspiegelkanal, über die Leistungsfähigkeit von Kanälen für den Verkehr, über die Mittel zur Bewältigung des Chagres und anderer Flüsse, sowie über die Art der für diesen Zweck zu errichtenden Dämme.

Aus diesen Mitteilungen sollen hier nur einige Hauptpunkte in gedrängter Kürze hervorgehoben werden.

Die Gesamtmasse des zum Bau des Kanals bisher ausgehobenen Bodens wird zu ungefähr 80 000 000 Cubic Yards (rd. 60 000 000 cbm) angegeben; wobei jedoch bemerkt wird, daß ein beträchtlicher Teil dieses Bodens infolge der in Aussicht genommenen Erbreiterung des Kanalquerschnittes noch einmal fortzubewegen ist. (S. hierzu den Längenschnitt, Abb. 9 Bl. 37, der die Tiefe des bis zum Jahre 1898 ausgehobenen Bodens in der Mittellinie des französischen Kanal-entwurfes ersehen läßt.)

Herr Bates hat drei Schleusenkanal-Entwürfe vorgelegt, mit Scheitelhaltungen in verschiedener Höhe, von + 8,20 m (27 Fuß), von + 18,90 m (62 Fuß) und von + 29,60 m (97 Fuß). Die Höhe von + 8,20 m in dem ersten Entwurf sollte durch zwei Dämme, bei Mindi nahe an der atlantischen Küste und zwischen den Ancon- und Sosatügeln bei Panama (s. den Übersichtsplan, Abb. 8 Bl. 37) hergestellt werden; diese niedrige Scheitelhaltung würde sich also fast über die ganze Landenge ausdehnen und auf jeder Seite nur eine Schleuse erfordern. Der zweite Entwurf ist aus dem ersten dadurch entstanden, daß ein mittlerer See eingeschaltet ist, dessen Wasserstand durch einen Damm bei Gatun auf + 18,90 m angestaut werden sollte. Und der dritte in ähnlicher Weise aus dem zweiten, durch Bildung eines zweiten Mittelsees mit der Wasserspiegelhöhe von + 29,60 m durch einen Damm bei Bohio. Der zweite Entwurf sieht vier Schleusen vor: in den

3) Sehr ausführliche Mitteilungen hierüber, sowie über den unter 3. aufgeführten Entwurf des Kanalamts von 1899 bis 1901 und über die Wasserführung des Chagres enthält das im Jahre 1905 erschienene Werk: Problems of the Panama Canal, by Brig. General Henry L. Abbot, New York 1905.

drei Dämmen und bei Pedro Miguel, der dritte sechs: außer in den vier Dämmen eine zweistufige Schleuse bei Pedro Miguel.

Herr Bunau-Varilla schlägt vor, einen Schleusenkanal mit hoher Scheitelhaltung zu bauen und gleich nach seiner Vollendung damit vorzugehen, ihn in einen Meeresspiegelkanal umzubauen. Er nimmt an, daß der Schleusenkanal mit einer Scheitelhaltung in Höhe von + 39,60 m (130 Fuß) in vier Jahren vollendet werden könne. Um die Umwandlung in einen Meeresspiegelkanal ohne fühlbare Störungen oder Unterbrechungen der Schifffahrt zu ermöglichen, sollten die Dämpel der Schleusen im Oberhaupt überall gleiche Höhe mit denen im Unterhaupt erhalten. Wenn dann die Vertiefung der oberen Haltung immer in kleinen Absätzen von etwa 2 bis 3 m vorgenommen würde, so würde die größte Baggertiefe die normale Tiefe im Kanal niemals um mehr als 3 m überschreiten, also bei einer Kanaltiefe von 12,20 m niemals mehr als 15,20 m betragen. Würde der Wasserspiegel so stufenweise bis auf die Höhe der nächsten Haltung abgesenkt sein, so könnten alle Tore der oberen Haltung offen gehalten und vorausgesetzt, daß alle Schleusen als Doppelschleusen mit zwei nebeneinander liegenden gleich großen Kammern gebaut wären, immer die eine Schleusenhälfte abgebrochen werden, während die andere noch der Schifffahrt erhalten bliebe. Herr Bunau-Varilla zeigt dann ferner noch, wie die Fortschaffung und Ablagerung des Baggerbodens zweckmäßig einzurichten wäre und hält dafür, daß nach diesen seinen Vorschlägen und unter Verwendung von Wasserkraft zur Erzeugung von Elektrizität für Bagger und andere Maschinen der Umbau mit sehr mäßigen Kosten ausgeführt werden könnte.

Das Kanalamt von 1899 bis 1901 schlägt einen Schleusenkanal vor mit einer Scheitelhaltung in Höhe von + 27,45 m (90 Fuß). An der atlantischen Seite zwei Schleusen bei Bohio, an der anderen Seite eine bei Miraflores und zwei bei Pedro Miguel. Der Kanal mit einer Tiefe von 10,70 m (35 Fuß) und einer Sohlbreite von 45,70 m (150 Fuß); angenommen in dem durch einen Damm bei Bohio herzustellenden See, wo für die auszubaggernde Fahrrinne eine Breite von 61 m (200 Fuß) und im Hafen von Colon, wo 152,50 m (500 Fuß) vorgeschlagen war. Die Schleusen mit einer nutzbaren Länge von 225 m (740 Fuß) und einer Weite von 25,60 m (84 Fuß). Die Kanallinie dieselbe wie nach dem französischen Entwurf.

Der Major Gillette erhebt Einwendungen gegen den Meeresspiegelkanal und empfiehlt einen Kanal mit Scheitelhaltung in der Höhe von + 30,50 m (100 Fuß). Durch einen Damm bei Gatun — Erddamm mit undurchlässigem Kern — soll ein See von wenigstens 100 Quadratmeilen (rd. 260 qkm) gebildet werden, dessen Wasserspiegel sehr geringen Schwankungen unterliegen würde. Dieser See könnte für lange Zeit allen Schlamm aufnehmen, der von den einmündenden Strömen zugeführt wird, auch alles Wasser zu den Schleusungen abgeben und würde eine gerade Fahrrinne von Gatun bis nach Bohio ermöglichen. Für die Schleusen — drei auf jeder Seite der Scheitelhaltung — werden 274,50 m (900 Fuß) nutzbare Länge und 27,45 m (90 Fuß) Weite vorgeschlagen.

Der Beirat hat alle diese Entwürfe sorgfältig geprüft, aber gegen jeden mehr oder weniger Bedenken zu erheben

gefunden. Gegen die Vorschläge von Bunau-Varilla wird hauptsächlich betont, daß die für den Bau des vorläufig herzustellenden Schleusenkanals vorgesehene Zeit viel zu kurz bemessen ist und daß die Kosten der Umwandlung in einen Meeresspiegelkanal zusammen mit dem Verlust der sehr kostspieligen Schleusen und anderer für den Schleusenkanal notwendiger Bauwerke übermäßig hoch werden würden. Der Entwurf des Kanalamtes von 1899 bis 1901 wird beanstandet, weil die Abmessungen des Kanals und der Schleusen nicht den gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen des Verkehrs entsprechen. Zu dem Entwurf des Majors Gillette wird bemerkt, daß die für den Kanal von Gatun bis an das tiefe Wasser in der Limonbucht vorgeschlagene gerade Linie mit der in dem Entwurf des Beirats für diese Strecke gewählten Linie ungefähr zusammenfällt, daß aber der zur Bildung des Sees mit der Wasserspiegellhöhe von + 30,50 m vorgesehene hohe Erddamm nicht empfohlen werden könne.

Zum Vergleich mit dem Entwurf zu einem Meeresspiegelkanal hat der Beirat einen Schleusenkanal mit einer Scheitelhaltung in Höhe von + 18,30 m (60 Fuß) angenommen: Mit Doppelschleusen von je einem Hub, einer Sohlbreite im Culebra-Einschnitt von 61 m (200 Fuß), in den anderen Strecken teils 91,50 m (300 Fuß), teils 152,50 m (500 Fuß); an der atlantischen Seite ein Damm mit Schleuse von 9,15 m (30 Fuß) Hub bei Gatun, ein zweiter Damm mit gleicher Schleuse bei Bohio, beide Dämme mit den zur Abführung überschüssigen Wassers erforderlichen Freischleusen; zur Bewältigung der Chagresabflüsse und Aufspeicherung von Wasser zur Kanalspeisung ein Damm bei Gamboa von gleicher Beschaffenheit wie der für den Meeresspiegelkanal vorgesehene; an der Seite des stillen Meeres zwei Schleusen, bei Pedro Miguel mit 10,10 m (33 Fuß) Hub und am Sosa-hügel, unweit der Küste der Panamabucht, mit einer Hubhöhe bei Mittel-Niedrigwasser von ungefähr 10,40 m (34 Fuß); zur Haltung des Wasserstandes zwischen den letztgenannten beiden Schleusen von + 8,20 m (27 Fuß) eine Abdämmung des Rio Grande durch einen an den Sosahügeln sich anschließenden breiten Erddamm und ein zweiter kleinerer Damm zwischen dem Anconhügel und dem ostwärts liegenden höheren Gelände; zur Abführung überschüssigen Wassers in dem Sattel zwischen den Ancon- und Sosahügeln eine Freischleuse.

In betreff der Umwandlung eines Schleusenkanals in einen Meeresspiegelkanal erkennt der Beirat an, daß eine solche Umwandlung ohne Unterbrechung des Verkehrs ausführbar ist. Aber er ist der Meinung, daß, weil die Kosten und Schwierigkeiten sehr groß sein würden, der Umbau nur befürwortet werden könne, wenn die Leistungsfähigkeit des Kanals für den Verkehr nicht mehr ausreicht. Und wenn dieser Fall schon in naher Zeit eintreten könne, so sei es wirtschaftlich richtiger, mit dem Bau des Meeresspiegelkanals gleich vorzugehen. Wie viel Zeit der Umbau erfordern werde, sei mit einiger Sicherheit nicht zu bestimmen.

Im Hinblick auf die erfahrungsmäßig fortschreitende Zunahme des Seeverkehrs wird empfohlen; die im Kanal zu erbauenden Schleusen überall als Doppelschleusen einzurichten und dem Kanal eine Breite zu geben, die an jeder Stelle das Vorbeifahren zweier der größten Seedampfer gestattet.

In betreff der in Verbindung mit dem Kanal zu erbauenden Dämme, die nach den vorgelegten Entwürfen einem mehr oder weniger hohen Wasserdruck ausgesetzt sind, werden Bedenken dagegen erhoben, sie als reine Erddämme auszuführen. Weil der Untergrund teils aus sandigem Klei, teils aus Sand oder Kies besteht, werden gefährliche Durchsickerungen befürchtet, die vermeintlich auch durch die in einigen Entwürfen vorgesehenen Spundwände nicht verhindert werden könnten. Für die im Bett des Chagres zu errichtende Talsperre bei Gamboa wird von dem Beirat entweder ein Erddamm mit schwerem gemauerten Kern, der bis auf den festen Fels herabgeführt wird, oder ein ganz aus Mauerwerk bestehender Damm vorgeschlagen.

Nach diesen kritischen Bemerkungen über die dem Beirat überwiesenen Vorlagen und über die für das abzugebende Gutachten hauptsächlich in Betracht kommenden Verhältnisse folgt in dem Bericht des Beirats eine eingehende Beschreibung des von ihm zur Ausführung empfohlenen

Entwurfs für einen Meeresspiegelkanal.

Hierzu die Abb. 1, 4 und 6 bis 9 Bl. 37.

Die für den Kanal angenommene Linie ist im allgemeinen dieselbe, die von der alten und neuen französischen Panamakanal-Gesellschaft gewählt worden war. Nur an einzelnen Stellen sind Verschiebungen vorgenommen worden, teils um Krümmungen abzuschwächen oder zu beseitigen, teils um in dem tiefsten Teil des Culebra-Einschnittes den Bodenaushub zu ermäßigen. Die zu letzterem Zweck vorgenommene Linienänderung ist verhältnismäßig gering. Von größerer Bedeutung sind die an beiden Enden vorgesehenen Begrädnungen (s. den Übersichtsplan Abb. 8 Bl. 37) und die in Verbindung damit getroffenen Änderungen in der Lage und Einrichtung der Häfen.

Die Hafen- und Kanaleinfahrt an der atlantischen Seite liegt in der Limonbucht zwischen den Köpfen zweier Wellenbrecher, wo die Wassertiefe bei Niedrigwasser mindestens 12,20 m (40 Fuß) ist. Von hier aus geht die zu baggernde Fahrinne in gerader Linie bis zur Südküste der Limonbucht bis Mindi, wo sie mittels einer schwachen Krümmung in die Richtung des von der alten französischen Gesellschaft teilweise schon ausgehobenen Kanals übergeht. Von Mindi bis zum Rio Grande, ungefähr 3 km jenseit Pedro Miguels, wird, mit Ausnahme der erwähnten kleinen Verschiebung im Culebra-Einschnitt, die alte Kanallinie beibehalten. In der Endstrecke aber wird diese ebenso, wie auf der atlantischen Seite, ganz verlassen. Während die alte Linie, um die felsigen Hügel an der linken Seite der Rio Grande-Mündung zu umgehen, mit zwei größeren Krümmungen dem Laufe des Flusses so nahe wie möglich folgt, geht die von dem Beirat vorgeschlagene Linie von Miraflores in gerader Richtung durch die Flußniederung bis an die Gezeitenschleuse in dem Sattel zwischen den Ancon- und Sosahügeln und in weiterer Verlängerung bis an das tiefe Wasser der Panamabucht. Bei Corozal, wo die Linie einen niedrigen, felsigen Vorsprung des östlichen Hochlandes durchschneidet, ist ein Überfallwehr mit verschließbaren Öffnungen vorgesehen, hauptsächlich, um durch das Bett des Rio Grande einen Teil der von Gamboa kommenden Chagresabflüsse abzuführen, außerdem aber auch um die Strömungen im Kanal zu regulieren und abzuschwächen, während die Gezeitenschleuse geöffnet ist.

Zur Regelung der Abflüsse des Chagres ist bei Gamboa eine Talsperre mit Freischleuse vorgesehen. Das durch die Freischleuse abfließende Wasser soll ungefähr 1200 m unterhalb Obispo in den Kanal eintreten.

Ausgehend von dem Erfahrungssatz, daß, um bei der Fahrt durch einen Kanal eine Schiffsgeschwindigkeit von sechs Meilen in der Stunde erreichen zu können, der wasserhaltende Querschnitt des Kanals wenigstens viermal so groß sein muß als der eingetauchte Querschnitt des Schiffes, ist der kleinste Kanalquerschnitt (im Felsboden) auf reichlich 744 qm (8000 Quadratfuß) festgesetzt. Es wird angenommen, daß dieser Querschnitt für Schiffe mittlerer Größe eine Fahrgeschwindigkeit von etwa acht Meilen in der Stunde gestatten wird und daß für besonders große Schiffe von 27,40 m (90 Fuß) Breite und 11,60 m (38 Fuß) Tiefgang — deren eingetauchter Querschnitt mehr als $\frac{2}{5}$ des Kanalquerschnitts sein würde — eine Fahrgeschwindigkeit von vier oder fünf Meilen hinreichend ist. Die Dauer der Fahrt durch den rund 43 Seemeilen langen Kanal wird hiernach, wenn die Tore der Gezeitenschleuse offen sind, für Schiffe von den eben angeführten größten Abmessungen auf etwa zehn Stunden, für weniger große auf sieben Stunden und für Schiffe mittlerer Größe auf fünf bis sechs Stunden berechnet; wenn die Schleusentore geschlossen sind, auf eine Stunde mehr. Aber es wird hinzugefügt, daß die Schleuse in mehr als der halben Zeit unausgesetzt und während hoher Springtiden, wenn sie in Betrieb gesetzt werden muß, während etwa acht Stunden offen sein wird.

Der Kanal ist zwischen den Küsten 64 km und mit den beiderseitigen Zufahrten 79,4 km lang. Er soll überall eine Tiefe von 12,20 m (40 Fuß) erhalten. Die Sohlbreite soll betragen: in der Fahrinne durch die Limonbucht 152,50 m (500 Fuß), zwischen den beiden Küsten in weichem Boden 45,70 m (150 Fuß) und in Felsboden 61 m (200 Fuß), von der Gezeitenschleuse bis zum tiefen Wasser in der Panamabucht 91,50 m (300 Fuß). Im Felsboden sind für den unteren Teil des Querschnitts bis auf einige Meter über Mittelwasser fast lotrechte Seitenwände (Neigung 10:1) vorgesehen, im Culebra-Durchstich für den oberen Teil Böschungen von 4:1 mit eingelegten Bermen, in weichem Boden je nach der Bodenbeschaffenheit 1:2 bis 1:1,5 (s. hierzu die zeichnerische Darstellung der Breiten Abb. 1 und die Querschnitte Abb. 4 bis 7 Bl. 37). Die auszuhebende Bodenmasse ist berechnet zu 231 026 477 Cubic Yards, rd. 177 000 000 cbm.

Bei Colon soll durch den Einbau der schon erwähnten beiden Wellenbrecher in die Bucht von Limon ein geräumiger und sicherer Hafen angelegt werden, der zu jeder Zeit, auch bei den bisweilen schweren Stürmen aus nördlicher Richtung, den Schiffen die Ein- und Ausfahrt gestattet. Für jeden Wellenbrecher ist eine Länge von rd. 1600 m vorgesehen. Der eine soll sich, wie der Übersichtsplan Abb. 8 Bl. 37⁴⁾ zeigt, von dem Ufer bei dem Manzanillo Leuchtturm in nordwestlicher Richtung bis an die Tiefenlinie von 12,20 m bei Niedrigwasser, der andere von derselben Tiefenlinie bis an einen

4) Da dem mir vorliegenden gedruckten Beiratbericht keine Zeichnungen und Pläne beigelegt sind, so hat die Lago der Wellenbrecher und Dämme nach der Beschreibung in den — zum französischen Entwurf von 1898 gehörigen — Übersichtsplan eingetragen werden müssen. Es mag daher zweifelhaft sein, ob diese Eintragung mit dem Entwurf des Beirats genau übereinstimmt.

Punkt 1144 m (3750 Fuß) westlich von Manzanillo erstrecken und von hier aus durch einen Damm mit dem großen Riff von Mindi Point verbunden werden. Die Wellenbrecher und der Damm schließen einen Hafen von ungefähr 2700 m Länge und 1200 m Breite ein, mit einer Tiefe von 9,15 m bis 10,70 m (30 bis 35 Fuß) bei Niedrigwasser. Zwischen den Köpfen der Wellenbrecher ist die 305 m (1000 Fuß) breite Einfahrt, die ebenso wie die anschließende 152,50 m (500 Fuß) breite durch den Damm geschützte Fahrinne bis auf 12,20 m (40 Fuß) unter Niedrigwasser vertieft werden soll. Außerdem wird beabsichtigt, den nach den französischen Entwürfen zur Kanaleinfahrt bestimmten Hafen mit Kohlenlagern, Verwaltungsgebäuden und anderen für den Kanalverkehr notwendigen Bauten auszustatten.

Bei Ancon an der Bucht von Panama sind die für eine Hafenanlage in Betracht kommenden Verhältnisse von denen an der atlantischen Seite grundverschieden. Stürme oder Wellenbewegungen, die den dort ankernden Schiffen gefährlich werden könnten, kommen nicht vor, der Ankergrund läßt nichts zu wünschen übrig. Die mittlere Meereshöhe ist an beiden Seiten der Landenge gleich, die Gezeitenschwankungen sind aber bei Ancon wesentlich größer als bei Colon. In der Bucht von Limon ist der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser meist nicht über 0,45 m und höchstens 0,75 m. Die Flutgröße in der Bucht von Panama dagegen ist während der Springtiden ungefähr 6,10 m (20 Fuß) und während der Nipptiden 2,41 m (7,9 Fuß). Infolge einer von Westen nach Osten gerichteten Küstenströmung ist die vorhandene Fahrinne vor der Mündung des Rio Grande einer starken Versandung ausgesetzt, so daß die Erhaltung einer Tiefe von 6,40 bis 6,70 m (21 bis 22 Fuß) eine dauernde Baggerung erfordert, jährlich etwa 114 000 cbm, in einzelnen Monaten bis zu 15 000 cbm. Die Schlammführung des Rio Grande ist nicht von Belang, auch die unter gewissen Gezeiten- und Windverhältnissen bisweileneintretenden geringen Strömungen in öst-westlicher Richtung sind in ihrer Einwirkung auf die Tiefe der Einfahrtsrinne ohne Bedeutung.

Als Tiefe der 91,50 m (300 Fuß) breiten Zufahrtsrinne zu dem Hafen von Ancon und des Hafens selbst wird das Maß von 13,70 m (45 Fuß) unter Mittelwasser vorgeschlagen. Wenn bei dieser Tiefe die für den Kanal in Aussicht genommene Normaltiefe von 12,20 m in Tiden von mehr als 3 m Flutgröße auch nicht immer voll erhalten bleibt, so wird sie doch für genügend erachtet, weil die mittlere Flutgröße nicht über 4,27 m ist und daher das bei Niedrigwasser etwa vorhandene Untermaß an Tiefe nur gering und jedesmal nur von kurzer Dauer sein kann. Nur Schiffe von dem größten Tiefgang würden, wie weiter bemerkt wird, wenn sie gerade zur Zeit eines sehr tiefen Niedrigwassers ankommen, in die Lage kommen können, zwei oder drei Stunden zu warten.

Die in dieser Tiefe herzustellende und einer fortdauernden Versandung oder Verschlickung ausgesetzte Kanalstrecke wird durch die Verlegung der Gezeitenschleuse von Miraflores, wo sie nach dem französischen Entwürfe vorgesehen war, nach Ancon beträchtlich abgekürzt. Zum Schutz der Zufahrtsrinne in der Panamabucht gegen Versandungen durch die Küstenströmung soll an der Westseite und, sofern es sich als ratsam erweist, auch an der Ostseite der Rinne ein niedriger Deich hergestellt werden, unter Verwendung des

bei dem Kanalaushub gewonnenen Gesteins. Die an der Mündung des Rio Grande bei La Boca vorhandene Hafenanlage soll für den Verkehr kleinerer Schiffe erhalten bleiben.

Erörtert wird dann noch die Frage, ob eine Gezeitenschleuse an dem Panama-Ende des Kanals notwendig ist. Vorweg wird bemerkt, daß die kurze Zeit, die für die Erstattung des Gutachtens zur Verfügung stand, dem Beirat nicht erlaubt hat, die Frage so eingehend in Betracht zu ziehen, wie es ihrer Bedeutung nach erwünscht ist. Es sei aber, wie weiter gesagt wird, wahrscheinlich, daß bei dem Fehlen der Schleuse die Gezeitenströmungen im Kanal zur Zeit der höchsten Springtiden Geschwindigkeiten bis zu fünf Meilen⁵⁾ in der Stunde — rd. 2,50 m in der Sekunde — erreichen würden. Wenn auch vielleicht Einrichtungen getroffen werden könnten, durch die es großen Schiffen bei dem Vorhandensein solcher Strömungen ermöglicht würde, den Kanal zu durchfahren, so habe der Beirat es doch für ratsam gehalten, eine Gezeitenschleuse — und zwar als Doppelschleuse mit zwei nebeneinander liegenden gleich großen und völlig voneinander unabhängigen Kammern — bei Ancon vorzusehen. Diese Schleuse werde wahrscheinlich nur für einen Teil jeder Springtide in Betrieb genommen zu werden brauchen. Zur Zeit der Nipptiden sei die Flutgröße — wie schon erwähnt nicht über 2,41 m — so gering, daß ein Schließen der Tore nicht nötig und der Verkehr durch die während der ganzen Tide offene Schleuse nicht behindert werde. Die aus der Gezeitenschleuse erwachsenden zeitweiligen Verkehrsstörungen seien im Vergleich mit dem Zeitverlust und den Gefahren, die bei einem Schleusenkanal mit hoher Scheitelhaltung die regelmäßige Durchfahrt durch sechs Schleusen mit sich bringen, sehr gering.

Die Baukosten für den so herzustellenden Meeresspiegelkanal sind auf 247 021 200 Dollar angeschlagen. Die Dauer der Bauausführung wird nach der Ansicht des Beirats einen Zeitraum von 12 bis 13 Jahren nicht überschreiten.

Als entscheidend für die Wahl des Meeresspiegelkanals wird noch angeführt:

Wenn der Kanal, den Anforderungen des Kongresses entsprechend, allen Schiffen, auch den größten, eine sichere und ununterbrochene Durchfahrt zwischen den beiden Meeren gestatten solle, so müsse er von allen nicht durchaus notwendigen Hindernissen frei sein. Diese Bedingung erfülle nur der Durchstich in Meereshöhe, und deshalb müsse diese eine Betrachtung allein dazu führen, alle Entwürfe mit Hubschleusen, ob einige oder viele, zu verwerfen. Für sehr große Handels- und Kriegsschiffe sei die Fahrt durch einen Schleusenkanal ganz besonders unsicher. Die Schwierigkeit der Behandlung solcher Schiffe beim Heben und Senken durch eine Anzahl von Schleusen werde so gefährlich und nahezu unausführbar sein, daß ein Entwurf, der solche Maßnahmen verlangt, nicht angenommen werden sollte.

Beschädigungen von Schleusentoren durch einfahrende Schiffe seien sowohl in dem Kanal bei den St. Mary-Fällen als im Manchester-Schiffkanal wiederholt vorgekommen. Und ein Vergleich mit den Erfahrungen am St. Mary-Kanal sei

5) Es wird angenommen, daß hier nicht die englische statute mile, die in dem Gutachten sonst wiederholt als Längeneinheit gebraucht worden ist, sondern die bei Angaben über Schiffs- und Stromgeschwindigkeiten übliche Seemeile gemeint ist.

aus verschiedenen Gründen nicht einmal zulässig. In diesem verkehren meist Schiffe in regelmäßiger Fahrt, die mit den Vorkehrungen beim Durchschleusen vertraut seien, was bei dem Panamakanal nicht zutrefte. Auch sei im St. Mary-Kanal der Schiffsverkehr jährlich drei bis vier Monate durch Eis geschlossen; dann könnten die Schleusen leergepumpt und sorgfältig ausgebessert werden. Besonders gefährlich seien mehrstufige Schleusen.

In Kriegszeiten sei der Schleusenkanal der Gefahr, durch feindliche Angriffe unbrauchbar gemacht zu werden, weit mehr ausgesetzt, als der Meeresspiegelkanal. Eine der Schleusen könne durch Sprengkörper oder durch ein gegen die Tore fahrendes Schiff leicht zerstört werden. Viel weniger gefährlich seien die Betriebsstörungen, die etwa durch Versenken eines Schiffes in dem Meeresspiegelkanal entstehen könnten, oder durch die Zerstörung der Gezeitenschleuse bei Ancon.

Die Vorteile, die für die Schifffahrt bei Benutzung des Schleusenkanals daraus erwachsen würden, daß die Fahrrinne durch die zu bildenden großen Seen führt, seien nicht von Belang. Der Schleusenkanal werde trotzdem weniger leistungsfähig sein und größere Unterhaltungs- und Betriebskosten erfordern. Die Dauer der Bauzeit werde für den Schleusenkanal nur um etwa zwei Jahre, die Kostensumme um höchstens 71000000 Dollar geringer sein, als für den Meeresspiegelkanal. Für den Fall, daß eine Vergrößerung des Kanalquerschnitts sich später als notwendig erweisen sollte, werde diese sich dagegen schneller und billiger an dem Meeresspiegelkanal herstellen lassen.

Aus allen diesen Gründen wird der Entwurf für den Meeresspiegelkanal zur Ausführung empfohlen.

Das vorstehend in kurzen Zügen dargelegte Gutachten ist unterzeichnet von den fünf ausländischen Mitgliedern des Ingenieurbeirats und den amerikanischen Mitgliedern Davis, Parsons und Burr.

Die übrigen fünf amerikanischen Mitglieder: Noble, Abbot, Stearns, Ripley und Randolph sind mit diesem Gutachten in wesentlichen Punkten nicht einverstanden und haben ihre abweichenden Ansichten in einem

Minderheitsgutachten

zum Ausdruck gebracht.

Sie glaubten, einen Schleusenkanal dem von der Mehrheit des Beirats vorgeschlagenen Meeresspiegelkanal aus verschiedenen Gründen vorziehen zu müssen. Und zwar weil nach dem von ihnen vorgelegten Entwurf

1. der Schleusenkanal leistungsfähiger ist,
2. die weiteren und tieferen Fahrinnen des Schleusenkanals den durchgehenden Schiffen gegen Beschädigungen eine größere Sicherheit bieten,
3. die Fahrt durch den Schleusenkanal für große Schiffe oder bei starkem Verkehr weniger Zeit erfordert,
4. der Bau des Schleusenkanals in beträchtlich kürzerer Zeit und
5. mit wesentlich geringeren Kosten zu bewerkstelligen ist.

Der von der Minderheit des Beirats vorgeschlagene Entwurf ist eine Abänderung des Entwurfs des Kanalrats von 1899 bis 1901. Die Höhe der Scheitelhaltung ist in beiden ungefähr dieselbe. Die Abänderungen waren teils notwendig, um die durch die Kongreßakte vom 28. Juni 1902 an den Kanal gestellten Anforderungen zu erfüllen, teils zweckmäßig,

weil die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen und die in den letzten zwei Jahren gesammelten Erfahrungen die Möglichkeit gezeigt haben, den Kanal wesentlich zu verbessern, ohne die Ausführung zu verteuern. Nach dem neuen Entwurf soll die Scheitelhaltung in Höhe von + 25,90 m (85 Fuß) durch einen Damm mit Schleuse bei Gatun — anstatt bei Bohio — und die Endschleuse an der Panamaseite anstatt bei Miraflores bei Sosa hergestellt werden (s. den Übersichtsplan und den Längenschnitt, Abb. 8 und 9 Bl. 37).

Die Kanaleinfahrt bei Colon und durch die Bucht von Limon ist — mit einer geringen Abweichung in der Richtung der langen geraden Fahrrinne von der Mündung bis zur Küste bei Mindi — in gleicher Weise geplant, wie in dem Mehrheitsentwurf. Die 152,50 m Sohlbreite der Fahrrinne in der Limonbucht soll nach dem Minderheitsentwurf bis zu den Schleusen bei Gatun fortgesetzt werden.

Für die Gestaltung des Entwurfs von hervorragender Bedeutung ist die Abdämmung des Chagres bei Gatun. Der Zweck dieses Damms ist die Bildung eines großen Wasserbeckens oder Landsees, der die Abflüsse des Chagres aufnehmen und aus dem das über eine bestimmte Höhe ansteigende Wasser durch Freischleusen abfließen kann. Der Gatunsee wird die Scheitelhaltung des Kanals bilden und eine Wasserfläche von 110 Geviertmeilen = rd. 285 qkm haben. Er wird das zu den Schleusen und für andere Zwecke erforderliche Wasser abgeben können und auf der ganzen Strecke von Gatun bis Obispo eine für die Schifffahrt sehr bequeme breite Wasserstraße bilden.

Für den Aufstieg von der in Meeresspiegelhöhe liegenden ersten Kanalstrecke zur Scheitelhaltung in Höhe von 25,90 m ist bei Gatun eine dreistufige Schleuse vorgesehen, die ebenso wie die Schleusen auf der Panamaseite und wie die Gezeitenschleuse in dem Mehrheitsentwurf als Doppelschleuse eingerichtet werden soll. Die Gesamthubhöhe soll sich auf die drei Stufen gleichmäßig verteilen. Die Scheitelhaltung wird sich, wie der Längenschnitt Abb. 9 Bl. 37 zeigt, von der Gatunschleuse bis zur Schleuse von Pedro Miguel erstrecken, in einer Länge von 47,5 km. Die Fahrrinne führt auf rd. 37 km Länge durch den Gatunsee. Ihre Tiefe ist in der Nähe der Gatunschleuse ungefähr 22,50 m (75 Fuß) und nimmt bis Bohio nur wenig ab, dann allmählich etwas mehr. Bei Obispo liegt das Flußbett des Chagres ungefähr 13,70 m (45 Fuß) unter dem Seewasserspiegel, so daß zur Herstellung einer 13,70 m tiefen Fahrrinne nur wenig Baggerarbeit erforderlich ist. Die Sohlentiefe von 13,70 m wird auch für die letzte Strecke der Scheitelhaltung beibehalten. Innerhalb des Sees soll die Breite der Fahrrinne in den ersten 25,2 km von den Gatunschleusen 305 m (1000 Fuß), dann auf 6,2 km 244 m (800 Fuß), auf weitere 6 km 152,50 m betragen; im Culebra-Durchstich ist die Breite in den beiden Endstrecken auf 91,50 m, in dem mittleren höchsten Teile des Rückens in einer Länge von 7,6 km auf 61 m eingeschränkt. Eine übersichtliche Darstellung der Breiten der Fahrrinne und der Querschnitte geben die Abb. 2, 4 und 5 Bl. 37.

Durch die Schleuse bei Pedro Miguel, die ein Gefälle von 9,45 m (30 Fuß) erhalten soll, erfolgt der Abstieg in die zweite Haltung, die ebenso wie die Scheitelhaltung durch ein künstlich hergestelltes Sammelbecken, den sog. Sosasee, führt. Von der Schleuse an soll der Kanal zunächst auf

2,6 km Länge eine Breite von 152,50 m erhalten, dann innerhalb des Sees in eine Fahrrinne von mindestens 305 m Breite übergehen. Dann folgt die den Abstieg auf den Meeresspiegel vermittelnde Schleuse bei La Boca mit zwei Stufen, wovon jede bei Mittel-Niedrigwasser ein Gefälle von ungefähr 9,45 m haben wird. Die Fahrrinne von der Schleuse bis an das tiefe Wasser der Panamabucht soll dieselbe Breite und Tiefe erhalten, die in dem Entwurf für den Meeresspiegelkanal vorgesehen ist: 91,50 m Sohlbreite und 13,70 m Tiefe unter Mittelwasser.

Der Sosasee soll die Abflüsse aus dem Rio Grande aufnehmen. Um ihn bis auf die vorgesehene Höhe von 16,75 m (55 Fuß) über den mittleren Meeresspiegel aufstauen zu können, müssen drei Dämme geschüttet werden, einer — der Hauptdamm — zwischen dem Sosa- und dem San Juanhügel, der das Flußbett des Rio Grande abschließt, und zwei kleinere zwischen dem Sosa- und Anconhügel und von diesem bis an das hohe Gelände bei Corozal. — Über den Damm bei Gatun, der für den ganzen Entwurf von so großer Bedeutung ist, wird in dem Gutachten folgendes mitgeteilt.

In der Linie des Dammes hat der Felsboden zwei tiefe Einsenkungen, die mit alluvialen Bodenschichten ausgefüllt sind. An der tiefsten Stelle liegt der Fels 78,70 m (258 Fuß) unter der Oberfläche. Über dem Felsgrund lagert in 15 bis 18 m (50 bis 60 Fuß) Dicke größtenteils poröser Sand und Kies, die oberen Bodenschichten bis zu einer Tiefe von 61 m (200 Fuß) bestehen dagegen teils aus feinem Sand, teils aus Klei. Aus diesen Bohrergebnissen wird geschlossen, daß eine nahe Verbindung des Flußbettes mit den porösen Bodenschichten, die gefährliche Durchsickerungen zur Folge haben könnten, nicht besteht. Es wird deshalb vorgeschlagen, den Damm als reinen Erddamm ohne gemauerten Kern, aber in ungewöhnlicher Breite und mit einem großen Übermaß an Höhe herzustellen. Den Querschnitt des Dammes zeigt Abb. 3 Bl. 37. Seine Krone liegt 15,25 m (50 Fuß) über dem Wasserspiegel des Sees und ist 30,50 m (100 Fuß) breit. Seine Breite in der Seespiegelhöhe ist 114 m (374 Fuß), am Fuß in der Höhe des Meeresspiegels rd. 800 m (2625 Fuß).

Der stromabwärts liegende Fuß des Dammes soll in etwa 61 m (200 Fuß) Breite aus Gestein aufgeschüttet werden, das beim Kanalaushub gewonnen wird, so daß, wenn irgendwelche Durchsickerungen eintreten sollten, der Fuß nicht weggespült werden kann. Der untere Teil des Dammes bis zur Höhe von + 15 m oder gar bis + 24 m soll aus dem bei der Ausbaggerung der Kanalstrecke von der Limonbucht bis zur Gatunschleuse gewonnenen und durch Saugbagger in den Damm gepumpten Boden hergestellt werden. Bei diesem Verfahren werde es, wie bemerkt wird, möglich sein, größere Bodenmassen, falls solche vorgefunden werden sollten, auszuscheiden und an den stromabwärts liegenden Böschungen unterzubringen, für den stromaufwärts liegenden Teil des Dammes dagegen nur die feineren Massen zu verwenden. Auch für den Teil des Dammes über + 24 m bis auf einen oder zwei Meter über den höchsten Seewasserstand soll ein undurchlässiger Boden verwandt werden, während für den obersten Teil bis zur Krone die Verwendung undurchlässigen Materials nicht für nötig erachtet wird. Die wasserseitige Böschung des Dammes soll zum Schutz gegen den Wellenschlag eine Steinabdeckung erhalten.

Der Damm kreuzt den Chagres, den französischen Kanal und einen von der französischen Gesellschaft hergestellten Umleitungskanal. Seine Gesamtlänge wird rd. 2350 m betragen, die zu seiner Herstellung erforderliche Bodenmasse ist auf rd. 16000000 cbm berechnet. Zur Abführung überschüssigen Wassers soll der Damm eine Freischleuse mit 9,15 m (30 Fuß) weiten Öffnungen erhalten, mit einer Sohlentiefe von 4,88 m (16 Fuß) unter dem mittleren Wasserstande des Sees. Bei einem Wasserstande von 0,30 m über Mittelwasser sollen 4270 cbm (140000 Kubikfuß) in der Sekunde durch die Schleuse abfließen können, und es wird, wie durch Rechnung festgestellt ist, möglich sein, den Wasserstand im See dadurch so zu regeln, daß er selbst bei den größten Zuflüssen nicht höher als auf 0,60 m über Mittelwasser ansteigt.

Es wird ferner nachgewiesen, daß der Wasservorrat in dem Gatunsee in der trockenen Jahreszeit für täglich 26 Schleusungen ausreicht, entsprechend einem Jahresverkehr von 28470000, 37960000 oder 47450000 Tonnen, je nachdem der durchschnittliche Tonnengehalt der durchgeschleusten Schiffe zu 3000, 4000 oder 5000 Tonnen angenommen wird. Dazu wird noch bemerkt, daß im Bedarfsfalle durch Herstellung eines zweiten Sammelbeckens mittels einer Talsperre bei Alhajuela, wie solche von dem technischen Beirat der französischen neuen Panamakanal-Gesellschaft vorgesehen war, das für eine gleiche Anzahl von Schleusungen nötige Wasser aufgespeichert werden könnte, so daß der Gesamtwasservorrat für einen Jahresverkehr von der doppelten der angegebenen Tonnenzahl ausreichen würde.

Zur Widerlegung von Bedenken, die von der Mehrheit des Beirats gegen die Sicherheit des Erddammes bei Gatun erhoben worden sind, wird geltend gemacht, daß eine Gefahr für die Widerstandsfähigkeit des Dammes nur aus etwaigen Durchsickerungen entstehen könnte, daß aber bei der großen Breite des Dammes, sowie nach der geplanten Art seiner Herstellung und der Beschaffenheit des Untergrundes nicht anzunehmen sei, daß Durchsickerungen eintreten werden; schlimmstenfalls würden sie nur sehr gering sein und eine die Haltbarkeit des Dammes gefährdende Ausspülung von Boden nicht herbeiführen können. Die in Amerika an verschiedenen Stellen gemachten Erfahrungen hätten das bestätigt. Es werden mehrere als Erddämme hergestellte Talsperren angeführt, die sich als haltbar bewährt haben, obgleich die Bodenverhältnisse zum Teil weniger günstig waren und alle diese Dämme im Verhältnis zu der Wassertiefe der hinter ihnen liegenden Sammelbecken einen wesentlich kleineren Querschnitt haben, als der vorgeschlagene Damm bei Gatun. Hiernach wird angenommen, daß besondere Vorkehrungen zur Verhütung von schädlichen Durchsickerungen für diesen Damm nicht nötig sein werden, gleichwohl ist in dem Kostenanschlag ein Betrag von 400000 Dollar hierfür angesetzt.

Die Mehrheit des Ingenieurbeirats hat, wie bereits erwähnt wurde, in ihrem Gutachten zum Vergleich mit dem Durchstich in Meereshöhe einen Schleusenkanal angenommen, dessen Scheitelhaltung auf + 18,30 m, also um 7,60 m tiefer liegt, als nach dem vorbeschriebenen Entwurf. In dem Minderheitsgutachten werden die Vorzüge und Nachteile dieser beiden Entwürfe gegeneinander abgewogen mit dem Ergebnis, daß zwar beide Kanäle für einen großen Verkehr ausreichen würden, daß aber der Entwurf mit der höheren Scheitelhaltung

vorzuziehen sei, weil er mit seiner wesentlich breiteren Fahr-
rinne für die Schifffahrt bequemer und im Bau einfacher ist,
und weil der Bau weniger Zeit und weniger Kosten erfordert.

Hierauf folgt ein sehr eingehender Vergleich des Schleusen-
kanalentwurfs mit dem Mehrheitsentwurf zu einem Durch-
stich in Meereshöhe. Als die Hauptunterschiede der beiden
Entwürfe, die auch für die Schifffahrt am meisten in Betracht
kommen, werden bezeichnet:

Die Zahl und Größe der Schleusen und die Breite und
Tiefe der Wasserstraße.

In betreff der Abmessungen der Schleusen wird aus-
geführt, daß die Größe der Seeschiffe bis in die jüngste Zeit
immer zugenommen hat und die Grenze für diese Zunahme
noch nicht abzusehen ist; daß Handelsschiffe von 213,50 m
(700 Fuß) Länge und 23,20 m (76 Fuß) Breite schon in Fahrt
sind und solche von 244 m (800 Fuß) Länge, 26,80 m (88 Fuß)
Breite und 11 m (36 Fuß) Tiefgang gebaut werden; daß auch
die zur Zeit größten Kriegsschiffe ungefähr dieselbe Breite
haben. Trotzdem wird die Meinung ausgesprochen, daß die

In dem Gutachten wird dann weiter
die Dauer der Bauzeit,
die Zeitdauer einer Durchfahrt und
die Leistungsfähigkeit der Wasserstraße
für beide Entwürfe eingehend erörtert.

Die Gesamtbauzeit wird, abweichend von dem Mehrheits-
gutachten, für den Durchstich in Meereshöhe auf 15, für den
Schleusenkanal auf höchstens 9 Jahre berechnet, so daß die
Zeitersparnis zugunsten des Schleusenkanals nicht nur zwei,
sondern mindestens sechs Jahre betragen würde.

Bei der Berechnung der Durchfahrtszeit wird für den
Meeresspiegelkanal auf die Notwendigkeit hingewiesen, in der
Strecke, die nur 45,70 m Sohlbreite hat, Ausweichstellen ein-
zurichten, die in dem betreffenden Kostenanschlage nicht vor-
gesehen sind. Wenn solche Ausweichstellen als vorhanden
angenommen werden, so ergibt die angestellte Berechnung,
je nach der Größe des Verkehrs und der Entfernung zwischen
den Ausweichstellen die in der nachstehenden Tafel zu-
sammengestellten Durchfahrtszeiten:

Größe der Schiffe	Entfernung zwischen den Ausweiche- stellen km	Art des Kanals	Erforderliche Durchfahrtszeit bei einem Verkehr von				
			täglich 10 Schiffen	täglich 15 Schiffen	täglich 20 Schiffen	täglich 25 Schiffen	täglich 30 Schiffen
			Stunden	Stunden	Stunden	Stunden	Stunden
165 m lang, 18,30 m breit, 9,80 m Tiefgang	8	Durchstich	8,9	9,6	10,5	11,5	12,9
	4	"	8,6	9,0	9,7	10,3	11,1
213 m lang, 22,90 m breit, 11,30 m Tiefgang	8	Schleusenkanal	9,5	9,6	9,7	9,8	10,0
	4	Durchstich	11,6	12,8	14,3	16,2	18,9
	8	"	11,1	11,6	12,6	13,6	14,7
	4	Schleusenkanal	10,5	10,7	10,8	10,9	11,1

von der Mehrheit des Beirats vorgeschlagenen Abmessungen
der Schleusen: 305 m (1000 Fuß) nutzbare Länge und 30,50 m
(100 Fuß) nutzbare Breite über das absehbare Bedürfnis hin-
ausgehen. Eine Länge und Breite von 274,50 m (900 Fuß)
und 29 m (95 Fuß) wird für völlig ausreichend erachtet und —
weil die übermäßige Größe der Schleusen eine Erschwerung
des Betriebes, für jede Durchschleusung eine Zeitverlängerung
und einen Mehrverbrauch an Wasser zur Folge haben würde —
zur Ausführung empfohlen.

Die in den beiden Entwürfen vorgesehenen Sohlbreiten
der Wasserstraße sind in den zeichnerischen Darstellungen
Abb. 1 und 2 Bl. 37 übersichtlich zusammengestellt. Danach ist
der Schleusenkanal nur auf $\frac{1}{7}$ seiner Länge weniger als 91,50 m
und auf mehr als $\frac{2}{3}$ seiner Länge über 152,50 m breit. Der
Meeresspiegelkanal hat dagegen auf reichlich $\frac{2}{5}$ seiner Länge
nur 45,70 m und auf $\frac{5}{6}$ seiner Länge nicht über 61 m Breite.

Und nicht nur in der Breite, auch in der Tiefe ist der
Schleusenkanal dem Meeresspiegelkanal überlegen. Nach dem
Entwurf für den Meeresspiegelkanal soll die Tiefe in der
Limonbucht 12,50 m (41 Fuß), in der Bucht von Panama
13,70 m (45 Fuß), sonst überall 12,20 m (40 Fuß) unter Mittel-
wasser betragen. Der Schleusenkanal wird dagegen in der
langen Scheitelhaltung zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes
noch 12,80 m (42 Fuß), unter gewöhnlichen Verhältnissen 13,70 m
(45 Fuß) oder mehr Wassertiefe haben und die gleiche Tiefe
von 13,70 m oder mehr auch in der Haltung zwischen den
Schleusen von Pedro Miguel und Sosa.

Zu dieser Berechnung, die für große Schiffe und bei
starkem Verkehr die Überlegenheit des Schleusenkanals zeigt,
wird bemerkt, daß bei dem Meeresspiegelkanal die Ausführung
in einer größeren Breite eine Abkürzung der Durchfahrtszeit
zur Folge haben würde. Wenn dieser Kanal mit alleiniger
Ausnahme des Culebra-Durchstiches eine Sohlbreite von 91,50 m
(300 Fuß) erhielte, so würde die Durchfahrt weniger Zeit
erfordern, als durch den Schleusenkanal, aber die Baukosten
würden sich durch die Verbreiterung um etwa 50 000 000 Dollar
erhöhen.

In Beziehung auf die Sicherheit der durchfahrenden
Schiffe gegen Beschädigungen und Fahrtunterbrechungen wird
zugunsten des Schleusenkanals angeführt, daß die Fahrt durch
die Schleusen viel weniger gefährlich sei, als durch die engen
Kanalstrecken. Denn in die Schleusen werde immer langsam
und mit größter Vorsicht eingefahren, während bei der Fahrt
durch enge Kanalstrecken erfahrungsmäßig oft Grundberührungen
vorkommen, die, wenn die Böschungen felsig sind, meist
eine größere Beschädigung des Schiffes herbeiführen. In
den Schleusen des St. Mary-Kanals, die seit 50 Jahren in
Betrieb sind, sei bisher kein Schiff ernstlich beschädigt worden,
wogegen in dem Suezkanal sehr oft Grundberührungen vor-
gekommen seien, die regelmäßig eine mehrstündige Verzöge-
rung der Fahrt und nicht selten eine völlige Sperrung des
Kanals zur Folge gehabt hätten.

Zum Vergleich der Leistungsfähigkeit beider Kanäle
wird auf die Erfahrungen hingewiesen, die bei anderen

großen Schiffskanälen mit Schleusen, dem Manchester-Kanal, dem Kaiser-Wilhelm-Kanal und dem St. Mary-Kanal gemacht worden sind. Sie zeigen, daß sich in allen diesen Kanälen ein sehr umfangreicher Verkehr abwickelt, daß der monatliche Verkehr durch die eine Poeschleuse des St. Mary-Kanals im Jahre 1905 dreimal so groß war als der gleichzeitige Verkehr durch den Suez-Kanal. Sie gehen demnach den unwiderleglichen Beweis, daß ein Schleusenkanal sehr wohl geeignet ist, einen großen Verkehr und zwar in Schiffen jeder Größe durchzuführen. Bemerkte wird noch, daß die Annahme der Mehrheit des Beirats, es könnten mit jeder Schleuse nicht über zehn oder mit jedem Schleusenpaar nicht über zwanzig Schleusungen täglich vorgenommen werden, mit Erfahrungen an amerikanischen Schleusen im Widerspruch stehe. Mit der Poeschleuse des St. Mary-Kanals seien an einem Tage in 36 Schleusungen 93 Schiffe durchgeschleust worden. Nach einer auf Grund von Erfahrungen aufgestellten Berechnung würden die in dem Entwurf für den Panamakanal vorgeschlagenen Doppelschleusen genügen zur Bewältigung eines jährlichen Verkehrs von 80 000 000 Netto-Registertonnen; das will sagen, eines Verkehrs, der ungefähr sechsmal so groß ist als der gegenwärtige Verkehr durch den Suezkanal.

Das Gutachten geht ferner auf die von den Verteidigern des Meeresspiegelkanals als ein wesentliches Bedenken gegen den Schleusenkanal hervorgehobenen Gefahren ein, die eine Beschädigung von Schleusentoren durch ein gegenfahrendes Schiff oder eine — aus Bosheit oder in Kriegszeiten durch Feindeshand herbeigeführte — Zerstörung von Bauwerken mit sich bringen würde. Auch hier wird zum Beweis dafür, daß bei der Durchführung von Schiffen die Gefahr einer Beschädigung von Schleusentoren in solchem Maße, daß größere Verkehrsstörungen daraus erwachsen, nicht allzugroß ist, auf die bei anderen großen Schleusenkanälen gemachten Erfahrungen hingewiesen. Außerdem sollen, um in dem Panamakanal diese Gefahr noch zu vermindern, sehr wirksame bauliche Einrichtungen getroffen werden. Erstlich im Anschluß an die Schleusen an beiden Enden lange Leitwerke mit Haltepfählen, wie bei den Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals und des St. Mary-Kanals und ferner in jedem Ober- und Unterhaupt der Schleusen zwei Paar Tore, so daß ein Schiff immer, wenn es ankommt oder in die Schleuse einfährt, zwei geschlossene Torpaare vor sich findet. In dem Kostenanschlag sind ferner noch 2 000 000 Dollar eingesetzt für die Errichtung beweglicher Wehre oberhalb der Schleusen, wie solche, um im Notfalle auch nach einer Zerstörung der Schleusentore, also bei starker Strömung noch einen Abschluß herbeiführen zu können, in den Kanälen oberhalb der St. Mary-Schleusen seit vielen Jahren vorhanden sind; freilich ohne daß ihre Benutzung jemals notwendig geworden ist. Auf das Bedenken, daß Schleusen und andere für den Betrieb des Schleusenkanals wichtige Bauwerke leicht mutwillig oder durch Feindeshand zerstört werden können, wird in dem Gutachten darauf hingewiesen, daß in dem engen Meeresspiegelkanal fast an jeder Stelle der Versuch gemacht werden könne, ein durchgehendes Schiff durch einen Sprengkörper zum Sinken zu bringen und so den Kanal zeitweilig für den Verkehr zu schließen, sowie, daß es leichter sei, einige Schleusen und andere Bauwerke zu überwachen, als die ganze Länge des Kanals.

Die Gefahr, daß der Kanal oder einzelne Bauwerke durch Erdbeben zerstört werden könnten, wird in Übereinstimmung mit dem früheren Kanalamt für gering erachtet. Es sei, wie bemerkt wird, nicht wahrscheinlich, daß Werke, die wie die Schleusen auf Fels gegründet und größtenteils in den Boden eingebaut sind, oder daß die breiten und im Vergleich mit der allgemeinen Bodengestaltung der Gegend niedrigen Dämme durch Erdbeben ernstlich gefährdet werden könnten in einem Lande, wo bei früheren Erdbeben sogar hohe steinerne Kirchen mit einigen leichten Beschädigungen davon gekommen seien.

Die Baukosten für den vorgeschlagenen Schleusenkanal sind nach den von dem Gesamtbeirat angenommenen Einheitspreisen auf 139 705 200 Dollar veranschlagt.

Über die jährlichen Unterhaltungs- und Betriebskosten sind Anschläge sowohl für den Schleusenkanal als für den Meeresspiegelkanal aufgestellt worden. Beide kommen in den Endsummen ungefähr auf die gleiche Höhe, für den Schleusenkanal auf 2 400 000, für den Meeresspiegelkanal auf 2 360 000 Dollar. Den Mehrkosten, die bei dem Schleusenkanal aus der größeren Anzahl der Schleusen erwachsen, stehen, wie in den Erläuterungen zu diesen Anschlägen bemerkt wird, bei dem Meeresspiegelkanal die Kosten für sieben Ausweichstellen und für vermehrte Baggerung gegenüber, so daß sich die Endsummen beider Anschläge ungefähr ausgleichen.

Am Schluß des Gutachtens wird alles, was nach den angestellten Vergleichen zugunsten des Schleusenkanals spricht, noch einmal kurz wiederholt und daraufhin der vorgelegte Entwurf zur Ausführung empfohlen.

Diese beiden Gutachten, das der Mehrheit und das der Minderheit des Beirats, wurden mit einem Schreiben des Kanalamts vom 6. Februar 1906 an den Kriegsminister Taft eingereicht. Dem Schreiben war eine gutachtliche Äußerung des Kanalamtes über die Vorschläge des Beirats und ein diese Vorschläge betreffendes Schreiben des bauleitenden Ober-Ingenieurs Stevens beigefügt. Alle diese Schriftstücke sind dann von dem Kriegsminister mit Bericht vom 19. Februar 1906 dem Präsidenten Roosevelt und von diesem mit einem Schreiben von demselben Tage dem Senat und Repräsentantenhaus vorgelegt worden.

Das Kanalamt erklärt sich — mit Ausnahme eines Mitgliedes, des Admirals Endicott, der den von der Mehrheit des Ingenieur-Beirats vorgeschlagenen Kanal in Meereshöhe zur Annahme empfiehlt — mit den Vorschlägen der Minderheit des Beirats und deren Begründung in allen wesentlichen Punkten einverstanden. Von ihm werden bei der Beurteilung des von der Mehrheit aufgestellten Entwurfs mehr noch, als es in dem Minderheitsgutachten geschehen ist, die Gefahren und Verkehrsstörungen hervorgehoben, die der Schifffahrt in dem Meeresspiegelkanal aus den Strömungen erwachsen würden; aus den Gezeitenströmungen und den sehr ungleichmäßigen Strömungen, welche die von dem Kanal aufzunehmenden seitlichen Zuflüsse mit sich bringen. Nach der Ansicht des Kanalamtes sind sowohl die Baukosten als die Dauer der Bauzeit für den Kanal in Meereshöhe zu niedrig veranschlagt. Das Kanalamt berechnet die Baukosten anstatt auf 247 auf 272 Millionen Dollar und die Dauer der Bauzeit anstatt auf 12 bis 13 Jahre, wie die Mehrheit des

Beirats, oder 15 Jahre, wie die Minderheit angenommen hat, auf 18 bis 20 Jahre.

In seinem Urteil über die Leistungsfähigkeit der fertigen Kanäle schließt das Kanalamt sich den Ausführungen der Minderheit des Beirats an. Gegen den Einwand, daß die mit den Schleusen im St. Mary-Kanal gemachten Erfahrungen hier nicht anwendbar seien, weil dieser alljährlich im Winter mehrere Monate außer Betrieb gesetzt werde und währenddessen leergepumpt und ausgebessert werden könne, wird geltend gemacht, daß von den für den Panamakanal vorgesehenen Doppelschleusen jederzeit eine zur Vornahme etwa notwendiger Ausbesserungen ausgeschaltet werden könne, ohne eine Unterbrechung des Schiffverkehrs herbeizuführen. Das Kanalamt sagt ferner noch, es könne die Meinung, daß ein Kanal in Meereshöhe eine sichere und ununterbrochene Schifffahrt ermögliche, nicht teilen, am wenigsten, wenn der Kanal wie im vorliegenden Falle beträchtlichen Strömungen ausgesetzt ist. Diese Strömungen würden bisweilen der Schifffahrt hinderlich sein; im Schleusenkanal seien derart hinderliche Strömungen ausgeschlossen. Das Kanalamt veranschlagt die Kosten einer Erweiterung des Meeresspiegelkanals um 30,50 m (100 Fuß) auf mindestens 87000000 Dollar, ohne Vertiefung, die eine Ausbaggerung in ganzer Länge erfordern würde. Eine Vertiefung des Schleusenkanals werde dagegen, wie bemerkt wird, leicht und billig durch einfache Erhöhung der Schleusen zu bewerkstelligen sein. In betreff der Unterhaltungs- und Betriebskosten ist das Kanalamt — abweichend von dem Gutachten der Minderheit des Beirats — der Meinung, daß sie für den Meeresspiegelkanal um etwa 300000 Dollar geringer sein würden als für den Schleusenkanal. Es bemerkt aber dazu, daß, wenn für die auf 132000000 Dollar berechneten Mehrkosten des Meeresspiegelkanals nur 2 vH. Zinsen gerechnet werden, die jährlichen festen Ausgaben für diesen Kanal die für den Schleusenkanal um 2340000 Dollar übersteigen würden.

Als das einzige, wirklich triftige Bedenken gegen den Schleusenkanal bezeichnet das Kanalamt die Schwierigkeit, die Größe der Schleusen so festzustellen, daß sie für die möglicherweise noch weiter zunehmende Größe der Schiffe auf die Dauer ausreicht. Das Kanalamt hält die von der Minderheit des Beirats vorgeschlagenen Abmessungen (900 Fuß Länge, 95 Fuß Weite, 40 Fuß Tiefe) mehr in Übereinstimmung mit den neueren Größenverhältnissen der Schiffe, als die von der Mehrheit empfohlenen (1000, 100 und 40 Fuß); es befürwortet daher den Bau der Schleusen nach den erstgenannten Abmessungen mit dem Hinzufügen, daß, wenn künftig Schiffe gebaut werden sollten, die für diese Schleusen zu groß sind, neue und größere Schleusen gebaut werden könnten. Die Kosten der neuen Schleusen nebst den zugehörigen Leitwerken sind auf rund 44000000 Dollar veranschlagt, sie würden demnach nur ungefähr die Hälfte der Kosten betragen, die eine Erweiterung des Meeresspiegelkanals um 30 Meter erfordern würde.

Aus allen diesen Gründen, die am Schluß des Berichts noch einmal kurz wiederholt werden, wird der von der Minderheit des Beirats aufgestellte Entwurf von dem Kanalamt zur Annahme empfohlen.

Dasselbe tut, mit ungefähr derselben Begründung, der Ober-Ingenieur Stevens in seinem dem Bericht des Kanal-

amts beigefügten Schreiben vom 26. Januar 1906. Er bringt nur noch besonders zum Ausdruck, daß bei ihm die Ersparung von Zeit und Kosten für die Wahl unter den beiden Entwürfen nicht ausschlaggebend gewesen sei. Er würde, wie er bemerkt, den Schleusenkanal sogar in dem Falle dem Kanal in Meereshöhe vorziehen, wenn die Kosten an Zeit und Geld für beide dieselben wären.

Der Kriegsminister erklärt sich in seinem Bericht an den Präsidenten mit dem Gutachten der Minderheit des Beirats ebenfalls in allen wesentlichen Punkten einverstanden. Er empfiehlt daher in Übereinstimmung mit dem Kanalamt die Annahme des Entwurfs für den Schleusenkanal und will einstweilen noch die Frage offen lassen, ob die den Kanal an der Panamabucht abschließende Schleuse in der vorgesehenen Lage im Sosahügel gegen den Angriff feindlicher Kriegsschiffe wirksam geschützt werden kann. Wenn nicht, so würde ihre Verlegung nach Miraflores anzuraten sein. Am Schluß seines Berichtes sagt der Kriegsminister: Es habe ihm, als er vor anderthalb Jahren die Landenge besucht habe, geschienen, daß der Kanal in Meereshöhe notwendig so sehr viel mehr geeignet sein müsse, die Anforderungen des Weltverkehrs zu befriedigen, daß sowohl Zeit als Geld dafür geopfert werden könnten, und dies Gefühl sei beim Lesen des sehr geschickten Gutachtens der Mehrheit des Beirats in ihm noch verstärkt worden. Aber nachdem das Gutachten der Minderheit auf die bei der Benutzung von Schleusen in Schiffskanälen gemachten Erfahrungen aufmerksam gemacht und die Gefahren gezeigt habe, die der Schifffahrt aus der Benutzung eines so engen Kanals, wie des von der Mehrheit vorgeschlagenen, erwachsen würden, nachdem es ferner die großen Mehrkosten an Zeit und Geld, die der Bau eines solchen Kanals erfordern würde, klar nachgewiesen habe, sei er zu einer anderen Überzeugung gekommen. Es möge zuzugeben sein, daß ein Kanal in Meereshöhe mit einer Sohlbreite von 91,50 bis 122 m (300 bis 400 Fuß) und mit geringeren als im jetzigen Entwurf vorgesehenen Krümmungen dem Schleusenkanal vorzuziehen wäre, aber von dem Bau eines solchen Kanals müsse wegen der großen Kosten an Zeit und Geld abgesehen werden.

In dem Schreiben, womit die Vorschläge dem Senat und dem Repräsentantenhaus zur Entscheidung vorgelegt werden, erklärt der Präsident, daß er nach sorgfältigem Studium aller Vorlagen dem Antrage des Kriegsministers, den Kanal nach den Vorschlägen der Minderheit des Ingenieur-Beirats und der Mehrheit des Kanalamtes als Schleusenkanal auszubauen, zustimme.

Als im Frühjahr 1906 aus Washington die Nachricht kam, daß sowohl der Senat als das Repräsentantenhaus den Vorschlag des internationalen Ingenieur-Beirats, den Kanal als Durchstich in Meereshöhe auszuführen, abgelehnt und sich in Übereinstimmung mit den Beschlüssen vom Jahre 1902 für den Bau eines Schleusenkanals entschieden habe, war es schwer, eine Erklärung dafür zu finden, und in den Zeitungen wurde diese Entscheidung vielfach abfällig beurteilt. Nach den vorstehenden Mitteilungen über den Inhalt der dem Kongreß zugegangenen Vorlagen und nachdem der Schleusenkanal auch noch bei den Beratungen im Senat in einem der Mitglieder dieser Versammlung, dem Senator Dryden, einen sehr

eifrigen und wohlunterrichteten Fürsprecher gefunden hat, wird indes zugestanden werden müssen, daß die Entscheidung kaum anders ausfallen konnte. Die Gründe, die für den einen und anderen Entwurf sprechen, richtig gegeneinander abzuwägen, ist ja, wie die Ergebnisse der Beratungen des Ingenieur-Beirats und des Kanalamtes gezeigt haben, selbst erfahrenen Technikern nicht ganz leicht, mußte also für die genannten beiden staatlichen Körperschaften, die wohl sicher in ihrer großen Mehrheit aus Nichttechnikern bestehen, doppelt schwierig sein. Unter diesen Verhältnissen konnte eine Rede wie die des Senators Dryden nicht verfehlen, einen großen Eindruck zu machen. Es wurden darin nicht nur die gegen den Schleusenkanal vorgebrachten Bedenken mit den in den Gutachten des Kanalamtes und der Minderheit des Ingenieur-Beirats dargelegten Gründen bekämpft und die in mehreren Beziehungen unzweifelhaften Vorzüge des Schleusenkanals im Vergleich mit dem Durchstich in Meereshöhe scharf hervorgehoben, sondern es wurde zum Schluß auch noch eine nationale Saite angeschlagen, von der wohl angenommen werden kann, daß sie bei der Abstimmung die von dem Redner beabsichtigte Wirkung nicht verfehlt hat. Aus der Tatsache, daß die fünf europäischen Mitglieder des Ingenieur-Beirats sämtlich für den Kanal in Meereshöhe gestimmt haben, wurde — ganz abgesehen davon, daß auch drei amerikanische Mitglieder des Beirats und ein Mitglied des Kanalamtes für diesen Entwurf eingetreten sind — eine grundsätzliche Verschiedenheit in den Anschauungen ausländischer und amerikanischer Ingenieure hergeleitet. Der von ausländischen Ingenieuren vorgeschlagene Meeresspiegelkanal wurde dem von amerikanischen Ingenieuren empfohlenen Schleusenkanal gegenübergestellt und die auf diesen Ton gestimmte lange Rede sehr nachdrucksvoll mit den Worten geschlossen, die auch einem mit der Überschrift:

„The American type of canal“ veröffentlichten Abdruck der Rede als Motto vorangestellt sind: „I for one, shall side with those, who take the American point of view, place their reliance upon American experience and show their faith in American engineers.“

Der Schleusenkanal wird also nun nach dem Entwurf der Minderheit des Ingenieur-Beirats gebaut werden. Er hat, wie allseitig anerkannt worden ist, gegenüber dem Meeresspiegelkanal den Vorzug, daß seine Ausführung billiger wird und weniger Zeit erfordert. Auch läßt sich nicht bestreiten, daß die breitere, tiefere und stromfreie Fahrrinne den durchfahrenden Schiffen eine größere Sicherheit gegen Beschädigungen und Fahrtunterbrechungen bietet. Anfechtbar erscheint dagegen die in dem Schleusenkanalentwurf vorgesehene Größe der Schleusen, insbesondere ihre Weite. Wenn von dem Ingenieur-Beirat und dem Kanalamt übereinstimmend bezeugt wird, daß Schiffe von mehr als 25 m Breite derzeit schon in Fahrt und solche von 26,80 m (88 Fuß) Breite im Bau waren, so erscheint eine Schleusenweite von 30,50 m, wie sie von der Mehrheit des Ingenieur-Beirats vorgeschlagen ist, schon recht knapp bemessen und die von der Minderheit empfohlene Ermäßigung auf 29 m nicht ratsam. Gegenwärtig liegen sicherem Vernehmen nach schon Pläne über mehr als 30 m breite Schiffe vor, über deren Ausführung verhandelt wird. Wenn danach der Bau solcher Schiffe schon in nächster Zukunft nicht ausgeschlossen ist, so würde eine Schleusenweite von 29 m oder gar von 30,50 m den für den Bau des Kanals aufgestellten gesetzlichen Vorschriften nicht entsprechen und es dürfte deshalb anzunehmen sein, daß über die Größe der Schleusen vor der endgültigen Feststellung der Entwürfe noch anders bestimmt werden wird.

Die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin.

Vom Geheimen Baurat Eger und Marine-Schiffbaumeister Dix in Berlin und Wasserbauinspektor R. Seifert in Hannover.

(Mit Abbildungen auf Blatt 38 bis 40 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Versuche mit Stromflügeln.

Einleitung.

Die Untersuchungen über die Ursachen der Umlaufstörungen bei der Eichung von Stromflügeln und über die Form der Flügelkurven, die u. a. auch durch die Mitteilungen des Baurats Schmidt in Danzig und des Professors Dr. E. Schmidt in München im Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1897, S. 489 und 1898, S. 126, neu angeregt worden sind, haben ergeben, daß die Umlaufwerte guter Flügel zur Wassergeschwindigkeit im allgemeinen im geradlinigen Verhältnis stehen, wie auf S. 151 des vorigen Jahrg. dieser Zeitschrift erwähnt worden ist. Nur in der Nähe des Koordinaten-Nullpunkts zeigt die aufgezeichnete Linie regelmäßig eine schwache Krümmung. Sonstige zuweilen bemerkte Abweichungen von der normalen Form und Richtung der Linie werden durch Störungen des Flügelumlaufs erzeugt, die in den besonderen Verhältnissen, unter denen die Eichung

stattfindet, ihre Ursache haben. Solche Umlaufstörungen können bei den Messungen anders auftreten als bei der Eichung oder gänzlich fehlen, und es ist wichtig, zu ermitteln, wie groß die Fehler sind, die aus dieser Quelle für die Messung entstehen. Um hierfür eine Schätzung zu gewinnen, ist eine Reihe von Eichungen mit geeigneten Flügeln in der Versuchsanstalt vorgenommen worden und in Gruppen zusammengestellt, die den Einfluß der einzelnen Fehlerquellen soweit als möglich gesondert erkennen lassen.

Während die Frage, inwieweit die Querschnittsgröße der Eichrinne beziehungsweise des Wasserlaufs auf die Umlaufwerte von Einfluß ist, bisher in hiesiger Anstalt noch nicht untersucht werden konnte, wurde der Einfluß der Stangendicke und -form, der Art der Befestigung, der Tiefenlage des Flügels unter Wasser, der Schwingungen und der Durchbiegung der Stange, der Schiefstellung des Flügels in waagrechter und senkrechter Richtung, der Lagerung der Achse,

der Kontakteinrichtung und dergleichen geprüft. Das Ergebnis dieser Untersuchungen soll in nachstehendem mitgeteilt werden. Die angehängten Zahlentafeln Nr. I bis XXX (S. 283 u. f.) enthalten die Werte eines Teils der benutzten Eichungen; die Atlasblätter 38 bis 40 und Text-Abb. 38 deren zeichnerische Darstellung. Hierzu ist zu bemerken, daß die gewöhnlich übliche Auftragung der sekundlichen Umdrehungszahlen n als Abszissen und der Geschwindigkeiten v als Ordinaten die geringen Abweichungen von der Geraden nicht genügend erkennen läßt. Deutlicher sichtbar werden die Eigenschaften der Flügelkurve, wenn man die Unterschiede $\Delta v = v - v''$ der Beobachtungen v von den Näherungswerten $v'' = \beta \cdot n$ als Ordinaten zu der Geschwindigkeit v (oder auch zu der Um-

letzten drei Fällen ganz gleich, nur der Stau ist der Dicke entsprechend verschieden.

Die Flügelachse lag jedesmal nur 0,40 m unter dem Wasserspiegel, damit die Stange möglichst wenig sich durchbiegt und schwingt, also die reine Stauwirkung möglichst ungestört zum Ausdruck kommt. Die niedrigsten und höchsten Geschwindigkeiten der Eichungen stimmen fast überein, ebenso die Geschwindigkeitsstufen und die Zahl der Fahrten.

Als Gleichungsform ist eine Gerade über den ganzen Meßbereich angenommen, da es hier nur auf den Vergleich ankommt.

b) Ergebnisse. Die Einzelheiten der Eichungen und ihre Ergebnisse sind nachfolgend zusammengestellt:

Nr.	Datum der Eichung	Flügel befestigt an	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der geraden Linie über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
I	28. 1. 05	1 Drahtseil	0,090	4,310	41	$0,0140 + 0,4989 \cdot n$	7,3
II	31. 1. 05	5 Drahtseilen und wagerechter Stange	0,079	4,505	41	$0,0052 + 0,5012 \cdot n$	7,2
III	7. 4. 05	lotrechter Stange 26 mm Durchmesser	0,073	4,310	38	$0,0080 + 0,5069 \cdot n$	6,4
IV	20. 1. 05	" " 45 " "	0,078	4,375	40	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	6,8
V	13. 4. 05	" " 75 " "	0,073	4,425	38	$0,0102 + 0,5105 \cdot n$	6,7
VI	12. 4. 05	" " 110 " "	0,071	4,237	40	$0,0123 + 0,5165 \cdot n$	6,4

drehungszahl n) aufzeichnet. Der Wert β entspricht dabei in rundem Maß der Ganghöhe der Flügelschraube. Außer den Einzelwerten Δv ist auch die der gemittelten Geraden $v' = a + b \cdot n$ entsprechende Gerade in die Darstellung eingetragen als $v' - v'' = w = a + (b - \beta) \cdot n$.

1. Gruppe von Vergleichseichungen.

Der Einfluß der Stangendicke und des Stangenstaues.

a) Beschreibung der Versuche. Der Flügel Nr. 385 Schaufel 2 (A. Ott) ist geeicht worden:

- I. am Drahtseil freischwebend,
- II. an wagerechter Stange mit fünf Drähten befestigt,
- III. an senkrechter Stange von 26 mm Stärke,
- IV. " " " " 45 " "
- V. " " " " 75 " "
- VI. " " " " 110 " "

Text-Abb. 17 zeigt diesen zu vielen Vergleichseichungen gebrauchten Flügel. Die zum Führungskörper passende Stange ist ein 45 mm dickes Stahlrohr mit aufgeschraubter Stahl-

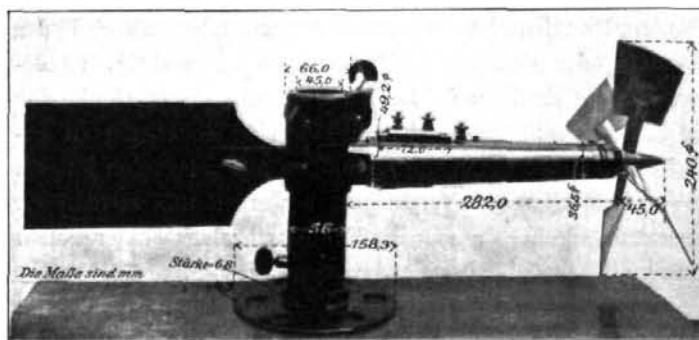


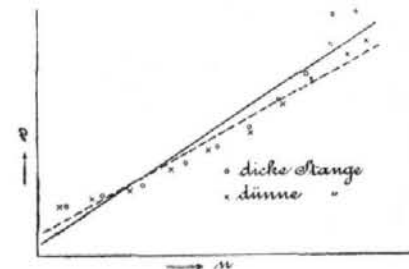
Abb. 17. Flügel 385 Schraube 2 (A. Ott).

leiste. Bei der dünneren Stange wurden in den Führungskörper Holzfutter eingelegt; die Stärke von 75 bzw. 110 mm wurde durch eine äußere Holzschale um die 45 mm starke Stange hergestellt; die Steifigkeit der Stange ist also in den

Die Darstellung Abb. 3 Bl. 38 zeigt, daß die Punkte am Koordinatenanfang sehr nahe zusammenfallen. Die geringen Abweichungen sind scheinbar regellos; von etwa 0,25 m/Sek. ordnen sich die Punkte in der Reihenfolge der Zählung der Vergleichseichungen I bis VI und ihre Unterschiede werden immer größer. Eine merkliche Zunahme der Krümmung mit wachsender Stangenstärke tritt nicht ein. Als Näherungsgerade ist $v'' = 0,5 \cdot n$ angenommen.

Die Geraden, welche aus den Einzelwerten gemittelt sind, werden mit wachsender Stangenstärke immer steiler; die wirklichen Meßpunkte liegen in einer ganz schwachen

Abb. 18. Umlaufwerte bei dicker und dünner Stange (schematisch).



Krümmung, deren Hohlseite nach der v -Achse zu weist und die mit wachsender Stangendicke stärker wird; gemäß der Art, wie Abweichungen der Einzelwerte der Beobachtungen von der Geraden $v' = a + bn$ die Festwerte a und b bei der Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate beeinflussen, bewirken die Punkte der höheren Geschwindigkeit, daß sich die Linie steiler stellt und gleichzeitig parallel nach unten verschoben wird, d. h. daß b zunimmt und a abnimmt (Text-Abb. 18). Tatsächlich wird allerdings die Schwankung des sehr kleinen Gliedes a durch die zufälligen Fehler der Messungen und die Schwankungen des Hauptgliedes b so beeinflusst, daß das Gesetz der Abnahme von a nicht rein zur Erscheinung kommt. Deutlich tritt es jedoch hervor, wenn eine Einzelseichung betrachtet und bei dieser die Gerade für einzelne Strecken, z. B. unter Hinweglassung der ersten Fahrten, berechnet wird. Die folgende Zusammenstellung zeigt dies:

Eichung Nr.	I	II	III	IV	V	VI
Gleichung für $v = \infty 0,07$ bis $v = 4,3$	$0,0140 + 0,4989 \cdot n$	$0,0052 + 0,5012 \cdot n$	$0,0080 + 0,5069 \cdot n$	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	$0,0102 + 0,5105 \cdot n$	$0,0123 + 0,5165 \cdot n$
Gleichung für $v = 0,50$ bis $v = 4,3$	$0,0113 + 0,4995 \cdot n$	$-0,0005 + 0,5023 \cdot n$	$0,0024 + 0,5081 \cdot n$	$0,0166 + 0,5069 \cdot n$	$0,0064 + 0,5113 \cdot n$	$0,0086 + 0,5173 \cdot n$

Die aus den Gleichungen für bestimmte Umdrehungszahlen n berechneten Geschwindigkeiten v' sind in Text-Abb. 19 als Ordinaten zu den Stangendurchmessern aufgetragen. Das einfache Drahtseil (Fall I) ist mit 6 mm Stärke angenommen,

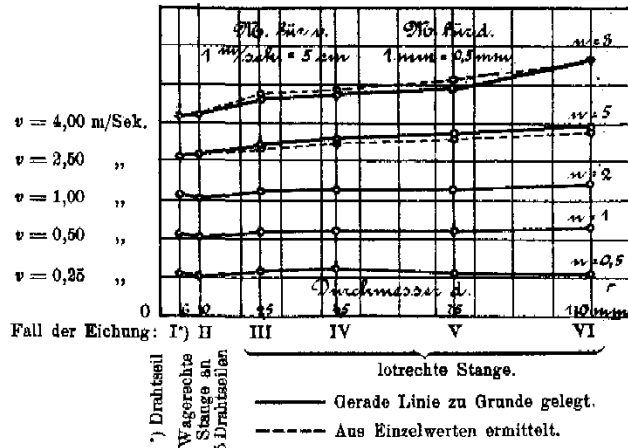


Abb. 19. Änderung der zur Erzielung einer bestimmten Umdrehungszahl n erforderlichen Geschwindigkeit mit der Stangen- bzw. Drahtseilstärke d geordnet nach verschiedenen n .

bei der wagerechten Stange (Fall II) sind die beiden vorderen in der Nähe des Flügels befindlichen Drahtseile mit $2 \times 5 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$ angenommen (Text-Abb. 20).

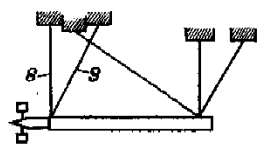


Abb. 20. Flügel an wagerechter Stange.

Bei etwa $n = 0,5$, $v = 0,25$ ist die Zunahme der zur Erzeugung gleicher Umdrehungen erforderlichen Geschwindigkeit sehr gering und etwas unregelmäßig. Sie beträgt vom einfachen Drahtseil I ($d = 6 \text{ mm}$) bis zur stärksten Stange VI ($d = 110 \text{ mm}$)

nur etwa 7 mm (2,8 vH.).

Bei $n = 1$, $v = \infty 0,50$ ist sie ziemlich gleichmäßig und steigt regelmäßig mit dem Durchmesser, in den Grenzfällen I und VI um etwa 16 mm (3,2 vH.).

Bei $n = 2$, $v = \infty 1,0 \text{ m/Sek.}$ gilt das gleiche; die Steigerung von I zu VI beträgt $\approx 33 \text{ mm}$ (3 vH.).

Bei $n = 5$, $v = \infty 2,5 \text{ m/Sek.}$ beträgt die Zunahme der Geschwindigkeit zwischen I und V 54 mm (2,2 vH.), zwischen I und VI 86 mm (3,4 vH.).

Bei $n = 8$, $v = \infty 4,0 \text{ m/Sek.}$ ist die Steigung noch ausgesprochener; zwischen I und V beträgt die Zunahme 89 mm (2,2 vH.), zwischen I und VI 156 mm (3,9 vH.).

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich, wenn die Flügelgerade zwischen $v = \infty 0,50$ und 4,3 m/Sek. eingeführt, und auch, wenn aus den dem betreffenden Werte von n benachbarten Einzelfahrten die Geschwindigkeit v unmittelbar ermittelt wird. Im letzteren Falle werden die Unterschiede nicht ganz so stark, sind aber natürlich mehr mit den Zufälligkeiten der beiden Nachbarwerte für das betreffende n behaftet. Da bei der Verwendung der Flügel die Gleichungen, nicht die Einzelwerte zugrunde gelegt werden, so sind obige Werte maßgebend.

c) Schlußergebnis. Der Stangenstau des Flügels Nr. 385 II wirkt bei 0,75 m freier Länge und 0,40 m Flügeltiefe hemmend auf den Flügelumlauf. Die Störung nimmt bis zu höheren Geschwindigkeiten (3,5 m/Sek.) fast gleichmäßig mit der Stangenstärke zu. Bei den höchsten Geschwindigkeiten wächst sie schneller als die Stangenstärke. Die Unterschiede der angezeigten Geschwindigkeiten sind immerhin so groß — bis rd. 4 vH. —, daß es notwendig erscheint, beim Eichens gleich starke Stangen wie beim Messen zu verwenden, andernfalls, wenn Stangen von sehr verschiedener Stärke nicht zu vermeiden sind, oder dieselbe Schraube sowohl am Drahtseil, als auch an der Stange benutzt werden soll, besondere Eichungen vorzunehmen.

Flügel von anderer Bauart, insbesondere solche, welche nahe an der Stange sitzen, haben wahrscheinlich noch größere Störungen.

Parallelversuche mit anderen Flügeln.

Auch bei einer Reihe von anderen Flügel wurde gelegentlich der Einfluß verschiedener Stangendicke und Befestigungsweise und mithin verschiedenen Staus beobachtet. So zum Beispiel bei zwei neuen Flügeln Nr. 761 Schraube 1 und 2 von A. Ott. Diese wurden an 45 mm dicker Stange, die noch 0,50 m aus dem Führungskörper vortrat, 1 m unter dem Spiegel und in gleicher Tiefe am einfachen Drahtseil geprüft. Die Ergebnisse zeigt folgende Zusammenstellung:

Flügel	Art der Befestigung	Geschwindigkeit m/Sek.		Zahl der Fahrten	Gleichung der Parabel und der Geraden $v =$	Mittlerer Fehler mm
		Niedrigste	Höchste			
Flügel 761 Schraube 1	an der Stange	0,068	0,596	14 +	$0,0234 + 0,4888 \cdot n + 0,0347 \cdot n^2$ $-0,0065 + 0,5506 \cdot n$	2,6
		0,730	3,676	19 = 33		2,6
	am Drahtseil	0,069	0,433	11 +	$0,0190 + 0,5127 \cdot n + 0,0046 \cdot n^2$ $0,0007 + 0,5396 \cdot n$	2,1
		0,485	4,000	24 = 35		3,0
Flügel 761 Schraube 2	an der Stange	0,048	0,430	13 +	$0,0204 + 0,4977 \cdot n + 0,0287 \cdot n^2$ $0,0040 + 0,5454 \cdot n$	3,3
		0,492	4,032	24 = 37		4,2
	am Drahtseil	0,063	0,538	14 +	$0,0305 + 0,4751 \cdot n + 0,0276 \cdot n^2$ $-0,0084 + 0,5381 \cdot n$	4,1
		0,586	3,968	21 = 35		3,5

Die Unterschiede in den Umdrehungszahlen zwischen Stange und Drahtseil sind in beiden Fällen proportional der Geschwindigkeit und betragen rd. 2 vH. bzw. 1,4 vH.

Ähnliches zeigt sich bei dem Flügel 135¹ und 132² (A. Ott), der auch am Drahtseil und an der Stange von 55 mm Durchmesser geeicht wurde.

spitzovalen. Dies beruht auf der verschiedenen Stauwirkung beider Stangen; die spitzovale wirft mit ihrer breiten offenen Vorderfläche einen starken Wasserstrahl nach vorn, welcher bei höheren Geschwindigkeiten den Flügel wohl zu beeinflussen imstande scheint. Trotz des größeren Durchmessers verursacht also die spitzovale Stange im allgemeinen kleine

Flügel	Art der Befestigung	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der Parabel und der Geraden $v =$	Mittlerer Fehler mm
Flügel 135 Schraube 1 Desgl.	an der Stange	0,104	3,922	36	$0,0070 + 0,2444 \cdot n$	4,9
	am Drahtseil	0,097	4,255	37	$0,0129 + 0,2402 \cdot n$	8,3
Flügel 135 Schraube 2 Desgl.	an der Stange	0,125	3,937	37	$0,0086 + 1,0438 \cdot n$	4,7
	am Drahtseil	0,099	0,402	10	$0,0732 + 0,6508 \cdot n + 0,5144 \cdot n^2$	5,0
		0,462	4,098	28	$0,0024 + 1,0228 \cdot n$	3,5

Der Flügel 106^A und 106^B (A. Ott) wurde frei am Drahtseil schwebend, an 59 mm starker runder, hohler Stahlstange mit äußerem Führungskörper und an spitzovaler bohler Stahlstange von 150 mm Durchmesser mit innerem Führungskörper geprüft. Bei 106^B trug die spitzovale Stange eine Grundplatte. Die Tiefe unter dem Spiegel war immer 1 m. Das Ergebnis ist in der nachstehenden Zusammenstellung und der Abb. 4 u. 6 auf Bl. 38 enthalten.

Störungen; bei großen Tiefen, für die die Stange bestimmt ist, würde dies bei der großen Steifigkeit noch mehr hervortreten.

Wenn der Flügel nahe an die Oberfläche kommt, so verhindert der scharfkantige innere Führungskörper das Aufwerfen des Wasserstrahls. Wie beim Flügel 247^A (Aluminium) beobachtet, sind dann für die höchsten Geschwindigkeiten die Störungen kleiner als bei tieferer Stellung.

Flügel	Befestigung	Datum der Eichung	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichungen	Mittlerer Fehler mm
106 ^A	am Drahtseil	12. 2. 04	0,106	0,512	7	$v = 0,0264 + 0,4331 \cdot n + 0,0248 \cdot n^2$	1,7
			0,512	3,623	12	$v = 0,0039 + 0,4774 \cdot n$	3,6
"	an 59 mm starker runder Stange	11. 2. 04	0,084	0,484	7	$v = 0,0219 + 0,4463 \cdot n + 0,0272 \cdot n^2$	4,3
			0,484	4,237	14	$v = 0,2136 + 0,4844 \cdot n$	2,2
"	an 150 mm starker spitzovaler Stange	23. 2. 05	0,074	0,550	14	$v = 0,0434 + 0,3864 \cdot n + 0,0652 \cdot n^2$	3,9
			0,550	3,497	24	$v = 0,0039 + 0,4877 \cdot n$	5,6
106 ^B	am Drahtseil	Nov. 04	0,11	0,49	7	$v = 0,0355 + 0,8146 \cdot n + 0,1869 \cdot n^2$	—
			0,49	4,39	14	$v = 0,0148 + 0,9591 \cdot n$	12,3
"	an 59 mm starker runder Stange	Nov. 04	0,10	0,50	7	$v = 0,0368 + 0,9265 \cdot n + 0,0322 \cdot n^2$	—
			0,50	3,88	12	$v = 0,0266 + 0,9779 \cdot n$	6,3
"	an 150 mm starker spitzovaler Stange	23. 2. 05	0,066	0,427	11	$v = 0,0390 + 0,7946 \cdot n + 0,2729 \cdot n^2$	4,6
			0,427	3,521	25	$v = -0,0066 + 0,9953 \cdot n$	5,5

Die Flügel 106^A und 106^B laufen am Drahtseil merklich leichter als an der Stange (vgl. Abb. 4 u. 6 Bl. 38). Nach der gemittelten Parabel für die kleinen Geschwindigkeiten und der Geraden für die größeren beträgt die Abweichung der zu gleichen Umlaufzahlen erforderlichen Geschwindigkeit zwischen der dünnen runden Stange und am Drahtseil bei

106^A

bei $n = 0,5$ oder $v = \sim 0,25$ m/Sek. 26 mm/Sek. = 0,1 vH.
 „ $n = 1,0$ „ $v = \sim 0,48$ „ 11 „ = 2,3 „
 „ $n = 1,2$ „ $v = \sim 0,58$ „ 18 „ = 3,1 „
 „ $n = 8,0$ „ $v = \sim 3,80$ „ 66 „ = 1,7 „

106^B

bei $n = 0,1$ oder $v = \sim 0,12$ m/Sek. 11 mm/Sek. = 9,2 vH.
 „ $n = 0,5$ „ $v = \sim 0,49$ „ 19 „ = 3,9 „
 „ $n = 0,6$ „ $v = \sim 0,60$ „ 23 „ = 3,8 „
 „ $n = 4,0$ „ $v = \sim 3,90$ „ 86 „ = 2,2 „

An der runden Stange laufen die Flügel bis etwa 2,20 m/Sek. etwas schwerer, dann etwas leichter als an der

Der Flügel 247^A (Aluminium) wurde an spitzovaler 150 mm dicker, 1,70 m langer Stange 1 m unter dem Spiegel einmal ohne, einmal mit Grundplatte geeicht (vgl. Abb. 2 Bl. 38). Er lief mit der Grundplatte ein klein wenig leichter.

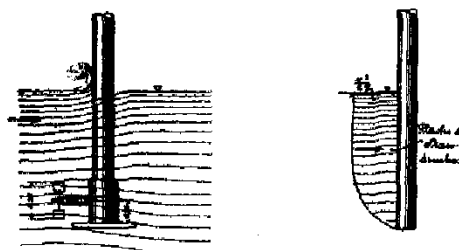


Abb. 21. Richtung der Stromfäden.

Dann wurde derselbe Flügel mit der Platte in 0,22 m Tiefe und in 1,50 m Tiefe unter dem Spiegel geprüft; die Stange war wiederum 1,70 m lang und reichte mit 1,50 m ins Wasser; er lief bei Geschwindigkeiten über 1 m/Sek. in 0,22 m Tiefe leichter als in den beiden andern Stellungen; bei Geschwindig-

keiten unter 1 m/Sek. leichter als in 1,50 m Tiefe. In 1 m Tiefe lief er bei Geschwindigkeiten über 1,50 m/Sek. am schwersten. Die Unterschiede sind jedoch sehr klein und scheinen mehr zufällige als gesetzmäßige Abweichungen darzustellen.

Ein Amlerscher Flügel Nr. 168 (Abb. 1 u. 7 Bl. 38) zeigte bei der Befestigung an wagerechter mit fünf Drähten gehaltener Stange und an lotrechter Stange nur sehr geringfügige Unterschiede; durch ein 0,40 m langes Zwischenstück war hier der Flügel aus dem Bereich der Stauwirkung entfernt.

2. Gruppe von Vergleichseichungen.

Der Einfluß der Tiefenlage des Flügels unter dem Wasserspiegel bei entsprechend wechselnder Stangenlänge.

A. Versuche mit Flügel Nr. 385² (A. Ott).

a) Beschreibung der Versuche. Bei den ersten zu dieser Gruppe gehörigen sieben Eichungen war der Flügel Nr. 385² (Ott) an der 45 mm starken Stange so befestigt, daß der 56 mm starke Führungskörper auf der Grundplatte aufstieß. Die Stange schnitt mit der Grundplatte ab. Die Befestigung der Stange am Wagen war stets die gleiche (Text-Abb. 22). Nur beim letzten Versuch dieser Reihe, XII, wurde die Grundplatte unten durch zwei Drahtseile gegen den Wagen versteift (Text-Abb. 23), weil die Stange beim vorhergehenden Versuch XI bei $v = 3,5$ m/Sek. an der Einspannungsstelle durch Einknicken der Rohrwand sich verbogen hatte. — Die Mindest- und Höchstgeschwindigkeiten sind auch hier wieder möglichst gleich gewählt, ebenso die Geschwindigkeitsstufen und die Zahl der Fahrten.

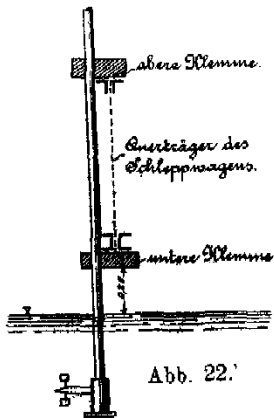


Abb. 22.

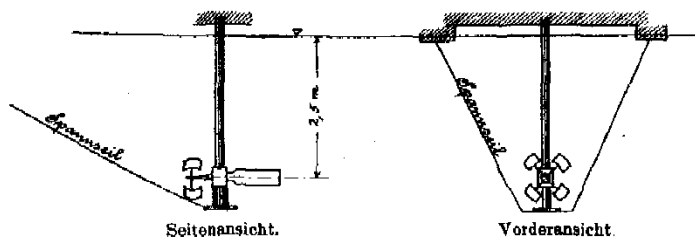


Abb. 23. Versteifung der langen Flügelstange.

Die Krümmung der wahren Linie ist bei größeren Stangenlängen merklich, trotzdem ist der Rechnung eine Gerade über den ganzen Meßbereich zugrunde gelegt, um einen einfachen Vergleich zu gestatten.

b) Ergebnisse. Einzelheiten ergibt die Zahlentafel:

Nr.	Datum der Eichung	Flügelachse liegt unter dem Spiegel m	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der geraden Linie über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm	Bemerkungen
VII	25. 1. 05	0,25	0,077	4,288	41	$0,0186 + 0,5041 \cdot n$	6,8	Kontrollfahrten.
IV	20. 1. 05	0,40	0,073	4,375	40	$0,0196 + 0,5063 \cdot n$	6,8	
IV*	3. 2. 06	0,40	0,067	2,041	12	$0,0115 + 0,5082 \cdot n$	6,0	
VIII	30. 1. 05	1,00	0,089	4,487	39	$0,0146 + 0,5050 \cdot n$	4,8	
IX	11. 5. 05	1,50	0,087	4,425	38	$0,0149 + 0,5056 \cdot n$	4,3	
X	10. 5. 05	2,00	0,070	3,650	36	$0,0026 + 0,5094 \cdot n$	7,8	
XI	20. 2. 05	2,50	0,074	3,333	34	$0,0086 + 0,5190 \cdot n$	26,0	
XII	11. 4. 05	2,50	0,075	4,348	39	$0,0023 + 0,5142 \cdot n$	19,7	

Aus der Abb. 5 Bl. 39 ist ersichtlich, daß die Punkte im allgemeinen in der Nähe des Nullpunktes zusammenfallen und sich mit wachsendem v immer mehr auseinanderziehen, so zwar, daß mit wachsender Tiefe¹ des Flügels, d. h. also mit wachsender Stangenlänge, die Linie in zunehmendem Maße steiler wird. Die Linie hat bei den größeren Stangenlängen und den höheren Geschwindigkeiten eine deutliche Krümmung. Im Fall XII, wo die Stange unten durch Drahtseile gespannt wurde, nimmt die Krümmung mit wachsender Geschwindigkeit weniger zu als bei XI, während die Tiefenlage gleich ist. Der Versuch IV fällt hierbei ein wenig aus der Reihe der übrigen; die Störungen sind größer, als zu erwarten war, die Ursache ist nicht aufgeklärt. Eine zum Schluß angestellte Kontrolleichung IV^a, die jedoch nur bis 2 m/Sek. ausgedehnt wurde, zeigt bis zu dieser Geschwindigkeit geringere Umlaufstörungen als IV; sie fügt sich also besser in die Reihe ein.

Die Zunahme der Krümmung und entsprechend die Zunahme der Störung des Umlaufs ist bei dieser Versuchsreihe der wachsenden Schrägstellung des Flügels in der Lotrechten infolge der Durchbiegung der Stange und der wachsenden Schwingung der Stange zuzuschreiben. Außer dieser Krümmung besteht, wie auch bei der ersten Gruppe der Vergleichseichungen, noch die leichte Krümmung bei den allerkleinsten Geschwindigkeiten, welche darauf zurückzuführen ist, daß die Reibung beim Übergang aus der Ruhe in die Bewegung etwas abnimmt. Bei den verschiedenen Tiefenlagen ist die Abweichung von der Geraden etwas verschieden, doch sind die Unterschiede bis etwa $v = 2,50$ m sehr klein, so daß sie teilweise zufällige Fehler bedeuten; eine gewisse Neigung zu leichterem Lauf in größerer Tiefe scheint indessen vorhanden.

Schließlich wurde noch eine weitere Abweichung vom Verlauf der theoretischen geraden Linie bei mittleren Geschwindigkeiten und geringer Stangenlänge beobachtet, nämlich jener wellenförmige Verlauf der Umlaufwerte, welcher vom Oberingenieur Dr. Epper bei seinen Eichungen im Eidgenössischen hydrometrischen Bureau in Bern sowie auch in der Münchener und Wiener Prüfungsanstalt in so deutlicher Weise festgestellt wurde; allerdings tritt diese Ausbuchtung in Berlin in sehr viel kleinerem Maßstabe auf, so daß die Abweichung kaum den mittleren Beobachtungsfehler überschreitet.

Die Abb. 7 Bl. 39 zeigt das Verhalten des Flügels im Berner und im Berliner Kanal, und zwar am Drahtseil, an der wagerechten und an der lotrechten Stange. In jedem Fall liegen die Umlaufwerte bis zu mittleren Geschwindig-

keiten dicht beieinander, bei höheren tritt die Ausbuchtung im Berner Kanal stark hervor, und zwar am meisten an der lotrechten Stange; bei den höchsten Geschwindigkeiten nähern sich die Berner Werte den Berlinern wieder. Dieses Verhalten ist auch bei zwei andern Schrauben desselben Flügels zu erkennen. Werden die zwischen den mittleren und höchsten Geschwindigkeiten liegenden Punkte der Berner Eichungen bei der Berechnung der Flügelgeraden ausgeschaltet, so stimmen die Ergebnisse beider Anstalten genügend überein.

Abb. 5 Bl. 39 und Text-Abb. 24 zeigen den Verlauf gegenüber der gemittelten Flügelgeraden und die Abweichungen

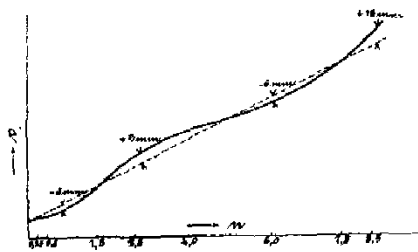


Abb. 24. Umlaufwerte in 0,20 m Tiefe der Flügelachse unter dem Spiegel.

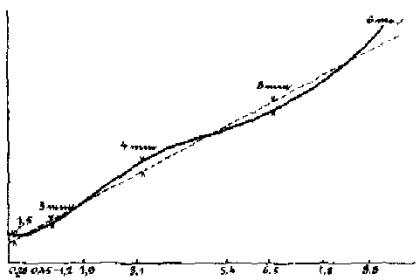


Abb. 25. Umlaufwerte in 1 m Tiefe der Flügelachse unter dem Spiegel.

in Millimetern für Eichung VII, mit Tiefe der Flügelachse von 0,20 m unter dem Spiegel. Das Stück der Linie bis etwa $n < 0,25$ zeigt deutlich die Folge der abnehmenden Lagerreibung, das Stück $n > \approx 6,0$ die der zunehmenden Durchbiegung und Schwingung der Stange. Zwischen $n = \approx 1,8$ und $n = 4,0$, d. h. $v = 0,9 - 2,0$ m, liegt die Ausbuchtung der Kurve. Sie ist als Wirkung der mit der Stange mitlaufenden Wasserwelle gedeutet worden.

Dies erscheint durchaus zutreffend, denn in tieferer Lage des Flügels verschwindet bei diesen Eichungen die Ausbuchtung. Sie ist also eine Erscheinung bei Messungen in der Nähe der Wasseroberfläche und reicht nicht weit in die Tiefe. Bei Eichung VIII mit 1 m Tiefenlage des Flügels unter dem Spiegel hat die Welle die in Abb. 5 Bl. 39 und Text-Abb. 25 dargestellte Form; sie verschwindet also fast unter den zufälligen Messungsfehlern. Die Stellung 1 m unter dem Spiegel wird als normale bei den Eichungen in der Berliner Anstalt angenommen. Daß die Ausbuchtung im Berner Eichungskanal so vielfach größer erscheint, muß wohl seinen kleineren Abmessungen zugeschrieben werden (Abb. 7 Bl. 39). Diese Frage hat insofern praktische Bedeutung, als in ganz engen Flußläufen (Mühlgräben u. dgl.) ähnliche Abweichungen der gemessenen Geschwindigkeit von der wahren auftreten werden; hierdurch könnte die im weiten Kanal vorgenommene Eichung für kleine Flußläufe für manche Geschwindigkeiten zu große, für manche zu kleine Ergebnisse liefern. Der Wasserquerschnitt des Berliner Versuchskanals kann als „freies Wasser“ angesehen werden.

Worden die über den ganzen Meßbereich gemittelten Geraden statt der Einzelwerte in Betracht gezogen, so zeigt sich, daß die Linie mit wachsender Tiefe des Flügels immer steiler wird (nur IV fällt auch hier ebenso wie bei den Einzelwerten [s. S. 261] aus der Reihe); sie wird durch die Punkte der höchsten Geschwindigkeit stark aufgerichtet.

Die aus den Gleichungen für gleiches n berechneten Geschwindigkeiten ergeben für geringe Umdrehungszahlen ziemlich gleiche unregelmäßig schwankende Werte v' , für höhere Umdrehungszahlen Werte v' , die mit der Tiefenlage stark steigen, z. B. für

	VII	VIII	IX	X	XI
$n = 6$	3,043	3,045	3,050	3,059	3,105.

Trägt man diese Werte als Ordinaten zu den Tiefenlagen als Abszissen auf (Text-Abb. 26), so findet sich das starke Steigen des zu einem bestimmten n erforderlichen v' , d. h. der Störungen. Der Unterschied zwischen den beiden Grenzfällen VII und XI beträgt 2 vH.

Auf den Einfluß, den die Steifigkeit der Stange auf die Umlaufwerte hat, wird auch noch durch folgenden Versuch mit einer hölzernen Stange von 45 mm Durchmesser Licht geworfen. Der Flügel stand 0,40 m unter dem Spiegel, die

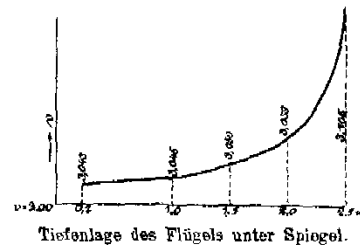


Abb. 26. Zunahme der Geschwindigkeit mit der Tiefenlage und Stangenlänge bei $n = 6,00$.

Stange war noch 1,85 m weiter durch den Führungskörper hindurchgesteckt und unten mit zwei Drähten versteift, da sie zu brechen drohte. Die Grenzen der Eichung Nr. XXIV vom 27. 3. 1906 sind 0,086 m/Sek. und 3,906 m/Sek. Die Zahl der Fahrten ist 29. Die gemittelte Gerade hat die Gleichung $v = -0,0012 + 0,5195 \cdot n$.

Die in Abb. 3 Bl. 39 aufgetragenen Ergebnisse zeigen die merkliche Krümmung der Flügelkurve, die besonders für die größeren Geschwindigkeiten hervortritt.

Einen unmittelbaren Vergleich mit einem der Versuche mit Eisenstange kann man nicht ziehen, teils wegen der Verspannung der Stange, teils wegen der verschiedenen Tiefenlage. Unter Berücksichtigung dieser Verschiedenheiten ersieht man aus der steilen Lage der gemittelten Flügelgeraden, daß die Störungen des Umlaufs verhältnismäßig stark sind, was eben der rd. zehnfach stärkeren Biegsamkeit der Stange zuzuschreiben ist.

B. Versuche mit Flügel Nr. 279² (A. Ott).

Daß wirklich die Schwingung und Schiefstellung des Flügels eine Störungsursache für den gleichmäßigen Umlauf ist, ergibt sich ohne allen Zweifel aus den folgenden Versuchen mit Flügel Nr. 279² (A. Ott), bei welchen nichts als die Befestigungshöhe des Flügels über Wasser, also die freie Länge der Stange wechselte; bei sonstigen dahin zielenden Versuchen waren noch gewisse andere Umstände jeweilig gleichzeitig geändert, so daß es, wenn auch nach anderen Versuchsreihen sehr unwahrscheinlich, doch nicht völlig ausgeschlossen erschien, daß andere Ursachen allein oder im Verein mit den Schwingungen und der Schiefstellung die Störungen hervorgerufen haben, welche die Gleichungen anzeigen. So war bei den Wiener Versuchen (s. Seite 269), welche in Abb. 3 Bl. 40 dargestellt sind, die Kanaltiefe und Breite gleichzeitig mit der eingetauchten Stangenlänge geändert, bei den hiesigen mit Flügel Nr. 385² (A. Ott) war die Tiefenlage unter dem Spiegel und der Gesamtdruck des Wassers verändert. Alles dies fällt bei den Versuchen mit Flügel

Nr. 279² (A. Ott) weg. Sie sind gelegentlich einer Untersuchung angestellt, ob es in dem hiesigen Kanal zulässig ist, zur Ersparnis von Zeit und Kosten zwei Flügel gleichzeitig nebeneinander zu eichen.

Der Flügel läuft an einem 2,7 cm starken eisernen Rohr mit aufgesetzter Feder; wegen der Schwäche der Stange mußten sich die Störungen infolge der Schwingungen und der Schiefstellung hier besonders deutlich kennzeichnen, während die Stauwirkung fast verschwindet. Die Befestigungsweise, die freie Schwingungslänge und die Eichergebnisse sind wie folgt zusammengestellt:

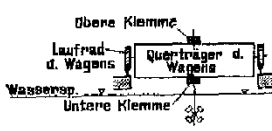
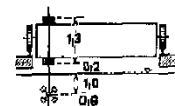
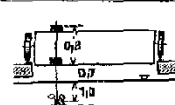
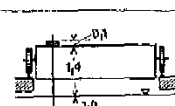
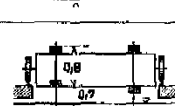
wenn eine Parabel für Geschwindigkeiten von 0,082 bis 0,521 m/Sek. angenommen wird:

$$v = 0,0208 + 0,4108 \cdot n + 0,0156 \cdot n^2, M = 4,1 \text{ mm}$$

und für die Gerade für Geschwindigkeiten von 0,521 bis 3,521 m/Sek.:

$$v = 0,0064 + 0,4414 \cdot n, M = 3,1 \text{ mm.}$$

In den Vergleichseichungen ist die Anfangsgeschwindigkeit auf rund 0,50 m/Sek. gelegt; wählt man diese auch für den Fall I, so erhält man die in der Zahlentafel XXVI angegebenen Beiwerte. Die Einzelwerte zeigen auch hier die Erscheinung, daß der Umlauf des Flügels bei kleinen Ge-

Nr.	Art der Befestigung	Freie Länge der Stange	Geringste und größte Geschwindigkeit v Zahl der Fahrten m	Gleichung der Geraden und mittlerer Fehler
I	 Abb. 27 I	1,80	$v \text{ min.} = 0,521$ $v \text{ max.} = 3,521$ $m = 18$	$v = 0,0064 + 0,4414 \cdot n$ $M = 3,1 \text{ mm}$
II	 Abb. 27 II	1,80	$v \text{ min.} = 0,494$ $v \text{ max.} = 3,906$ $m = 11$	$v = 0,0107 + 0,4404 \cdot n$ $M = 6,0 \text{ mm}$
III	 Abb. 27 III	2,30	$v \text{ min.} = 0,452$ $v \text{ max.} = 3,759$ $m = 11$	$v = -0,0097 + 0,4476 \cdot n$ $M = 7,8 \text{ mm}$
IV	 Abb. 27 IV	3,00	$v \text{ min.} = 0,496$ $v \text{ max.} = 3,106$ $m = 9$	$v = -0,0161 + 0,4510 \cdot n$ $M = 4,4 \text{ mm}$
V	 Abb. 27 V	2,30	$v \text{ min.} = 0,494$ $v \text{ max.} = 3,497$ $m = 11$	$v = -0,0075 + 0,4463 \cdot n$ $M = 5,7 \text{ mm}$

Die Gleichungen II, III und IV (Spalte 5) ergeben deutlich, daß die Flügelgerade steiler wird und sich parallel mit sich ein wenig nach unten verschiebt, wenn die Stange eine größere Schwingungslänge erhält. Die Eichungen I und II sowie III und V zeigen fast genau dieselben Festwerte, entsprechend dem Umstand, daß die Stangenlängen gleich waren; I und II unterscheiden sich nur durch die Lage der Stange am Wagen, III und V zeigen eine Einzelmessung und eine Doppelmessung. Die weitgehende Übereinstimmung der Ergebnisse im letzteren Fall beweist die Zulässigkeit der gleichzeitigen Eichung zweier Flügel.

In Abb. 6 Bl. 39 sind die fünf Eichungen in ihren Einzelwerten und den ermittelten Geraden und zwar der Deutlichkeit wegen wieder die Abweichungen der Werte v von der Näherungsgleichung $v'' = 0,44 n$, also $\Delta v = (v - v'')$ als Ordinaten zu den Werten v als Abszissen dargestellt.

Fall I ist als vollständige Eichung von der geringsten Geschwindigkeit von 0,082 m/Sek. bis zur höchsten für den Gebrauch in Frage kommenden von $v = 3,521$ m/Sek. durchgeführt; die Gleichung hierfür lautet, wenn eine Gerade auf die ganze Strecke angenommen wird:

$$v = 0,0091 + 0,4408 \cdot n, M = 4,2 \text{ mm,}$$

schwindigkeiten leichter ist, bei größeren dagegen schwerer, wenn die Schwingungslänge der Stange zunimmt.

Nebenbei ist zu bemerken, daß sich der mittlere Fehler der Eichung fast gar nicht vergrößert, wenn statt Parabel und Gerader eine einzige gerade Linie zugrunde gelegt wird. Sie schmiegt sich mit völlig ausreichender Genauigkeit den Beobachtungen an, gewiß ein Zeichen für die Brauchbarkeit des Flügels zu empfindlichen Messungen.

C. Versuche mit Flügel 287^I (A. Ott).

Beobachtungen über den Einfluß der Tiefenlage sind weiter an dem Flügel 287^I (A. Ott) angestellt; er wurde sowohl am Drahtseil als auch an 55 mm starker Stange in 0,15 m, 0,30 m, 0,50 m und 1 m Tiefe unter dem Spiegel geeicht. (Siehe nachstehende Zusammenstellung.)

Die Auftragung der Werte Δv (Abb. 2 Bl. 39) für die Eichung an der Stange zeigt wiederum, daß in Tiefen bis 0,50 unter dem Spiegel eine schwache Welle bei den Geschwindigkeiten von 1,50 bis 3 m/Sek. auftritt; am merklichsten ist sie bei der Tiefenlage von 0,30 m unter der Oberfläche. — Bei der normalen Eichung in 1 m Tiefe ist die Welle verschwunden, und die Linie liegt tiefer, d. h. die

Die Ergebnisse der Versuche mit Flügel 287¹ (A. Ott):

Flügel	Befestigung	Datum der Eichung	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit	Zahl der Fahrten	Gleichungen	Mittlerer Fehler mm
A. Befestigung am Drahtseil.							
Nr. 287 ¹	Flügelachse: 0,15 m unter ∇	21. 11. 04	0,236	2,959	12	$v = 0,0140 + 0,5200 \cdot n$	4,4
	" 0,30 m " "	"	0,144	2,924	13	$v = 0,0266 + 0,5144 \cdot n$	15,4
	" 0,50 m " "	"	0,223	2,994	13	$v = 0,0154 + 0,5160 \cdot n$	5,2
	" 1,00 m " "	"	0,316	2,513	24	$v = 0,0082 + 0,5154 \cdot n$	3,4
B. Befestigung an senkrechter Stange.							
Nr. 287 ¹	Flügelachse: 0,15 m unter ∇	22. 11. 04	0,186	3,546	14	$v = 0,0077 + 0,5269 \cdot n$	12,9
	" 0,30 m " "	"	0,204	3,571	14	$v = 0,0088 + 0,5280 \cdot n$	16,3
	" 0,50 m " "	"	0,209	3,497	14	$v = 0,0061 + 0,5267 \cdot n$	13,9
	" 1,00 m " "	"	0,556	3,623	24	$v = 0,0056 + 0,5193 \cdot n$	4,3

Umlaufstörungen sind geringer. — Bei der Eichung am Drahtseil (Abb. 1 Bl. 39) erscheint die Welle überhaupt nicht; die Umlaufstörungen nehmen mit wachsender Tiefe etwas ab; nur bei den höchsten Geschwindigkeiten über 2,7 m/Sek. nehmen sie in 1 m Tiefe wegen der Schiefstellung des Seiles deutlich zu.

c) **Schlußergebnis.** Die Tiefenlage des Flügels als solche ist nicht von Einfluß auf seine Umdrehungszahl. Nur bei einer Lage dicht unter der Oberfläche macht sich bei mittleren Geschwindigkeiten im hiesigen Kanal eine sehr geringe, in engeren Kanälen eine größere wellenförmige Ausbuchtung der Meßpunkte gegen die gemittelte Flügelgerade bemerklich. Durch die Änderung der Stangenlänge und entsprechende Veränderung der Tiefenlage des Flügels tritt bei den höchsten Geschwindigkeiten eine mit der Stangenlänge und der Geschwindigkeit zunehmende Störung des Flügelumlaufs ein.

3. Gruppe von Vergleichseichungen.

Der Einfluß wechselnder Stangenlänge bei gleichbleibender Tiefenlage des Flügels unter dem Wasserspiegel.

a) Beschreibung der Versuche. Während bei der 2. Gruppe der Versuche der Flügel stets am Ende der Stange blieb und mit dieser in verschiedener Tiefenlage der Flügelachse geschleppt worden war, ist in der 3. Gruppe die Tiefenlage des Flügels unverändert geblieben und nur der Angriff auf die Stange durch Verlängerung des eingetauchten Stückes, also damit die Durchbiegung, die Schrägstellung und die Schwingung, allmählich wachsend gemacht worden, um den Einfluß der Schiefstellung des Flügels losgelöst von dem der Tiefenlage zu erkennen.

Die Tiefenlage der Flügelachse betrug stets 0,20 m unter dem Spiegel, die Stangenstärke 45 mm. Im übrigen wurden die Versuche gemäß den unter 1. und 2. genannten Grundsätzen ausgeführt.

b) Ergebnisse. Die Einzelheiten sind in folgender Zahlentafel enthalten:

Nr.	Datum der Eichung	Stangenlänge unter dem Wasserspiegel m	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit	Zahl der Fahrten	Gleichung der Geraden über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
VII	25. 1. 05	0,35	0,077	4,286	41	$0,0181 + 0,5041 \cdot n$	6,8
XIII	10. 4. 05	0,55	0,075	4,425	40	$0,0113 + 0,5083 \cdot n$	4,5
XIV	10. 4. 05	1,15	0,093	4,425	39	$0,0109 + 0,5095 \cdot n$	7,3
XV	11. 4. 05	2,65	0,075	4,462	40	$0,0042 + 0,5118 \cdot n$	7,3

Die aus den Werten n und v bzw. aus v und $\Delta v = v - 0,5 \cdot n$ zusammengesetzten Kurven (Abb. 4 Bl. 39) zeigen, wie zu erwarten war, daß für größere Geschwindigkeiten mit wachsender Stangenlänge die Störungen größer werden, für die mittleren Geschwindigkeiten sind die Umlaufwerte anscheinend unabhängig von der Stangenlänge; bei den kleinen Geschwindigkeiten läuft der Flügel bei kurzer Stange ein wenig schwerer als bei langer (Text-Abb. 28); die Unterschiede sind nur geringfügig. Eine Ursache für dies Verhalten konnte nicht gefunden werden; vielleicht kommt die zeitweilige Aufhebung der Lagerreibung durch die Erschütterungen, die bei langer Stange größer sind als bei kurzer, hier in Frage. Es wurde z. B. beobachtet, daß bei den allergeringsten Geschwindigkeiten Flügel an den Stromschlußstellen stehen bleiben; wenn jedoch an die Stange geklopft wird, so laufen sie über das Hindernis hinweg.

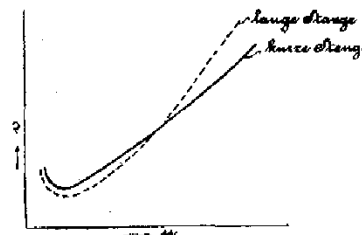


Abb. 28. Umlaufwerte bei langer und kurzer Stange.

Die Ausbuchtung der Linie in der Gegend der mittleren Geschwindigkeiten ist am deutlichsten bei kurzer Stange, bei längerer verschwindet sie fast völlig.

Wenn wieder die gemittelten Geraden statt der Einzelwerte v und n in Betracht gezogen werden, so findet sich ebenso wie bei Gruppe 2, daß die Linie mit wachsender Länge der Stange immer steiler wird; ihr Schnittpunkt mit der v -Achse rückt immer tiefer, d. h. die scheinbare Anlaufgeschwindigkeit a wird immer kleiner.

Die aus der Gleichung berechneten Geschwindigkeiten sind bei kleinen Werten ziemlich gleich, für höhere Werte n steigt v' mit der Zunahme der Stangenlänge erst schnell, später langsamer, z. B.:

bei Versuch Nr. VII XIII XIV XV
 für $n = 6$ $l = 0,35$ $l = 0,55$ $l = 1,15$ $l = 2,65$
 (eingetauchte Stangenlänge)
 $v' = 3,043$ $3,061$ $3,068$ $3,075$ m/Sek.

Der Unterschied beträgt in den hier betrachteten äußersten Fällen etwa 1 vH.

Die Text-Abb. 29 zeigt die Zunahme von v' , wie sie sich aus den Eichungen ergibt, für $n = 6$.

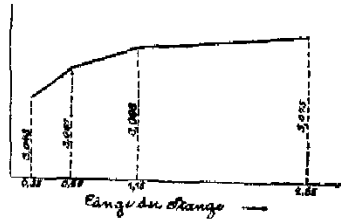


Abb. 29. Geschwindigkeit und Stangenlänge bei gleichbleibendem $n = 6$.

c) Schlußergebnis. Die durch größere Eintauchlänge der Flügelstange bei gleichbleibender Tiefenlage des Flügels unter dem Spiegel hervorgerufene stärkere Schwingung und Durchbiegung der Stange bewirkt bei geringen Geschwindigkeiten eine kleine Beschleunigung, bei den höheren Geschwindigkeiten eine Verzögerung des Flügelumlaufs.

Die Verzögerung nimmt bei dem untersuchten Flügel mit wachsender Stangenlänge zu, erst schnell, dann abnehmend langsamer.

Bemerkung. Auch bei Versuchen*) des hydrographischen Zentralbureaus in Wien über den Einfluß von Kanalwandungen findet sich die Erscheinung wieder, daß der Flügel in größerer Tiefe bis zu mittleren Geschwindigkeiten leichter läuft als in geringer. Nach den mitgeteilten Ergebnissen (Tafel X, XVI und XVII der Wiener Veröffentlichung) beträgt der Unterschied bei 0,30 m, 0,60 m und 0,90 m Tauchtiefe — bei gleicher Gesamtlänge der Stange — für $n = 3,5$ oder $v = \sim 2,2$ m/Sek. zwischen 0,30 und 0,60 m Tiefe 3 cm, zwischen 0,60 m und 0,90 m Tiefe 4 cm. Die nach der hier üblichen Darstellung der Abweichungen der beobachteten Werte v von den Werten der Näherungsgleichung $v'' = 0,65 \cdot n$ sind in Abb. 3 Bl. 40 aufgetragen.

4. Gruppe von Vergleichseichungen.

Der Einfluß wechselnder Tiefe des Flügels bei gleichbleibender Stangenlänge.

a) Beschreibung der Versuche. Zum Vergleich kommen die vorher beschriebenen Einzelversuche

Nr. IV u. XIII mit etwa 0,55 m eingetauchter Stangenlänge u. 0,75 m Gesamtlänge
 „ VIII „ XIV „ „ 1,15 „ „ „ 1,35 „ „
 „ XI „ XV „ „ 2,65 „ „ „ 2,85 „ „

Die für den gesamten Meßbereich ermittelten Gleichungen werden hier nochmals zum Vergleich nebeneinander gestellt.

Stangenlänge $\sim 0,75$ m:

Nr. IV. Flügel $\sim 0,40$ unter Spiegel $v = 0,0194 + 0,5063 \cdot n$
 „ XIII. „ $\sim 0,20$ „ „ $v = 0,0113 + 0,5083 \cdot n$
 also $\delta \sim v_{IV} - v_{XIII} = +0,0081 - 0,0020 \cdot n$

Stangenlänge $\sim 1,35$ m:

Nr. VIII. Flügel $\sim 1,00$ unter Spiegel $v = 0,0146 + 0,5050 \cdot n$
 „ XIV. „ $\sim 0,20$ „ „ $v = 0,0109 + 0,5095 \cdot n$
 also $\delta = v_{VIII} - v_{XIV} = 0,0037 - 0,0045 \cdot n$

*) Vgl.: Über den Einfluß der Wandungen von Versuchskanälen auf die Umlaufwerte hydrometischer Flügel. Herausgegeben vom k. k. hydrograph. Zentralbureau. Wien 1899. Vom Oberbaurat Landa.

Stangenlänge $\sim 2,85$ m:

Nr. XI. Flügel $\sim 2,50$ unter Spiegel $v = -0,0089 + 0,5190 \cdot n$
 „ XV. „ $\sim 0,20$ „ „ $v = 0,0042 + 0,5118 \cdot n$
 also $\delta = v_{XI} - v_{XV} = -0,0131 + 0,0072 \cdot n$

Die angreifende Kraft ist jedesmal in beiden Vergleichsfällen gleich groß, nur der Angriffspunkt verschiebt sich etwas mit dem Flügel, weil der Führungskörper stärker als die Stange ist.

b) Die Ergebnisse sind unsicher, weil einige der verglichenen Eichungen mit Unregelmäßigkeiten behaftet sind; Eichung IV hat, wie oben erwähnt, wahrscheinlich zu große Umlaufstörungen, bei Eichung XI bewirkt die starke Krümmung der Flügelkurve ein Aufrichten der ganzen Linie. Man erkennt dies deutlich an den in Abb. 5, 6 und 7 Bl. 40 aufgetragenen Abweichungen der Einzelwerte von der Näherungsgleichung $\Delta v = v - 0,5 \cdot n$ als Ordinaten zu der Geschwindigkeit v . Im allgemeinen ergibt sich, daß unter den vorliegenden Verhältnissen der Flügel dicht unter dem Spiegel bei kleinen Geschwindigkeiten kleinere, bei größeren Geschwindigkeiten größere Umlaufstörungen erleidet, als wenn er in der Tiefe steht. Werden die Schwingungen der Stange und die Schiefstellung des Flügels erheblich, so erzeugt dies bei den höchsten Geschwindigkeiten in der Tiefe größere Störungen als nahe dem Spiegel. Bei diesem Verhalten ist zu berücksichtigen, daß in der höheren Lage der Flügel nur 0,20 m unter dem Spiegel gestanden hat, also der Wirkung der oberflächlichen Wellen ausgesetzt war.

Rechnungsmäßiger Vergleich.

Um von den Störungen des Flügelumlaufs bei der Eichung auf diejenigen bei der Messung unter Benutzung der gleichen Stange schließen zu können, muß bezüglich der Zunahme der Störungen mit der Zunahme der Schiefstellung des Flügels und der Schwingungen eine Annahme gemacht werden. Eine unmittelbare Feststellung dieses Gesetzes durch Versuche stößt deshalb auf Schwierigkeiten, weil bei der Eichung Schiefstellung und Schwingung in einem Sinne auftreten und in den Ergebnissen immer ihre Summenwirkung erscheint. Bei der Messung wirken Schiefstellung und Schwingung nicht immer zusammen. Die Schwingungen sind vielmehr in dem gewöhnlichen Fall einer auf Grund gesetzten Stange gerade da am größten, wo die Schrägstellung am kleinsten ist. Man wird trotzdem vielleicht nicht allzuweit fehlgehen, wenn man für die Größe der Umlaufstörung den Höchstwert der Durchbiegung der Stange infolge des auf ihr ruhenden Wasserdruckes als Maßstab annimmt. Die Berechtigung hierfür ergibt sich aus folgender Erwägung. Wird zunächst statt des Höchstwertes der Durchbiegung deren mittlerer Wert, d. h. Inhalt der Biegungsfläche geteilt durch die Stablänge, als Maßstab der Durchbiegung genommen, so ergeben sich ähnliche Verhältniszahlen für die einzelnen Befestigungsweisen, wie nachstehende Tabelle (Seite 272, Spalte 2 und 3) zeigt, deren Formeln aus Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“ 1896, S. 358 u. ff. entnommen sind. Aber auch die Verhältniszahlen der mittleren Schrägstellung des Stabes, besonders in den wichtigeren Fällen B und C der Tabelle weichen von den Verhältniszahlen der größten Durchbiegungen nicht allzusehr ab; vgl. Spalte 2 und 4 der Tabelle Seite 272.

Die Schrägstellung in der Richtung nach oben und nach unten ist hierbei als gleichwirkend addiert, also die Scheide der Integration bei f_{max} angenommen. Daher erscheint die vereinfachende Annahme der größten Durchbiegung als Maßstab statthaft, zumal es sich doch nur um einen ungefähren Anhalt handeln kann. Denn noch eine ganze Reihe von Umständen ist in der folgenden

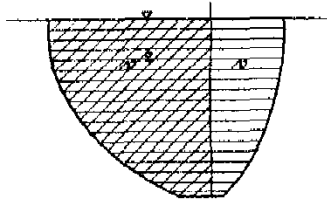


Abb. 30.

Ableitung nicht berücksichtigt. So zum Beispiel, daß der Wasserdruck im Fluß nicht wie bei der Eichung durch eine gleichmäßige Geschwindigkeit hervorgerufen wird, sondern nach der Sohle zu abnimmt (Text-Abb. 30), und zwar im quadratischen Verhältnis der Geschwindigkeiten; ferner, daß die Geschwindigkeiten nach der Zeit stark wechseln (Pulsationen) und auch in der Richtung nicht beständig sind (Wirbel).

Die Verhältniszahlen sind in der Text-Abb. 31 dargestellt. In nebenstehender Tabelle und in den folgenden Rechnungen bedeutet:

E = Elastizitätsziffer.

J = Trägheitsmoment des Stabes.

l = ganze Länge.

l' = eingetauchte Länge bis zur Einspannung.

l'' = Länge von der Mitte des Führungskörpers bis zur Einspannung.

$P = p \cdot l'$ = Wasserdruck auf den Stab.

P'' = Wasserdruck auf den Flügel und Führungskörper.

ξ, ψ = Zahlenwerte.

γ = Einheitsgewicht des Wassers.

g = Erdbeschleunigung.

t = Tiefenlage der Flügelachse unter Wasserspiegel.

d = Stangendurchmesser

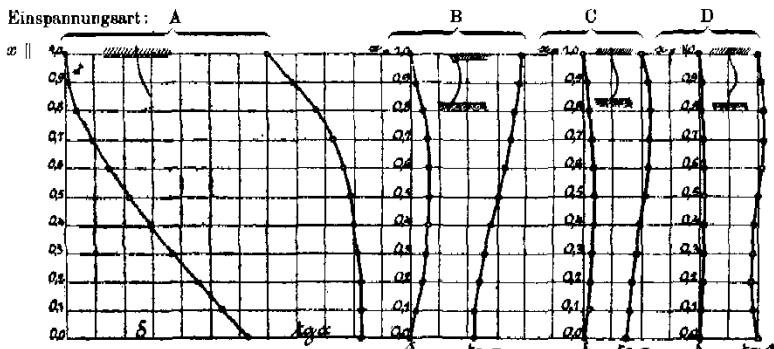


Abb. 31. Verhältnisse der Durchbiegung und der Stabneigung bei verschiedener Befestigung der Flügelstange und Annahme gleicher Geschwindigkeit des Wassers.

Bei diesen Vergleichen ist vorausgesetzt, daß der Stab in jedem Falle in ganzer Länge schwingt. Es ist nun wohl denkbar, daß der Flügel mit seiner größeren Masse und größeren, der Strömung entgegen gerichteten Fläche den Schwingungen soviel Widerstand entgegengesetzt, daß sich jeweilig an seinem Ort ein Knoten bildet. Wenn sich regelmäßige Schwingungen ausbilden sollen, dann müssen die beiden Teillängen oberhalb und unterhalb des Flügels in bestimmten Verhältnissen stehen. Auch das Stück Stange ober-

Tabelle

der größten rechnerischen Durchbiegung der Stange und Schiefstellung des Flügels bei verschiedenen Befestigungsweisen und ihr Verhältnis zur Normaleichung.

Lagerung der Stange S. Fall A bis D Text-Abb. 32 bis 35	Verhältnis der größten Durchbiegung zu derjenigen der Normaleichung	Verhältnis der Inhalte der Biegungsflächen zu denjenigen der Normaleichung	Verhältnis der Inhalte der Stabneigungsflächen zu demjenigen der Normaleichung
1	2	3	4
A	= 1,0	1,0	1,0
B	= 0,1040 $\cdot \frac{v^2 \cdot l^4}{v^2 \cdot l^4} \cdot \frac{B \cdot B}{A \cdot A}$	0,1667	0,2086
C	= 0,0432 $\cdot \frac{v^2 \cdot l^4}{v^2 \cdot l^4} \cdot \frac{C \cdot C}{A \cdot A}$	0,0622	0,0824
D	= 0,0208 $\cdot \frac{v^2 \cdot l^4}{v^2 \cdot l^4} \cdot \frac{D \cdot D}{A \cdot A}$	0,0276	0,0881

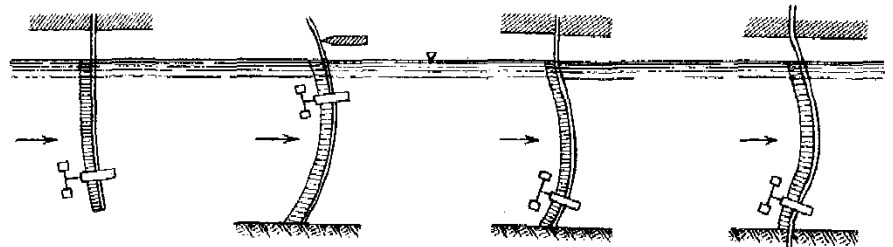


Abb. 32. Fall A. Abb. 33. Fall B. Abb. 34. Fall C. Abb. 35. Fall D.

Abb. 32 bis 35. Befestigungen des Flügels.

halb der Befestigung, welches in der Luft schwingt, wirkt hierbei mit. Unter dieser verwickelteren Annahme wird die rechnermäßige Verfolgung des Einflusses von Schrägstellung und Schwingung fast aussichtslos. Man wird sich deshalb mit rohen Annäherungen begnügen müssen und die Voraussetzung festzuhalten haben, daß die Flügelstange in ganzer Länge von der Flußsohle bis zur oberen Befestigungsstelle ohne Zwischenknoten schwingt.

Für drei der Vergleichsgruppen läßt sich die vorausgesetzte Größe der Schwingung und Schrägstellung mittels der gefundenen Störungen nachprüfen.

Zuerst wird der Vergleich an Hand der Gruppe 3 der Vergleichszeichnungen: „Einfluß wechselnder Stangenlänge bei gleichbleibender Tiefenlage des Flügels unter dem Spiegel“ durchgeführt. Hierbei ist es möglich, die Durchbiegung und Stabneigung in 0,20 m Tiefe unter dem Spiegel oder 0,40 m unter der Klemme für verschiedene Stangenlängen zu berechnen, wie in nachstehender Tabelle geschehen, und mit der Änderung der Umlaufzahlen zu vergleichen. Die Gleichung der elastischen Linie des Stabes ist auf die Einspannungsstelle als Koordinatenanfangspunkt bezogen

$$y = \frac{pl^4}{EJ} \cdot \frac{1}{24} \left(\frac{6x^2}{l^2} - \frac{4x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right);$$

und die Gleichung für die Stabneigung

$$tg \tau = \frac{dy}{dx} = \frac{pl^3}{EJ} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{x}{l} - \frac{x^2}{l^2} + \frac{1}{3} \frac{x^3}{l^3} \right).$$

Daraus ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle

der rechnerischen Durchbiegung und Neigung der Flügelstange in 0,40 m unter der Einspannungsstelle bei verschiedener Gesamtlänge. (Hierzu Text-Abb. 36.)

Nr.	Gesamt- länge $l =$	Für eine Tiefenlage des Flügels von $l_a = 0,40$ ist das Verhältnis $\frac{l_a}{l} =$	Verhältnis zur Durchbiegung im Falle A	Verhältnis zur Stabneigung im Falle A
1	2	3	4	5
a	0,40 m	1,0	$\frac{l_a^4}{l^4} \cdot 1,00 = 1,00$	$\left(\frac{l_a^3}{l^3}\right) \cdot 1,00 = 1,00$
b	0,80 "	0,5	$\frac{l_b^4}{l^4} \cdot 0,3415 = 5,44$	$\left(\frac{l_b^3}{l^3}\right) \cdot 0,875 = 7,30$
c	1,00 "	0,4	$\frac{l_c^4}{l^4} \cdot 0,2435 = 9,50$	$\left(\frac{l_c^3}{l^3}\right) \cdot 0,785 = 12,30$
d	2,00 "	0,2	$\frac{l_d^4}{l^4} \cdot 0,0433 = 27,05$	$\left(\frac{l_d^3}{l^3}\right) \cdot 0,491 = 61,50$
e	4,00 "	0,1	$\frac{l_e^4}{l^4} \cdot 0,0184 = 187,30$	$\left(\frac{l_e^3}{l^3}\right) \cdot 0,271 = 271,30$

Die Verhältniszahlen aus Spalte 4 und 5 sind in Text-Abb. 37 aufgetragen. Es ergibt sich, daß sowohl die Durchbiegung

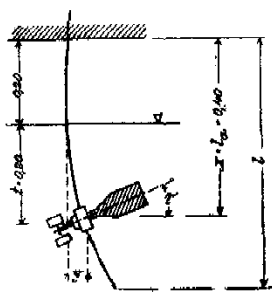


Abb. 36.

wie die Stabneigung in zunehmendem Maße wächst, wenn die Stange unter Festhaltung der Lage des Flügels zum Spiegel tiefer eingetaucht wird. Die Stabneigung nimmt noch ein wenig stärker zu als die Durchbiegung.

Während also nach den wirklichen Eichungsergebnissen die zur Erzeugung einer bestimmten sekundlichen Umlaufzahl $n = 6$ nötige Geschwindigkeit mit wachsender Stangenlänge erst schnell, dann abnehmend langsamer zunimmt (vgl. Darstellung S. 269 und Text-Abb. 29), nimmt die rechnermäßige Schwingung

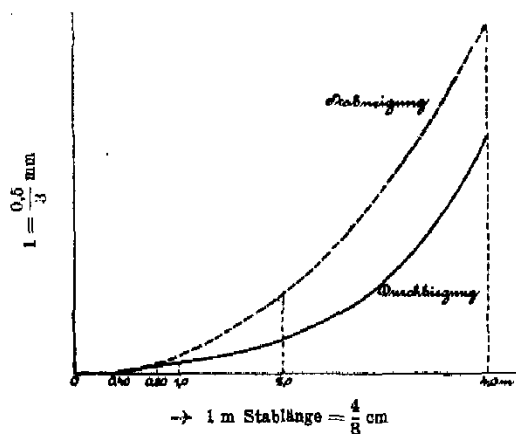


Abb. 37. Verhältniszahlen der Durchbiegung und Stabneigung eines Punktes in 0,40 m Tiefe bei wachsender Stablänge.

der Stange bzw. Schrägstellung des Flügels in wachsendem Maße mit der Stangenlänge zu. Eine direkte geradlinige Proportionalität zwischen Störungen und Schwingungen bzw. Schrägstellung besteht also hierbei nicht.

In dem zweiten einfacheren Fall, wo ein unmittelbarer Vergleich zwischen dem Verlauf der Störungen und dem der Schwingungen möglich ist, nämlich bei einem frei am Ende der Stange befindlichen Flügel (Gruppe 2 der Vergleiche), zeigt das angenommene Gesetz bessere Übereinstimmung, wie sich aus dem Verlauf der Zahlenwerte Spalte 4 der Tabelle Seite 275 im Vergleich mit der Text-Abb. 26 zeigt.

In dem dritten Fall, der einen unmittelbaren Vergleich zuläßt, Eichung des Flügels 279² (A. Ott), nehmen die Ausbiegungen am Ort des Flügels zu nach folgendem Verhältnis:

Befestigungsfall	Schwingungslänge bis zum Flügel	Verhältnis der Durchbiegungen
II	1,20 m	1,00
III	1,70 "	2,85
IV	2,40 "	8,01

Die Störungen nehmen schwächer zu; denn es ist für $n = 7$ die Geschwindigkeit im

$$\text{Fall II} = 3,0935$$

$$\text{„ III} = 3,1439$$

$$\text{„ IV} = 3,1677$$

Fall I. Für den weiteren Vergleich zwischen Eichung und Messung ist zunächst angenommen, daß der Flügel bei der Messung am Ende der Stange steht und mit dieser auf und nieder bewegt wird. Dann ist die Durchbiegung oder der Schwingungsausschlag

$$f = \frac{1}{8} \frac{pl^4}{EJ} - \frac{1}{8} \frac{p}{EJ} \cdot (l \cdot l)^4 + \frac{P'' l^3}{EJ 3}$$

Wenn sich das Stangenlager nicht allzu hoch über dem Wasserspiegel befindet, so kann bei einiger Eintauchtiefe das zweite Glied gegen das erste vernachlässigt werden. Ebenso das dritte Glied, wenn der Führungskörper nicht besonders dick ist, dann ist also näherungsweise

$$f \approx \frac{1}{8} \frac{p}{EJ} \cdot l^4 = \xi \cdot pl^4,$$

$$\text{wo } \xi = \frac{1}{8 \cdot EJ} = 0,125 \frac{1}{EJ},$$

p ist hierin mit v^2 veränderlich;

$$p = \psi' \cdot \gamma d \frac{v^2}{2g} = \psi \cdot v^2,$$

$$f = \xi \cdot \psi \cdot v^2 \cdot l^4.$$

Die Durchbiegung der Stange nimmt also mit der zweiten Potenz der Geschwindigkeit und mit der vierten Potenz der Stablänge zu; entsprechend nach der Annahme die Störung des Flügelumlaufs.

Bei der Messung kommt die angegebene Befestigung nur bei geringen Geschwindigkeiten in Frage; diese werden in solchen Fällen überwiegend kleiner sein, als die obere Grenze von etwa 4 m bei der Eichung; denn bei großen Geschwindigkeiten wird, wie erwähnt, gewöhnlich die Stange auf Grund gesetzt, dagegen werden häufig größere Tiefen vorkommen, als bei der Eichung vorlagen.

Es soll nun der Unterschied der Durchbiegungen oder der Störungen bei Messungen in verschiedener Tiefe oder mit verschiedener Stangenlänge und verschiedener Geschwindigkeit gegen die der Eichung in der hier gebräuchlichen Tiefe von 1 m (Normaleichung) nachgewiesen werden.

Tabelle

der rechnerischen Durchbiegung der Flügelstange an deren Ende bei wachsender Stangenlänge im Verhältnis zu der Normaleichung in 1 m Tiefe.

Eichung Nr.	Tiefenlage des Flügels unter dem Spiegel $t =$	Gesamtlänge der Stange bis zur Flügelachse $l =$	Verhältnis der Durch- biegung zu Fall VIII (Normaltiefe) $f : f_{VIII} =$
	m	m	
1	2	3	4
VII	0,20	0,40	0,00077
IV	0,40	0,80	0,0589
VIII	1,00 Normaltiefe	1,20	1,0
IX	1,50	1,70	4,03
X	2,00	2,20	11,3
XI	2,50	2,70	25,6

Die Schwingungen nehmen, wie aus Spalte 4 ersichtlich, sehr stark zu; trotzdem ist die Abnahme der Umlaufwerte zwischen den beiden Grenzfällen von 0,40 m und 2,70 m Stangenlänge*) und ähnlich zwischen den Stangenlängen von 1,20 m und 2,70 m, wie oben gezeigt, bei $v = 3$ m nur etwa 6,2 cm bzw. 6 cm = 2 vH.; bei kleineren Geschwindigkeiten geringer.

Soll der Fehler auch bei Tiefen über 2,70 m nicht über 2 vH. betragen, so dürfen die Geschwindigkeiten nicht so hoch steigen, wie bei der Eichung. Andererseits würde man auf eine unsichere Schätzung durch Extrapolieren angewiesen sein.

Nach der Gleichung

$$f = \xi \cdot \psi' \cdot v^2 \cdot l^4$$

müssen sich die Geschwindigkeiten v umgekehrt wie die Quadrate der Längen l verhalten, wenn die Durchbiegungen gleich bleiben sollen. Zum Beispiel würden bei einer Stangenlänge von $2 \cdot 2,70 = 5,40$ m für Geschwindigkeiten bis zu etwa $\frac{3,0}{2^2} = 0,75$ m/Sek. noch Fehler unter 2 vH. gegen die Normaleichung von 1 m Stangenlänge zu erwarten sein.

Fall II. Der Flügel befindet sich an einer auf Grundgesetzten Stange.

Wie oben erwähnt, kann die Lagerung entweder nach Skizze B (Text-Abb. 33, frei aufliegender Stab)

„ „ C (Text-Abb. 34, einseitig eingespannter Stab)

„ „ D (Text-Abb. 35, beiderseits „ „)

erfolgen. Je nach der Befestigung am Meßkahn und am Boden wird sich die wirkliche Schwingung mehr dem einen oder andern Falle nähern. Vernachlässigt man auch hier wieder den fehlenden Wasserdruck auf das über Wasser befindliche Stück der Stange und den Einfluß des Führungskörpers, so ist die größte Durchbiegung im Verhältnis zur Durchbiegung bei der Eichung aus der Tabelle Seite 272, Spalte 2, zu ersehen. Die Stange steht danach viel ruhiger als bei der Eichung; bei denselben Geschwindigkeiten und Stangenlängen betragen die Schwingungen nur rd. 2 bis 10 vH.

Am nächsten kommt die Wirkungsweise der Befestigung der Stange bei der Messung wohl derjenigen nach Text-Abb. 34; hier betragen die Schwingungen rd. 4 vH. derjenigen der Eichung

*) Die Stangenlängen sind in diesen Berechnungen bis zur Flügelachse, nicht bis zum Ende der Grundplatte eingesetzt, welches 0,15 m tiefer liegt

Für $v = \infty 3$ m/Sek. werden die Schwingungen bei der Messung in diesem Befestigungsfall gleich denen bei der Eichung, wenn die Stangenlänge das $n = \sqrt[4]{\frac{1}{0,0432}} = 2,185$ fache beträgt,

d. h. bei etwa 2,50 m. Bei Tiefen über 2,50 m dürfen also nur Geschwindigkeiten unter 2,50 m/Sek. vorkommen, wenn die Schwingungen in den Grenzen der Normaleichung bleiben sollen; die Geschwindigkeiten müssen sich auch hier wieder umgekehrt wie die Quadrate der Stangenlängen verhalten. Werden etwas größere Störungen zugelassen, so dürfen auch die Tiefen größere werden, ohne daß die Geschwindigkeiten herabgesetzt werden. Die Schwingungen eines eingespannten Stabes von 2,70 m Länge (Eichung XI der Tabelle S. 275) betragen das 25,6fache eines Stabes von 1,20 m Länge; die Störungen erreichen bis zur Grenze von 3 m/Sek. höchstens rd. 6 cm oder 2 vH., wie oben berechnet (s. S. 275). Gleich große Schwingungen erscheinen bei einem nach Befestigungsfall C (Text-Abb. 34) gelagerten Stabe, wenn seine Länge $l_C = 2,185 \cdot 2,7 = \infty 6$ m beträgt. Kleiner werden die Schwingungen:

1. an allen Punkten der Stange, wenn die Geschwindigkeit unter 3 m/Sek. beträgt,
2. bei 3 m/Sek. nach den beiden Enden der Stange hin.

Liegt eine Lagerung nach Fall B (Text-Abb. 33) vor, so

darf die Stangenlänge nur $\sqrt[4]{\frac{1}{0,014}} = 1,76$ mal so groß als

bei der Eichung mit 2,70 m Länge sein, wenn die Abweichung gegen die Normaleichung mit 1 m Stangenlänge nicht über 2 vH. betragen soll, d. h. also nicht mehr als 4,70 m; für die Lagerung nach Fall D (Text-Abb. 35) ist die entsprechende Länge $2,63 \times 2,70 = \infty 7,10$ m.

Nach den ermittelten Grenzwerten der wahrscheinlichen Fehler erscheint es nicht zweifelhaft, daß das Ergebnis der Normaleichung in 1 m Tiefe auch bei Messungen mit anderer Befestigung der Stange für Stromverhältnisse, wie sie in Norddeutschland gewöhnlich vorkommen, ohne weiteres verwendet werden kann. Nur an einzelnen Profilverpunkten wird die Störung, welche bewirkt, daß der Flügel zu langsam läuft, also zu kleine Angaben macht, 2 vH. betragen, meist aber viel kleiner sein.

5. Gruppe von Vergleichseichungen.

Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten.

a) Beschreibung der Versuche. Der Flügel befand sich an 45 mm dicker, 0,75 m langer Stange in 0,40 m Tiefe unter dem Spiegel.

b) Ergebnisse. Die Einzelheiten ergibt die nachstehende Tabelle.

Die Betrachtung der Auftragung von Δv und v zeigt (s. Text-Abb. 38), daß der Verlauf der Flügelgeraden auch bei Schrägstellung sehr stetig ist, der mittlere Fehler bleibt klein, und mit Ausnahme der geringsten Geschwindigkeiten ist die Beziehung zwischen n und v eine geradlinige. Die Mindestgeschwindigkeit, bei welcher der Flügel regelmäßig läuft, ist bei einer Schiefstellung um 60° erheblich größer, als bei der Stellung geradeaus. Die rechnerische Anlaufgeschwindigkeit a schwankt unregelmäßig in engen Grenzen (+ 19 mm und - 12 mm). Der Hauptwert b steigt mit wachsender Schräglage, bis 10° sehr langsam, dann schneller. Die

Nr.	Datum der Eichung	Schiefstellung gegen die Wagerechte	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der Geraden über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
IV	20. 1. 05	0°	0,078	4,375	40	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	6,8
XVI	4. 9. 05	5°	0,082	4,425	38	$0,0088 + 0,5094 \cdot n$	4,8
XVII	12. 9. 05	10°	0,088	4,425	37	$0,0086 + 0,5114 \cdot n$	7,6
XVIII	15. 9. 05	15°	0,085	4,032	39	$0,0103 + 0,5326 \cdot n$	7,7
XIX	16. 9. 05	30°	0,091	4,167	36	$0,0127 + 0,6106 \cdot n$	8,1
XX	29. 1. 06	60°	0,135	3,704	32	$-0,0122 + 1,4730 \cdot n$	27,6

Schiefstellung hat also dieselbe Wirkung, als ob die Ganghöhe der Schraube vergrößert wäre, gleichzeitig nimmt die Reibung ein wenig zu.

Zwischen dem geradeaus- und dem schräggestellten Flügel besteht, wie aus der Zahlentafel S. 303 hervorgeht,

Denkt man sich die unter dem Winkel φ schräg auftretende Strömung v in ihre Komponenten gleichlaufend $v \cdot \cos \varphi$ und quer $v \cdot \sin \varphi$ zur Flügelachse zerlegt, so entspricht $v \cdot \cos \varphi$ die Gerade $a_\varphi + b_\varphi \cdot n$; die zweite Komponente $v \cdot \sin \varphi$ erzeugt nur Reibungs- und Wirbelwiderstände.

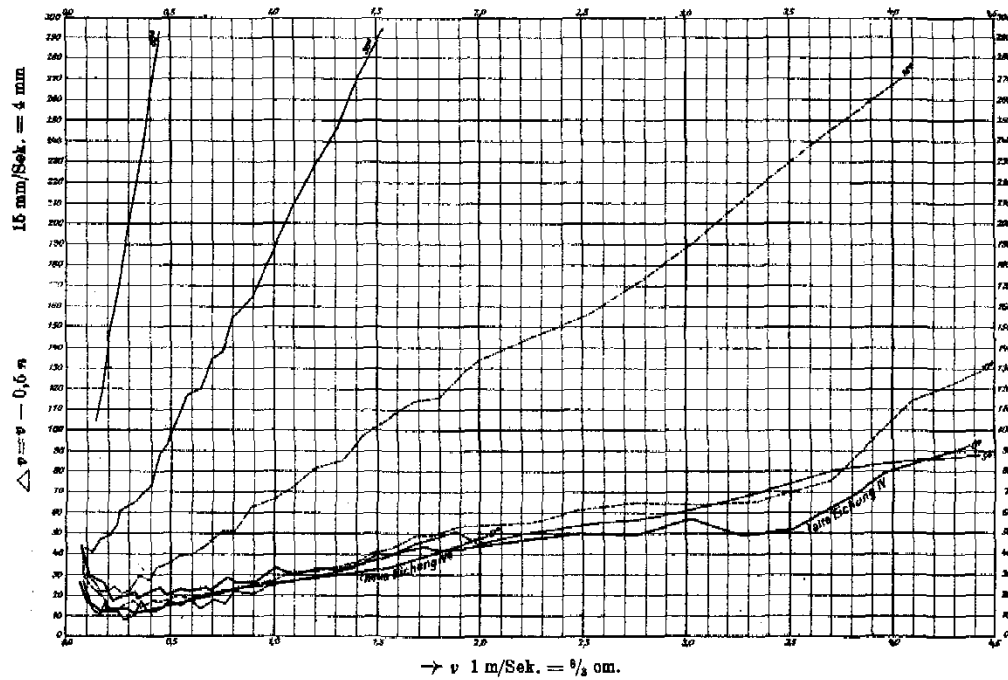


Abb. 38. Flügel Nr. 335². 0,40 m unter der Wasseroberfläche. Schiefstellung in der Wagerechten.

bei 5° Abweichung ein Unterschied von nur 14 mm in der zur Erzeugung von 8 Umdrehungen in der Sekunde nötigen Geschwindigkeit von rd. 4 m/Sek.; das heißt etwa 0,35 vH.; bei 10° ist er 30 mm oder 0,75 vH., bei 15° beträgt er bereits 201 mm oder rd. 5 vH., bei 30° 808 mm oder rd. 20,2 vH., bei 60° 7002 mm oder 175 vH. Die Werte sind aus den gemittelten Flügelgraden berechnet. Für geringe Grade von Schiefstellung oder — auf Messungen im fließenden Wasser übertragen — für ein wenig schräge treffende Strömungen ist also der entstehende Fehler gegenüber anderen Ungenauigkeiten der Messung ziemlich gering anzuschlagen und eine Reduktion kaum erforderlich. Hierzu trägt wohl bei, daß durch die Schrägstellung der Flügel dem Einfluß des Stangenstaues etwas entzogen wird; wenigstens ist bei Schrägstellung in lotrechtem Sinne die Abnahme der Umdrehungswerte stärker wie S. 303 nachgewiesen. Der mathematische Zusammenhang zwischen dem Winkel der Schiefstellung und der Änderung der Flügelgleichung ist in dem Aufsatz der österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1903 Heft 38 und 39 „Der normale und schief gestellte hydrometrische Flügel“ von Landá klargestellt.

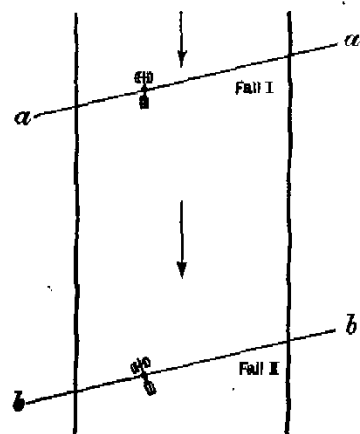
Die folgende Tabelle gibt die aus den Gleichungen berechneten Werte von $v' \cdot \cos \varphi$ bei verschiedenen n :

Tabelle der Werte $v' \cdot \cos \varphi$.

$n =$	0°	5°	10°	15°	30°	60°
0,5	0,273	0,261	0,260	0,268	0,275	0,362
2,0	1,032	1,024	1,015	1,039	1,069	1,467
4,0	2,045	2,038	2,023	2,068	2,126	2,440
8,0	4,070	4,068	4,038	4,125	4,242	5,536

Die Werte von 0° (Eichung IV) sind, wie schon oben erwähnt, ein wenig zu groß. Es ergibt sich, daß bis etwa 15° $v \cdot \cos \varphi = \text{Const.}$ ist; die von $v \cdot \sin \varphi$ erzeugten Widerstände sind demnach bis dahin ohne Belang, und man kann den Flügel entweder schräg zum Meßquerschnitt in die Richtung der Strömung (Fall I Text-Abb. 39 S. 279) oder senkrecht zum Meßquerschnitt schräg zum Strom stellen (Fall II) und hat in beiden Fällen unter Benutzung der Normaleichung die Geschwindigkeit mit dem Kosinus zu reduzieren. Bei größeren Abweichungen der Strömung von der Senkrechten zum Meßquerschnitt ist das letztere Verfahren nicht mehr

anzuwenden, ohne merkliche Fehler zu begehen; es sei denn, daß eine Eichung für Schrägstellung vorliegt. Zum Beispiel erhält man bei 30° Abweichung, wenn man das betrachtete n



Stellung des Flügels:
Fall I schräg zum Meßquerschnitt,
„ II schräg zur Stromrichtung.

Abb. 39.

jede Flügelart verschieden. Darum scheint die Ableitung einer allgemein gültigen Formel, welche das Gesetz der Abhängigkeit der Festwerte von dem Ablenkungswinkel darstellt, praktisch nicht besonders bedeutungsvoll; die Zahlenwerte würden für jede Flügelart neu zu bestimmen sein.

in die Normalgleichung einsetzt und das so gefundene v mit $\cos 30^\circ$ multipliziert, eine um rd. 4 vH. zu kleine Geschwindigkeit. Die Wirbelwiderstände lassen sich rechnerisch gar nicht erfassen, je nach der Geschwindigkeit und nach Form des Flügelkörpers und der Schaufel fallen sie verschieden aus; auch die durch die quergerichtete Komponente hervorgerufenen Reibungswiderstände insbesondere im hinteren Drucklager hängen von der Bauart ab und sind für

rechten; zur Erzeugung von acht Umdrehungen in der Sekunde sind bei

$$\begin{aligned} 1^\circ 30'' & - 3 \text{ mm} = 0,08 \text{ vH.} \\ 5^\circ & - 23 \text{ ''} = 0,57 \text{ ''} \\ 7^\circ 20'' & - 60 \text{ ''} = 1,50 \text{ ''} \end{aligned}$$

mehr Geschwindigkeit nötig als bei Stellung geradeaus. Für mäßige Grade der Abweichung der Strömungsrichtung von der Wagerechten tritt jedoch auch in diesem Falle nur ein verschwindend kleiner Fehler auf. Innerhalb der untersuchten Grenzen ist $v \cdot \cos \varphi$ fast konstant.

n	0°	1° 30''	5°	7° 20''
0,5	0,273	0,269	0,268	0,270
2,0	1,032	1,030	1,030	1,036
4,0	2,045	2,044	2,045	2,055
8,0	4,070	4,072	4,077	4,096

7. Gruppe von Vergleichseichungen.

Vorwärts- und Rückwärtslauf des Flügels.

a) Beschreibung des Versuchs. Der Flügel 385^{II} (A. Ott) wurde an 45 mm dicker, 0,75 m langer Stange in der Befestigung 0,40 m unter dem Spiegel so geschleppt, daß er der Stange folgte, also für Rückwärtslauf. Er ist also in seinem Verhalten mit dem bei Eichung IV zu vergleichen.

b) Ergebnis (zur 7. Gruppe).

Nr.	Datum der Eichung	Stellung	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der Geraden über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
IV	20. 1. 05	vorwärts	0,078	4,375	40	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	6,8
	26. 1. 06	rückwärts	0,098	2,732	30	$0,0239 + 0,5833 \cdot n$	6,2

6. Gruppe von Vergleichseichungen.

Schiefstellung des Flügels im lotrechten Sinne.

a) Beschreibung der Versuche. Die Versuche wurden mit demselben Flügel Nr. 385^{II} (A. Ott) vorgenommen; die Achse lag an der Stange 0,40 m unter dem Spiegel, die Stange war 45 mm dick und wie bei Eichung IV eingespannt.

b) Ergebnisse. Folgende Tabelle gibt das Nähere.

Der Flügel arbeitet regelmäßig bis etwa $v = 2,75$ m/Sek. (Abb. 2 Bl. 40); dann liegt die Kurve nach der n -Achse um. Dies beruht wohl auf der Wirbelbildung an der Rückseite der Stange. Die Krümmung der Kurve für die kleineren Geschwindigkeiten ist ganz geringfügig. Der Lauf rückwärts ist bei Einbeziehung aller Eichfahrten um rd. 12 vH. schwerer als vorwärts; wenn man die Fahrten über 2,75 m/Sek. fortläßt, um rd. 17 vH. Dies rührt daher, daß beim Rückwärtslauf nicht das hintere

Nr.	Datum der Eichung	Schiefstellung gegen die Lotrechte	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der Geraden über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
IV	20. 1. 05	0°	0,078	4,375	40	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	6,8
XXI	29. 1. 06	1° 30'	0,090	4,065	34	$0,0157 + 0,5072 \cdot n$	5,8
XXII	30. 1. 06	5°	0,082	4,132	29	$0,0137 + 0,5099 \cdot n$	7,0
XXIII	30. 1. 06	7° 20'	0,106	4,098	30	$0,0147 + 0,5144 \cdot n$	8,7

Auch hier, wie bei Schrägstellung in der Wagerechten, schmiegte sich der Verlauf der Meßpunkte eng einer Geraden an (vgl. Abb. 1 Blatt 40); die wirkliche Anlaufgeschwindigkeit steigert sich nur wenig, und die rechnungsmäßige a bleibt auch fast unverändert bei wachsender Schrägstellung. Der Hauptwert b der Flügelgleichung steigt und zwar etwas schneller als bei Schrägstellung in der Wage-

Spitzenlager, sondern der Bund am Kugellager den Axialdruck aufnehmen muß; dadurch wird die Reibungsarbeit vergrößert.

8. Gruppe von Vergleichseichungen.

Stahl- und Achatkugeln.

a) Beschreibung der Versuche. Es ist bereits mehrfach versucht worden, an Stelle von Stahlkugeln solche

aus Achat zu verwenden, um der Rostgefahr auszuweichen; seitdem Kugeln aus Hartnickel verwendet werden, fällt dieser Grund weg. Immerhin schien Achat wegen der großen Härte und Politurfähigkeit trotz der Schwierigkeit der genauen Herstellung von gleich großen, vollkommen runden Kugeln sehr geeignet. Um der öfter aufgestellten Behauptung auf den Grund zu gehen, daß Achatkugellager leichteren Lauf zeigten als Stahlkugeln, wurde der folgende Vergleich angestellt:

- „1. Zur Bewegung des Versuchswagens verfügt die Anstalt bedauerlicherweise nicht über einen Motor; sie erfolgt ausschließlich durch menschliche Arbeitsleistung. Infolgedessen ist es auch nicht möglich, dem Wagen eine stets sich gleichbleibende Geschwindigkeit zu verleihen, wodurch die Genauigkeit der Versuche leider beeinträchtigt wird.
2. Die Fahrzeiten, die übrigens keine so große Rolle spielen, werden unter Verwendung einer Taschenuhr mit springendem Sekundenzeiger gemessen.

b) Ergebnisse.

Nr.	Datum der Eichung	Lagerung mit	Niedrigste Geschwindigkeit m/Sek.	Höchste Geschwindigkeit m/Sek.	Zahl der Fahrten	Gleichung der Geraden über den ganzen Meßbereich $v =$	Mittlerer Fehler mm
IV	20. 1. 05	Stahlkugeln	0,078	4,375	40	$0,0194 + 0,5063 \cdot n$	6,8
IV ^a	3. 2. 05	"	0,067	2,041	12	$0,0115 + 0,5082 \cdot n$	6,0
	3. 2. 05	Achatkugeln	0,069	3,788	31	$0,0167 + 0,5067 \cdot n$	6,0

Die gemittelten Flügelgeraden fallen fast zusammen; die Auftragung der Werte Δv und v Abb. 4 Bl. 40 zeigt ebenfalls, daß die Achatkugeln keinen leichteren Lauf ergeben. Bei der Schwierigkeit ihrer Beschaffung liegt daher kein Anreiz vor, sie zu verwenden.

9. Gruppe von Vergleichseichungen.

Reibung im Zählwerk.

Der Flügel Nr. 245 (A. Ott) wurde in 1 m Tiefe an 26 mm dicker, 1,70 m langer Stange mit eingetücktem und mit herausgenommenem mechanischem Zählwerk geprüft (vgl. Abb. 4 Bl. 38). In letzterem Falle lief er durchweg leichter, und zwar betrug die Abweichung für

$n = 0,1$	oder	$v = 0,07$ m/Sek	19 mm	oder	25 vH.
$n = 0,2$	"	$v = 0,09$	14 "	"	15 "
$n = 1,5$	"	$v = 0,41$	8 "	"	0,2 vH.
$n = 2,0$	"	$v = 0,55$	41 "	"	0,7 "
$n = 12,0$	"	$v = 3,29$	12 "	"	0,4 "

Herrn A. Ott in Kempten ist die Versuchsanstalt für die bereitwillige Hergabe seines Flügels 385 zu diesen Versuchen sowie der Eichungsergebnisse der Anstalt in Bern zu großem Dank verpflichtet, ebenso Herrn Oberingenieur Dr. Epper für die Genehmigung zur Verwertung der genannten Eichungen für die vorliegende Arbeit. In bezug auf die Einrichtungen der Berner Anstalt wird auf Wunsch des Herrn Dr. Epper noch folgendes bemerkt:

3. Die Ermittlung der Fahrlängen für eine bestimmte Anzahl von Flügelumdrehungen geschieht unter Verwendung von zwei Luftgewehren, wobei jeweils am Beginn und Ende des Versuches, sobald ein gewöhnlicher Elektromagnet den Eintritt eines Kontaktes anzeigt, ein befiederter Pfeil in eine neben dem Gleise sich befindende Skala geschossen wird.

Diese Methode hat den Vorteil der größten Einfachheit, setzt jedoch einen sehr geübten Beobachter voraus. Die auf solche Weise gewonnenen Ergebnisse können selbstverständlich nicht die Genauigkeit erreichen, wie sie sich durch die Verwendung von elektrischen Chronographen erzielen läßt.

Für praktische Zwecke dürfte unsere Methode, insbesondere wenn es sich um gewöhnlich vorkommende, nicht über 3 Meter in der Sekunde hinausgehende Geschwindigkeiten handelt, wohl ausreichend sein. Für spezielle wissenschaftliche Studien wäre ein gutgehender Chronograph sicherlich vorzuziehen. Unsere Mittel gestatteten es jedoch bisher nicht, ein solches Instrument anzuschaffen.“

Der Versuchskanal liegt im Freien und besitzt einen Wasserquerschnitt von 1 m Tiefe, 1 m unterer und 1,14 m oberer Breite.

Durch diese unter so mannigfachen Bedingungen durchgeführten Eichungen dürfte einige Klarheit über das Verhalten der Stromflügel mit Schaufeln geschaffen sein; sie bewähren sich in fast allen Lagen und zeigen einen für die Zwecke des Wasserbaus wohl immer ausreichenden Grad von Genauigkeit.

(Schluß folgt.)

v = beobachtete Geschwindigkeit in m/Sek.
 W/t = Weg in m.
 t = Zeit in Sekunden.
 U = Zahl der Umdrehungen auf der Strecke W .
 n = sekundliche Zahl der Umdrehungen = U/t .

Δv = Abweichung des Wertes v von dem Nährungswert $v'' = \beta \cdot n$.
 v' = errechnete Geschwindigkeit in m/Sek.
 f = $v - v'$ wahrheitsähnlicher Fehler der einzelnen Beobachtung.
 M = mittlerer Fehler.

v = beobachtete Geschwindigkeit in m/Sek.
 W/t = Weg in m.
 t = Zeit in Sekunden.
 U = Zahl der Umdrehungen auf der Strecke W .
 n = sekundliche Zahl der Umdrehungen = U/t .

Δv = Abweichung des Wertes v von dem Nährungswert $v'' = \beta \cdot n$.
 v' = errechnete Geschwindigkeit in m/Sek.
 f = $v - v'$ wahrheitsähnlicher Fehler der einzelnen Beobachtung.
 M = mittlerer Fehler.

Nr. I. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an Drahtseil hängend, etwa 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - \beta \cdot n$	f
1	10	110,5	12,0	0,090	0,109	0,035	0,068
2	20	183,0	28,5	0,109	0,156	0,031	0,092
3	30	137,0	32,4	0,146	0,236	0,028	0,132
4	20	106,5	38,0	0,188	0,357	0,0085	0,192
5	20	89,3	37,8	0,224	0,423	0,0125	0,225
6	25	95,3	47,6	0,262	0,499	0,0125	0,263
7	25	83,3	47,6	0,300	0,571	0,0145	0,289
8	25	72,5	49,5	0,345	0,633	0,0035	0,355
9	25	64,2	49,0	0,389	0,763	0,0075	0,395
10	30	68,5	58,3	0,438	0,851	0,0125	0,439
11	25	51,4	50,0	0,486	0,873	-0,0005	0,499
12	25	45,8	48,5	0,546	1,081	0,0085	0,553
13	30	50,6	56,8	0,593	1,162	0,0012	0,594
14	30	45,9	59,4	0,654	1,294	0,007	0,660
15	30	45,2	59,1	0,664	1,308	0,010	0,667
16	30	43,0	58,2	0,698	1,377	0,0085	0,701
17	40	54,5	79,2	0,734	1,453	0,0075	0,739
18	40	51,0	79,1	0,784	1,551	0,0085	0,788
19	40	48,3	79,1	0,828	1,638	0,009	0,831
20	40	44,2	79,8	0,905	1,805	0,0025	0,915
21	40	39,6	79,5	1,010	2,008	0,006	1,016
22	40	36,4	79,3	1,099	2,179	0,0045	1,101
23	40	33,5	79,3	1,194	2,367	0,0105	1,195
24	40	30,5	79,6	1,311	2,610	0,006	1,317
25	50	35,9	99,1	1,593	2,760	0,013	1,591
26	50	33,6	99,3	1,488	2,955	0,0105	1,488
27	50	31,1	99,3	1,608	3,193	0,0115	1,607
28	50	29,4	99,3	1,701	3,378	0,012	1,699
29	50	27,2	99,1	1,836	3,643	0,0165	1,831
30	50	26,4	99,2	1,992	3,758	0,015	1,889
31	50	25,1	99,2	2,146	3,952	0,016	1,986
32	50	23,3	99,3	2,146	4,262	0,015	2,140
33	50	22,2	99,2	2,252	4,468	0,018	2,243
34	50	20,0	99,3	2,500	4,965	0,0175	2,491
35	50	18,1	99,6	2,762	5,503	0,0105	2,759
36	50	16,5	99,8	3,289	6,042	0,009	3,028
37	50	15,2	99,8	3,497	6,943	0,0005	3,290
38	50	14,3	100,0	3,846	7,692	0	3,503
39	50	13,0	100,0	4,098	8,180	0,008	3,851
40	50	12,2	99,8	4,098	8,180	0,008	4,095
41	50	11,6	100,0	4,310	8,621	-0,0006	4,315
				57,051	113,406		

Für $v = 0,090$ bis $4,310$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0140 \\ b = 0,4989. \end{cases}$
 $M = \sqrt{\frac{2050}{39}} = \sqrt{52,5} = 7,3$ mm.

Nr. II. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an wagerechter Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - \beta \cdot n$	f
1	15	189,0	20,3	0,079	0,107	0,0255	0,059
2	15	147,8	23,0	0,101	0,156	0,023	0,083
3	20	129,1	35,0	0,155	0,271	0,0195	0,141
4	20	94,6	36,7	0,211	0,388	0,017	0,200
5	20	73,3	40,1	0,273	0,547	-0,0005	0,279
6	25	82,0	49,5	0,305	0,604	0,003	0,308
7	20	61,2	40,2	0,327	0,657	-0,00015	0,3345
8	20	52,6	39,5	0,380	0,751	0,0045	0,382
9	25	64,0	49,3	0,391	0,770	0,0006	0,391
10	25	57,6	48,8	0,434	0,847	0,0105	0,430
11	25	57,9	50,2	0,432	0,867	-0,0015	0,440
12	30	61,4	59,1	0,489	0,963	0,0075	0,488
13	30	54,2	59,2	0,554	1,092	0,0008	0,553
14	30	50,0	60,1	0,600	1,202	0,0001	0,608
15	30	44,8	59,8	0,670	1,335	0,0025	0,674
16	30	42,4	60,7	0,708	1,432	-0,008	0,723
17	30	39,6	59,8	0,804	1,611	0,0035	0,813
18	30	37,3	79,5	0,913	1,815	0,0055	0,915
19	40	40,4	80,0	0,990	1,980	0	0,998
20	40	36,2	80,0	1,105	2,210	0	1,113
21	40	33,3	80,0	1,201	2,402	0	1,209
22	40	30,8	79,5	1,299	2,581	0,0085	1,299
23	40	28,9	99,5	1,475	2,696	0,0075	1,475
24	50	36,9	99,5	1,574	3,129	0,0075	1,574
25	50	33,9	99,5	1,684	3,350	0,009	1,684
26	50	29,7	99,5	1,792	3,566	0,009	1,793
27	50	27,9	99,5	1,901	3,776	0,013	1,898
28	50	26,3	99,3	2,000	3,972	0,014	1,996
29	50	25,0	99,3	2,146	4,262	0,015	2,141
30	50	23,3	99,3	2,304	4,571	0,0186	2,296
31	50	21,7	99,2	2,525	5,025	0,0125	2,524
32	50	19,8	99,5	2,778	5,522	0,017	2,773
33	50	18,0	99,4	3,087	6,110	0,012	3,068
34	50	16,3	99,6	3,311	6,589	0,0165	3,308
35	50	15,1	99,5	3,571	7,114	0,014	3,571
36	50	14,0	99,6	3,788	7,545	0,0155	3,787
37	50	13,2	99,6	4,098	8,161	0,016	4,097
38	50	12,2	99,6	4,098	8,161	0,016	4,097
39	50	11,1	99,7	4,506	8,982	0,014	4,507
40	50			57,051	113,406		

Für $v = 0,079$ bis $4,505$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0052 \\ b = 0,5012. \end{cases}$
 $M = \sqrt{\frac{1982}{38}} = \sqrt{52,2} = 7,2$ mm.

Nr. III. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 26 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - \beta \cdot n$	f
1	10	128,0	12,0	0,078	0,094	0,031	0,056
2	15	135,2	23,8	0,111	0,176	0,023	0,097
3	15	115,8	25,2	0,130	0,218	0,021	0,118
4	15	90,2	27,5	0,166	0,305	0,013	0,163
5	20	98,6	37,6	0,203	0,381	0,012	0,201
6	20	83,8	37,7	0,239	0,450	0,014	0,236
7	20	71,4	38,5	0,280	0,539	0,010	0,281
8	20	62,5	38,5	0,320	0,618	0,011	0,321
9	25	68,8	49,0	0,363	0,712	0,007	0,369
10	25	64,4	48,5	0,388	0,753	0,009	0,390
11	25	56,8	48,7	0,440	0,857	0,011	0,442
12	25	50,2	49,2	0,498	0,980	0,008	0,505
13	30	54,2	59,0	0,554	1,089	0,009	0,560
14	25	42,3	49,0	0,591	1,158	0,012	0,595
15	30	44,8	59,2	0,670	1,321	0,009	0,678
16	30	42,7	59,0	0,703	1,382	0,012	0,708
17	30	39,8	59,5	0,754	1,490	0,009	0,763
18	30	37,1	59,0	0,809	1,590	0,014	0,814
19	40	44,7	78,7	0,895	1,761	0,014	0,901
20	40	39,3	78,3	1,018	1,992	0,022	1,018
21	40	36,4	78,9	1,059	2,168	0,015	1,107
22	40	32,8	78,3	1,220	2,387	0,021	1,218
23	40	30,5	78,6	1,311	2,577	0,022	1,314
24	50	35,5	98,1	1,408	2,761	0,027	1,408
25	50	33,2	98,0	1,506	2,955	0,028	1,506
26	50	30,8	98,2	1,623	3,188	0,029	1,624
27	50	29,3	98,2	1,706	3,352	0,030	1,707
28	50	27,6	98,0	1,812	3,551	0,036	1,808
29	50	26,2	98,0	1,908	3,740	0,038	1,904
30	50	25,0	98,2	2,000	3,928	0,036	1,999
31	50	22,4	98,2	2,232	4,384	0,040	2,230
32	50	20,3	98,3	2,443	4,842	0,042	2,462
33	50	18,2	98,5	2,747	5,412	0,059	2,751
34	50	16,5	98,5	3,030	5,970	0,045	3,034
35	50	14,9	98,3	3,356	6,597	0,058	3,352
36	50	13,6	98,4	3,676	7,284	0,042	3,675
37	50	12,3	98,2	4,005	7,984	0,073	4,055
38	50	11,6	98,5	4,310	8,491	0,064	4,312
				50,682	99,388		

Für $v = 0,078$ bis $4,310$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0080 \\ b = 0,5069. \end{cases}$
 $M = \sqrt{\frac{1494}{36}} = \sqrt{41,5} = 6,4$ mm.

Nr. VI. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter, 110 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5n$	v'	f	
1	10	141,0	11,0	0,071	0,078	0,032	0,053	18	
2	15	144,5	23,8	0,104	0,165	0,0215	0,098	6	
3	15	133,5	23,5	0,112	0,176	0,024	0,108	9	
4	20	149,3	33,5	0,134	0,224	0,022	0,128	6	
5	20	131,3	34,7	0,152	0,264	0,020	0,149	3	
6	20	122,2	35,6	0,164	0,291	0,0185	0,163	1	
7	20	99,0	36,4	0,202	0,368	0,018	0,202	0	
8	20	83,8	37,0	0,239	0,442	0,018	0,241	2	
9	25	91,0	46,3	0,275	0,509	0,0205	0,275	0	
10	25	81,9	47,2	0,305	0,576	0,017	0,310	5	
11	25	71,5	47,0	0,350	0,657	0,0215	0,352	2	
12	30	76,2	56,6	0,394	0,743	0,0225	0,396	2	
13	25	59,0	47,7	0,424	0,808	0,020	0,420	6	
14	25	52,1	47,7	0,480	0,916	0,022	0,485	5	
15	25	46,0	47,3	0,543	1,028	0,029	0,543	0	
16	30	50,8	57,1	0,591	1,124	0,029	0,598	2	
17	30	45,8	57,1	0,655	1,247	0,0315	0,656	1	
18	30	43,0	57,2	0,698	1,330	0,033	0,699	1	
19	30	39,6	57,2	0,758	1,444	0,036	0,758	0	
20	30	36,4	57,2	0,824	1,571	0,0385	0,824	0	
21	40	44,3	76,3	0,903	1,722	0,042	0,902	1	
22	40	39,2	76,6	1,020	1,954	0,043	1,022	2	
23	40	33,3	76,3	1,105	2,108	0,051	1,101	4	
24	40	30,2	77,0	1,201	2,312	0,045	1,206	5	
25	40	30,2	77,0	1,325	2,550	0,050	1,329	4	
26	50	35,0	96,3	1,429	2,751	0,0535	1,433	4	
27	50	32,7	96,1	1,529	2,939	0,0595	1,530	1	
28	50	31,5	96,1	1,587	3,051	0,0615	1,588	1	
29	50	29,6	96,2	1,689	3,250	0,064	1,691	2	
30	50	27,8	96,2	1,799	3,460	0,069	1,799	0	
31	50	26,6	96,2	1,880	3,617	0,0715	1,880	0	
32	50	25,0	96,2	2,000	3,848	0,076	2,000	0	
33	50	22,1	96,3	2,262	4,357	0,0835	2,263	1	
34	50	19,9	96,5	2,513	4,849	0,0885	2,517	4	
35	50	18,0	96,8	2,778	5,378	0,0959	2,790	12	
36	50	16,6	96,8	3,012	5,831	0,0965	3,024	12	
37	50	15,2	96,5	3,289	6,349	0,1145	3,292	3	
38	50	14,1	96,5	3,546	6,844	0,124	3,547	1	
39	50	12,8	96,3	3,906	7,523	0,1445	3,898	8	
40	50	11,8	96,0	4,237	8,136	0,169	4,215	22	
							50,485	96,790	

Für $v = 0,071$ bis $4,237$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0123 \\ b = 0,5165. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{1538}{38}} = \sqrt{40,5} = 6,4 \text{ mm.}$$

Nr. V. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter, 75 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5n$	v'	f	
1	10	137,5	10,0	0,073	0,073	0,0365	0,047	26	
2	15	142,0	23,0	0,106	0,102	0,025	0,093	13	
3	15	106,2	25,9	0,141	0,244	0,019	0,135	6	
4	20	123,2	35,8	0,162	0,391	0,0165	0,159	3	
5	20	101,0	37,6	0,198	0,526	0,012	0,200	2	
6	20	88,6	37,7	0,236	0,651	0,0135	0,238	2	
7	20	73,0	38,0	0,274	0,821	0,011	0,276	6	
8	25	78,5	48,2	0,318	0,954	0,014	0,360	3	
9	25	70,0	48,0	0,357	0,686	0,017	0,397	1	
10	25	63,2	47,9	0,396	0,778	0,014	0,434	5	
11	25	58,3	48,4	0,429	0,830	0,014	0,497	4	
12	30	60,8	58,1	0,549	1,054	0,017	0,553	4	
13	30	54,6	58,1	0,600	1,160	0,020	0,602	2	
14	30	46,0	58,2	0,652	1,285	0,0195	0,656	4	
15	30	42,2	58,2	0,711	1,379	0,0215	0,714	3	
16	30	39,6	58,1	0,759	1,471	0,0235	0,761	2	
17	40	48,5	77,5	0,825	1,598	0,026	0,826	1	
18	40	44,2	77,6	0,905	1,756	0,027	0,907	2	
19	40	39,4	77,6	1,015	1,970	0,030	1,016	1	
20	40	35,9	77,8	1,114	2,167	0,0305	1,116	2	
21	40	30,0	77,8	1,353	2,593	0,0365	1,187	3	
22	35	29,4	67,8	1,190	2,306	0,037	1,334	1	
23	40	30,0	77,8	1,430	2,781	0,0395	1,419	1	
24	50	35,2	97,2	1,515	2,945	0,0425	1,513	2	
25	50	31,4	97,2	1,592	3,096	0,044	1,590	2	
26	50	29,3	97,3	1,706	3,321	0,0455	1,705	1	
27	50	27,4	97,5	1,825	3,558	0,046	1,826	1	
28	50	26,0	97,5	1,923	3,790	0,048	1,924	1	
29	50	24,8	97,6	2,016	3,995	0,0485	2,019	3	
30	50	22,6	97,6	2,212	4,319	0,0525	2,215	4	
31	50	20,0	97,7	2,500	4,883	0,0575	2,504	3	
32	50	17,9	97,8	2,793	5,464	0,061	2,799	6	
33	50	16,5	98,0	3,030	5,939	0,0605	3,042	12	
34	50	14,6	97,6	3,425	6,685	0,0825	3,423	2	
35	50	13,8	97,8	3,623	7,087	0,0795	3,628	5	
36	50	12,5	97,5	4,000	7,800	0,100	3,992	8	
37	50	11,3	97,4	4,425	8,619	0,1155	4,410	15	
							50,831	98,824	

Für $v = 0,073$ bis $4,425$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0102 \\ b = 0,5105. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{1602}{38}} = \sqrt{44,5} = 6,7 \text{ mm.}$$

Nr. IV. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter, 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5n$	v'	f	
1	15	206,0	12,0	0,073	0,058	0,044	0,049	24	
2	15	141,2	21,4	0,106	0,152	0,030	0,097	9	
3	20	141,2	32,0	0,142	0,227	0,028	0,135	7	
4	20	110,5	34,1	0,181	0,309	0,026	0,176	5	
5	20	89,2	36,9	0,224	0,414	0,017	0,229	3	
6	20	77,3	37,0	0,259	0,479	0,019	0,262	5	
7	25	84,8	46,6	0,295	0,560	0,020	0,298	3	
8	25	59,8	37,3	0,334	0,624	0,022	0,336	2	
9	25	73,0	47,3	0,398	0,752	0,018	0,348	6	
10	25	62,8	47,2	0,455	0,862	0,024	0,456	2	
11	30	66,0	56,9	0,482	0,924	0,020	0,487	1	
12	30	62,2	57,4	0,554	1,059	0,024	0,556	5	
13	30	50,6	57,8	0,593	1,142	0,022	0,598	5	
14	30	44,9	57,8	0,668	1,287	0,024	0,671	3	
15	30	43,3	58,0	0,693	1,339	0,023	0,698	5	
16	30	45,4	67,7	0,771	1,491	0,029	0,775	4	
17	35	48,9	77,4	0,818	1,583	0,026	0,821	3	
18	45	49,3	87,3	0,913	1,771	0,027	0,916	3	
19	45	36,4	77,8	1,007	1,946	0,034	1,005	2	
20	40	33,0	77,8	1,212	2,358	0,033	1,213	3	
21	40	30,1	78,0	1,329	2,581	0,033	1,332	2	
22	40	35,0	97,5	1,429	2,786	0,036	1,430	1	
23	50	32,9	97,5	1,520	2,964	0,038	1,520	0	
24	50	30,7	97,4	1,629	3,173	0,042	1,626	3	
25	50	29,0	97,4	1,724	3,359	0,044	1,720	4	
26	50	27,8	97,7	1,789	3,514	0,042	1,799	0	
27	50	26,4	97,7	1,894	3,701	0,043	1,893	1	
28	50	25,0	97,8	2,000	3,912	0,044	2,000	0	
29	50	24,0	97,8	2,083	4,075	0,045	2,083	0	
30	50	21,9	97,9	2,283	4,470	0,048	2,283	0	
31	50	20,1	98,0	2,488	4,876	0,050	2,488	0	
32	50	18,2	98,2	2,747	5,396	0,049	2,752	5	
33	50	16,5	98,1	3,030	5,945	0,057	3,030	0	
34	50	15,3	98,5	3,268	6,438	0,049	3,279	11	
35	50	14,2	98,5	3,521	6,937	0,052	3,532	11	
36	50	13,1	98,2	3,817	7,496	0,069	3,815	2	
37	50	10,1	78,4	3,960	7,762	0,079	3,950	10	
38	40	8,0	68,5	4,375	8,563	0,093	4,355	20	
							56,515	110,070	

Für $v = 0,073$ bis $4,375$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0196 \\ b = 0,5063. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{1760}{38}} = \sqrt{46,3} = 6,8 \text{ mm.}$$

Nr. IX. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 1,50 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5 n$	v'	f
1	10	114,5	12,5	0,087	0,109	0,032	0,070	17
2	15	121,0	23,8	0,124	0,197	0,025	0,115	9
3	15	94,0	25,9	0,160	0,276	0,022	0,155	5
4	20	97,2	36,2	0,206	0,372	0,020	0,203	3
5	20	83,4	37,2	0,240	0,446	0,017	0,240	0
6	20	82,5	37,0	0,242	0,448	0,018	0,242	0
7	20	70,8	37,5	0,282	0,530	0,017	0,283	1
8	25	81,9	47,0	0,305	0,574	0,018	0,305	0
9	25	72,1	47,5	0,347	0,659	0,017	0,348	1
10	25	63,8	47,5	0,392	0,745	0,019	0,392	0
11	25	61,0	47,8	0,410	0,784	0,018	0,411	1
12	25	56,5	48,0	0,450	0,865	0,017	0,452	2
13	20	39,5	38,4	0,506	0,972	0,020	0,506	0
14	30	55,4	58,0	0,542	1,047	0,018	0,544	2
15	30	50,5	57,9	0,584	1,147	0,020	0,585	2
16	30	43,8	58,2	0,685	1,329	0,020	0,687	2
17	30	39,4	58,2	0,761	1,477	0,022	0,762	1
18	30	37,4	58,5	0,802	1,567	0,018	0,807	3
19	35	38,4	66,2	0,911	1,776	0,023	0,913	2
20	40	40,0	78,0	1,000	1,950	0,025	1,001	1
21	40	36,6	78,1	1,093	2,134	0,026	1,094	1
22	40	33,1	78,2	1,208	2,363	0,026	1,210	1
23	40	30,2	78,3	1,325	2,593	0,028	1,326	2
24	50	36,0	98,2	1,429	2,906	0,026	1,434	3
25	50	32,5	98,2	1,538	3,222	0,027	1,543	5
26	50	30,8	98,0	1,632	3,542	0,032	1,624	3
27	50	29,1	98,1	1,718	3,875	0,030	1,721	0
28	50	27,6	98,1	1,812	4,214	0,035	1,812	4
29	50	26,3	98,3	1,901	4,554	0,032	1,905	3
30	50	25,1	98,3	1,992	4,896	0,034	1,995	3
31	50	22,2	98,4	2,082	5,238	0,036	2,086	4
32	50	19,9	98,4	2,173	5,580	0,040	2,175	2
33	50	17,6	98,3	2,264	5,922	0,048	2,266	2
34	50	16,7	98,5	2,354	6,264	0,054	2,356	3
35	50	14,9	98,4	2,444	6,606	0,064	2,446	3
36	50	13,3	98,3	2,534	6,948	0,072	2,536	7
37	50	12,3	98,5	2,624	7,290	0,081	2,626	1
38	50	11,3	98,4	2,714	7,632	0,091	2,716	1
				50,890	99,524			7

Für $v = 0,087$ bis $4,425$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0149 \\ b = 0,5056 \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{856}{36}} = \sqrt{18,8} = 4,3 \text{ mm.}$$

Nr. VIII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 1 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5 n$	v'	f
1	15	199,0	17,8	0,075	0,089	0,030	0,060	15
2	15	159,0	22,3	0,094	0,140	0,024	0,085	9
3	15	135,8	23,8	0,110	0,175	0,022	0,103	7
4	20	133,0	35,0	0,150	0,263	0,018	0,147	3
5	20	103,5	37,1	0,193	0,338	0,014	0,195	2
6	20	86,8	37,9	0,230	0,437	0,011	0,235	5
7	20	74,7	38,1	0,268	0,510	0,013	0,272	4
8	20	65,2	38,0	0,307	0,583	0,015	0,309	2
9	25	70,6	48,1	0,364	0,681	0,013	0,359	5
10	25	63,5	48,2	0,394	0,759	0,014	0,398	4
11	25	58,5	48,1	0,427	0,832	0,016	0,430	3
12	25	50,3	48,6	0,497	0,966	0,014	0,502	5
13	25	46,5	48,6	0,538	1,045	0,015	0,542	4
14	25	41,8	48,4	0,598	1,138	0,019	0,599	1
15	30	45,8	58,5	0,655	1,277	0,016	0,660	5
16	30	42,2	58,5	0,711	1,386	0,018	0,715	4
17	30	39,6	58,5	0,758	1,477	0,019	0,760	2
18	30	36,7	58,3	0,817	1,589	0,022	0,817	0
19	30	33,1	58,6	0,906	1,770	0,021	0,908	2
20	40	40,2	78,0	0,995	1,940	0,025	0,994	1
21	40	36,6	78,1	1,093	2,134	0,026	1,092	1
22	35	28,9	68,2	1,211	2,390	0,031	1,206	5
23	40	30,9	78,3	1,294	2,594	0,032	1,294	0
24	50	34,9	98,0	1,433	2,898	0,029	1,433	0
25	50	32,9	97,9	1,576	2,976	0,032	1,576	3
26	50	31,1	97,9	1,698	3,148	0,034	1,694	4
27	50	28,8	98,1	1,736	3,406	0,038	1,735	1
28	50	27,9	98,2	1,792	3,530	0,032	1,792	0
29	50	26,3	98,2	1,901	3,794	0,039	1,900	1
30	50	24,9	98,3	2,008	3,948	0,042	2,008	2
31	50	22,4	98,3	2,232	4,388	0,038	2,230	3
32	50	20,4	98,3	2,451	4,819	0,041	2,448	0
33	50	18,0	98,5	2,778	5,472	0,042	2,778	3
34	50	16,5	98,5	3,030	5,970	0,045	3,029	1
35	50	15,1	98,8	3,311	6,543	0,039	3,319	8
36	50	14,1	98,8	3,546	7,007	0,042	3,543	7
37	50	13,1	98,8	3,817	7,542	0,045	3,823	6
38	50	12,1	98,5	4,132	8,140	0,062	4,125	7
39	35	7,8	69,0	4,487	8,846	0,064	4,481	6
				54,457	106,720			6

Für $v = 0,075$ bis $4,487$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0146 \\ b = 0,5050 \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{856}{37}} = \sqrt{23,1} = 4,8 \text{ mm.}$$

Nr. VII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,20 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = v - 0,5 n$	v'	f
1	15	195,0	16,0	0,077	0,082	0,036	0,060	17
2	15	159,5	21,1	0,094	0,132	0,028	0,085	9
3	20	182,0	31,0	0,110	0,170	0,025	0,104	6
4	20	155,0	33,0	0,129	0,213	0,022	0,126	3
5	20	134,0	35,0	0,149	0,261	0,017	0,150	3
6	20	120,2	36,0	0,166	0,300	0,016	0,170	4
7	20	108,4	36,2	0,185	0,334	0,018	0,187	2
8	20	98,3	36,3	0,203	0,369	0,018	0,204	2
9	20	81,8	37,6	0,244	0,460	0,014	0,250	5
10	25	88,9	47,3	0,281	0,532	0,015	0,287	6
11	25	77,9	47,5	0,321	0,610	0,016	0,326	6
12	25	69,7	47,9	0,359	0,687	0,015	0,365	5
13	25	64,8	47,8	0,386	0,738	0,017	0,391	5
14	30	67,3	57,4	0,446	0,853	0,019	0,449	3
15	30	61,4	57,9	0,489	0,943	0,017	0,494	5
16	30	54,0	57,9	0,556	1,072	0,020	0,559	3
17	30	49,6	58,0	0,605	1,169	0,020	0,608	3
18	40	62,3	77,4	0,642	1,242	0,021	0,645	5
19	40	56,0	77,8	0,714	1,389	0,019	0,714	1
20	40	52,8	77,5	0,758	1,468	0,024	0,759	1
21	40	48,9	77,8	0,818	1,591	0,022	0,821	3
22	40	42,8	77,8	0,959	1,818	0,026	0,955	0
23	40	40,3	77,8	0,993	1,931	0,027	0,992	1
24	40	36,5	77,8	1,086	2,132	0,030	1,083	3
25	40	33,1	77,9	1,208	2,353	0,031	1,205	3
26	40	30,0	78,0	1,333	2,590	0,033	1,329	4
27	50	34,8	97,4	1,437	2,799	0,037	1,430	7
28	50	33,8	97,3	1,479	2,879	0,039	1,470	9
29	50	31,6	97,0	1,582	3,092	0,036	1,577	5
30	50	28,8	98,0	1,736	3,403	0,034	1,796	2
31	50	27,8	98,0	1,799	3,525	0,036	1,796	3
32	50	26,2	98,0	1,908	3,740	0,038	1,904	4
33	50	25,1	98,0	1,992	3,904	0,040	1,987	5
34	50	22,2	98,0	2,252	4,414	0,045	2,244	8
35	50	20,0	98,5	2,500	4,925	0,037	2,501	1
36	50	18,1	98,8	2,762	5,459	0,032	2,771	9
37	50	16,7	99,0	2,994	5,928	0,030	3,007	13
38	50	14,9	99,0	3,356	6,644	0,032	3,368	12
39	50	14,0	98,9	3,571	7,064	0,039	3,580	9
40	40	10,2	79,0	3,922	7,745	0,049	3,923	1
41	45	10,5	88,5	4,286	8,429	0,071	4,268	18
				50,873	99,399			18

Für $v = 0,077$ bis $4,286$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0186 \\ b = 0,5041 \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{1800}{39}} = \sqrt{46,2} = 6,8 \text{ mm.}$$

Nr. XII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 2,50 m unter der Wasseroberfläche mit unterer Versteifung durch 2 Drahtseile.

Table with 10 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δp = p - 0.5 n, v', f. Contains 39 rows of experimental data.

Für v = 0,075 bis 4,348 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0023 b = 0,5141.

M = sqrt(14.356/37) = sqrt(388) = 19,7 mm.

Nr. XI. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 2,50 m unter der Wasseroberfläche ohne untere Versteifung der Stange.

Table with 10 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δp = p - 0.5 n, v', f. Contains 34 rows of experimental data.

Für v = 0,074 bis 3,333 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = -0,0086 b = 0,5190.

M = sqrt(21.698/32) = sqrt(678) = 26 mm.

Nr. X. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 2 m unter der Wasseroberfläche.

Table with 10 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δp = p - 0.5 n, v', f. Contains 36 rows of experimental data.

Für v = 0,070 bis 3,65 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0026 b = 0,5094.

M = sqrt(2044/34) = sqrt(60,1) = 7,8 mm.

Nr. XV. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,20 m unter der Wasseroberfläche, Länge der Stange im Wasser 2,65 m ohne untere Versteifung der Stange.

Table with 7 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δv = v - 0,5 n, v', f. Contains 40 rows of experimental data.

Für v = 0,075 bis 4,237 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0042, b = 0,5118.

M = sqrt(2034/38) = sqrt(53,5) = 7,3 mm.

Nr. XIV. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,20 m unter der Wasseroberfläche, Länge der Stange im Wasser 1,15 m.

Table with 7 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δv = v - 0,5 n, v', f. Contains 39 rows of experimental data.

Für v = 0,093 bis 4,425 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0109, b = 0,5095.

M = sqrt(1972/39) = sqrt(50,3) = 7,1 mm.

Nr. XIII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,20 m unter der Wasseroberfläche, Länge der Stange im Wasser 0,55 m.

Table with 7 columns: Nr. der Fahrt, W, t, U, v, n, Δv = v - 0,5 n, v', f. Contains 40 rows of experimental data.

Für v = 0,070 bis 4,425 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0113, b = 0,5083.

M = sqrt(788/38) = sqrt(20,7) = 4,5 mm.

n = sekundliche Zahl der Umdrehungen. $f = v - v'$, wahrscheinlicher Fehler
 v' = errechnete Geschwindigkeit in m/Sek. der einzelnen Beobachtung.

Nr. XVII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten = 10°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U (W/t)	v (W/t)	n (u/t)	n^2	$\frac{n^2}{0,5n}$	$\frac{n^2}{v-v'}$	$v \cdot n$	v'	f	f'
1	15	171,0	20,2	0,088	0,118	0,013 924	0,059	0,029	0,010 384	0,069	+	361
2	20	161,0	32,2	0,124	0,200	0,040 000	0,100	0,024	0,024 800	0,111	+	169
3	20	124,5	36,0	0,161	0,281	0,078 961	0,141	0,020	0,045 241	0,152	+	81
4	20	99,8	37,4	0,200	0,375	0,140 625	0,188	0,012	0,075 000	0,200	-	1
5	20	83,8	38,0	0,259	0,453	0,205 209	0,227	0,015	0,108 267	0,241	-	1
6	25	90,0	47,3	0,278	0,526	0,276 676	0,263	0,017	0,146 228	0,278	+	4
7	25	77,7	47,4	0,322	0,610	0,372 100	0,305	0,014	0,196 420	0,321	+	1
8	25	70,2	48,0	0,356	0,684	0,467 856	0,342	0,014	0,243 504	0,358	+	4
9	25	60,0	47,9	0,417	0,798	0,636 804	0,399	0,018	0,332 766	0,417	-	1
10	25	57,6	48,1	0,434	0,835	0,697 225	0,418	0,016	0,362 380	0,436	-	4
11	25	51,0	48,2	0,490	0,945	0,893 025	0,473	0,017	0,463 050	0,492	-	1
12	25	45,8	48,2	0,546	1,062	1,106 704	0,526	0,020	0,574 392	0,547	-	4
13	30	50,3	58,1	0,596	1,155	1,334 025	0,578	0,018	0,688 380	0,599	-	9
14	30	46,8	58,2	0,641	1,244	1,547 536	0,622	0,019	0,797 404	0,645	-	16
15	30	42,7	58,2	0,703	1,363	1,857 769	0,682	0,021	0,958 189	0,706	-	9
16	30	39,2	58,2	0,765	1,485	2,205 225	0,743	0,022	1,138 025	0,768	-	25
17	40	49,0	77,8	0,816	1,688	2,521 744	0,794	0,025	1,371 452	0,821	-	16
18	40	44,5	77,8	0,899	1,748	3,055 504	0,874	0,026	1,571 452	0,903	-	16
19	40	40,8	77,8	0,960	1,907	3,636 649	0,954	0,026	1,868 860	0,984	-	16
20	40	36,8	77,7	1,087	2,111	4,456 321	1,056	0,031	2,294 657	1,088	-	1
21	40	33,4	77,9	1,198	2,332	5,438 224	1,166	0,032	2,793 736	1,201	-	9
22	40	30,5	77,9	1,311	2,554	6,522 916	1,277	0,034	3,348 294	1,315	-	16
23	50	35,4	97,3	1,412	2,749	7,557 001	1,375	0,037	3,881 588	1,414	-	4
24	50	33,6	97,2	1,488	2,893	8,369 449	1,447	0,043	4,304 784	1,488	-	0
25	50	31,9	97,2	1,567	3,047	9,284 309	1,524	0,049	4,774 649	1,567	-	25
26	50	29,7	97,1	1,684	3,269	10,686 361	1,635	0,049	5,304 996	1,681	+	1
27	50	28,1	97,2	1,779	3,459	11,964 681	1,730	0,049	6,153 561	1,778	+	4
28	50	26,4	97,2	1,894	3,682	13,537 124	1,841	0,053	6,973 708	1,892	+	1
29	50	25,4	97,3	1,969	3,831	14,676 561	1,916	0,053	7,543 239	1,968	+	4
30	50	22,3	97,5	2,242	4,372	19,114 384	2,186	0,066	9,802 024	2,244	-	4
31	50	20,3	97,5	2,463	4,803	23,068 809	2,402	0,061	11,829 789	2,465	-	4
32	50	18,2	97,6	2,747	5,363	28,761 769	2,682	0,065	14,732 161	2,751	-	16
33	50	16,4	97,9	3,049	5,970	35,640 900	2,985	0,064	18,202 530	3,062	-	169
34	50	15,0	98,0	3,333	6,533	42,690 069	3,267	0,066	21,774 489	3,350	-	289
35	50	13,5	97,7	3,704	7,237	52,374 169	3,619	0,065	26,805 848	3,710	-	36
36	50	12,2	97,2	4,098	7,987	63,473 089	3,984	0,114	32,648 766	4,063	+	225
37	50	11,3	97,1	4,425	8,693	73,839 649	4,297	0,128	38,024 026	4,403	+	484
			50,505	98,132	452,533 266				232,291 404			2014

Für $v = 0,088$ bis $4,425$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0086 \\ b = 0,5114. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{2014}{36}} = 7,6 \text{ mm.}$$

W = Weg in m. U = Zahl der Umdrehungen auf der Strecke W .
 t = Zeit in Sekunden. v = beobachtete Geschwindigkeit in m/Sek.

Nr. XVI. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten = 5°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (u/t)	n^2	$\frac{n^2}{0,5n}$	$\frac{n^2}{v-v'}$	$v \cdot n$	v'	f	f'
1	15	183,0	20,0	0,082	0,109	0,011 881	0,055	0,027	0,008 938	0,084	+	324
2	20	156,6	36,0	0,128	0,230	0,052 900	0,115	0,013	0,029 440	0,126	+	4
3	15	92,5	27,8	0,162	0,301	0,090 601	0,151	0,011	0,048 762	0,162	+	25
4	10	52,7	18,2	0,190	0,345	0,119 025	0,173	0,017	0,065 550	0,185	+	4
5	10	50,2	18,5	0,199	0,369	0,136 161	0,185	0,014	0,073 431	0,197	+	1
6	20	81,9	38,0	0,244	0,464	0,215 296	0,232	0,012	0,113 216	0,245	-	36
7	20	71,2	38,8	0,281	0,545	0,297 025	0,273	0,008	0,153 145	0,287	-	25
8	20	62,8	38,7	0,318	0,616	0,379 456	0,308	0,010	0,196 888	0,323	-	4
9	25	70,1	47,7	0,357	0,680	0,462 400	0,340	0,017	0,242 760	0,355	-	16
10	25	63,8	48,5	0,392	0,760	0,577 600	0,380	0,012	0,374 028	0,396	-	4
11	25	56,9	48,5	0,439	0,852	0,725 904	0,426	0,013	0,486 940	0,443	-	16
12	25	49,8	48,3	0,502	0,970	0,940 900	0,485	0,017	0,573 408	0,547	-	1
13	30	55,2	58,3	0,543	1,056	1,151 136	0,528	0,015	0,684 288	0,596	-	4
14	30	50,5	58,2	0,594	1,152	1,327 104	0,576	0,018	0,808 994	0,649	-	49
15	30	47,7	58,7	0,642	1,257	1,580 049	0,629	0,013	0,977 040	0,712	-	16
16	30	42,4	58,5	0,708	1,380	1,904 400	0,690	0,016	1,145 205	0,771	-	36
17	30	39,2	58,7	0,765	1,497	2,241 009	0,749	0,022	1,244 800	0,802	-	4
18	40	50,0	77,8	0,800	1,556	2,421 136	0,778	0,021	1,556 499	0,897	-	4
19	40	44,8	78,1	0,893	1,743	3,038 049	0,872	0,021	1,856 352	0,978	-	16
20	40	41,0	78,0	0,976	1,902	3,617 604	0,951	0,025	2,329 183	1,044	-	4
21	40	36,6	78,0	1,093	2,131	4,541 161	1,066	0,027	2,761 990	1,191	-	1
22	40	33,6	78,0	1,190	2,321	5,387 041	1,161	0,029	3,352 227	1,311	-	1
23	40	30,5	78,0	1,311	2,557	6,538 249	1,279	0,032	3,719 033	1,381	-	0
24	50	36,2	97,5	1,491	2,693	7,232 249	1,347	0,034	4,360 761	1,493	+	16
25	50	33,4	97,3	1,497	2,913	8,485 569	1,457	0,040	4,846 121	1,574	+	9
26	50	31,7	97,4	1,577	3,073	9,443 329	1,537	0,040	5,478 670	1,672	+	36
27	50	29,8	97,3	1,678	3,265	10,660 225	1,633	0,045	6,206 350	1,779	+	49
28	50	26,7	97,3	1,786	3,475	12,075 625	1,738	0,048	6,925 212	1,865	+	64
29	50	26,7	97,3	1,873	3,644	13,278 736	1,822	0,051	7,691 968	1,984	+	0
30	50	25,2	97,7	1,984	3,877	15,081 129	1,939	0,045	8,562 476	2,211	+	1
31	50	22,6	97,7	2,212	4,323	18,688 329	2,162	0,050	9,562 476	2,211	+	4
32	50	20,3	97,8	2,463	4,818	23,213 124	2,409	0,054	11,866 734	2,463	-	4
33	50	18,1	97,9	2,762	5,409	29,257 281	2,705	0,057	14,939 658	2,764	-	16
34	50	16,9	98,0	2,959	5,799	33,528 401	2,889	0,060	17,159 241	2,963	-	1
35	50	14,7	97,9	3,401	6,660	44,355 600	3,330	0,071	22,650 660	3,402	+	4
36	50	13,4	97,8	3,731	7,299	53,275 401	3,650	0,081	27,232 569	3,737	+	1
37	50	12,3	97,9	4,065	7,959	63,345 681	3,980	0,085	32,363 335	4,064	+	1
38	50	11,3	98,0	4,425	8,673	75,220 929	4,337	0,088	38,378 025	4,427	+	4
			50,603	98,073	454,967 695				232,648 817			820

Für $v = 0,082$ bis $4,425$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0088 \\ b = 0,5094. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{820}{36}} = 4,8 \text{ mm.}$$

Nr. XIX. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten = 30°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (1/t)	n ²	n ³	v'' = 0,5 n	n ⁴ = Δv / (v - v'')	v''	f	f'			
1	20	220,0	21,0	0,091	0,095	0,009 025	0,048	0,048	0,043	0,008 645	+20	400			
2	20	156,0	27,1	0,128	0,174	0,030 276	0,087	0,087	0,041	0,022 272	+9	81			
3	20	119,8	28,8	0,167	0,240	0,057 600	0,120	0,120	0,047	0,040 080	+8	64			
4	20	95,0	30,7	0,211	0,323	0,104 329	0,162	0,162	0,049	0,068 153	+1	1			
5	25	101,7	39,1	0,246	0,384	0,147 456	0,192	0,192	0,054	0,094 464	+1	1			
6	25	87,7	39,3	0,285	0,448	0,200 704	0,224	0,224	0,061	0,127 680	+1	1			
7	25	76,0	40,1	0,329	0,528	0,278 784	0,264	0,264	0,065	0,173 712	+6	36			
8	25	69,9	40,3	0,358	0,577	0,332 929	0,289	0,289	0,069	0,204 566	+7	49			
9	25	63,2	40,8	0,396	0,646	0,417 316	0,323	0,323	0,073	0,255 516	+11	121			
10	30	68,8	40,8	0,436	0,698	0,487 204	0,349	0,349	0,087	0,304 328	+3	9			
11	30	62,6	48,2	0,479	0,770	0,592 900	0,385	0,385	0,094	0,369 890	+4	16			
12	30	56,7	48,2	0,529	0,850	0,722 500	0,425	0,425	0,104	0,449 650	+3	9			
13	30	51,2	48,0	0,586	0,938	0,879 844	0,469	0,469	0,117	0,549 668	+1	1			
14	30	46,8	48,7	0,641	1,041	1,083 681	0,514	0,514	0,120	0,667 281	+7	49			
15	30	43,0	48,5	0,698	1,128	1,272 384	0,564	0,564	0,134	0,787 344	+3	9			
16	30	40,0	48,9	0,750	1,223	1,495 729	0,612	0,612	0,138	0,917 250	+9	81			
17	30	37,6	48,4	0,798	1,287	1,656 589	0,664	0,664	0,154	1,027 026	+1	1			
18	30	33,3	49,0	0,901	1,471	2,163 841	0,736	0,736	0,165	1,325 371	+10	100			
19	40	40,4	64,8	0,990	1,604	2,572 816	0,802	0,802	0,188	1,587 960	+2	4			
20	40	36,7	64,8	1,090	1,766	3,118 766	0,883	0,883	0,207	1,924 940	+1	1			
21	40	33,4	64,8	1,196	1,940	3,763 600	0,970	0,970	0,228	2,324 120	+1	1			
22	40	30,4	65,0	1,316	2,138	4,571 044	1,069	1,069	0,247	2,813 808	+2	4			
23	50	35,8	80,7	1,397	2,294	5,090 516	1,127	1,127	0,270	3,148 838	+8	64			
24	50	32,5	80,8	1,538	2,496	6,180 196	1,243	1,243	0,295	3,823 468	+7	49			
25	50	31,2	81,0	1,603	2,596	6,739 216	1,288	1,288	0,315	4,161 388	+5	25			
26	50	29,5	81,0	1,695	2,746	7,540 516	1,373	1,373	0,322	4,654 470	+6	36			
27	50	28,0	81,1	1,786	2,896	8,386 816	1,448	1,448	0,338	5,172 256	+5	25			
28	50	26,5	81,2	1,887	3,064	9,388 096	1,532	1,532	0,355	5,781 768	+4	16			
29	50	25,2	81,0	1,984	3,214	10,329 796	1,607	1,607	0,377	6,376 376	+9	81			
30	50	22,3	81,5	2,242	3,665	13,359 024	1,828	1,828	0,414	8,194 510	+2	4			
31	50	20,0	81,5	2,500	4,075	16,605 625	2,038	2,038	0,462	10,187 500	+1	1			
32	50	18,0	81,5	2,778	4,528	20,502 784	2,264	2,264	0,514	12,578 784	+1	1			
33	50	16,4	82,0	3,049	5,000	25,000 000	2,500	2,500	0,549	15,245 000	+17	289			
34	50	14,9	82,0	3,356	5,450	29,702 500	2,725	2,725	0,631	18,290 200	+16	256			
35	50	13,5	82,0	3,704	6,074	36,893 476	3,037	3,037	0,667	22,498 096	+17	289			
36	50	12,0	81,5	4,167	6,792	46,131 264	3,396	3,396	0,771	28,302 264	+7	49			
											46,309	75,009	267,798 913	164,459 882	2224

Für v = 0,091 bis 4,167 m/Sek.: v = a + b · n.

Errechnete Konstanten { a = 0,0127
b = 0,6106.

$$M = \sqrt{\frac{f'}{s-2}} = \sqrt{\frac{2224}{34}} = \sqrt{65,41} = 8,06 \text{ mm.}$$

Nr. XVIII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten = 15°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (1/t)	n ²	n ³	v'' = 0,5 n	n ⁴ = Δv / (v - v'')	v''	f	f'			
1	15	177,0	16,0	0,085	0,090	0,008 100	0,045	0,045	0,040	0,007 650	+27	729			
2	15	173,5	19,2	0,086	0,111	0,012 321	0,056	0,056	0,030	0,009 546	+16	256			
3	15	149,0	21,3	0,101	0,143	0,020 449	0,072	0,072	0,029	0,014 443	+14	196			
4	20	144,5	32,3	0,138	0,224	0,050 176	0,112	0,112	0,026	0,030 912	+8	64			
5	20	126,8	34,3	0,158	0,271	0,073 441	0,136	0,136	0,022	0,042 818	+3	9			
6	20	104,5	35,3	0,191	0,338	0,114 244	0,169	0,169	0,022	0,064 558	+1	1			
7	20	86,2	35,8	0,232	0,415	0,172 225	0,208	0,208	0,024	0,096 280	+1	1			
8	20	74,0	36,8	0,270	0,497	0,247 009	0,249	0,249	0,021	0,134 190	+5	25			
9	20	65,3	37,0	0,306	0,567	0,321 489	0,284	0,284	0,022	0,173 502	+6	36			
10	30	66,8	54,8	0,346	0,631	0,398 161	0,316	0,316	0,030	0,218 376	+0	0			
11	30	77,3	55,7	0,388	0,721	0,519 841	0,361	0,361	0,027	0,279 748	+6	36			
12	30	69,0	55,3	0,435	0,801	0,641 601	0,401	0,401	0,034	0,348 435	+2	4			
13	30	62,0	55,7	0,484	0,898	0,806 404	0,449	0,449	0,035	0,434 632	+5	25			
14	30	55,2	55,6	0,543	1,007	1,014 049	0,504	0,504	0,039	0,546 801	+4	16			
15	30	50,5	55,9	0,594	1,107	1,225 449	0,554	0,554	0,040	0,657 538	+6	36			
16	30	44,1	56,0	0,651	1,215	1,476 225	0,608	0,608	0,043	0,790 965	+6	36			
17	30	43,3	56,0	0,693	1,293	1,671 849	0,647	0,647	0,046	0,896 049	+6	36			
18	30	39,5	55,9	0,759	1,415	2,002 225	0,708	0,708	0,051	1,073 985	+5	25			
19	40	49,2	75,0	0,813	1,524	2,322 576	0,762	0,762	0,051	1,239 012	+9	81			
20	40	45,0	74,4	0,889	1,653	2,732 409	0,827	0,827	0,052	1,469 517	+2	4			
21	40	40,4	74,6	0,990	1,847	3,411 409	0,924	0,924	0,056	1,828 580	+4	16			
22	40	36,7	74,7	1,090	2,035	4,141 225	1,018	1,018	0,072	2,218 150	+4	16			
23	40	33,6	74,5	1,190	2,217	4,915 089	1,109	1,109	0,081	2,638 230	+1	1			
24	40	30,6	74,8	1,307	2,444	5,973 136	1,222	1,222	0,085	3,194 308	+5	25			
25	40	30,0	74,8	1,333	2,493	6,215 049	1,247	1,247	0,086	3,323 169	+5	25			
26	50	35,0	93,2	1,429	2,663	7,091 569	1,332	1,332	0,097	3,805 427	+0	0			
27	50	32,4	93,2	1,543	2,877	8,277 129	1,439	1,439	0,104	4,439 211	+5	25			
28	50	31,4	93,2	1,592	2,968	8,809 024	1,484	1,484	0,108	4,725 056	+2	4			
29	50	29,5	93,2	1,689	3,149	9,916 201	1,575	1,575	0,114	5,318 661	+2	4			
30	50	27,8	93,5	1,798	3,363	11,309 769	1,682	1,682	0,116	6,046 674	+3	9			
31	50	26,1	93,3	1,916	3,575	13,780 625	1,788	1,788	0,128	6,849 700	+2	4			
32	50	25,0	93,3	2,000	3,732	13,927 824	1,866	1,866	0,134	7,464 000	+2	4			
33	50	22,3	93,5	2,242	4,193	17,581 249	2,097	2,097	0,145	9,400 706	+1	1			
34	50	19,8	93,8	2,525	4,737	22,439 109	2,369	2,369	0,156	11,960 925	+8	64			
35	50	18,2	93,8	2,747	5,154	26,563 716	2,577	2,577	0,170	14,158 038	+8	64			
36	50	16,4	94,7	3,049	5,713	32,638 369	2,857	2,857	0,192	17,418 937	+4	16			
37	50	14,9	94,5	3,356	6,275	39,375 625	3,138	3,138	0,218	21,068 900	+4	16			
38	50	13,8	93,4	3,623	6,768	45,805 824	3,384	3,384	0,239	24,520 464	+8	64			
39	50	12,4	93,3	4,092	7,524	56,610 576	3,762	3,762	0,270	30,336 768	+15	225			
											47,613	86,646	353,612 820	189,234 781	3214

Für v = 0,065 bis 4,032 m/Sek.

Errechnete Konstanten { a = 0,0103
b = 0,5326.

$$M = \sqrt{\frac{f'}{s-2}} = \sqrt{\frac{3214}{37}} = \sqrt{86,86} = 9,32 \text{ mm.}$$

Nr. XXI. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Lotrechten = 1° 30'.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	σ (W/%)	η (u/%)	η^2	$\eta^3 = \frac{\eta^2}{0,5 \eta}$	$\eta^4 = \frac{\eta^3}{\sigma - \sigma'}$	$v \eta$	σ'	f	f'				
1	10	111,0	12,0	0,090	0,108	0,011 664	0,054	0,036	0,009 720	0,070	+ 20	400				
2	15	138,2	21,4	0,109	0,155	0,024 025	0,078	0,031	0,016 895	0,094	+ 15	225				
3	20	137,8	33,5	0,145	0,243	0,059 049	0,122	0,023	0,035 255	0,139	+ 6	36				
4	20	108,5	35,7	0,184	0,329	0,108 241	0,165	0,019	0,060 536	0,183	+ 1	1				
5	20	87,8	37,2	0,228	0,424	0,179 776	0,212	0,016	0,096 672	0,231	+ 3	9				
6	20	76,0	37,8	0,263	0,497	0,247 009	0,249	0,014	0,130 711	0,268	+ 5	25				
7	20	66,0	38,0	0,303	0,576	0,331 776	0,288	0,015	0,174 528	0,308	+ 5	25				
8	25	72,8	47,3	0,343	0,650	0,422 500	0,325	0,019	0,222 950	0,345	+ 2	4				
9	25	65,6	48,2	0,381	0,735	0,540 225	0,368	0,013	0,280 085	0,389	+ 8	64				
10	25	56,5	48,1	0,450	0,867	0,751 689	0,434	0,016	0,380 150	0,455	+ 5	25				
11	25	49,8	48,2	0,502	0,968	0,937 024	0,484	0,018	0,485 936	0,507	+ 5	25				
12	30	52,6	57,8	0,570	1,099	1,207 801	0,550	0,020	0,626 430	0,573	+ 3	9				
13	30	49,2	57,8	0,610	1,175	1,390 625	0,588	0,022	0,716 750	0,612	+ 2	4				
14	30	42,8	58,2	0,701	1,360	1,849 600	0,680	0,021	0,953 360	0,706	+ 5	25				
15	30	36,6	58,2	0,820	1,690	2,528 100	0,795	0,025	1,303 800	0,822	+ 2	4				
16	40	44,8	77,8	0,893	1,737	3,017 169	0,869	0,024	1,551 141	0,897	+ 4	16				
17	40	39,7	77,7	1,008	1,957	3,829 849	0,979	0,029	1,972 656	1,008	+ 1	1				
18	40	36,2	77,8	1,105	2,149	4,618 201	1,075	0,030	2,374 645	1,106	+ 1	1				
19	40	32,7	77,7	1,223	2,376	5,645 376	1,188	0,035	2,905 848	1,221	+ 2	4				
20	40	30,0	77,8	1,333	2,693	6,723 649	1,297	0,036	3,456 469	1,331	+ 2	4				
21	50	35,4	97,5	1,412	2,754	7,584 516	1,377	0,035	3,888 648	1,413	+ 1	1				
22	50	38,5	97,5	1,493	2,910	8,468 100	1,455	0,038	4,344 630	1,492	+ 1	1				
23	50	31,1	97,4	1,608	3,132	9,809 424	1,566	0,042	5,036 256	1,604	+ 4	16				
24	50	29,2	97,5	1,712	3,339	11,148 921	1,670	0,042	5,716 368	1,709	+ 3	9				
25	50	27,8	97,8	1,799	3,518	12,376 324	1,759	0,040	6,328 982	1,800	+ 1	1				
26	50	26,2	97,8	1,908	3,733	13,935 289	1,867	0,041	7,122 564	1,909	+ 1	1				
27	50	24,8	97,7	2,006	3,940	15,523 600	1,970	0,036	7,903 640	2,014	+ 8	64				
28	50	21,9	97,8	2,283	4,466	19,945 156	2,233	0,050	10,195 878	2,281	+ 2	4				
29	50	19,8	98,0	2,525	4,949	24,492 601	2,475	0,050	12,486 225	2,526	+ 1	1				
30	50	17,8	98,0	2,809	5,506	30,316 036	2,753	0,056	15,466 354	2,808	+ 1	1				
31	50	16,7	98,2	2,994	5,880	34,574 400	2,940	0,054	17,604 720	2,998	+ 4	16				
32	50	14,7	98,2	3,401	6,680	44,822 400	3,340	0,061	22,718 680	3,404	+ 3	9				
33	50	13,3	98,0	3,759	7,368	54,287 424	3,684	0,075	27,696 312	3,753	+ 6	36				
34	50	12,3	98,1	4,065	7,976	63,616 576	3,988	0,077	32,422 440	4,061	+ 4	16				
												45,035	87,739	385,114 115	196,706 064	1082

Für $v = 0,090$ bis $4,065$ m/Sek.
Errechnete Konstanten $\left\{ \begin{array}{l} a = 0,0157 \\ b = 0,5072. \end{array} \right.$

$$M = \sqrt{\frac{1082}{32}} = 58,8 = 5,8 \text{ mm.}$$

Nr. XX. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten = 60°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	σ (W/%)	η (u/%)	η^2	$\eta^3 = \frac{\eta^2}{0,5 \eta}$	$\eta^4 = \frac{\eta^3}{\sigma - \sigma'}$	$v \eta$	σ'	f	f'				
1	20	148,0	9,2	0,135	0,062	0,003 844	0,031	0,104	0,008 370	0,079	+ 56	3136				
2	20	116,0	11,8	0,172	0,102	0,010 404	0,051	0,121	0,017 544	0,136	+ 34	1156				
3	20	92,0	12,9	0,217	0,140	0,019 000	0,070	0,147	0,030 380	0,194	+ 23	529				
4	20	79,0	13,2	0,253	0,167	0,027 889	0,084	0,169	0,042 251	0,234	+ 19	361				
5	25	86,2	16,8	0,290	0,195	0,038 025	0,098	0,192	0,056 550	0,275	+ 15	225				
6	20	60,8	13,6	0,329	0,224	0,050 176	0,112	0,217	0,073 896	0,317	+ 10	100				
7	25	66,8	17,2	0,374	0,257	0,066 049	0,129	0,245	0,096 118	0,366	+ 8	64				
8	25	62,2	17,3	0,402	0,278	0,077 284	0,139	0,263	0,111 756	0,397	+ 5	25				
9	25	56,8	17,2	0,448	0,308	0,094 864	0,154	0,294	0,137 984	0,441	+ 7	49				
10	30	60,1	20,8	0,499	0,346	0,119 716	0,173	0,326	0,172 654	0,497	+ 2	4				
11	30	54,3	20,7	0,552	0,381	0,145 161	0,191	0,361	0,210 312	0,549	+ 3	9				
12	25	41,2	17,3	0,607	0,420	0,176 400	0,210	0,397	0,254 940	0,608	+ 1	1				
13	30	43,0	20,8	0,698	0,484	0,234 256	0,242	0,456	0,337 832	0,701	+ 3	9				
14	30	36,7	21,0	0,817	0,572	0,327 184	0,286	0,531	0,467 324	0,830	+ 13	169				
15	30	33,3	21,0	0,901	0,631	0,398 161	0,316	0,585	0,568 531	0,917	+ 16	256				
16	40	38,4	28,0	1,042	0,729	0,531 441	0,365	0,677	0,759 618	1,062	+ 20	400				
17	40	35,2	27,9	1,136	0,793	0,628 849	0,397	0,739	0,900 848	1,156	+ 20	400				
18	40	32,5	27,8	1,231	0,855	0,731 025	0,428	0,803	1,052 505	1,247	+ 16	256				
19	40	29,7	27,8	1,347	0,936	0,876 096	0,468	0,879	1,260 792	1,367	+ 20	400				
20	50	35,0	34,8	1,429	0,984	0,988 036	0,497	0,932	1,420 426	1,452	+ 23	529				
21	50	32,6	34,7	1,534	1,064	1,132 096	0,532	1,002	1,632 176	1,555	+ 21	441				
22	50	30,8	34,7	1,623	1,127	1,270 129	0,564	1,059	1,829 121	1,648	+ 25	625				
23	50	29,9	34,7	1,672	1,161	1,347 921	0,581	1,091	1,941 192	1,698	+ 26	676				
24	50	27,7	34,6	1,805	1,249	1,560 001	0,625	1,180	2,254 445	1,828	+ 23	529				
25	50	26,3	34,5	1,901	1,312	1,721 344	0,656	1,245	2,494 112	1,920	+ 19	361				
26	50	24,7	34,5	2,024	1,397	1,951 609	0,699	1,325	2,827 528	2,046	+ 22	484				
27	50	22,2	34,5	2,252	1,554	2,414 916	0,777	1,475	3,499 608	2,276	+ 24	576				
28	50	20,1	34,4	2,488	1,711	2,927 521	0,856	1,632	4,256 988	2,508	+ 20	400				
29	50	17,8	34,2	2,809	1,921	3,690 241	0,961	1,848	5,396 089	2,818	+ 9	81				
30	50	16,5	34,1	3,030	2,067	4,272 489	1,034	1,998	6,263 010	3,033	+ 3	9				
31	50	14,8	33,7	3,378	2,277	5,184 729	1,139	2,239	7,691 706	3,342	+ 36	1296				
32	50	13,5	33,1	3,704	2,452	6,012 304	1,226	2,478	9,082 208	3,600	+ 104	10816				
												41,099	26,166	39,029 760	57,148 596	24372

Für $v = 0,135$ bis $3,704$ m/Sek.
Errechnete Konstanten $\left\{ \begin{array}{l} a = -0,0122 \\ b = 1,4730. \end{array} \right.$

$$M = \sqrt{\frac{24372}{32}} = 27,6 \text{ mm.}$$

Nr. XXIII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Lotrechten = 7° 20'.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (u/f)	n ²	n ³ = 0,5 n	n ⁴ = Δv = v - v'	n n	v'	f	f ²	
1	15	141,5	18,0	0,106	0,127	0,016 129	0,064	0,042	0,013 462	0,080	+	26	676
2	15	119,8	21,3	0,125	0,178	0,031 684	0,089	0,036	0,022 250	0,106	+	19	361
3	20	123,5	33,0	0,162	0,267	0,071 289	0,134	0,028	0,043 254	0,152	+	10	100
4	20	99,0	35,0	0,202	0,354	0,125 316	0,177	0,025	0,071 508	0,196	+	6	36
5	20	83,9	36,0	0,238	0,429	0,184 041	0,215	0,023	0,102 102	0,235	+	3	9
6	20	77,2	37,1	0,259	0,481	0,231 361	0,241	0,018	0,124 579	0,262	+	3	9
7	25	79,1	46,5	0,316	0,588	0,345 744	0,294	0,022	0,165 808	0,317	+	1	1
8	25	68,0	47,0	0,368	0,691	0,477 481	0,346	0,022	0,254 288	0,370	+	2	4
9	25	59,8	47,6	0,418	0,796	0,633 616	0,388	0,030	0,332 728	0,424	+	6	36
10	25	54,0	47,5	0,463	0,880	0,774 400	0,440	0,023	0,407 440	0,467	+	4	16
11	25	50,6	47,5	0,494	0,939	0,881 721	0,470	0,024	0,463 866	0,497	+	3	9
12	30	50,6	57,3	0,593	1,132	1,281 424	0,566	0,027	0,671 276	0,597	+	4	16
13	30	42,1	57,5	0,713	1,366	1,865 956	0,683	0,030	0,973 958	0,717	+	4	16
14	30	36,0	57,5	0,833	1,597	2,550 409	0,799	0,034	1,330 301	0,886	+	3	9
15	40	43,8	77,0	0,913	1,758	3,090 364	0,879	0,034	1,605 054	0,918	+	5	25
16	40	37,8	77,0	1,058	2,037	4,149 369	1,019	0,039	2,155 146	1,062	+	4	16
17	40	33,9	76,9	1,180	2,268	5,143 824	1,134	0,046	2,676 240	1,181	+	1	1
18	40	29,3	77,2	1,365	2,635	6,943 225	1,318	0,047	3,596 775	1,370	+	5	25
19	50	34,5	96,5	1,449	2,797	7,823 209	1,399	0,050	4,052 853	1,453	+	4	16
20	50	30,8	96,7	1,623	3,140	9,859 600	1,570	0,053	5,096 220	1,629	+	6	36
21	50	28,1	96,8	1,779	3,445	11,868 025	1,723	0,056	6,128 555	1,786	+	7	49
22	50	25,1	96,8	1,992	3,857	14,876 449	1,929	0,063	7,663 144	1,908	+	6	36
23	50	22,3	96,8	2,242	4,341	18,844 281	2,171	0,071	9,732 522	2,247	+	5	25
24	50	20,2	96,9	2,475	4,797	23,011 209	2,399	0,076	11,872 575	2,492	+	7	49
25	50	18,5	96,9	2,708	5,298	27,436 644	2,619	0,084	14,156 314	2,708	+	5	25
26	50	16,4	96,8	3,049	4,902	34,833 604	2,951	0,098	17,995 198	3,050	+	1	1
27	50	15,2	96,8	3,289	6,368	40,551 424	3,184	0,105	20,944 352	3,290	+	1	1
28	50	14,0	96,8	3,571	6,914	47,803 396	3,457	0,114	24,689 868	3,570	+	1	1
29	50	13,2	96,5	3,788	7,311	53,450 721	3,651	0,137	27,894 068	3,775	+	13	169
30	50	12,2	96,4	4,098	7,902	62,441 604	3,951	0,147	32,382 396	4,079	+	19	361
				41,864	80,535	381,597 719			197,460 226				2134

Für $v = 0,106$ bis $4,098$ m/Sek.
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0147 \\ b = 0,5144. \end{cases}$
 $M = \sqrt{\frac{2134}{28}} = 8,7$ mm.

Nr. XXII. Flügel Nr. 385 Schraube 2, an senkrechter 45 mm starker Stange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche, Schiefstellung des Flügels in der Lotrechten = 5°.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (u/f)	n ²	n ³ = 0,5 n	n ⁴ = Δv = v - v'	n n	v'	f	f ²	
1	10	122,5	11,3	0,082	0,092	0,008 464	0,046	0,036	0,007 544	0,061	+	21	441
2	15	131,0	23,2	0,115	0,177	0,031 329	0,089	0,026	0,020 355	0,104	+	11	121
3	20	132,0	34,8	0,152	0,264	0,069 696	0,132	0,020	0,040 128	0,148	+	4	16
4	20	105,5	36,3	0,190	0,344	0,118 336	0,172	0,018	0,065 360	0,189	+	1	1
5	20	84,6	37,5	0,236	0,443	0,195 249	0,232	0,014	0,104 548	0,240	+	4	16
6	20	73,5	37,5	0,272	0,510	0,260 100	0,255	0,018	0,138 720	0,274	+	2	4
7	20	64,9	38,2	0,308	0,589	0,346 921	0,295	0,013	0,181 412	0,314	+	6	36
8	25	72,0	47,8	0,347	0,664	0,480 896	0,332	0,015	0,230 408	0,352	+	5	25
9	25	60,6	48,0	0,413	0,792	0,627 264	0,396	0,017	0,327 086	0,418	+	5	25
10	25	56,1	48,0	0,446	0,856	0,732 736	0,428	0,018	0,381 776	0,450	+	4	16
11	25	50,0	48,0	0,500	0,960	0,921 600	0,480	0,020	0,480 000	0,503	+	3	9
12	30	50,8	57,8	0,591	1,138	1,295 044	0,569	0,022	0,672 558	0,594	+	3	9
13	30	39,3	58,0	0,763	1,476	2,178 576	0,738	0,025	1,126 188	0,766	+	3	9
14	40	43,9	77,5	0,911	1,765	3,115 225	0,883	0,028	1,607 915	0,914	+	3	9
15	40	38,5	77,6	1,039	2,016	4,064 256	1,008	0,031	2,094 624	1,042	+	3	9
16	40	32,5	77,3	1,231	2,378	5,654 884	1,189	0,042	2,927 318	1,226	+	5	25
17	40	29,0	77,6	1,379	2,676	7,160 976	1,338	0,041	3,690 204	1,378	+	1	1
18	50	33,9	97,0	1,475	2,861	8,185 321	1,431	0,044	4,219 975	1,472	+	3	9
19	50	30,8	97,2	1,623	3,156	9,960 836	1,578	0,045	5,122 188	1,623	+	—	—
20	50	27,8	97,4	1,799	3,504	12,278 016	1,752	0,047	6,303 696	1,800	+	1	1
21	50	24,8	97,4	2,016	3,927	15,421 329	1,964	0,052	7,916 832	2,016	+	—	—
22	50	22,1	97,7	2,262	4,421	19,545 241	2,211	0,051	10,000 302	2,268	+	6	36
23	50	20,1	97,8	2,488	4,866	23,677 956	2,433	0,055	12,106 608	2,495	+	7	49
24	50	18,1	97,7	2,762	5,398	29,138 404	2,639	0,063	14,909 276	2,766	+	4	16
25	50	16,4	97,8	3,049	5,963	35,557 369	2,962	0,067	18,181 187	3,054	+	5	25
26	50	15,1	97,8	3,311	6,477	41,951 529	3,239	0,072	21,445 347	3,316	+	5	25
27	50	13,8	97,8	3,623	7,087	50,225 469	3,544	0,079	25,676 201	3,627	+	4	16
28	50	12,9	97,4	3,876	7,550	57,002 500	3,775	0,101	29,263 800	3,863	+	13	169
29	50	12,1	97,4	4,132	8,050	64,802 500	4,025	0,107	33,282 600	4,118	+	14	196
				41,391	80,400	395,008 022			202,504 166				1314

Für $v = 0,082$ bis $4,132$ m/Sek.: $v = a + b \cdot n$.
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0137 \\ b = 0,5099. \end{cases}$
 $M = \sqrt{\frac{1314}{s-2}} = \sim 7$ mm.

Nr. XXIV. Flügel Nr. 385 Schraube 2 an einer senkrechten 45 mm starken Holzstange, 0,40 m unter der Wasseroberfläche.

Nr. der Fahrt	W (m)	t (Sek.)	U	v (W/t)	n (u/t)	n ²	v ² = 0,5 n	Δv = v - v ²	v ² n	v'	f	f'
1	10	116,0	12,5	0,086	0,108	0,011 664	0,054	0,032	0,009 288	0,055	+	31
2	15	123,0	24,0	0,122	0,195	0,038 025	0,098	0,024	0,023 790	0,100	+	22
3	20	125,5	33,6	0,159	0,268	0,071 824	0,134	0,025	0,042 612	0,138	+	21
4	20	101,8	35,0	0,196	0,344	0,118 336	0,172	0,024	0,067 424	0,178	+	18
5	20	83,3	38,5	0,240	0,462	0,213 444	0,231	0,009	0,110 680	0,239	+	1
6	20	73,0	38,2	0,274	0,523	0,273 329	0,262	0,012	0,143 302	0,270	+	4
7	20	64,0	38,2	0,313	0,597	0,356 409	0,299	0,014	0,186 861	0,309	+	4
8	25	71,2	47,5	0,351	0,667	0,444 889	0,334	0,017	0,234 117	0,345	+	6
9	25	63,8	49,0	0,392	0,768	0,589 824	0,384	0,008	0,301 056	0,398	+	6
10	25	57,6	48,8	0,434	0,847	0,717 409	0,424	0,010	0,367 598	0,439	+	5
11	25	50,8	48,5	0,492	0,955	0,912 025	0,478	0,014	0,469 680	0,495	+	3
12	25	41,8	49,6	0,598	1,187	1,408 969	0,594	0,004	0,709 826	0,615	+	17
13	25	35,8	49,0	0,698	1,369	1,874 161	0,685	0,013	0,955 562	0,710	+	12
14	30	36,6	58,0	0,820	1,585	2,512 225	0,793	0,027	1,299 700	0,822	+	2
15	40	43,4	78,5	0,922	1,809	3,272 481	0,905	0,017	1,667 898	0,939	+	17
16	40	38,0	78,2	1,053	2,058	4,235 364	1,029	0,024	2,167 074	1,068	+	15
17	40	33,0	78,2	1,212	2,370	5,616 900	1,185	0,027	2,872 440	1,230	+	18
18	50	36,3	95,7	1,377	2,636	6,948 496	1,318	0,059	3,629 772	1,368	+	9
19	50	32,3	96,8	1,548	2,997	8,982 009	1,499	0,049	4,639 356	1,556	+	8
20	50	30,7	96,5	1,629	3,143	9,878 449	1,572	0,057	5,119 947	1,632	+	3
21	50	27,6	96,7	1,812	3,504	12,278 016	1,752	0,080	6,349 248	1,819	+	7
22	50	24,8	96,5	2,016	3,891	15,139 881	1,946	0,070	7,844 256	2,020	+	4
23	50	21,9	97,0	2,283	4,429	19,616 041	2,215	0,068	10,111 407	2,300	+	17
24	50	20,1	96,8	2,488	4,816	23,193 856	2,408	0,080	11,982 208	2,501	+	13
25	50	18,0	97,2	2,778	5,400	29,160 000	2,700	0,078	15,001 200	2,804	+	26
26	50	16,5	97,5	3,080	5,909	34,916 281	2,955	0,075	17,904 270	3,069	+	39
27	50	15,1	95,8	3,311	6,344	40,246 336	3,172	0,139	21,004 984	3,295	+	16
28	50	13,8	95,5	3,623	6,920	47,886 400	3,480	0,163	25,071 160	3,594	+	29
29	50	12,8	95,0	3,906	7,422	55,086 064	3,711	0,185	28,990 352	3,855	+	51
			38,163		73,523	325,999 327			169,277 428			10196

Für v = 0,086 bis 3,906 m/Sek.

Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = -0,0012 \\ b = 0,5195. \end{cases} M = \sqrt{\frac{10196}{27}} = 377 = 19,4 \text{ mm.}$

Nr. XXV. Tafel der aus den Flügelgleichungen berechneten Geschwindigkeiten nach steigenden Umdrehungszahlen geordnet.
Tiefenlage des Flügels 0,40 m unter Wasser.

z (sekundliche Umdrehung)	Zahlentafel der Gruppe I										Zahlentafel der Gruppe II										Zahlentafel der Gruppe III										Zahlentafel der Gruppe V										Zahlentafel der Gruppe VI									
	Einfluß der Stangen- usw. Stärke und des Stangen- staues bei gleicher Tiefenlage der Flügelachse von 0,40 m unter dem Spiegel					Einfluß wechselnder Tiefenlage des Flügels unter Wasser bei entsprechend wechselnder Stangenlänge. Flügelachse befindet sich unter Wasser					Einfluß wechselnder Stangenlänge bei gleich- bleibender Tiefenlage von 0,20 m des Flügels unter dem Wasserspiegel Stärke der Stange 0,045 m					Einfluß der Schiefstellung des Flügels in der Wagerechten					Einfluß der Schiefstellung des Flügels in der Lotrechten																													
Eichung	III	IV	IV ^a	V	VI	VII	IV	VIII	IX	X	XI	XII	VII	XIII	XIV	XV	IV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	IV	XXI	XXII	XXIII																								
1	0,064	0,055	0,070	0,062	0,064	0,069	0,070	0,065	0,067	0,054	0,043	0,054	0,069	0,062	0,062	0,055	0,070	0,060	0,064	0,074	0,135	0,070	0,070	0,066	0,066	0,066																								
2	0,114	0,105	0,121	0,112	0,116	0,119	0,121	0,116	0,117	0,105	0,095	0,105	0,119	0,113	0,113	0,107	0,121	0,111	0,111	0,117	0,135	0,121	0,121	0,117	0,116	0,118																								
3	0,264	0,256	0,273	0,266	0,271	0,271	0,273	0,267	0,269	0,257	0,251	0,259	0,271	0,266	0,266	0,260	0,273	0,264	0,264	0,277	0,318	0,273	0,273	0,269	0,269	0,272																								
4	0,513	0,506	0,515	0,521	0,529	0,523	0,526	0,520	0,522	0,512	0,510	0,516	0,523	0,520	0,520	0,516	0,526	0,518	0,520	0,543	0,623	0,461	0,526	0,523	0,524	0,529																								
5	0,762	0,757	0,779	0,774	0,787	0,775	0,779	0,772	0,774	0,767	0,770	0,774	0,775	0,774	0,775	0,772	0,779	0,773	0,776	0,809	0,929	2,197	0,779	0,777	0,779	0,786																								
6	1,012	1,008	1,022	1,028	1,045	1,027	1,032	1,025	1,027	1,021	1,029	1,031	1,027	1,028	1,030	1,028	1,032	1,028	1,031	1,076	1,234	2,934	1,032	1,030	1,034	1,044																								
7	1,511	1,509	1,529	1,536	1,562	1,531	1,539	1,530	1,533	1,531	1,548	1,545	1,531	1,536	1,539	1,540	1,539	1,537	1,543	1,608	1,845	4,407	1,539	1,537	1,543	1,558																								
8	2,010	2,010	2,036	2,044	2,078	2,035	2,045	2,035	2,038	2,040	2,067	2,069	2,035	2,045	2,049	2,051	2,045	2,046	2,054	2,141	2,455	4,880	2,045	2,045	2,053	2,072																								
9	2,509	2,511	2,543	2,551	2,595	2,539	2,551	2,542	2,544	2,550	2,586	2,573	2,539	2,553	2,568	2,563	2,551	2,556	2,566	2,673	3,066	7,353	2,551	2,552	2,563	2,587																								
10	3,007	3,012	3,049	3,057	3,111	3,043	3,057	3,045	3,050	3,059	3,105	3,087	3,043	3,061	3,068	3,075	3,057	3,065	3,077	3,206	3,676	8,826	3,057	3,059	3,073	3,101																								
11	3,506	3,514	3,556	3,564	3,628	3,547	3,564	3,550	3,555	3,568	3,624	3,601	3,547	3,569	3,577	3,587	3,564	3,575	3,588	3,739	4,287	10,309	3,564	3,566	3,583	3,616																								
12	4,005	4,015	4,063	4,070	4,144	4,051	4,070	4,055	4,061	4,078	4,143	4,115	4,051	4,078	4,087	4,099	4,070	4,084	4,100	4,271	4,898	11,072	4,070	4,073	4,093	4,130																								

z (sekundliche Umdrehung)

Nr. XXIX. Flügel Nr. 279, Schraube 2, freie Länge der Stange 3,00 m, gemeinsam mit einem 2. Flügel. Befestigungsfall IV.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = \frac{v}{v-0,44n}$	v'	f
1	50	100,8	112,7	0,496	1,12	0,003	0,489	7
2	50	67,9	112,7	0,736	1,66	0,006	0,733	3
3	50	49,5	112,7	1,010	2,28	0,007	1,012	2
4	50	37,3	112,6	1,340	3,02	0,011	1,346	6
5	50	29,6	112,1	1,689	3,79	0,021	1,693	4
6	50	28,2	112,0	1,773	3,97	0,026	1,774	1
7	50	25,5	112,0	1,961	4,39	0,029	1,964	3
8	50	19,7	111,6	2,538	5,66	0,048	2,537	1
9	50	16,1	111,2	3,106	6,91	0,066	3,101	5
					14,649	32,80		

$v = a + b \cdot n$
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = -0,0161 \\ b = 0,4510. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{138}{9-2}} = 4,4 \text{ mm.}$$

Nr. XXX. Flügel Nr. 279 Schraube 2, freie Länge der Stange 2,30 m, gemeinsam mit einem 2. Flügel. Befestigungsfall V.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = \frac{v}{v-0,44n}$	v'	f
1	45	91,1	100,9	0,494	1,11	0,006	0,488	6
2	50	67,0	112,7	0,746	1,68	0,007	0,742	4
3	50	49,7	112,6	1,006	2,27	0,007	1,006	0
4	50	40,7	112,6	1,229	2,77	0,010	1,229	0
5	50	32,6	112,8	1,534	3,46	0,012	1,537	3
6	50	27,7	112,9	1,805	4,08	0,010	1,813	8
7	50	25,0	112,8	2,000	4,51	0,016	2,005	5
8	50	21,6	112,6	2,315	5,21	0,023	2,318	3
9	50	20,0	112,6	2,500	5,63	0,023	2,505	5
10	50	17,0	112,0	2,941	6,59	0,041	2,933	8
11	50	14,3	112,1	3,497	7,84	0,047	3,491	6
					20,067	45,15		

$v = a + b \cdot n$
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = -0,0075 \\ b = 0,4463. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{292}{9}} = 5,7 \text{ mm.}$$

Nr. XXVII. Flügel Nr. 279 Schraube 2, freie Länge der Stange 1,80 m, gemeinsam mit einem 2. Flügel. Befestigungsfall II.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = \frac{v}{v-0,44n}$	v'	f
1	50	101,3	111,7	0,494	1,10	0,010	0,495	1
2	50	68,9	112,6	0,726	1,63	0,009	0,728	2
3	50	49,9	112,8	1,002	2,26	0,008	1,006	4
4	50	38,8	112,8	1,289	2,91	0,009	1,292	3
5	50	32,8	112,8	1,524	3,44	0,010	1,526	2
6	50	29,4	112,6	1,701	3,83	0,016	1,697	4
7	50	25,0	112,6	2,000	4,50	0,020	1,992	4
8	50	19,6	112,9	2,551	5,76	0,017	2,547	8
9	50	16,2	112,8	3,086	6,96	0,024	3,076	10
10	50	13,7	113,5	3,650	8,28	0,007	3,657	7
11	50	12,8	113,4	3,906	8,86	0,008	3,913	7
					21,929	49,53		

$v = a + b \cdot n$
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0107 \\ b = 0,4404. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{328}{9}} = 6,0 \text{ mm.}$$

Nr. XXVIII. Flügel Nr. 279 Schraube 2, freie Länge der Stange 2,30 m, gemeinsam mit einem 2. Flügel. Befestigungsfall III.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = \frac{v}{v-0,44n}$	v'	f
1	50	110,5	112,0	0,452	1,01	0,008	0,442	10
2	50	69,2	112,6	0,723	1,63	0,006	0,720	3
3	50	52,2	112,6	0,958	2,16	0,008	0,957	1
4	50	52,1	112,6	0,960	2,16	0,010	0,957	3
5	50	39,7	112,8	1,260	2,84	0,010	1,261	1
6	50	31,5	112,8	1,587	3,58	0,012	1,593	6
7	50	27,2	112,9	1,838	4,15	0,012	1,848	10
8	50	23,8	112,6	2,101	4,73	0,020	2,107	6
9	50	19,5	112,5	2,564	5,77	0,025	2,573	9
10	50	16,9	112,0	2,959	6,63	0,042	2,957	2
11	50	13,3	111,6	3,759	8,39	0,067	3,746	13
					19,161	49,05		

$v = a + b \cdot n$
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = -0,0097 \\ b = 0,4476. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{546}{11-2}} = 7,8 \text{ mm.}$$

Nr. XXVI. Flügel Nr. 279 Schraube 2, freie Länge der Stange 1,80 m, gemeinsam mit einem 2. Flügel. Befestigungsfall I.

Nr. der Fahrt	W	t	U	v	n	$\Delta v = \frac{v}{v-0,44n}$	v'	f
1	50	88,2	112,5	0,567	1,28	0,004	0,571	4
2	50	74,6	112,5	0,670	1,51	0,006	0,673	3
3	50	66,2	112,5	0,755	1,70	0,007	0,757	2
4	50	58,0	112,6	0,862	1,94	0,008	0,863	1
5	50	46,4	112,5	1,078	2,42	0,013	1,075	3
6	50	42,1	112,6	1,188	2,67	0,013	1,185	3
7	50	38,1	112,5	1,312	2,95	0,014	1,306	4
8	50	30,7	112,8	1,629	3,67	0,014	1,626	3
9	50	27,9	113,0	1,792	4,05	0,010	1,794	2
10	50	26,3	113,0	1,901	4,30	0,009	1,904	3
11	50	24,5	113,0	2,041	4,61	0,013	2,041	0
12	50	23,0	113,0	2,174	4,91	0,014	2,173	1
13	50	21,8	113,0	2,294	5,18	0,015	2,293	1
14	50	18,8	113,0	2,660	6,01	0,016	2,659	1
15	50	18,1	113,0	2,762	6,24	0,016	2,761	1
16	50	17,9	113,0	2,793	6,31	0,017	2,791	2
17	50	15,6	113,0	3,206	7,24	0,019	3,202	3
18	50	14,2	113,3	3,521	7,98	0,010	3,528	7
					33,204	74,97		

$v = a + b \cdot n$
 Errechnete Konstanten $\begin{cases} a = 0,0064 \\ b = 0,4414. \end{cases}$

$$M = \sqrt{\frac{152}{16}} = 3,1 \text{ mm.}$$

