

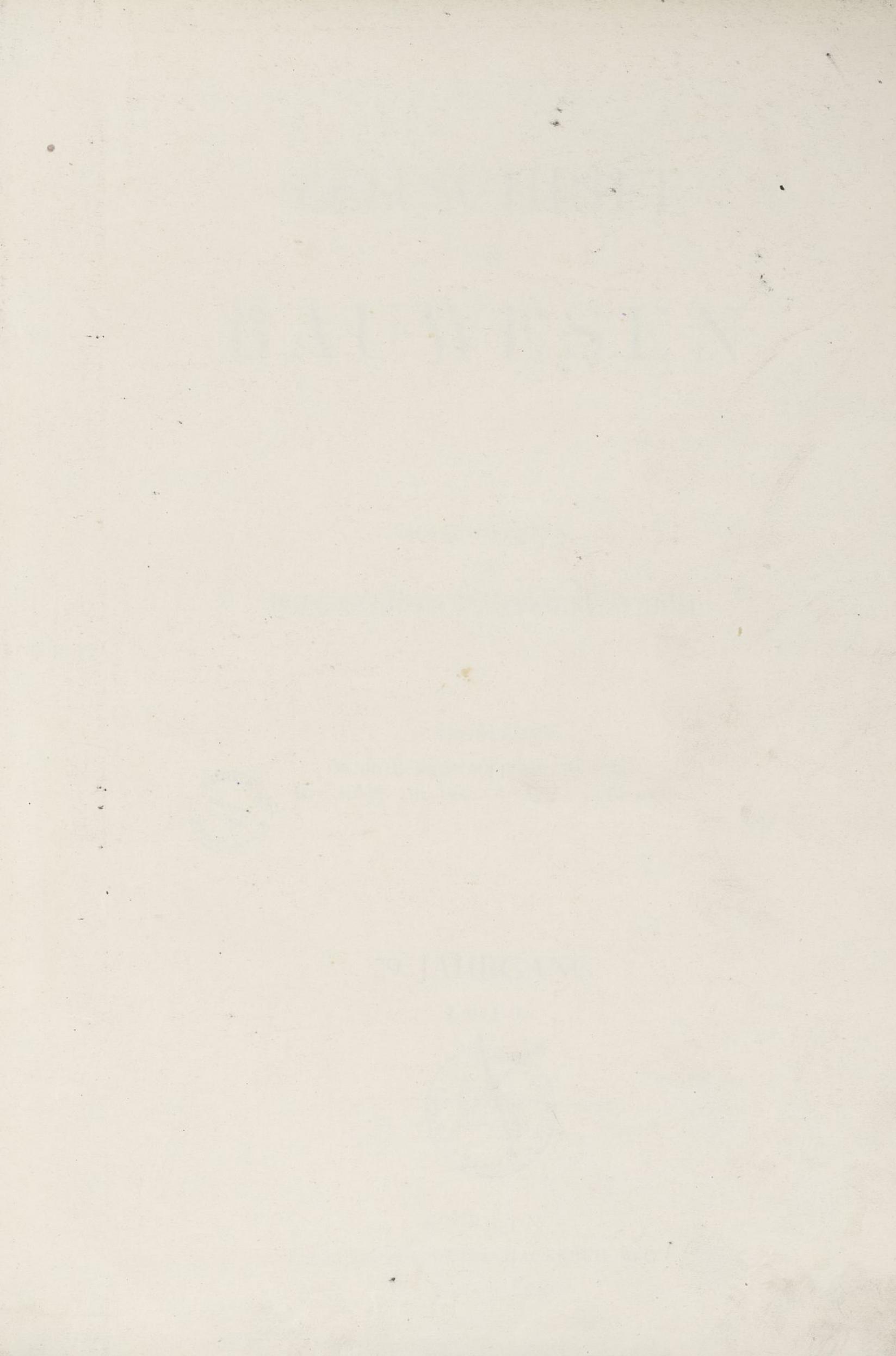
Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej

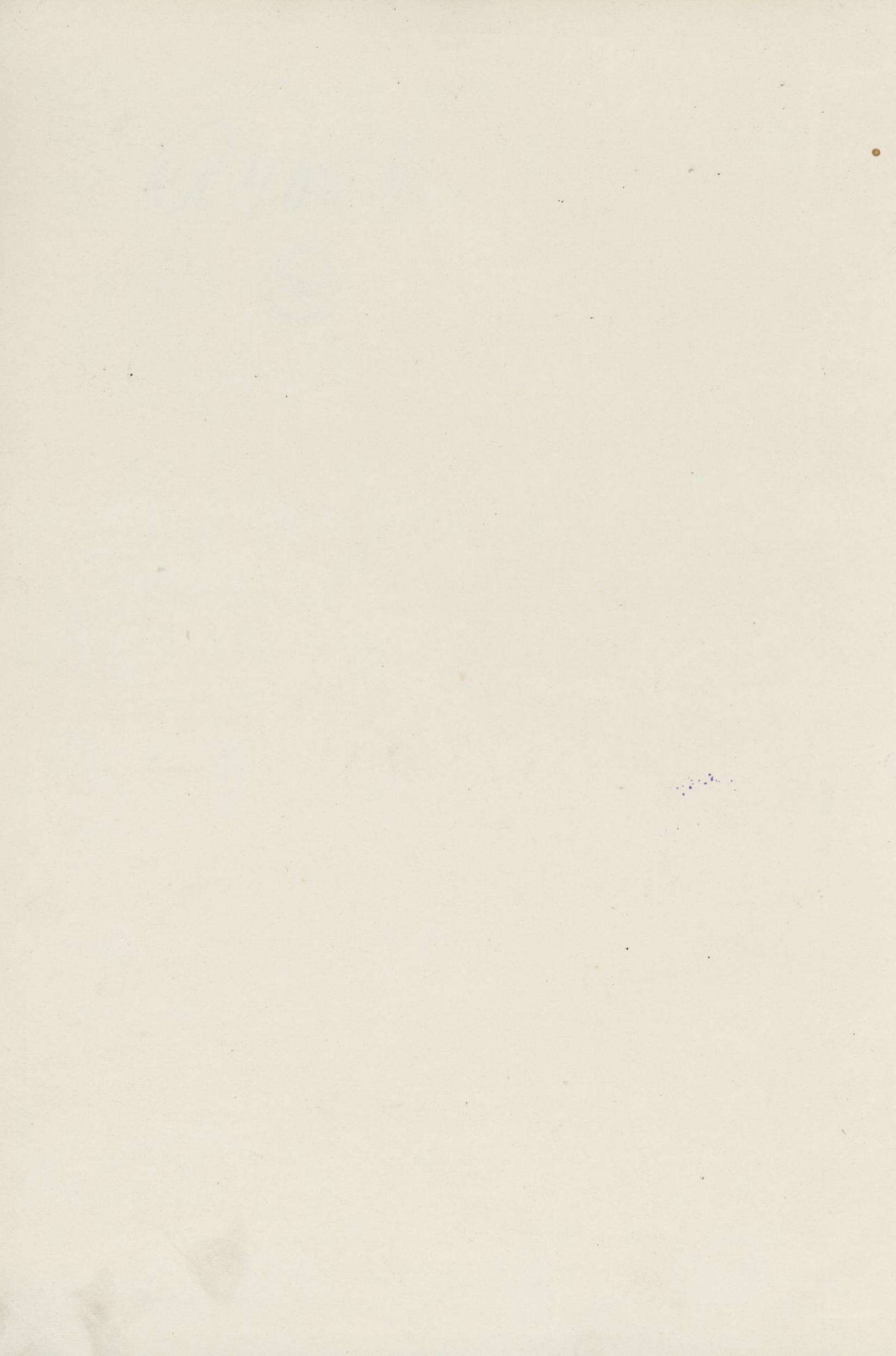


100100161416

Q 405 III







ZEITSCHRIFT
FÜR
BAUWESEN

HERAUSGEGEBEN
IM
PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTFLEITER:

INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS
HOCHBAU DR.-ING. GUSTAV LAMPMANN



79. JAHRGANG

1929



BERLIN
VERLAG VON GUIDO HACKEBEIL A.-G.

1928.2192



Inhalts-Verzeichnis des 79. Jahrgangs, 1929.

Alle Rechte vorbehalten.

I. Namenverzeichnis.

	Seite		Seite		Seite
<i>Andrae, W., Dr.</i> , Die Technik des Ausgrabens	116	<i>Gutkind, Erwin, Dr.-Ing.</i> , Berlin-Lichtenberg, Wohnhausblock Capriviallee	12, 15	<i>Meyer, Karl</i> , Die Bewegungs- und Antriebsvorrichtungen an Schiebetoren für neuzeitliche Schiffschleusen und ein Beitrag zur Frage des Bewegungswiderstandes	50
<i>Andrae, Fester, Hebebrand, Kaulbach, Kühne, Mauthner, Schulz und Thiersch</i> , Wettbewerb Neckarufere-Bebauung Stuttgart (Ankauf)	157	<i>Gutschow, Konstanty</i> , mit <i>Hermann Zippel</i> und <i>Rudolf Schwanter</i> , Wettbew. Neckarufere-Bebauung Stuttgart (ein 2. Preis)	146	<i>Meyer, Peter</i> , Zwei Hauptströmungen in der romanischen Architektur	207
<i>Bangert, Karl Ed.</i> , Wettbewerb Neckarufere-Bebauung Stuttgart (Ankauf)	155	<i>Gutschow, Konstanty</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	105	<i>Neményi, Paul, Dr.-Ing.</i> , Neuere bodenphysikalische und erdbaummechanische Forschungsergebnisse in den nordischen Ländern	228, 256
<i>Becker, Fritz, u. E. Kutzner</i> , Düsseldorf, Wohnhaus Cecilienallee	26	<i>Haesler, Otto, und Carl Völker</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	96	<i>Neumann, Neuruppin</i> als städtebauliches Kunstwerk	55
<i>Block und Hochfeld</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	98	<i>Hahn, Dr.-Ing.</i> , Neuere Städtebauarbeit der Stadt Kiel	291	<i>Ostermeyer, Friedrich R.</i> , Hamburg, Wohnhausgruppe Süderstraße	17
<i>Boehm, Herbert, u. Eugen Kaufmann</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (2. Preis)	90	<i>Hinsch und Deimling</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	94	— — Wohnhausgruppe Fühlsbütteler Straße	18, 19
<i>Bonatz, Paul, und F. E. Scholer</i> , Wettbewerb Neckarufere - Bebauung Stuttgart (1. Preis)	145	<i>Hornberger, Fritz, Otto Eichert, Konrad Reichardt</i> , Wettbewerb Neckarufere-Bebauung Stuttgart (Ankauf)	154	— Altona, Wohnhausblock III, Pinneberger Chaussee	20
<i>Borchardt, Ludwig</i> , Die Entstehung der Teppichbemalung an altägyptischen Decken und Gewölben	111	<i>Hummel, Eugen, Hans Hohrath und Ernst Sautter, Rudolf Burkhardt</i> , Wettbew. Neckarufere-Bebauung Stuttgart (Ankauf)	158	<i>Raben, Gert, und Carl Lang</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	101
<i>Brasch</i> , Plan der Stadt Neuruppin unmittelbar nach dem Brande von 1787	56	<i>Jackson mit Burr und Lang</i> , Wettbewerb Neckarufere - Bebauung Stuttgart (Ankauf)	157	<i>Rappaport, Ph. A., Dr.-Ing.</i> , Städtebau und Landesplanung in ihrem Zusammenhang mit Wirtschaft und Kultur	255
— Entwurfsplan zum Wiederaufbau von Neuruppin 1787	57	<i>Klein, Alexander</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst	106	<i>Riphahn, Wilhelm, und Caspar Maria Grod</i> , Köln-Mülheim, Wohnhausblock Grünstraße	25
<i>Brenner, Anton</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst	107	<i>Köppen, F.</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst	109	— Wettbewerb Spandau-Haselhorst	105
— Berichtigung hierzu: Blank, Eugen, und Anton Brenner	154	<i>Köppen, Allgemeine Betrachtungen zum Wettbewerb Spandau-Haselhorst der Reichsforschungsgesellschaft</i>	79	<i>Saloisberg, Otto Rudolf</i> , Berlin-Schmargendorf, Wohnhausblock Hohenzollerndamm	14
<i>Brunner, Karl H., Dr.-Ing.</i> , Die Kulturbedeutung des Großmiethauses	1	<i>Kratz, Walter</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst	108	— — Wohnhausgruppe Heiligendammerstraße	15
<i>Daiber, Alfred, und Max Jacobshagen</i> , Wettbew. Neckarufere-Bebauung (ein 2. Preis)	150	<i>Kuhnke, J.</i> , Der Umbau des Lehrter Stadtbahnhofs in Berlin	221	— — Wohnhaus Salzbrunner Str. 46-48	16
<i>Dammeier</i> , Polizeibauten	159, 185, 265	<i>Kurz, O. O., und Herbert</i> , München, Wohnhausblock Ganghoferstraße	24	<i>Seyfried und Schulze mit G. Graubner</i> , Wettbew. Neckarufere-Bebauung Stuttgart (Ankauf)	156
<i>Ehn, K.</i> , Wien VIII, Wohnhausgruppe Kreuzgasse	27	— — Wohnhausgruppe Rhein-Mainzer-Straße	25	<i>Schmid, Heinrich, und Hermann Aichinger</i> , Wien XII, Wohnhausgruppe „Am Fuchsenfeld“	29
— Wien XII, Wohnhausblock Bebelhof	28	<i>Liedecke, E., und K. Winterlin</i> , Wettbewerb Neckarufere - Bebauung Stuttgart (Ankauf)	155	<i>Schulze</i> , Der Erz- und Eisenkai im Emdner Hafen	277, 306
<i>Fechner</i> , Die neuen Straßenbrücken über die Weser bei Rinteln und Vlotho	70	<i>Mebes, Paul, und Paul Emmerich</i> , Berlin-Neukölln, Wohnhausblock Weser-Innstraße	5	<i>Späth, Karl, Dr.-Ing., Dr. rer. pol.</i> , Neckarufere-Bebauung Stuttgart. Die Beurteilung des Wettbewerbs nach den ingenieurtechnischen Gesichtspunkten	141
<i>Frank, Josef</i> , Wien XVII, Wohnhausblock Wiedenhoferhof	28	— Berlin, Wohnhausgruppe Prenzlauer Allee	6	<i>Taut, Bruno</i> , Berlin-Neukölln, Wohnhausgruppe Fuldastr. 22/25	10
<i>Frank, Paul A. R.</i> , mit <i>Alfred Meier</i> und <i>Erwin Ockert</i> , Wettbewerb Neckarufere-Bebauung (5. Preis)	152	— Berlin-Tempelhof, Wohnhausgruppe Attilastrasse	7	— Berlin, Wohnhausblock Grellstraße	11
<i>Frank, Paul A. R.</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 4. Preis)	102	— Berlin, Wohnhausgruppe „Am Friedrichshain“	8	<i>Vitols, Alfred</i> , Der Abflußvorgang des Regenwassers auf einer geneigten Ebene	175
<i>Freund, A., Dr.-Ing.</i> , Die neue Straßenbrücke bei Schwedt über die Oder	125, 198	— Berlin - Wilmersdorf, Wohnhausgruppe Bingerstraße	9	— Ueber die Bestimmung der Regenwassermengen für die Berechnung von Durchlaßöffnungen	247
<i>Gerson, Hans und Oskar</i> , Hamburg, Wohnhaus Haynstraße	21	<i>Mebes, Gustav, mit Jürgen Schopp</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (ein 3. Preis)	95	<i>Wetzel, H.</i> , Wettbewerb Neckarufere-Bebauung Stuttgart. Der Wettbewerb unter dem Gesichtspunkt der Stadtgestaltung	155
— — Wohnhaus Rothenbaumchaussee	22			<i>Wetzel, Heinz, u. A. Schumacher</i> , Wettbewerb Neckarufere - Bebauung Stuttgart	158
— Hamburg - Eppendorf, Wohnhaus Loehrsweg	22				
<i>Gropius, Walter, und Stephan Fischer</i> , Wettbewerb Spandau-Haselhorst (1. Preis)	84				

II. Ortsverzeichnis.

	Seite		Seite		Seite
<i>Aegypten</i> , Die Entstehung der Teppichbemalung an altägyptischen Decken und Gewölben	111	<i>Breslau</i> , Polizeipräsidium	265	— Friedrich-Wilhelm-Gymnasium	69
— Grab des Iri-nefer	112	<i>Datteln</i> , Festsetzung von Grünflächen	242	— Friedrich-Wilhelm-Straße mit Rathaus	68
— Grab des Nesi-pa-Nefer-hir	114	<i>Dortmund</i> , Polizeigefängnis Steinstr.	194	— Pavillon im Tempelgarten von Knobelsdorff	59
— Kajüte vom Totenschiff des Mesehti	115	<i>Dortmund-Hörde</i> , Polizeigebäude	196	— Pfarrkirche	55
— Medinet Habu „Südwall des ersten Hofes“	112	<i>Düsseldorf</i> , Wohnhaus Cecilienallee (Fritz Becker und E. Kutzner)	26	— Plan der Stadt von Brasch, unmittelbar nach dem Brande von 1787	56
<i>Altona</i> , Wohnhausblock III, Pinneberger Chaussee (Friedrich R. Ostermeyer)	20	<i>Duisburg-Hamborn</i> , Industrieblächen zwischen Wohngebieten	241	— Wiederaufgebaute Bürgerhäuser nach dem Brande von 1787	54, 58, 59 bis 68
<i>Assur</i> , Archaische Ischtartempel	121	<i>Emden</i> , Der Bewegungswiderstand bei der Seeschleuse	50	<i>Oslebshausen</i> , Der Bewegungswiderstand der Schiebetore	51
<i>Babylon</i> , Ruine Kasr, Plan von Koldewey	119	— Der Erz- und Eisenkai im Emdener Hafen	277, 506	<i>Recklinghausen</i> , Polizeipräsidium	185
— Teil der Wohnstadt, Plan von Merkes	119	<i>Essen</i> , im Jahre 1650	256	<i>Remscheid</i> , Polizeiamt	167
<i>Berlin</i> , Der Umbau des Lehrter Stadtbahnhofs	221	— im Jahre 1900	256	<i>Rinteln</i> , Die neue Straßenbrücke über die Weser bei R.	70
— Wohnhausgruppe Prenzlauer Allee (Paul Mebes und Paul Emmerich)	6	— Festsetzung von Grünflächen	245	<i>Sendschirli</i> , Aufnahme von einem Tor (Koldewey)	120
— Wohnhausgruppe „Am Friedrichshain“ (Paul Mebes und Paul Emmerich)	8	— Verdichtung der Bebauung im Zentrum (Citybildung)	244	— Südliches Stadttor	122
— Wohnhausgruppe Grellstr. (Bruno Taut)	11	<i>Gladbeck</i> , Polizeiamt	169	<i>Schwedt a. d. Oder</i> , Die neue Straßenbrücke	125, 198
<i>Berlin-Lichtenberg</i> , Wohnhausblock, Capriviallee (Erwin Gutkind)	12, 15	<i>Göteborg</i> , Rutschung am Stigbergkai	257	<i>Spandau-Haselhorst</i> , Forschungssiedlg. Wettbewerb der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen E. V.	79
<i>Berlin-Neukölln</i> , Wohnhausblock Weser-Innstraße (Paul Mebes und Paul Emmerich)	5	<i>Hamborn</i> , Polizeiamt	165	<i>Sterkrade</i> , Polizeiamt	162
— Wohnhausgruppe Fuldastr. 22/25 (Bruno Taut)	10	<i>Hamburg</i> , Wohnhausgruppe Süderstr. (Friedrich R. Ostermeyer)	17	<i>Stuttgart</i> , Neckarufer-Bebauung, Wettbewerb	155
<i>Berlin-Schmargendorf</i> , Wohnhausblock Hohenzollerndamm (Otto Rudolf Salvisberg)	14	— Wohnhausblock Fuhlsbütteler Straße (Friedrich R. Ostermeyer)	18, 19	<i>Suhl</i> , Polizeidirektion	191
— Wohnhausgruppe Heiligendammstraße (Otto Rudolf Salvisberg)	15	— Wohnhaus Haynstraße (Hans und Oskar Gerson)	21	<i>Vlotho</i> , Die neue Straßenbrücke über die Weser bei V.	70
— Wohnhaus Salzbrunner Straße 46-48 (Otto Rudolf Salvisberg)	16	— Wohnhaus Rothenbaumchaussee (Hans und Oskar Gerson)	22	<i>Waltrop</i> , alter ringförmiger Bebauungsplan	258
<i>Berlin-Tempelhof</i> , Wohnhausgruppe Attilastr. (Paul Mebes und Paul Emmerich)	7	<i>Hamburg-Eppendorf</i> , Wohnh. Loehrs- weg (Hans und Oskar Gerson)	22	— Neuer Wirtschaftsplan	259
<i>Berlin-Wilmersdorf</i> , Wohnhausgruppe Binger Straße (Paul Mebes und Paul Emmerich)	9	<i>Hamm</i> , Polizeidirektion	188	<i>Wien</i> , Wohnhausbauten der Baugruppe Winarskyhof	4
<i>Beuthen</i> , Polizeiamt	192	<i>Kiel</i> , Neuere Städtebauarbeit	291	— Wohnhausblock Bebelhof (K. Ehn)	28
<i>Bochum</i> , Polizeipräsidium	270	— — Binnenhafen mit Schloß	291	— Wohnhausgruppe „Am Fuchsenfeld“ (Heinrich Schmid und Hermann Aichinger)	29
<i>Bochum-Höntrop</i> , Industrie und Siedlung nebeneinander	257	— — Sportplatzanlage	294	— Wohnhausblock Wiedenhoferhof (Josef Frank)	28
<i>Bottrop</i> , Polizeiamt	170	— — Grünflächenplan	295	— Wohnhausgruppe Kreuzgasse (K. Ehn)	27
— Polizeiunterkunft	172	— — Flughafen Kiel-Voßbrook	296	— Wohnhausgruppe Winarsky - Hof Gemeinschaft von 8 Architekten)	27
		— — Aufforstung Vieburg	302		
		— — Aufforstung Projensdorf	305		
		<i>Köln-Mülheim</i> , Wohnhausblock Grünstraße (Wilhelm Riphahn und Caspar Maria Grod)	25		
		<i>München</i> , Wohnhausblock Ganghoferstraße (O. O. Kurz und Herbert)	24		
		— Wohnhausgruppe Rhein-, Mainzer Straße (O. O. Kurz und Herbert)	25		
		<i>Neuruppin</i> als städtebauliches Kunstwerk	55		
		— Entwurfsplan von Brasch zum Wiederaufbau (1787)	57		

III. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite		Seite
<i>Abbäuvorrichtung</i> , Emden, Erz- und Eisenkai	285	<i>Erzgreifer</i> (Demag), Emden, Erz- und Eisenkai	285	— La Motte-Fernand	219
<i>Abflußvorgang</i> , des Regenwassers auf einer geneigten Ebene	175	<i>Forschungsergebnisse</i> , Neuere bodenphysikalische und erdbaumedische F. in den nordischen Ländern	228, 256	— Le Mans, Notre Dame du Prè	220
<i>Architektur</i> , Zwei Hauptströmungen in der romanischen A.	207	<i>Gleiswage</i> , fahrbare	508	— Melle, St. Hilaire	210
<i>Ausgrabungen</i> , Die Technik des Ausgrabens	116	— versenkte	509	— — St. Pierre	216
<i>Bahnhöfe</i> , Berlin, Der Umbau des Lehrter Stadtbahnhofs	221	<i>Großmiethaus</i> s. a. <i>Mehrstockmiethaus</i> . — Die Kulturbedeutung des G.	1	— Mesocco, Sta. Maria del Castello	208
<i>Bewegungsvorrichtungen</i> , <i>Bewegungswiderstand</i> , Die Bewegungs- und Antriebsvorrichtungen an Schiebetoren für neuzeitliche Schiffschleusen	50	<i>Grünflächen</i> , Datteln, Festsetzung von Grünflächen	242	— Mistra	214
<i>Brücken</i> , Rinteln, Die neue Straßenbrücke über die Weser	70, 75	— Essen, desgl.	245	— Montmajour	216
— Schwedt, Die neue Straßenbrücke über die Oder	125, 198	— Kiel, desgl.	295	— Müstail bei Tiefencastel	209
— Vlotho, Die neue Straßenbrücke über die Weser	70, 75	<i>Industriegebiet</i> , Stadtlagerung im Rh.-Westfäl. I.	240	— Prusiasco, St. Carlo	208
<i>Druckluftgründungen</i> , Die neue Straßenbrücke bei Schwedt über die Oder	125, 198	<i>Kaibauten</i> , Emden, Der Erz- und Eisenkai im Emdener Hafen	277, 506	— Reddes	217
<i>Durchlaßöffnungen</i> , Ueber die Bestimmung der Regenwassermengen für die Berechnung von Durchlaßöffnungen	247	<i>Kirchen</i> , <i>romanische</i> , Arles, St. Trophine	216	— St. Gabriel	217
<i>Erdbohrer</i> , Kannebohrer	251	— Casteil, St. Martin de Canigou	217	— St. Genou	212
— Kolbenbohrer	251	— Clussais	210	— St. Lupicin	214
— Schaufelbohrer	251	— Claix	210	<i>Krane</i> , Emden, Bockkrane am Erz- und Eisenkai	287
— Sondenbohrer	250	— Cogniat	215	<i>Laufkatzen</i> , Emden, Erz- und Eisenkai	284
— Zylinderbohrer	251	— Corneilha de Conflant	217	<i>Malereien</i> , <i>Bemalungen</i> , Die Entstehung der Teppichbemalung an altägyptischen Decken und Gewölben	111
		— Corzonesco, St. Remigio	208	<i>Mehrstockmiethaus</i> , Das großstädtische	1
		— Courcôme	211	<i>Polizeiamt</i> Beuthen	192
		— Cruas	218	— Bottrop	170
		— Disentis, Sta. Gada	210	— Buer	186
		— Fort St. André	216	— Gladbeck	169
		— Jazeneuil	215	— Hamborn	165
		— Laize	219	— Remscheid	167
				— Sterkrade	162
				<i>Polizeibauten</i>	159, 185, 265
				<i>Polizeidirektion</i> , Hamm	188
				— Suhl	191
				<i>Polizeigebäude</i> , Dortmund-Hörde	196
				<i>Polizeigefängnis</i> , Dortmund, Steinstr.	194

	Seite		Seite		Seite
<i>Polizeipräsidium</i> , Bodum	270	— Kiel, S. Hof Hammer	299	<i>Wohnhausblock</i> , Altona, Pinneberger	
— Breslau	265	— Kiel-Ellerbeck	501	Chaussee	20
— Recklinghausen	185	<i>Städtebau</i> , Das großstädtische Mehr-		— Berlin, Grellstraße	11
<i>Polizeiunterkunft</i> , Bottrop	172	stockmiethaus	1	— Berlin-Lichtenberg, Capriviallee 12	15
<i>Regenwasser</i> , Der Abflußvorgang des		— Kiel, neuere Städtebauarbeit	291	— Berlin-Neukölln, Weser-Innstraße	5
R. auf einer geneigten Ebene	175	— Neuruppin als städtebauliches		— Berlin-Schmargendorf, Hohenzollern-	
<i>Regenwassermengen</i> , Ueber die Bestim-		Kunstwerk	55	damm	14
mung der R. für die Berechnung		— und Landesplanung in ihrem Zu-		— Hamburg, Fuhsbütteler Straße 18	19
von Durchlaßöffnungen	247	sammenhang mit Wirtschaft und		— Köln-Mülheim, Grünstraße	25
<i>Rutschungen</i> , am Stigbergkai in Göte-		Kultur	255	— München, Ganghoferstraße	24
borg	257	— Spandau-Haselhorst, Forschungs-		— Wien XII, Bebelhof	28
— im Einschnitt Valby 1916	260	siedlung, Wettbewerbsentwürfe	79	— Wien XVII, Wiedenhoferhof	28
<i>Schiebetore</i> , Bestimmung des Verdrän-		— Stuttgart, Wettbewerb Neckarufer-		<i>Wohnhausgruppe</i> , Berlin, „Am Fried-	
gungswiderstandes	41	Bebauung	155	richshain“	8
— Die Bewegungs- und Antriebsvor-		<i>Umbauten</i> , Berlin, U. des Lehrter		— — Prenzlauer Allee	6
richtungen an Sch. für neuzeit-		Stadtbahnhofes	221	— Berlin-Neukölln, Fuldastraße 22/25	10
liche Schiffsschleusen	50	<i>Verladebrücken</i> , Emden, Erz- und		— Berlin-Schmargendorf, Heiligen-	
— Fahrversuche mit Sch.	44	Eisenkai	285, 288	dammer Straße	15
— Fahrwiderstände bei Sch.	59	<i>Wettbewerbe</i> , Spandau-Haselhorst, For-		— Berlin-Tempelhof, Attilastrafe	7
— Lagerung der Sch.	51	schungssiedlung	79	— Berlin-Wilmersdorf, Binger Straße	9
— Torantrieb der Sch.	55	— Stuttgart, Neckarufer-Bebauung	155	— Hamburg, Süderstraße	17
— Torwagen der Sch.	52	<i>Wohnhaus</i> , Berlin-Schmargendorf,		— München, Rhein-Mainzer-Straße	25
— Wasserwiderstand bei Sch.	40	Salzbrunner Straße 46—48	16	— Wien XII, Am Fuchsenfeld	29
<i>Schiffsschleusen</i> , Die Bewegungs- und		— Düsseldorf, Cecilienallee	26	— Wien XVIII, Kreuzgasse	27
Antriebsvorrichtungen an Schiebet-		— Hamburg, Haynstraße	21	— Wien XX, Winarsky-Hof	27
oren für neuzeitliche Sch.	50	— — Rothenbaumchaussee	22	— Kiel, Hohenzollernring	298
— bei Holtenau	51, 295	— Hamburg-Eppendorf, Lochrsweg	22		
<i>Siedlungen</i> s. a. <i>Städtebau</i> .					

IV. Zeitliche Folge der Aufsätze.

A. Hochbau.

	Seite
Heft 1/2: Das großstädtische Mehrstockmiethaus. Mit einer Einführung von Privatdozent Dr.-Ing. Karl H. Brunner, Wien „Die Kulturbedeutung des Großmiethauses“	1
Heft 5: Neuruppin als städtebauliches Kunstwerk. Von Regierungsbaurat Neumann, Neuruppin	55
Heft 4: Forschungssiedlung Spandau-Haselhorst Wettbewerb der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen E. V.	
I. Allgemeine Betrachtungen zum Wettbewerb. Von Magistrats-Oberbaurat Koeppen, Berlin	79
II. Das Ergebnis des Wettbewerbs	85
Heft 5: Die Entstehung der Teppichbemalung an altägyptischen Decken und Gewölbten. Von Ludwig Borchardt	111
Die Technik des Ausgrabens. Von Prof. Dr. W. Andrae, Berlin	116
Heft 6: Wettbewerb Neckarufer-Bebauung Stuttgart.	
I. Der Wettbewerb unter dem Gesichtspunkt der Stadtgestaltung. Von Professor H. Wetzel, Stuttgart	155
II. Die Bedeutung des Wettbewerbs nach den ingenieurtechnischen Gesichtspunkten. Von Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Karl Späth, Stadtbaurat in Stuttgart	141
Heft 7 und 8: Polizeibauten. Von Ministerialrat Dammeier	159, 185
Heft 9: Zwei Hauptströmungen in der romanischen Architektur. Von Peter Meyer, Zürich	207
Heft 10: Städtebau und Landesplanung in ihrem Zusammenhang mit Wirtschaft und Kultur. Von Dr.-Ing. Ph. A. Rappaport, erster Beigeordneter des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, Essen	255
Heft 11: Polizeibauten. Von Ministerialrat Dammeier	265
I. Neubau des Polizeipräsidiums in Breslau.	
II. Neubau des Polizeipräsidiums in Bochum.	
Heft 12: Neuere Städtebauarbeit der Stadt Kiel. Von Dr.-Ing. Hahn, technischer Stadtrat, Kiel	291

B. Ingenieurbau.

Heft 1/2: Die Bewegungs- und Antriebsvorrichtungen an Schiebetoren für neuzeitliche Schiffsschleusen und ein Beitrag zur Frage des Bewegungswiderstandes. Von Oberingenieur Karl Meyer, Zweibrücken	50
Heft 5: Die neuen Straßenbrücken über die Weser bei Rinieln und Vlotho. Von Regierungs- und Baurat Fechner, Berlin	70
Heft 5 und 8: Die neue Straßenbrücke bei Schwedt über die Oder. Ein Beispiel für die Ausführung von Druckluftgründungen in der norddeutschen Tiefebene. Von Regierungsbaurat Dr.-Ing. A. Freund, Leiter des Neubauamtes für Brückenbau in Schwedt	125, 198
Heft 7: Der Abflußvorgang des Regenwassers auf einer geneigten Ebene. Von Alfred Vitols, Riga	175
Heft 9: Der Umbau des Lehrter Stadtbahnhofes in Berlin. Von Regierungsbaurat a. D. Reichsbahnrat J. Kuhnke, Berlin	221
Heft 9 und 10: Neuere bodenphysikalische und erdbaumechanische Forschungsergebnisse in den nordischen Ländern. Von D.-Ing. P. Neményi, Berlin	228, 256
Heft 10: Ueber die Bestimmung der Regenwassermengen für die Berechnung von Durchlaßöffnungen. Von Dr.-Ing. Alfred Vitols, Professor an der Lettländischen Universität zu Riga	247
Heft 11 und 12: Der Erz- und Eisenkai im Emdener Hafen. Von Regierungsbaurat L. Schulze, Emden	277, 506

Berichtigungen.

Seite 122, statt Stasttor lies Stadttor.	Seite 182, Berichtigung zu Seite 154 u. 155.
Seite 154, Berichtigung zu Seite 107 u. 110.	Seite 262, Berichtigung zu Seite 255 u. 254,





*Wohnhausgruppe Hauptstraße und Voßbergstraße, Berlin-Schöneberg.
Architekten Prof. Paul Mebes und Regierungsbaumeister a. D. Paul Emmerich, Berlin.*

DAS GROSSTÄDTISCHE MEHRSTOCKMIETHAUS.

Zeitschrift für Bauwesen. 79. Jahrgang 1929. Heft 1 und 2.

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

HERAUSGEGEBEN IM PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTLITER: INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS · HOCHBAU Dr.-Ing. GUSTAV LAMPMANN

79. JAHRGANG

BERLIN, JANUAR/FEBRUAR 1929

HEFT 1 und 2

Alle Rechte vorbehalten.

Das großstädtische Mehrstockmiethaus.

Vorbemerkung der Schriftleitung.

Das vorliegende Heft hat nicht die Absicht, in dem Meinungskampf zwischen Hochbau und Flachbau Stellung zu nehmen zugunsten einer dieser Formen des städtischen Wohnungsbaues. Dieser Streit kommt vielleicht deswegen nicht zur Ruhe und zur Klärung, weil er um Grundsätze geführt wird. Es entsteht der Eindruck, als ob dabei zu ausschließlich bestimmte wirtschafts- und sozialpolitische Ziele betrachtet würden, während die technisch-praktische Seite der Frage, die nach der Bedeutung des Großmiethauses für den rationalen Gesamtaufbau der Großstadt zurücktritt. Es darf indessen als sicher angenommen werden, daß in Großstädten — von Weltstädten zu schweigen — das vielstöckige Miethaus nicht wird entbehrt werden können. Und zwar nicht nur als Uebergangsmaßnahme, die durch bestehende wirtschaftliche, rechtliche, politische oder örtliche Verhältnisse bedingt ist, ebensowenig nur als Gegenstand kapitalistischer Wirtschaftsbetätigung, sondern als funktionell notwendiges Glied im Großstadtorganismus überhaupt.

Unter dieser Voraussetzung erscheint es gerechtfertigt, einen Ueberblick über den Stand der Bemühungen um die Gestaltung des heutigen Großmiethauses zu versuchen. Die nachfolgende Zusammenstellung will dabei keineswegs irgendwelche Vollständigkeit, auch nicht die der Typen. Es soll nur versucht werden, ein Bild zu geben von der geistig-künstlerischen Einstellung zum Typ des Großmiethauses überhaupt. Die Beispiele sind nicht auf bestimmte Wohnungstypen beschränkt, sondern von der Klein- und Kleinstwohnung anfangend bis zur herrschaftlichen Stockwerkswohnung ausgewählt.

Der Vergleich dieser Beispiele scheint zu der Annahme zu berechtigen, daß in Deutschland gerade bei dem Kleinwohnungsmiethaus die schlimme Ahnherrschaft der Spekulations-Mietkaserne immer mehr überwunden wird. Mehr noch als in den Grundrissen, die noch viel zu wünschen übriglassen, zeigt sich das im Aeußern. Während noch die Mehrzahl der Wiener Bauten es nicht verschmäht, aus der Massenhäufung von Ein- und Zweizimmerwohnungen Palastaspekte und dekorative Bauplastik zu formen, überwiegt in Deutschland bei diesen Wohnungstypen die schlichte Gestaltung unter freimütiger und sachlicher Betonung des baulichen Inhalts. Man hat sozusagen den Mut zur „Mietkaserne“ wiedergefunden, weil sie ebensowenig etwas Minderewertiges zu sein braucht, wie es die Kaserne an sich nicht ist. Vielleicht ist es kennzeichnend für diese Entwicklung, daß die „hochherrschaftlichen“ Wohnhäuser — in der Grundrißbildung wie in ungehöriger Aufklebornamentik an den Fassaden — nicht selten die Merkmale des zur Mietkaserne im schlechten Sinne mißbrauchten Typs des Großmiethauses zu konservieren trachten.

Dr. G. L.

DIE KULTURBEDEUTUNG DES GROSSMIETHAUSES.

Von Privatdozent Dr.-Ing. Karl H. Brunner, Wien.

Um in den Erörterungen über das mehrgeschossige Mietwohnungshaus seiner Bestimmung im Rahmen unserer heutigen Kultur- und Wirtschaftslage gerecht zu werden, bedarf es einer vielseitigen Betrachtung. Sowohl die allein architektonische als auch etwa allein technische Auffassung muß so lange einseitig bleiben, als nicht auch die sozialwirtschaftliche Bestimmung dieses Bautyps, wie auch das System seiner Finanzierung Gegenstand der Untersuchung bildet.

Wir können uns die Großstädte heutigen Charakters nicht anders als durch eine weitgehende Arbeitsteilung erklären, die sich auf allen Gebieten der Kultur, der Wirtschaft, des Verkehrs auswirkt, zu dem Zwecke, die Arbeitskraft des einzelnen möglichst ungeschmälert demjenigen Ausschnitte an dem Gesamtbetriebe der Großstadt zu sichern, dem sie sich kraft seines Berufes unmittelbar zu-

wendet. Diese weitgehende Arbeitsteilung drückt sich besonders deutlich bei den großstädtischen Haushaltsführungen aus, welche von den Sorgen um so manche dauernd wiederkehrende oder tägliche Arbeitsverrichtung befreit, durch den Fortschritt der Konsumorganisationen in der Belieferung mit Haushaltungs- und Lebensmittelbedürfnissen auf einfachste Weise versorgt, durch Bereitstellung der erforderlichen energetischen Wirtschaftsbehelfe (elektr. Licht, Gas, Zentralheizung), durch zentrale Wäschereianlagen usw. auf ein Minimum des Aufwandes an Zeit und Mühe eingeschränkt werden.

Mit dieser Befreiung des Großstädtlers von alltäglichen wiederkehrenden, im allgemeinen unproduktiven physischen Mühen, geht ein Aufbau der kulturellen und Verkehrsorganisation der Großstädte einher, welcher einem jeden die Teilnahme an den produktiven Arbeitsprozessen

der Großstadt, an ihrem reich ausgebauten Bildungswesen sowie an ihren Darbietungen für Spiel, Sport und allgemeine Erholung ermöglichen will.

In all diesen Dingen ergibt sich ein wesentlicher Gegensatz zwischen dem Ausnützungsgrad dieser Einrichtungen, je nachdem die Bevölkerung zum Großteil in „mechanisierten“ Mietwohnungen oder in weiträumigen Eigenheimen untergebracht ist. Freilich wirkt sich diese Verschiedenheit in bedeutendem Maße auch im Familienleben aus, für welches im Eigenheim mit Garten im Vorlande der Stadt zumindest grundsätzlich die Möglichkeiten zu beschaulicher Geschlossenheit gegeben sind. Es fragt sich nur, ob in unserer Zeit des stark gesunkenen Volkseinkommens diese Möglichkeit auch nur in halbwegs nennenswertem Maße genützt werden kann, ob die verlängerten und vermehrten Arbeitswege, die Sorge um die Instandhaltung des Hauses und um die Bewirtschaftung des Gartens die Vorteile des Eigenheimes nicht überwiegen.

Wiewohl diese Gegensätze ein Problem für sich umschließen, sei doch einiges dazu gesagt; vor allem: die Wiederherstellung der äußeren Komponenten des Wohlbehagens, des eigenen Hauses mit eigenem Garten, genügt noch nicht, um ein zufriedeneres, gesünderes und glücklicheres Volk heranzuziehen. Erst wenn die Lebenshaltung der Familien gehoben werden kann, die Not in ihren zahllosen Formen von der Schwelle des Eigenheimes weicht, wird sein Rahmen den zugestimmten Inhalt bekommen! Wir dürfen auch nicht vergessen, daß wir uns nicht im Zeitalter des Gartenidylls, sondern in einer bewegten, raschlebigen Epoche befinden, in welcher Wandertouristik und Körpersport herrschen. Beide Formen des Naturgenusses entsprechen dem Drange des Städters nach freier, ursprünglicher Natur, aber in ganz verschiedenem Maße.

Es gibt unter den Malern Freunde des Stillebens, des Idylls, und solche der weiten Ausblicke, der Bewegung. Es gibt unter den Aerzten Spezialisten für einzelne Organe und solche für weitschauende, großzügige Therapie. Und es gibt Beamte von unübertrefflicher Gründlichkeit im einzelnen, im umschriebenen Ressort, und solche mit Führergabe, mit dem Sinn aufs Ganze. Wir verstehen es aus der grundsätzlichen Sinnesart der Menschen, die unter verschiedenen Gesichtskreisen leben, daß sie zu ein und derselben Frage eine durchaus verschiedene Einstellung haben. So auch zur Natur: Der Gärtner ist nicht Hochtourist, der Wanderer von Gottes Gnaden kein verlässlicher, steter Landwirt, der Sporttüchtige überhaupt nicht selbsthaft. Das sind Verschiedenheiten, die wir alle kennen und die wir psychologisch und soziologisch begründen können. Der Blick des gebildeten Städters, des geistigen Arbeiters ist geweitet, ihn hat Eisenbahn, Presse, Weltverkehr zu einem anderen Menschen gemacht, als es die Vorväter waren. Er vermag die Natur nicht mehr allein am Werden der Gartenpflanze, an eigener, mühseliger Bodenarbeit zu erleben, er sucht die Natur in der Landschaft, bei Wanderung und Reise. Dieser neue Städter ist darum nicht, wie es so oft heißt, heimatlos; er fühlt nur die Heimat nicht mehr im engen Bezirk — wie der Bauer heute noch im Gau —, sondern in der Kulturgemeinschaft seines Volkes, in seinem Heimatlande schlechthin. Er bedarf als Unterpfeiler seines Heimatgefühles nicht mehr eines unmittelbaren Anteiles an Grund und Boden, der ihn an der Scholle festhält, sondern im Gegenteil eher eines Freibriefes auf die Verkehrswege, Sport- und Erholungsplätze, ja sogar auf die Berghütten seines Vaterlandes.

Die moderne Sozialfürsorge verlangt denn auch eine Fülle von Einrichtungen für Körper- und Geisteskultur, für sportliche Betätigung und Erholung, Anlagen, deren Herstellung und Erhaltung naturgemäß die Öffentlichkeit belastet, deren Kosten aus den Ueberschüssen der Volkswirtschaft bestritten werden müssen. Wir können in der neuen „Grünlandpolitik“ eine mehr kollektive Art der Gesundheitsvorkehrungen, der dem Großstädter

wiederzugebenden Naturverbundenheit erkennen, in der Eigenheimbewegung hingegen, die jeder Familie den eigenen Hausgarten sichern will, die andere, mehr individuelle Wohlfahrtspolitik sehen. Beide Arten stellen gegenüber dem bisherigen Vorgang, der skrupellosen Häufung der Miethäuser in parkarmen, gartenleeren Bezirken, eine beträchtliche Mehrbelastung der öffentlichen Fürsorge und damit der Volkswirtschaft dar. Es entsteht nun die Frage, wieweit die heutigen und für die nächsten Jahrzehnte voraussehbaren Verhältnisse eine lebhaftere Betätigung beider Richtungen werden tragen können. Die Frage wird sich nicht nach dieser oder jener Ansicht einzelner Fachleute, sondern einzig aus der Volkswirtschaft heraus beantworten.

Diese Ueberlegungen führen zur Frage der Finanzierung. Aber nicht zur Erörterung, ob Hauszinssteuerhypotheken für zweite Sätze bei Eigenheimen bis 80, 90 oder 100 vH gegeben werden, ob sie niedrig oder gar nicht verzinst werden sollen, sondern in dem Sinne, ob dem Wirtschaftsertrage die Aufbringung von Baukostenmitteln ohne örtliche und zeitliche Zuordnung der Bauenden zu ihrem Wirtschaftsgebiet überhaupt ohne weiteres zugemutet werden kann.

Ehemals saßen in einem Gemeinwesen hundert oder tausend Wirtschaftler beisammen; ihre Tätigkeit warf Ueberschüsse ab, das Sparkapital wuchs und stellte nach Maßgabe der vermehrten Arbeitskräfte auch vermehrte Baugeldmittel zur Verfügung. Es war der wesentlichste Ansporn der jüngeren Mitglieder dieser Wirtschaftseinheit, zu einem eigenen Heim zu gelangen, und sie warteten Jahrzehnte darauf, um es sich zu schaffen. Heute sind diese Zusammenhänge verwischt, die Großstädte haben eine jährliche Zuwanderung von Zehntausenden aufzunehmen, die Bedingungen der Beleihung mit Hauszinssteuermitteln fragen nicht nach der Dauer der Ansässigkeit und dem Maß der produktiven Mitarbeit des Bauwerbers am Wirtschaftsertrag. Die Zusammenhänge sind heute in der Tat nicht mehr aufspürbar, und so muß die öffentliche Verwaltung den Nachweis umwerten in die vom Bauenden präsentierten privaten Mittel. In der Zahl und Höhe der privaten Bausparbeträge liegt der Schlüssel zur Frage, wie viele Wohnungen in Eigenheimen, wie viele in Miethäusern zu schaffen sind.

Es heißt den gesunden Untergrund des sozialen Auftriebes auf den Kopf stellen, wenn nicht die Höhe des privaten Kostenbeitrages, sondern der Zufall den Erwerb eines Eigenheimes entscheidet.

Diese flüchtigen Ueberlegungen sollen nur die Feststellung erhärten, daß bei der heutigen Wirtschaftslage deutscher Lande notwendig die weitaus überwiegende Zahl der mit öffentlicher Beihilfe entstehenden Wohnungen in mehrgeschossigen Miethäusern entstehen müßte. Ihre Gestaltung hat in den Nachkriegsjahren derartige Fortschritte gemacht, daß wir diese Feststellung nicht resigniert hinnehmen müssen, sondern in den Mietwohnungsbauten der Gegenwart ein Aktivum unserer Kultur erblicken dürfen.

Hier aber beginnen nun die Bedingungen, unter welchen allein der Bautyp des mehrgeschossigen Mietwohnungshauses seiner kulturellen Aufgabe gerecht werden kann.

Wenn wir uns heute dieser Frage zuwenden, gehen wir in der Aufstellung der Forderungen gar nicht mehr von der einzelnen Baueinheit, vom einzelnen Miethause aus, wir denken nicht individualistisch, sondern soziologisch, vom Raumgebilde der Gemeinschaft ausgehend; wir denken an den Wohnbezirk als Bestandteil der gesamten Stadt, also grundsätzlich städtebaulich. Wir begrenzen den Wohnbezirk vor allem gegenüber anders gearteten Nachbarbezirken, wir scheiden Wohn- und Industriegelände, gewerbliche oder doch von gewerblichen Betrieben durchsetzte Gebiete, Park- und Kleingartengebiete und natürliches Dauer-Grünland. Innerhalb des so umschlossenen Wohngebietes stellen wir sodann an seine

Aufteilung und Ausgestaltung die nachbenannten städtebaulichen Forderungen:

1. **Trennung der Wohnstraßen vom Verkehr.** Diese Trennung setzt ein klares System der Aufteilungsstraßen des Geländes und des gesamten Verkehrsnetzes voraus. Hierbei wird naturgemäß nicht nur der bereits vorhandene, aus den inneren Bezirken sich verteilende Geschäftsverkehr und die Verkehrssteigerung durch das neue Wohnviertel, sondern ebenso auch das für die späterhin anschließenden Stadterweiterungsgebiete voraussehbare Verkehrsbedürfnis berücksichtigt. Rasenstreifen, in das Profil einiger Hauptstraßenzüge eingelegt, ermöglichen späterhin die Verbreiterung der Fahrbahn, das Einlegen von Fernverkehrsmitteln usw. Diese Trennung der Wohn- und Verkehrsstraßen soll nicht nur Ruhe und Staubfreiheit der Wohnlagen gewährleisten, sondern auch eine Beschränkung der kostspieligen, auf schwere Inanspruchnahme berechneten Straßenbefestigungsarten auf die ausgesprochene Verkehrsfläche und demgegenüber eine leichtere Ausstattung der internen Verkehrswege und insbesondere der ausgesprochenen Wohnstraßen ermöglichen.

2. **Freihaltung von Grünflächen.** Die modernen Stadterweiterungsplanungen der Nachkriegszeit weisen durchweg eine großzügige Berücksichtigung des großstädtischen Grünflächenbedarfes auf. An Stelle der vormaligen, systemlos zersplitterten Kleinparkanlagen werden zusammenhängende Grünstreifen geschaffen, welche sich in Erholungsflächen und Spielplätze teilen und ein wirksames Luftreservoir bilden. Diese Anlagen werden im Außengebiet, woselbst außerdem die großen Sportgelände sowie auch Friedhöfe in ihr System einbezogen werden, in das mit Bauverbot belegte Dauergrüngebiet (Kleingarten- und Ackergerelände) übergeführt.

Innerhalb der einzelnen Wohnbezirke ergibt sich, abgesehen von der dort gebotenen, gegenüber früheren Gepflogenheiten aufgelockerten Verbauung, die Notwendigkeit der Anordnung von Spielplätzen für die noch der Aufsicht bedürftige Jugend.

3. **Abstufung der Verbauungshöhen.** Indem nun das schon umhegte Gebiet innerhalb der Zonen der geschlossenen mehrgeschossigen Bauweise seinen Bebauungsplan erhält, bedarf es zugleich einer nach vielerlei Gesichtspunkten vor sich gehenden Umschreibung der zulässigen Verbauungshöhen. Dies geschieht in modernen Stadtverwaltungen fast ausschließlich in der Form von räumlichen Modellen, die zugleich ein raumkünstlerisches Rahmenprogramm für die Verbauung des Bezirkes bieten, in das sich sodann die Planung des einzelnen Blocks, der einzelnen Wohnbauten einzufügen hat. Es sei nur nebenbei bemerkt, daß in diesen Modellen, besser gesagt bereits im Aufschließungsplane, die Anordnung der erforderlichen und für die Zukunft vorzubereitenden, öffentlichen Gebäude grundsätzlich vorgesehen werden.

Was die Festsetzung der Verbauungshöhen anbelangt, so ist diese mit der allgemeinen, in der Bauklasse bereits enthaltenen Bestimmung nicht abgetan. Ueberall ergibt sich beim praktischen Ausbau solcher Wohnbezirke die Notwendigkeit der Abstufung innerhalb der Bauklasse, welche durch Ausnahmebestimmungen zu ermöglichen ist, und im wesentlichen von dem Gesichtspunkte ausgeht, daß breite Straßen und Randgebiete gegen freie Flächen höher verbaut werden dürfen als die sonstigen Innenflächen. Eine derartige Ueberhöhung kann auch dort zugestanden werden, wo bei einheitlicher Gesamtplanung innerhalb des Wohnbezirkes eine große freie Fläche geschaffen wird, für deren Umsäumung zur Wettmachung des Verlustes an bebaubarer Fläche eine Vermehrung der Geschößzahlen zu gestatten ist.

In diesem Belange kann sich andererseits aus den im nachfolgenden Punkte zu erörternden Rücksichten eine Aenderung ergeben insofern, als bei rings umschlossener Blockverbauung eine Abstufung der Verbauungshöhen nach der Südseite hin vorteilhaft ist. Als ein glücklich ge-

staltetes Beispiel dieser Art sei die Siedlung Hannover-Kleefeld genannt, die am Südrand der Blöcke bloß zweigeschossig, in den Querstraßen dreigeschossig und nur im Hintergrunde der Blöcke, an deren Nordseite, viergeschossig verbaut ist.

4. **Orientierung der Trakte.** Eine der wichtigsten städtebaulichen Forderungen an die Planung der Wohnbauanlagen ist die Rücksichtnahme auf die Himmelsrichtung bei Anordnung der Trakte, wobei diese richtigerweise nur im engsten Zusammenhange mit den Bautypen, d. h. mit den Grundrissen der neu zu bauenden Wohnungen vor sich gehen kann.

Wiewohl die Südlage der Fronten wegen der wirksamen Besonnung im Winter, des steilen Einfalls der Strahlen im Sommer die weitaus wertvollste ist, so kann sie bei mehrgeschossigen Miethäusern wegen der mangelhaften Besonnung der Nordseite (nur im Hochsommer) nur vorgesehen werden bei geringen Trakttiefen, bei Entfall von Fluren zwischen den südseitigen und den entgegengesetzten Räumen, bei Vorhandensein von Verbindungstüren, weiter aber auch nur dann, wenn die gegenüberliegende Hausreihe eine Entfernung gleich ihrer vierfachen Höhe hat, da sonst die unteren Geschosse der beprochnen Südfront im Winter keine Besonnung erhalten.

Wo die eben genannten Bedingungen nicht erfüllt sind, insbesondere aber dort, wo wegen der Kleinheit der einzelnen Wohnungstypen und der gebotenen Sparsamkeit bloß einseitig orientierte Wohnungen geschaffen werden (wie z. B. bei den sogenannten „Vierspannern“, welche vier Wohnungen pro Geschöß, also je zwei nach beiden Fronten, aufweisen), dort bildet die Ost- und Westfront des Wohntraktes, folglich die Hausreihe, in nord-südlicher Richtung die einzig vorgegebene Orientierung. Hierbei bedarf es jedoch noch häufig einer Ablenkung gegen den Nordpfeil insofern, als keine Front ausgesprochen nach der Wetterseite fallen soll. Abgesehen von vorstehenden Ueberlegungen ergibt sich jedoch schon aus Gründen der besseren Ausnützung der Tiefbauanlagen die Notwendigkeit, zumindest in eingeschränktem Maße fallweise auch die Querrichtung zu verbauen. Dies soll jedoch in der Art geschehen, daß dadurch der Einfall der Sonnenstrahlen aus der Südrichtung in den Block tunlichst nicht gehindert wird (siehe Punkt 3) und daß beim Anschluß des Querktraktes an die N-S-Reihen nicht dauernd Schlagschattenwirkungen entstehen, die eine Besonnung überhaupt ausschließen.

5. **Gleichwertige Gestaltung der Fronten.** Die Neugestaltung des Wohnungsgrundrisses, welche keinen Unterschied mehr kennt zwischen „Repräsentationsräumen“ und minderwertigeren Nebenräumen, und im besonderen das erhöhte Augenmerk, das der Ausstattung der Küche zugewendet wird, führt von selbst dazu, daß Straßen- und Hofseite des Wohnungsbaues gleichwertigen Charakter bekommt. Diese Entwicklung ist andererseits auch darin begründet, daß bei einheitlicher Gestaltung auch in den Wohnhöfen zusammenhängende Raumbilder entstehen, welche von sich aus eine würdige Gestaltung verlangen. Es verwischt sich somit der Gegensatz zwischen „Vorder- und Rückfront“ zugunsten einer vollwertigen Ausgestaltung aller Gebäudefronten.

6. **Querdurchlüftbarkeit der Wohnungen.** Diese Forderung, welche vom Städtebaulichen bereits ganz in die Hygiene des Wohnungsbaues überleitet, ist vollkommen nur bei der Wohnungslage nach zwei Fronten erfüllt. Eine nicht voll befriedigende Annäherung daran bilden die Uebereckbelüftungen und die vielgeübte einseitige Lage von Mittelwohnungen jenseits des Stiegenhauses. Wenn solche Anordnungen aus wirtschaftlichen Gründen mitunter unvermeidlich sind, so dürfen doch einseitig gelegene Wohnungen keinesfalls nach Norden oder gegen die Wetterseite gerichtet sein.

7. **Wohnungsergänzung.** Die Wirtschaftlichkeit des großstädtischen Wohnungsbaues als auch die des Haushaltsbetriebes gebietet die Herausnahme aller jener

Tätigkeiten aus dem Betriebe der einzelnen Wohnung, welche dort besonderen Raum beanspruchen und vorteilhafterweise zusammengefaßt werden. Hierher fällt vor allem der gesamte Wäschereibetrieb, der in großen, einheitlich verwalteten Mietwohnungsanlagen in eine eigene, mit Maschinen und Trockenkammern neuzeitlich ausgestattete Wäscherei zu verlegen ist. Bis zu einem gewissen Grade trifft dasselbe für die Badeeinrichtungen zu, welche die Klein- und Kleinstwohnung unverhältnismäßig verteuern und ihren Wohnraum beschränken, zu einer gemeinsamen Badeanlage vereinigt jedoch auch im Betriebe ökonomischer sind. Wenn auch bisher derartige zentrale Badeanlagen noch nicht allzu häufig geschaffen wurden und man noch an der Badeeinrichtung innerhalb des Wohnungsverschlusses festhält, so ist doch vorauszusehen, daß bei andauernder gebotener Wirtschaftlichkeit im Wohnungsbau in Zukunft die zentrale Anlage überwiegen wird. Auch bildet es eine weitere Entlastung des Haushaltes, wenn die Bäder außerhalb desselben genommen werden. In diese Einrichtungen fallen weiter auch die Zentralheizungen, Müll- und sonstige gemeinsame Abstellräume, insbesondere für Fahrräder zu ebener Erde.

Es ist bekannt, daß auch die Errichtung von Lebensmittelvertriebsstellen auf konsumgenossenschaftlicher Grundlage innerhalb der einzelnen großen Wohnbaugruppen die Haushaltsführung wesentlich erleichtert. Es ist daher die Anlage solcher Betriebe mit dem notwendigen Einlagerungsräumen bereits in der Planung vorzusehen.

8. Wohlfahrtseinrichtungen. Abgesehen von den im vorhergehenden Punkte genannten Haushalts erleichterungen bedarf es in Großwohnungsanlagen für die arbeitende Bevölkerung noch einer Ergänzung der Einrichtungen in wohlfahrtspolitischer Hinsicht. In diese Gruppen fallen die Tagesheimstätten für Kleinkinder und die Kindergärten, Beratungsstellen und Lesehallen sowie alle sonstigen Anlagen der Sozialfürsorge.

Wiewohl in dem Maße ihres Ausbaues sehr darauf Bedacht zu nehmen ist, den Inhalt des Familienlebens

selbst nicht zu untergraben, ist ihre Einführung innerhalb dieser Grenzen doch als ein außerordentlicher Fortschritt der Großstadtkultur zu werten. Die eingangs genannte Arbeitsteilung, die im Wettkampf der Nationen notwendige Steigerung der Arbeitsintensität jedes einzelnen Erwerbstätigen muß in sozialen Hilfeleistungen ihr Gegengewicht finden, um erträglich und produktiv zu sein.

Im einzelnen großstädtischen Mietwohnungsbau selbst wirken sich allerdings nur Ausläufer dieser Sozialfürsorge aus, da es hier nicht so sehr auf ihre unmittelbare räumliche Eingliederung im einzelnen Bau, als vielmehr darauf ankommt, daß das ganze Wohngebiet der hilfsbedürftigen Schichten der Bevölkerung, also auch das Altwohnungsgebiet, von derartigen Wohlfahrtseinrichtungen durchsetzt werde.

Die aufgezählten Punkte können jeder Kommunalverwaltung einen Gradmesser darbieten für die Überprüfung ihrer auf das mehrgeschossige Miethaus bezug habenden Baupolitik. Hier sei abschließend eine derartige Bilanz für die vielbesprochenen Wiener Volkswohnbauten angedeutet. Sie ist leicht gekennzeichnet: die Erfüllung der aufgestellten Forderungen steigert sich im Beispiele der Stadt Wien nach der hier eingehaltenen Reihenfolge — und dieser Umstand ist kein Zufall. Folgt die obige Aufstellung einem Gedankengang vom Städtebaulichen zum Wohnbautechnischen und Wohnbauhygienischen, sodann zum Wirtschaftlichen und Sozialen, so wird bei der Gestion der Wiener Wohnbaupolitik der Schwerpunkt des Geleisteten begrifflicherweise in den letzteren Belangen liegen, die ihre Leitgedanken bilden. Die Wohnbautätigkeit der Gemeinde Wien ist Ausfluß ihres sozialpolitischen Programms, dessen technische Ausföhrung nun erst schrittweise der städtebaulichen Reife zustrebt. Unter den zahlreichen Baugruppen ist die schlichte, geläuterte Art der Zeilenverbauung noch gar nicht vertreten, während im Gegenteil vielfach eine architektonische Repräsentation gepflegt wird, deren Einschränkung nottäte, um dem Wesen der Aufgabe gerecht zu werden und ein Optimum der Leistungen zu erzielen.



Wiener Wohnhausbauten aus den Jahren 1923 bis 1925.
Rechts oben die Baugruppe Winarskyhof.

Aufnahme Wilhelm Wagner, Wien III.



Ansicht von der Gartenseite.

Aufnahme: Paul Schulz, Berlin-Neukölln.

Bauherr: Beamten - Wohnungs - Verein
Berlin-Neukölln, G. m. b. H.

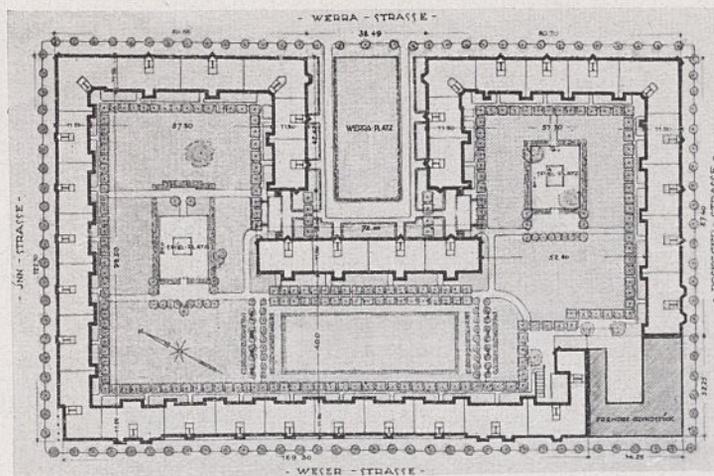
Bauzeit: 1924 bis 1926.

Zahl der Wohnungen: 506, davon 2 mit
1 Z, 26 mit 1 Z u. Ka, 8 mit 2 Z, 168
mit 2 Z u. Ka, 8 mit 3 Z, 84 mit 3 Z
u. Ka, 2 mit 4 Z, 7 mit 4 Z u. Ka,
1 mit 4 Z u. 2 Ka, 1 Laden.

Geschoßhöhen: 3,24 m.

Baumaterialien: Putzbau mit Rohbau-
bändern und -sockel, Holzbalken-
decken; Keller, Küchen, Bäder Massiv-
decken.

Gemeinschaftsanlagen: Kindergarten.



Lageplan.

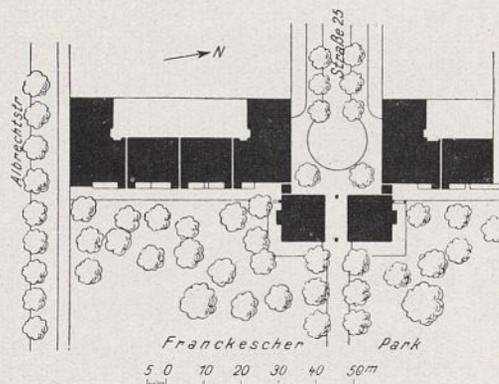
WOHNHAUSBLOCK WESER-INNSTRASSE, BERLIN-NEUKÖLLN.

Architekten: Prof. Paul Mebes und Regierungsbaumeister a. D. Paul Emmerich. Berlin.

Aufnahme: Architekt Paul Schulz, Berlin-Neukölln.

WOHNHAUSGRUPPE FRANCKE-PARK, BERLIN-WILMERSDORF.

Architekten: Prof. Paul Mebes und Regierungsbaumeister a. D. Paul Emmerich, Berlin.



Bauherr: Heimstättensiedlung Berlin-Wilmersdorf gem. Akt.-Ges.

Bauzeit: 1926.

Zahl der Wohnungen: 75, davon 15 mit 2 Z, 29 mit 2 Z u. Ka, 11 mit 3 Z, 14 mit 3 Z u. Ka, 1 mit 3 Z u. 2 Ka, 7 mit 4 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 3,20 m.

Baumaterialien: Putzbau, Ziegeldach, Holzbalkendecken.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.

WOHNHAUSGRUPPE KNIEPHOF-STRASSE, BERLIN-STEGLITZ.

Architekten wie oben.

Bauherr: Heimat, Wohnungsbaugesellschaft m. b. H.

Bauzeit: 1925.

Zahl der Wohnungen: 175, davon 1 mit 1 Z u. Ka (50 qm), 3 mit 2 Z (65 qm), 81 mit 2 Z u. Ka (70 qm), 4 mit 3 Z (85 qm), 80 mit 3 Z u. Ka (90 qm), 6 mit 4 Z u. Ka (115 qm).

Geschoßhöhen: 3,10 m.

Baumaterialien: Kellenputzbau, Sockel, geteilter Backstein mit weißen Fugen, Holzbalkendecken.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung. Randbebauung.

Bauherr: „Degemo“, Berlin-Schöneberg. Bauzeit: 1927.

Zahl der Wohnungen: 155, davon 6 mit 1 Z u. Ka, 1 mit 1 Z u. 2 K, 6 mit 2 Z, 110 mit 2 Z u. Ka, 1 mit 2 Z u. 2 Ka, 6 mit 3 Z und 5 mit 3 Z u. Ka.

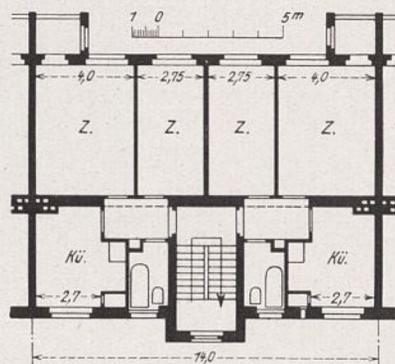
Geschoßhöhen: 3,24 m.

Baumaterialien: wie Kniephofstraße.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.

Gemeinschaftsanlagen: Zentralwaschküche.

Randbebauung.



WOHNHAUSGRUPPE PRENZLAUER ALLEE, BERLIN.

Architekten wie oben.



Wohnhausgruppe Franckepark.



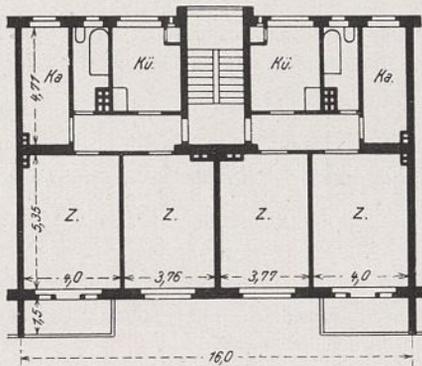
Wohnhausgruppe Kniephofstraße (oben), Prenzlauer Allee (unten).



BERLIN

WOHNHAUSGRUPPE KISSINGEN-STRASSE, BERLIN-PANKOW.

Architekten: Prof. Paul Mebes und
Regierungsbaumeister a. D.
Paul Emmerich, Berlin.



Bauherr: Beamten - Wohnungs - Verein
Neukölln, G. m. b. H.

Bauzeit: 1925 und 1926.

Zahl der Wohnungen: 80, davon 44 mit
2 Z u. Ka, 32 mit 3 Z u. Ka, 4 mit
4 Z.

Geschoßhöhen: 3,20 m.

Baumaterialien: Weißer Kellenputzbau,
Holzbalkendecken.

Ofenheizung.

WOHNHAUSGRUPPE NORDSTERN,
BERLIN.

Architekten wie oben.

Bauherr: „Degerwo“, Deutsche Gesell-
schaft zur Förderung des Wohnungs-
baues, Gem. Akt.-Ges., Berlin-Schöne-
berg.

Bauzeit: 1927.

Zahl der Wohnungen: 125, davon 41 mit
2 Z u. Ka, 1 mit 2 Z u. 2 Ka, 15 mit
3 Z, 47 mit 3 Z u. Ka, 25 mit 4 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 3,20 m.

Baumaterialien: Putzbau, Holzdecken,
Ziegelkronendach.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung,
Fahrstuhl.

Gemeinschaftsanlagen: Privatgaragen.

Leitende Gesichtspunkte: Randbebauung,
Anschluß an das Nordstern-Versiche-
rungsgebäude, daher Steildach.

Bauherr: Beamten - Wohnungs - Verein
Neukölln.

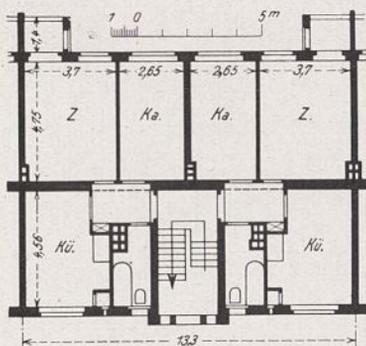
Bauzeit: 1926 und 1927.

Zahl der Wohnungen: 117, davon 41 mit
1 Z u. Ka, 5 mit 2 Z, 55 mit 2 Z u. Ka,
5 mit 3 Z, 27 mit 3 Z u. Ka, 6 mit
4 Z u. Ka, 1 mit 4 Z u. 2 Ka, 1 Laden
mit Z.

Geschoßhöhen: 3,24 m.

Baumaterialien: Putzbau, teilweise Back-
steinverblendung.

Ofenheizung, Warmwasserversorgung.



WOHNHAUSGRUPPE ATTILA-STRASSE, BERLIN-TEMPELHOF.

Architekten wie oben.



Wohnhausgruppe Kissingenstraße.



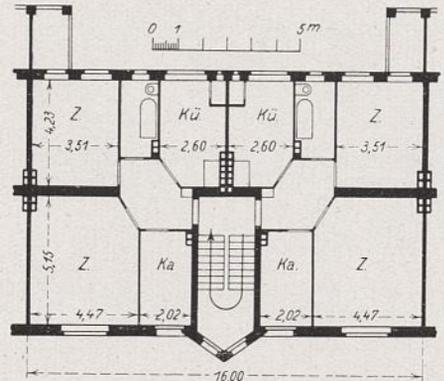
Wohnhausgruppe Nordstern (oben), Attilastraße (unten).



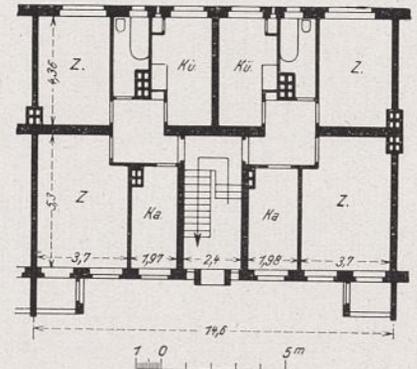


Wohnhausgruppe „Am Friedrichshain“ (oben), Rubensstraße (unten).

WOHNHAUSGRUPPE
„AM FRIEDRICHSHAIN“, BERLIN.
Architekten: Prof Paul Mebes und
Regierungsbaumeister a. D.
Paul Emmerich, Berlin.
Aufnahme: Max Krajewsky, Berlin.

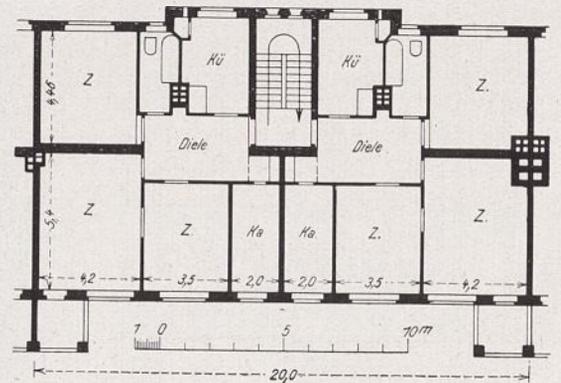


Bauherr: Baugesellschaft Berlin - Ost
m. b. H., Johannisthal.
Bauzeit: 1925 und 1926.
Zahl der Wohnungen: 150, davon 42 mit
1 Z u. Ka, 28 mit 2 Z und 80 mit
2 Z u. Ka.



Normalgrundriß eines im Bau befindlichen
Wohnhausblockes in Berlin-
Friedrichsfelde.
Architekten wie oben.

Bauherr: Gem. Baugesellschaft Berlin-
Heerstraße m. b. H., Berlin-Charlotten-
burg.
Bauzeit: 1926 und 1927.
Zahl der Wohnungen: 440, davon freie
Wohnungen (152): 8 mit 2 Z, 86 mit
2 Z u. Ka, 42 mit 3 Z u. Ka, 16 mit
4 Z u. Ka; Zusatzwohnungen (288):
1 mit 1 Z, 2 mit 2 Z u. Laden, 56 mit
2 Z und 229 mit 2 Z u. Ka.
Geschoßhöhen: 5,24 m.
Baumaterialien: Putzbau, Holzbalken-
decken, Kronendach, Eckturm Papp-
dach.
Freie Wohnungen mit Zentralheizung
und Warmwasserversorgung, Zusatz-
wohnungen mit Ofenheizung.
Gemeinschaftsräume: Polizeirevier.



WOHNHAUSGRUPPE RUBENS-
STRASSE, BERLIN-FRIEDENAU.
Architekten wie oben.
Aufnahme: Max Krajewsky, Berlin.



BERLIN

WOHNHAUSGRUPPE BINGER STRASSE, BERLIN-WILMERSDORF.

Architekten: Prof. Paul Mebes und
Regierungsbaumeister a. D.
Paul Emmerich, Berlin.

Bauherr: Heimstättensiedlung Berlin-
Wilmersdorf G. m. b. H.

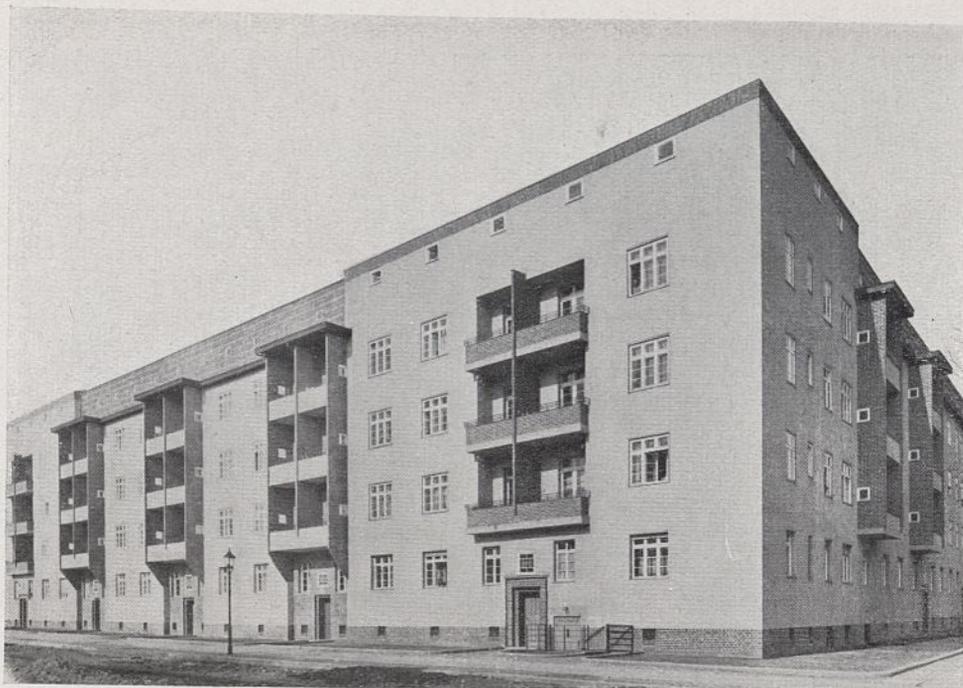
Bauzeit: 1925 und 1926.

Zahl der Wohnungen: 128, davon 5 mit
1 Z u. Ka, 8 mit 1 Z u. 2 Ka, 53 mit
2 Z, 63 mit 2 Z u. Ka, 13 mit 3 Z, 6 mit
5 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 5,20 m.

Baumaterialien: Putzbau mit Rohbau-
sockel.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.



Wohnhausgruppe Binger Straße.

WOHNHAUSGRUPPE DONAU-
INNSTRASSE, BERLIN-NEUKÖLLN.

Architekten wie oben.

Aufnahme: Paul Schulz, Berlin-Neukölln.

Bauherr: B. W. V. Neukölln, G. m. b. H.

Bauzeit: 1926 und 1927.

Zahl der Wohnungen: 61, davon 40 mit
2 Z u. Ka, 1 mit 3 Z, 15 mit 3 Z u. Ka,
1 mit 5 Z u. 2 Ka, 4 mit 4 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 5,20 m.

Baumaterialien: Hydraulischer Kalkputz,
rauh gerieben; Balkone und Sockel
blaue Klinker.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.



Wohnhausgruppe Donau-Innstraße (oben), Harzer Straße (unten),

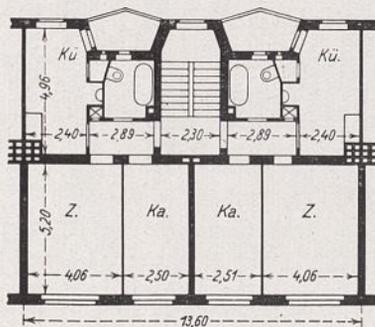
Bauherr: B. W. V. Neukölln, G. m. b. H.

Bauzeit: 1926 und 1927.

Zahl der Wohnungen: 215, davon 47 mit
1 Z u. Ka, 11 mit 2 Z, 111 mit 2 Z
u. Ka, 12 mit 3 Z, 29 mit 3 Z u. Ka,
5 mit 4 Z u. Ka, 2 Läden mit Z.

Geschoßhöhen: 5,25 m.

Baumaterialien: Hydraulischer Kalk-
mörtelputz.



WOHNHAUSGRUPPE HARZER STRASSE, BERLIN-NEUKÖLLN.

Architekten wie oben.

Aufnahme: Paul Schulz, Berlin-Neukölln.

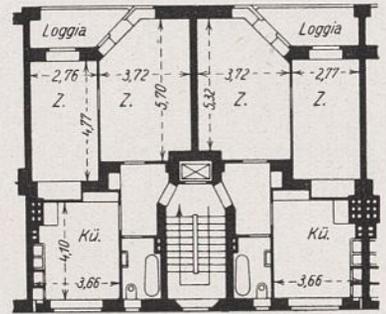


WOHNHAUSGRUPPE FULDA-
STRASSE 22/23, BERLIN-NEUKÖLLN.

Architekt: Bruno Taut.



Wohnhausgruppe Fuldastraße, Hofansicht.



Bauherr: Gem. Baugesellschaft, Berlin-Ost, Johannisthal.

Bauzeit: 1926 und 1927.

Zahl der Wohnungen: 50 in 8 Typen.

Geschoßhöhen: 3,10 m.

Baumaterialien: Putzbau in hydraulischem Kalkmörtel mit Keimfarbenanstrich. Massive Treppen.

Etagen-Zentralheizung, Zentralwarmwasserversorgung, Lasten-Fahrstuhl.

Leitende Gesichtspunkte der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung: Hoffront Sonnenseite, große Loggien unter Einbeziehung der Schlafräume durch Abschrägen der Hoffront.



Wohnhausgruppe Schillerpark. Straßensicht (oben), Hofansicht (unten).

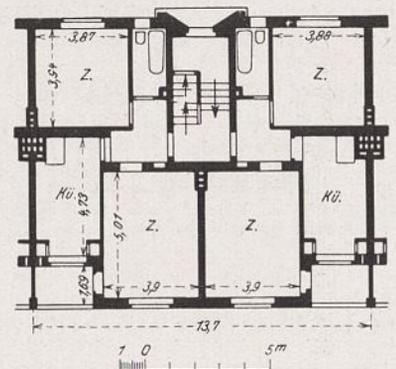
Bauherr: Berliner Spar- und Bauverein.
Bauzeit: 1927 und 1928.

Zahl der Wohnungen: 120 in 4 Typen.
Geschoßhöhen: 3,10 m.

Baumaterialien: Ziegelrohbau in Rathe-
nower Steinen, massive Treppen.

Ofenheizung.

Leitende Gesichtspunkte der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung: Gut durchlüftete, weilläufige Bebauung, große Wohnhöfe, gute Lage aller Räume in bezug auf Himmelsrichtung.



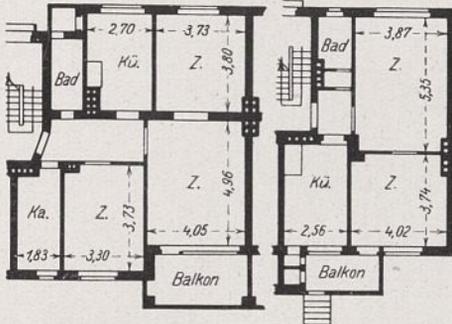
WOHNHAUSGRUPPE SCHILLER-
PARK, BERLIN. II. BAUPERIODE.

Architekten: Taut und Hoffmann.

BERLIN

WOHNHAUSBLOCK GRELLSTRASSE,
BERLIN.

Architekt: Bruno Taut.



Bauherr: „Gehag“, Gem. Heimstätten-Spar- und Bau-Akt.-Ges., Berlin.

Bauzeit: 1927 und 1928.

Zahl der Wohnungen: 152, davon 1 mit 1 Z u. Ka (42,4 qm), 88 mit 2 Z (51,4 qm), 40 mit 2 Z u. Ka (63,25 qm), 23 mit 5 Z u. Ka (77,6 qm).

Geschoßhöhen: 2,80 m i. L.

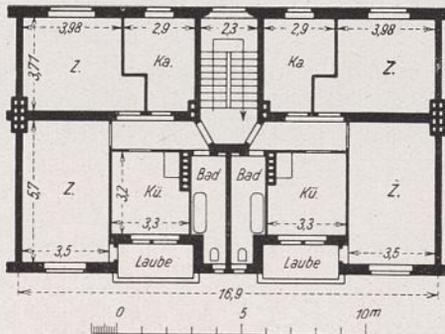
Baumaterialien: Ziegelputzbau, Holzbalkendecken.

Ofenheizung.

Randbebauung mit Quergebäuden.



Wohnhausblock Grellstrasse, Hofansicht.



Bauherr: wie oben.

Bauzeit: 1927.

Zahl der Wohnungen: 122, davon 44 mit 1 Z u. Ka (48 qm), 69 mit 2 Z u. Ka (64 qm), 8 mit 5 Z u. Ka (85—92 qm), 1 Laden mit 1 Z.

Geschoßhöhen: 2,80 m i. L.

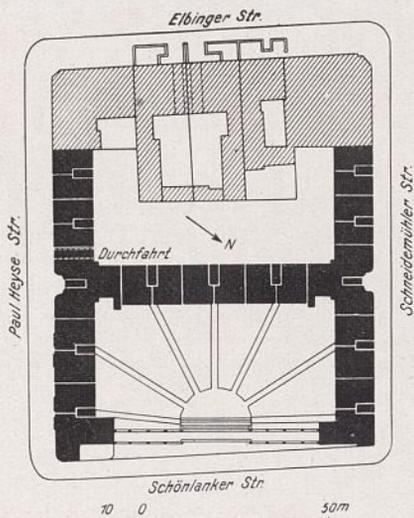
Baumaterialien: wie oben.

Ofenheizung.

Randbebauung mit Quergebäude.

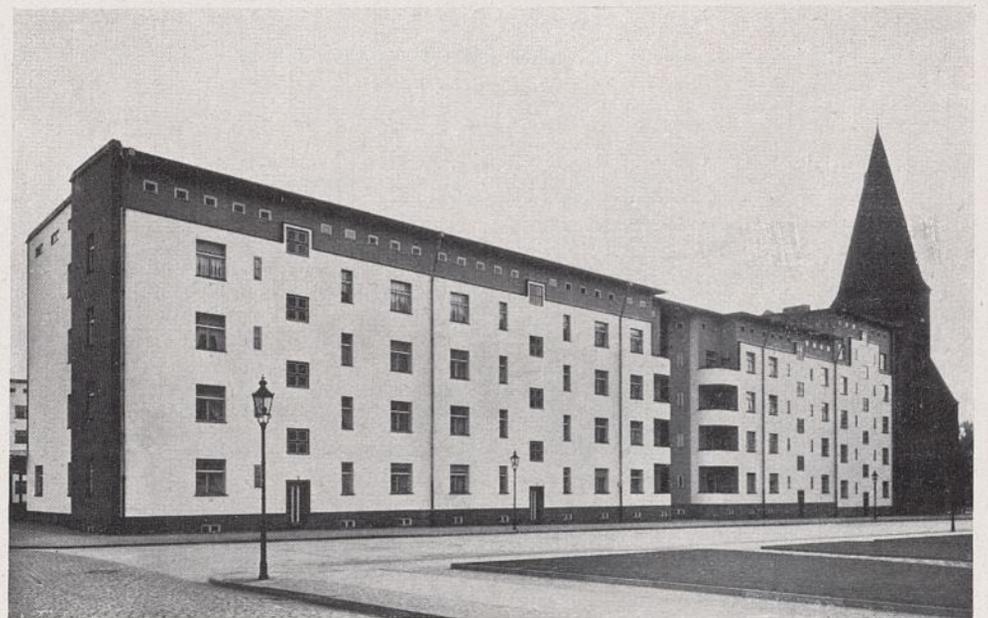


Wohnhausblock Schönlankestrasse, Ansicht von der Schönlankestrasse (oben).
Ansicht von der Schneidemühlerstrasse (unten).



WOHNHAUSBLOCK
SCHÖNLANKER STRASSE, BERLIN.

Architekt: Bruno Taut.

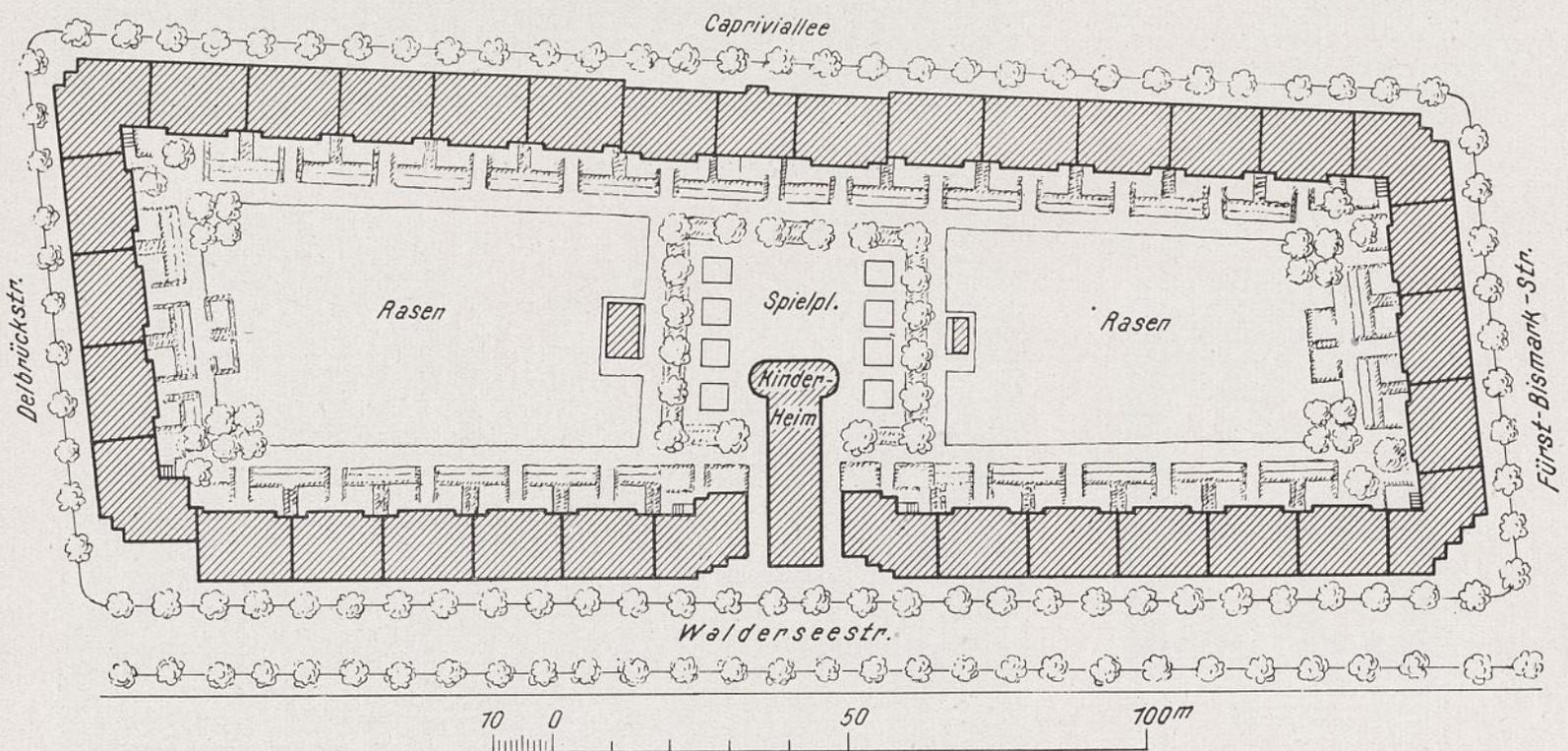




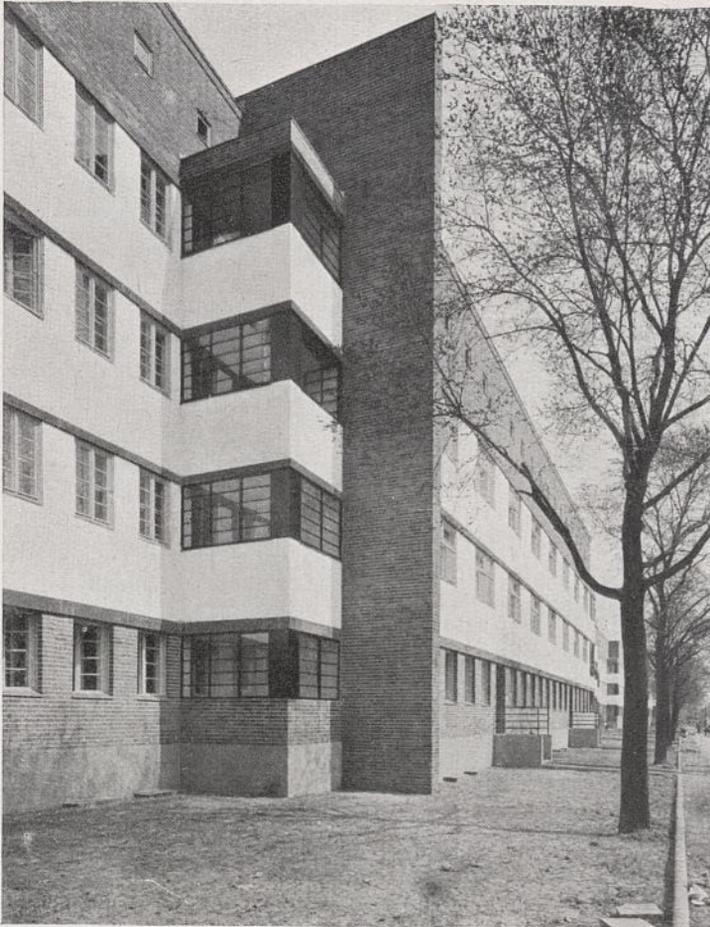
Ansicht Ecke Capriviallee und Delbrückstraße.

Bauherr: Stadt- und Landsiedlungsgesellschaft Berlin.
 Bauzeit: 1925 bis 1928.
 Zahl der Wohnungen: 266, davon 6 mit 1½ Zimmern und 58 qm Wohnfläche, 60 mit 2 Zimmern und 75 qm Wohnfläche (Ecktyp), 200 mit 2½ Zimmern und 66,5 qm Wohnfläche.
 Geschöfthöhen: 5,10 m.

Baumaterialien: Ziegelrohbau mit Betonbändern, Balkendecken.
 Ofenheizung, Kohlenbadeöfen.
 Gemeinschaftsanlagen: Kindergarten für 40 Kinder, Spielplätze, gemeinsamer Garten.
 Grundstücksgröße: 18 000 qm, Größe des Gartenhofes 15 000 qm.

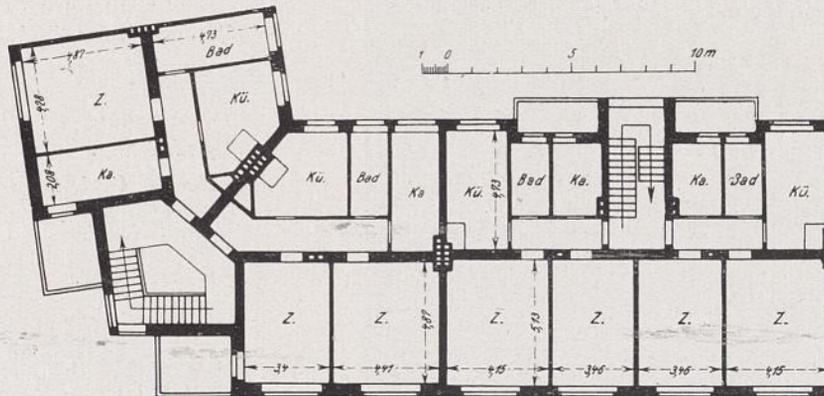


WOHNHAUSBLOCK CAPRIVIALLEE, BERLIN-LICHTENBERG.
 Architekt Dr.-Ing. Erwin Gutkind, Berlin.

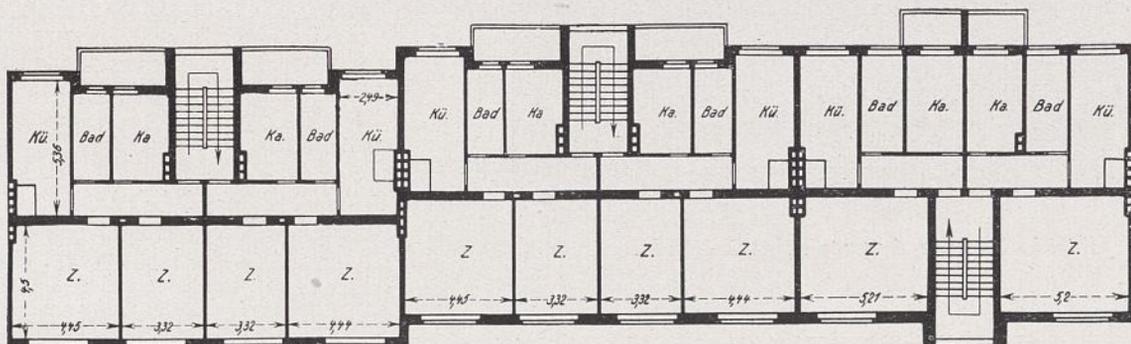


Wohnhausblock in Berlin-Reinickendorf.
Architekt Dr.-Ing. Erwin Gutkind, Berlin.

220 Wohnungen auf einem Grundstück von 20 000 qm Größe mit einem 15 000 qm großen Gartenhof.
Kindergarten für 50 Kinder.



Obergeschoßgrundriß Ecke Capriviallee und Fürst-Bismarck-Straße.



Obergeschoßgrundriß von drei Häusern an der Capriviallee.

WOHNHAUSBLOCK CAPRIVIALLEE, BERLIN-LICHTENBERG.
Architekt Dr.-Ing. Erwin Gutkind, Berlin.



Ansicht von der Davoser Straße.



Ansicht von der Auguste-Viktoria-Straße.

Bauherr: Heimstätten - Siedlungsgesellschaft, Berlin - Wilmersdorf, Gem. Akt.-Ges.

Bauzeit: 1927 und 1928.

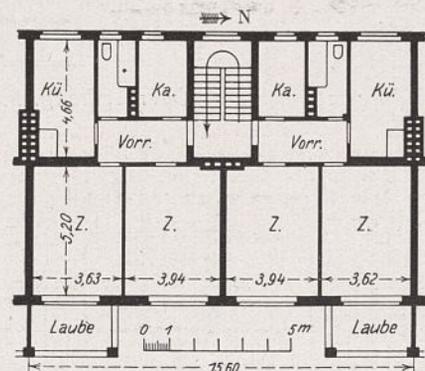
Zahl der Wohnungen: 259, davon freie Wohnungen (67): 22 mit 2 Z u. Ka, 6 mit 3 Z, 39 mit 3 Z u. Ka; Zusatzwohnungen (192): 2 mit 1 Z, 172 mit 2 Z u. Ka, 5 mit 3 Z, 15 mit 3 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 3,24 m.

Baumaterialien: Gestockter Kalkputz, Backsteinsockel, Holzbalkendecken, Ziegeldoppeldach 50°.

Ofenheizung.

Leitende Gesichtspunkte der architektonischen und städtebaulichen Gestaltung: Randbebauung mit abgetreppten Hausgruppen, je nach Lage der Himmelsrichtung.



Obergeschoßgrundriß.

WOHNHAUSBLOCK HOHENZOLLERNDAMM, BERLIN-SCHMARGENDORF.

Architekt: Otto Rudolf Salvisberg, Berlin.

BERLIN

WOHNHAUSGRUPPE
HEILIGENDAMMER STRASSE,
BERLIN-SCHMARGENDORF.

Architekt: Otto Rudolf Salvisberg, Berlin.

Bauherr: Wohnbau-G. m. b. H., Dahlem.

Bauzeit: 1927 und 1928.

Zahl der Wohnungen: 56, davon 20 mit
3 Z u. Ka, 8 mit 4 Z u. Ka, 8 mit
5 Z u. Ka.

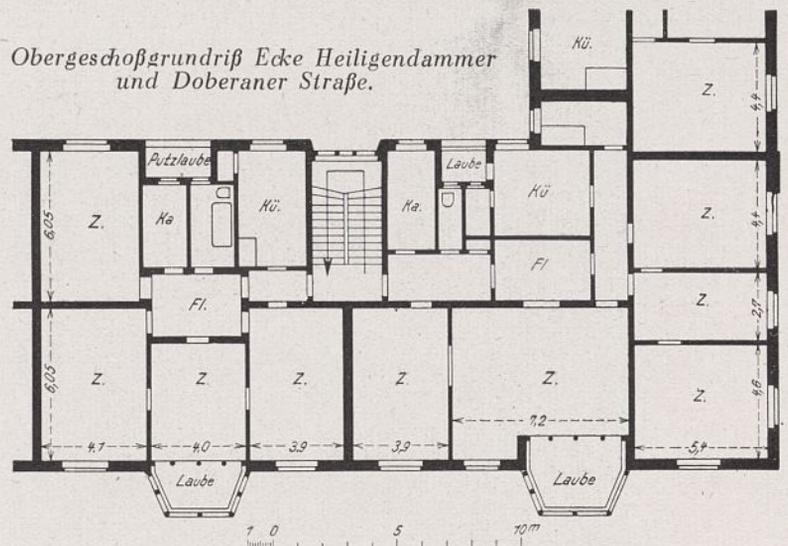
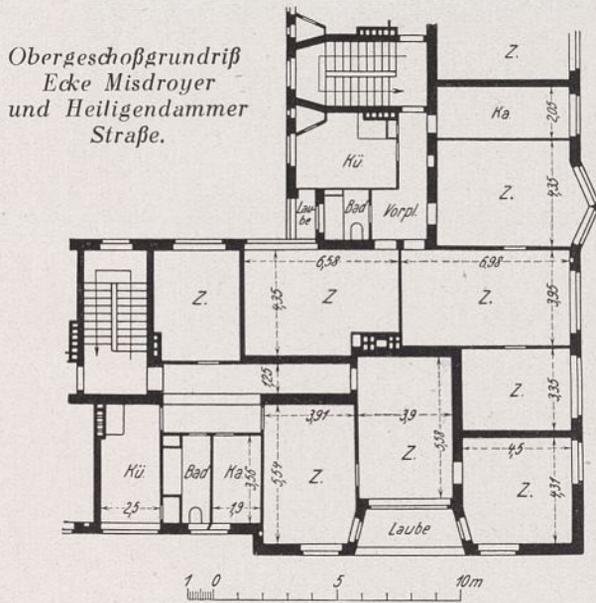
Geschoßhöhen: 3,50 m.

Baumaterialien: Putzbau mit hydraulischem
Stockputz, Gesimse in Zement-
kalkglasur, Sockel brauner Backstein,
Holzbalkendecken.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.



Ansicht von der Heiligendammer und Doberaner Straße.



Ansicht von der Misdroyer und Heiligendammer Straße

Bauherr: Wohnbau-G. m. b. H., Dahlem.

Bauzeit: 1927 und 1928.

Zahl der Wohnungen: 52, davon 5 mit
3 Z u. Ka und 27 mit 4 Z u. Ka.

Geschoßhöhen: 3,50 m.

Baumaterialien: Putzbau mit teilweiser
Verblendung durch Bockhorner Klinker,
Dachrinnen und Abfallrohr blauer
Anstrich.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung.

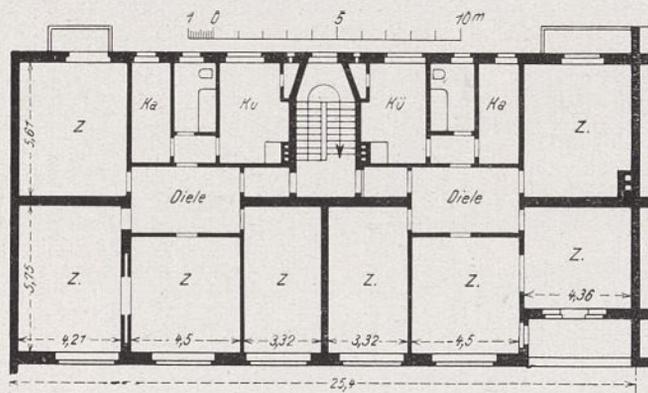
WOHNHAUSGRUPPE
MISDROYER STRASSE,
BERLIN-SCHMARGENDORF.

Architekt:
Otto Rudolf Salvisberg, Berlin.



Straßenansicht.

Bauherr: Wohnbau - G. m. b. H.,
Dahlem.
Bauzeit: 1928.
Zahl der Wohnungen: 19, davon
1 mit 1 Z u. Wohnküche, 1 mit
2 Z u. Ka, 17 mit 4 Z u. Ka.
Geschosshöhen: 3,30 m.



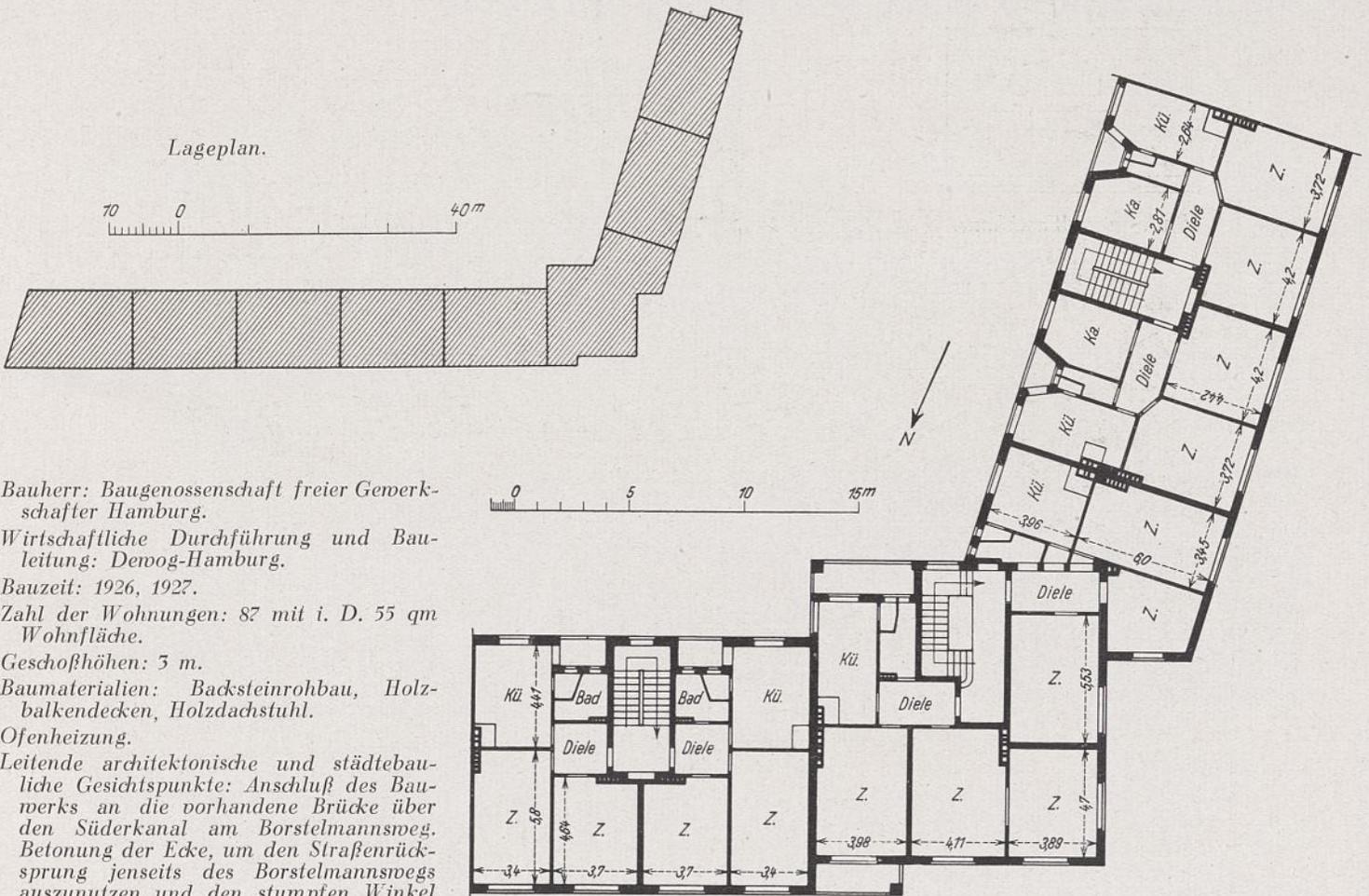
Obergeschoßgrundriß.

Baumaterialien: Putzbau mit teil-
weiser Ziegelverblendung, Holz-
balkendecken.
Zentralheizung, Warmwasser-
versorgung.

WOHNHAUS SALZBRUNNER STR. 46-48, SCHMARGENDORF.
Architekt Otto Rudolf Salvisberg, Berlin.



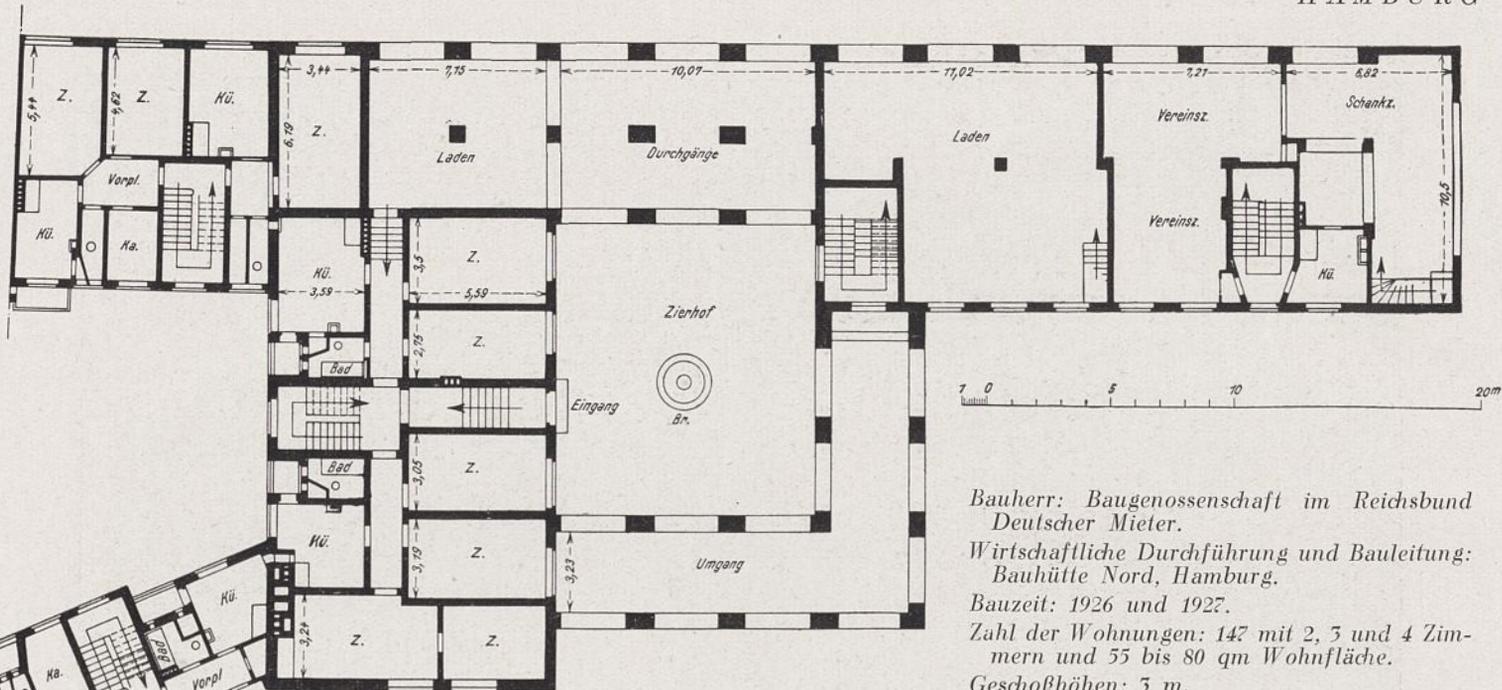
Eckansicht.



Bauherr: Baugenossenschaft freier Gewerkschafter Hamburg.
 Wirtschaftliche Durchführung und Bauleitung: Dewog-Hamburg.
 Bauzeit: 1926, 1927.
 Zahl der Wohnungen: 87 mit i. D. 55 qm Wohnfläche.
 Geschosshöhen: 5 m.
 Baumaterialien: Backsteinrohbau, Holzbalkendecken, Holzdachstuhl.
 Ofenheizung.
 Leitende architektonische und städtebauliche Gesichtspunkte: Anschluß des Bauwerks an die vorhandene Brücke über den Süderkanal am Borstelmannsweg. Betonung der Ecke, um den Straßenrücksprung jenseits des Borstelmannswegs auszunutzen und den stumpfen Winkel auszugleichen.

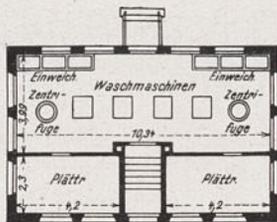
Obergeschossgrundrisse der Eckhäuser.

WOHNHAUSGRUPPE SÜDERSTRASSE, HAMBURG.
 Architekt Friedrich R. Ostermeyer, Hamburg.

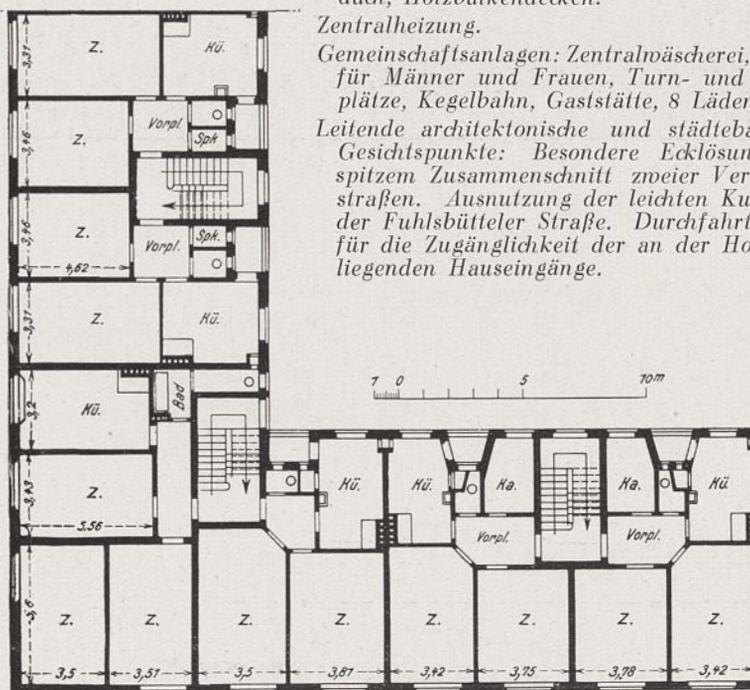


Erdgeschoßgrundriß
Ecke Fuhsbütteler und Dennerstraße.

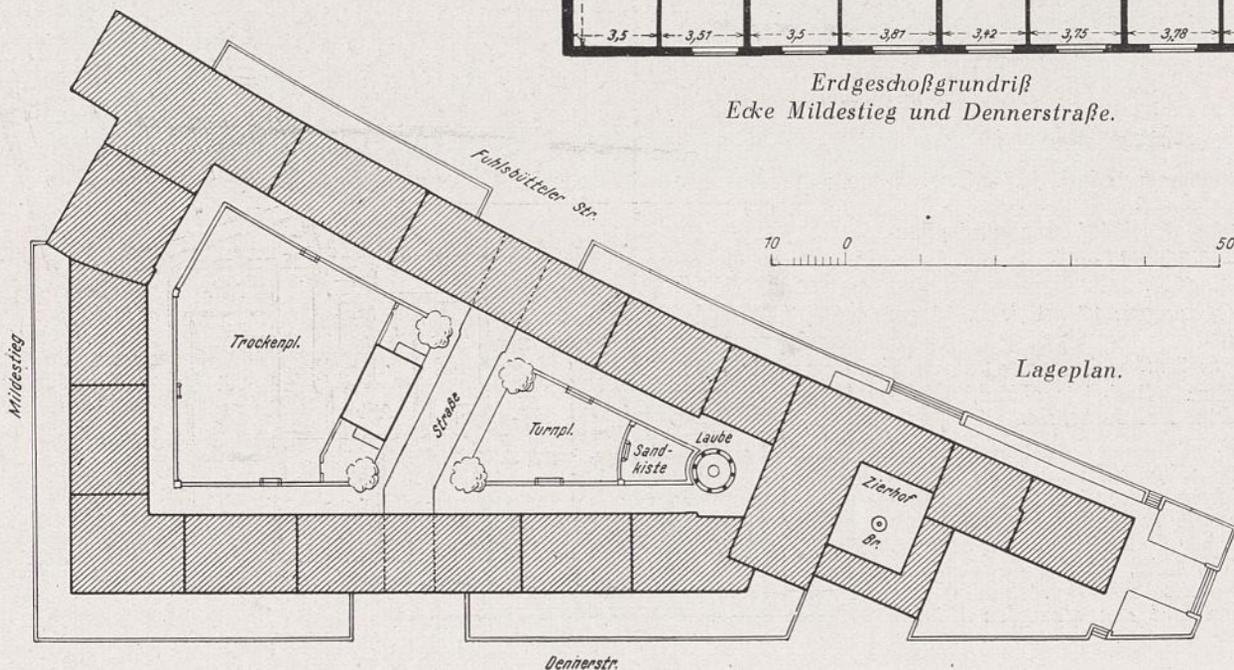
Bauherr: Baugenossenschaft im Reichsbund Deutscher Mieter.
 Wirtschaftliche Durchführung und Bauleitung: Bauhütte Nord, Hamburg.
 Bauzeit: 1926 und 1927.
 Zahl der Wohnungen: 147 mit 2, 3 und 4 Zimmern und 55 bis 80 qm Wohnfläche.
 Geschosshöhen: 3 m.
 Baumaterialien: Klinkerrohbau, Doppelpappdach, Holzbalkendecken.
 Zentralheizung.
 Gemeinschaftsanlagen: Zentralwäscherei, Bäder für Männer und Frauen, Turn- und Spielplätze, Kegelbahn, Gaststätte, 8 Läden.
 Leitende architektonische und städtebauliche Gesichtspunkte: Besondere Ecklösung am spitzen Zusammenschchnitt zweier Verkehrsstraßen. Ausnutzung der leichten Kurve in der Fuhsbütteler Straße. Durchfahrtstraße für die Zugänglichkeit der an der Hoffront liegenden Hauseingänge.



Bade- und Waschhaus.



Erdgeschoßgrundriß
Ecke Mildestieg und Dennerstraße.



WOHNHAUSBLOCK FUHSBÜTTELER STRASSE, HAMBURG.
 Architekt Friedrich R. Ostermeyer, Hamburg.



Ansicht von der Fuhsbütteler Straße, Ecke Mildestieg.



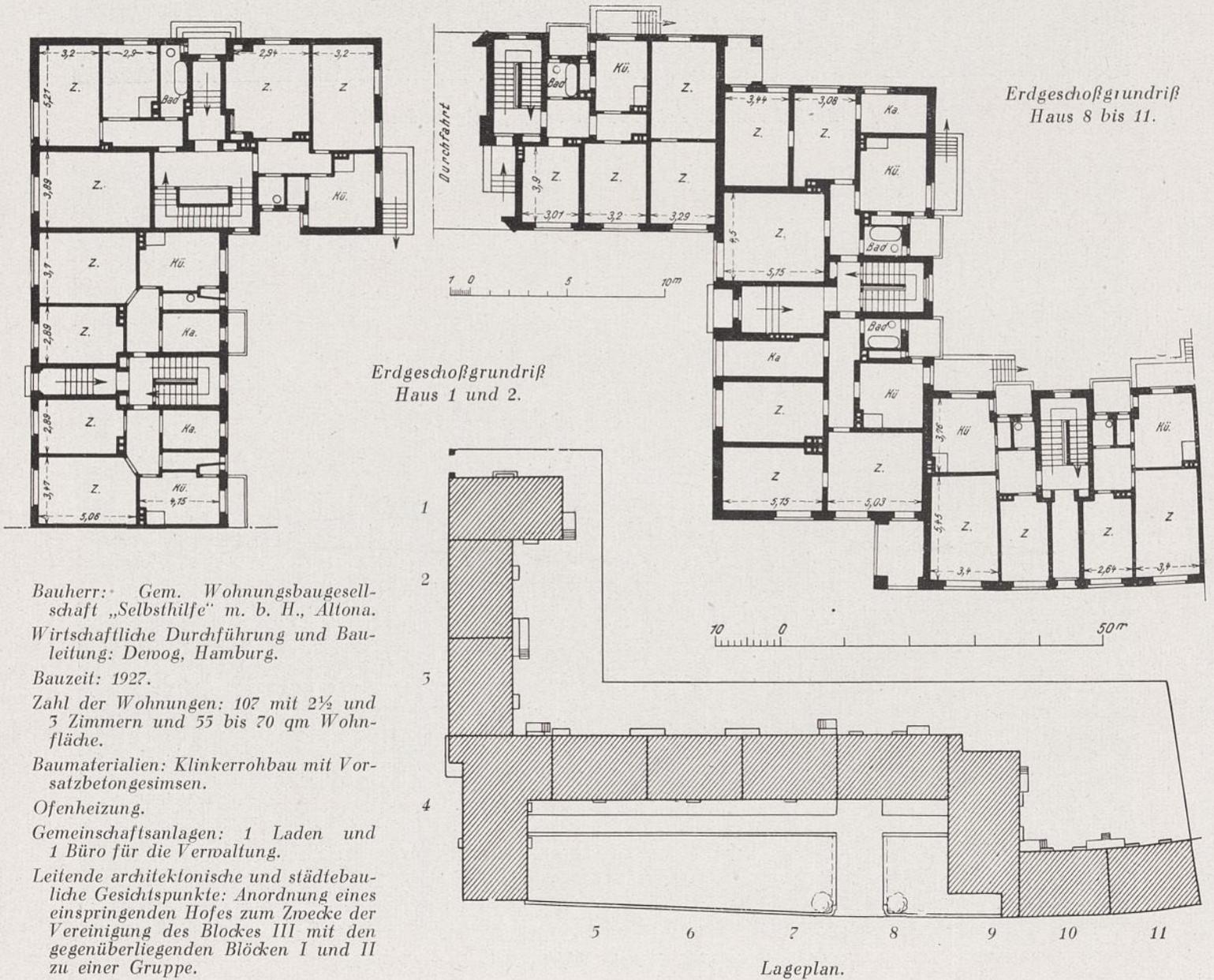
Ansicht von der Fuhsbütteler Straße, Ecke Dennerstraße.

WOHNHAUSBLOCK FUHLSBÜTTELER STRASSE, HAMBURG.

Architekt Friedrich R. Ostermeyer, Hamburg.

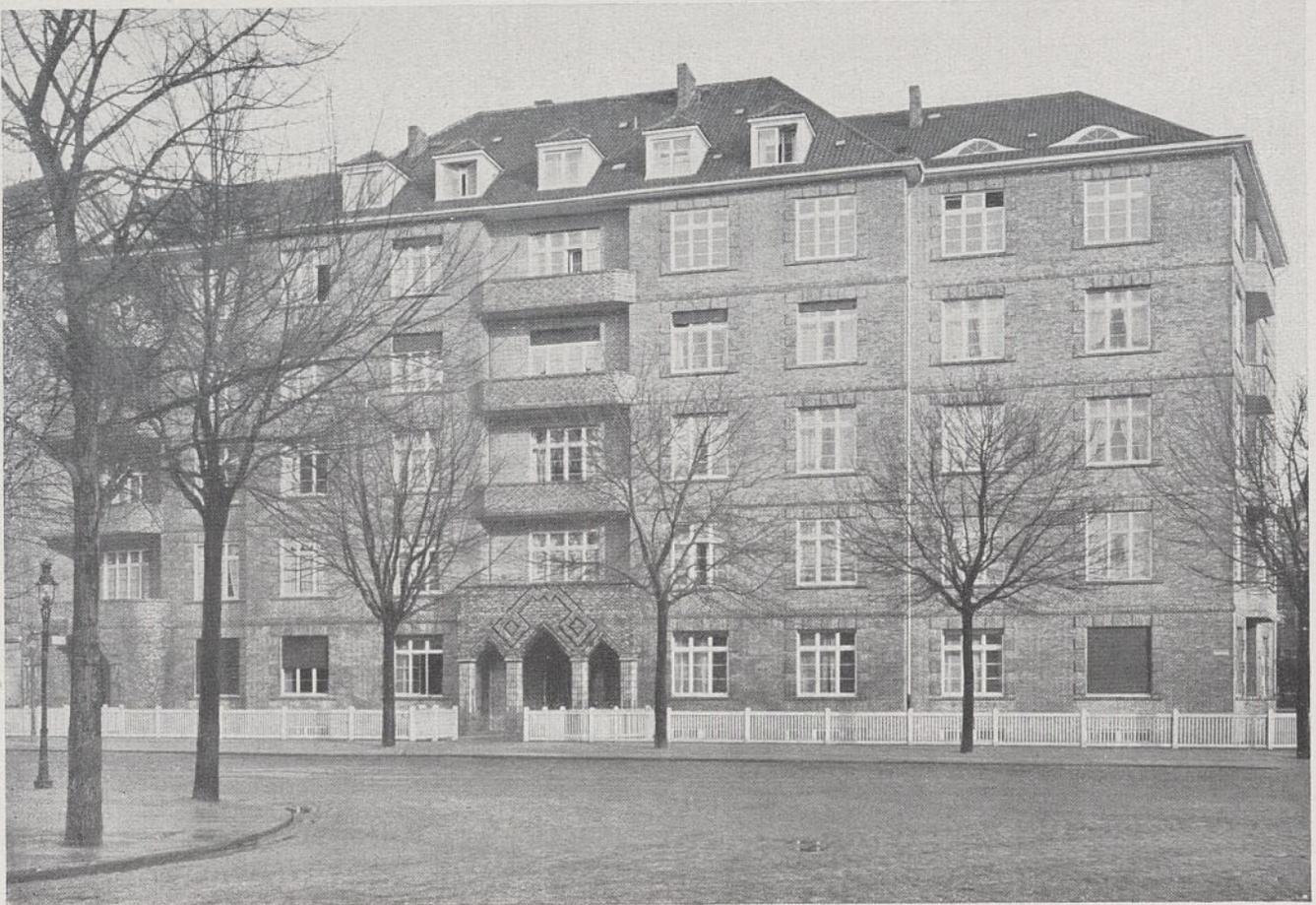


Ansicht von der Pinneberger Chaussee.



Bauherr: Gem. Wohnungsbaugesellschaft „Selbsthilfe“ m. b. H., Altona.
 Wirtschaftliche Durchführung und Bauleitung: Devog, Hamburg.
 Bauzeit: 1927.
 Zahl der Wohnungen: 107 mit 2½ und 3 Zimmern und 55 bis 70 qm Wohnfläche.
 Baumaterialien: Klinkerrohbau mit Vorsatzbetongesimsen.
 Ofenheizung.
 Gemeinschaftsanlagen: 1 Laden und 1 Büro für die Verwaltung.
 Leitende architektonische und städtebauliche Gesichtspunkte: Anordnung eines einspringenden Hofes zum Zwecke der Vereinigung des Blockes III mit den gegenüberliegenden Blöcken I und II zu einer Gruppe.

WOHNHAUSBLOCK III PINNEBERGER CHAUSSEE, ALTONA.
 Architekt Friedrich R. Ostermeyer, Hamburg.



Straßenansicht.

Aufnahme Gebr. Dransfeld, Hamburg.

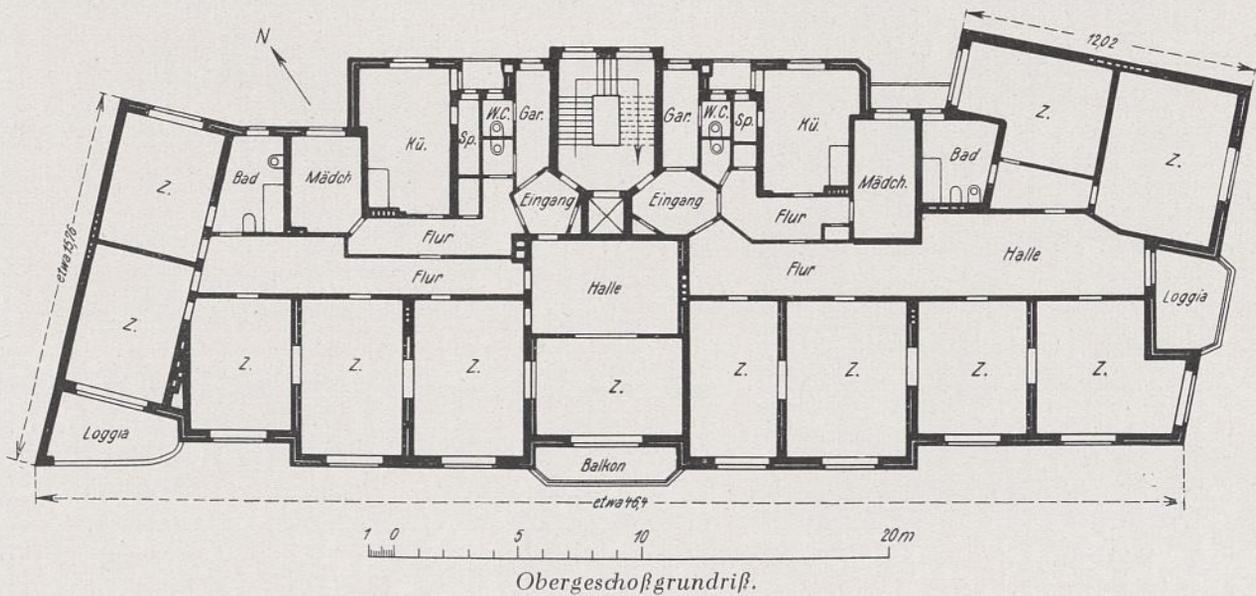
*Bauherr: Eine G. m. b. H., deren Anteile im Besitze der Wohnungsinhaber sind.
Bauzeit: 1923 und 1924.*

Zahl der Wohnungen: 11 mit etwa 550 qm Wohnfläche.

Geschoßhöhen: 5,4 m.

Baumaterialien: Backsteinrohbau, Holzbalkendecken.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Fahrstuhl.



*WOHNHAUS HAYNSTRASSE, HAMBURG.
Architekten Hans und Oskar Gerson, Hamburg.*



Rothenbaumchaussee, Straßenansicht.

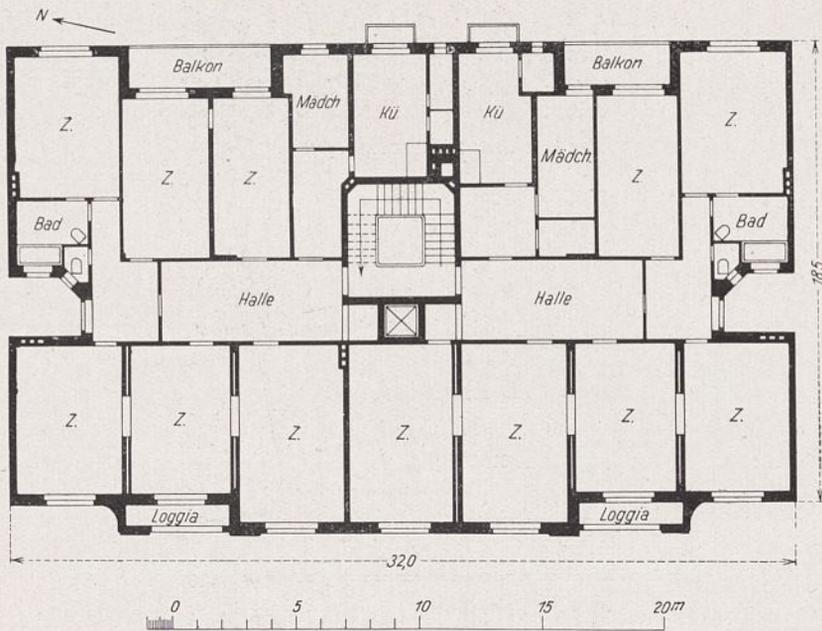


Loehrsweg, Straßenansicht.

Aufnahmen Gebr. Dransfeld, Hamburg.

WOHNHAUS ROTHENBAUMCHAUSSEE, HAMBURG.
Architekten Hans und Oskar Gerson, Hamburg.

WOHNHAUS LOEHRSWEG, HAMBURG-EPPENDORF.
Architekten Hans und Oskar Gerson, Hamburg.

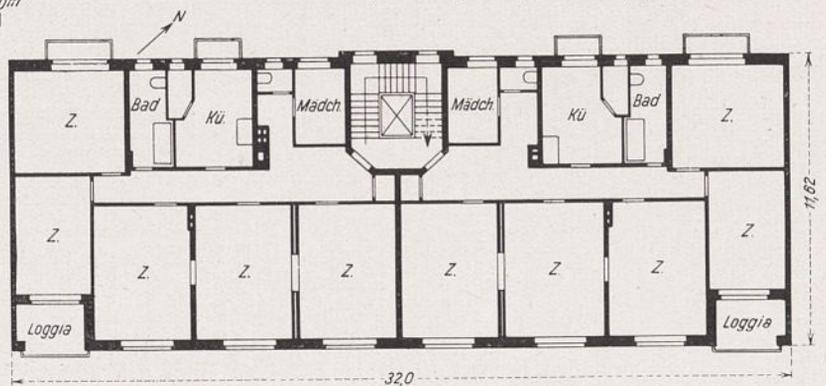


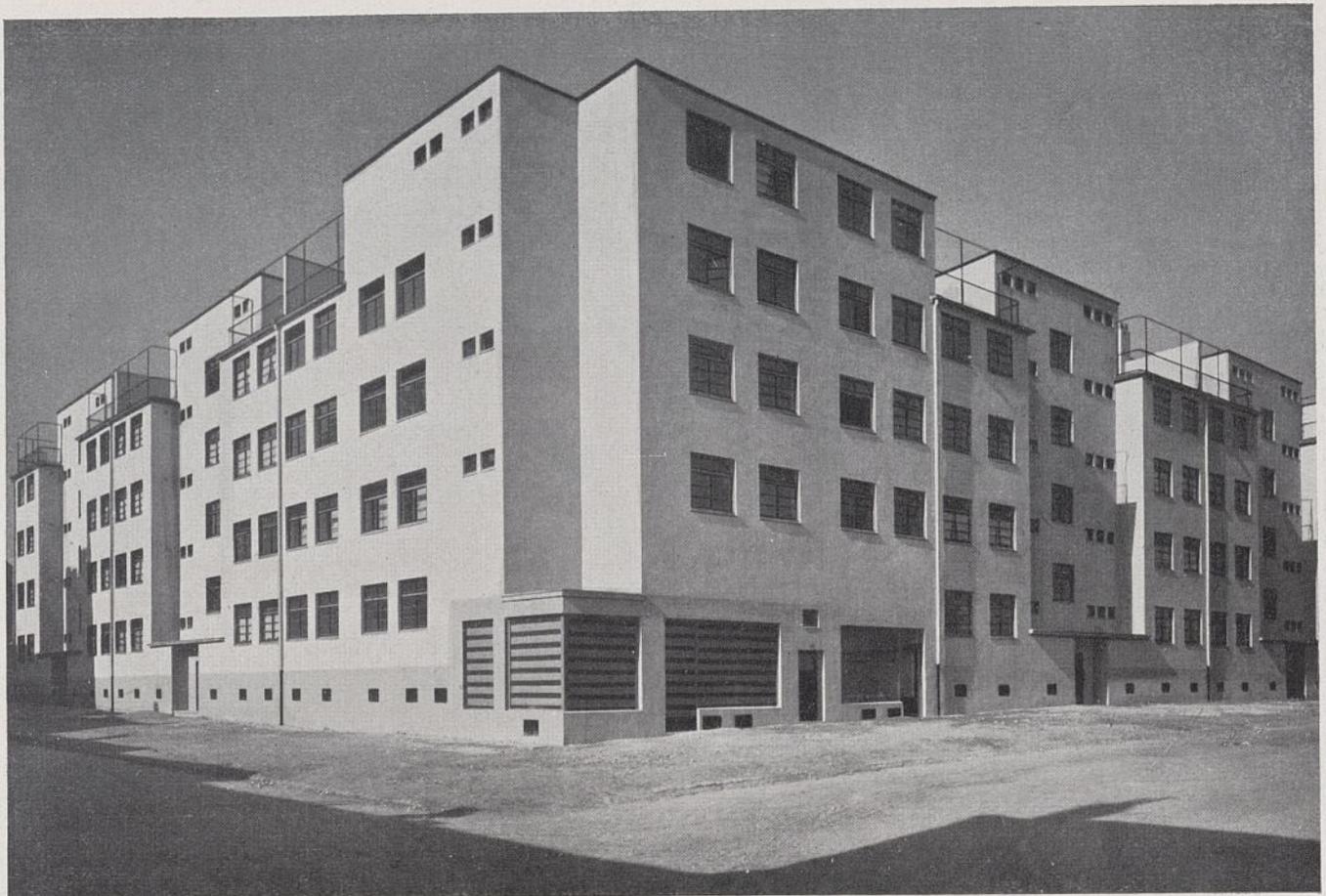
Rothenbaumchaussee, Obergeschoßgrundriß.

Bauherr: Eine G. m. b. H., deren Anteile im Besitze der Wohnungsinhaber sind.
Bauzeit: 1922.
Zahl der Wohnungen: 12 mit rund 250 qm Wohnfläche.
Geschosshöhen: 3,5 m.
Baumaterialien: Backsteinrohbau, Holzbalkendecken.
Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Fahrstuhl.

Bauherr: Eine G. m. b. H., deren Anteile im Besitze der Wohnungsinhaber sind.
Bauzeit: 1925.
Zahl der Wohnungen: 11 mit rund 160 qm Wohnfläche.
Geschosshöhen: 3,5 m.
Baumaterialien: Backsteinrohbau, Holzbalkendecken.
Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Fahrstuhl.

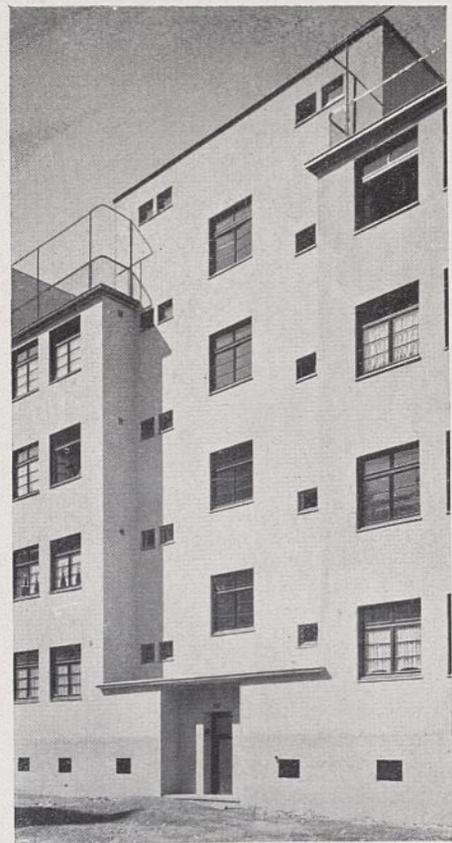
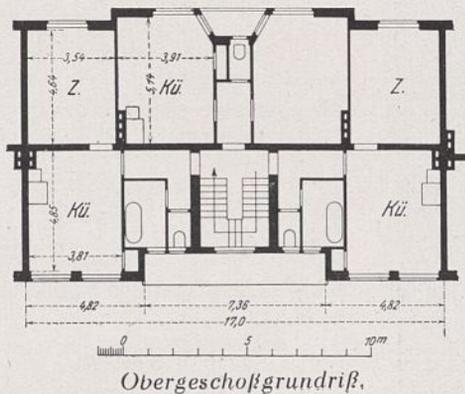
Loehrsweg, Obergeschoßgrundriß (unten).





Eckansicht (oben), Teilansicht (unten).

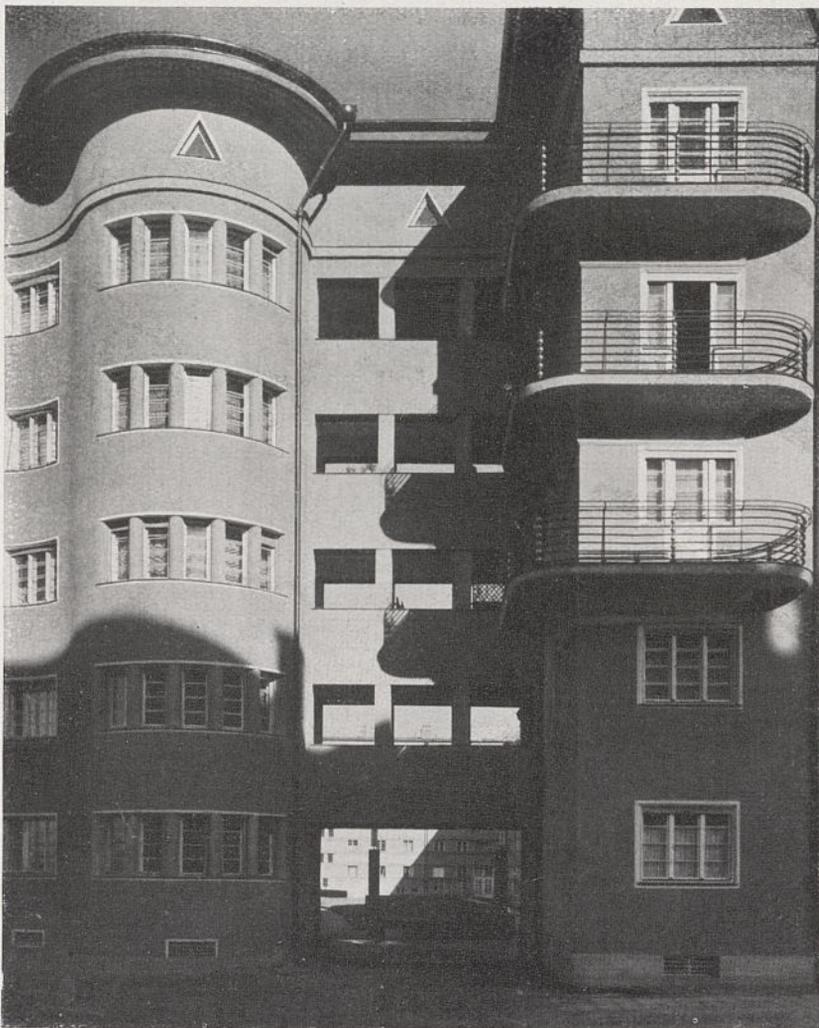
Bauherr: Wohn- und Siedlungsbau-
gesellschaft m. b. H.
Bauzeit: 1927 und 1928.
Zahl der Wohnungen: 72 mit 2, 3 und
4 Zimmern und 45, 59 und 80 qm
Wohnfläche.
Baumaterialien: Ziegelmauerwerk, Eisen-
betondecken.
Ofenheizung.



WOHNHAUSBLOCK GRÜNSTRASSE, KÖLN-MÜLHEIM.
Architekten Wilhelm Riphahn und Caspar Maria Grod, Köln.
Aufnahmen Werner Mantz, Köln.



Hofansicht (oben), Straßenansicht (unten).



Bauherr: Kommerzienrat Leonhard Moll.
Bauzeit: 1927 und 1929.

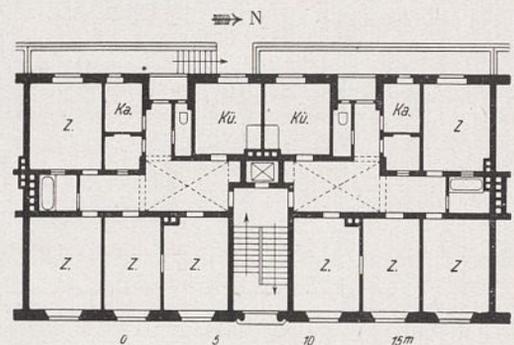
Zahl der Wohnungen: 142 in 4 Typen mit
2, 3 und 5 Zimmern.

Geschoßhöhen: 2,85 m i. L.

Baumaterialien: Verputzter Ziegelbau,
Eisenbetondecken, Dachdeckung in
Kupfer.

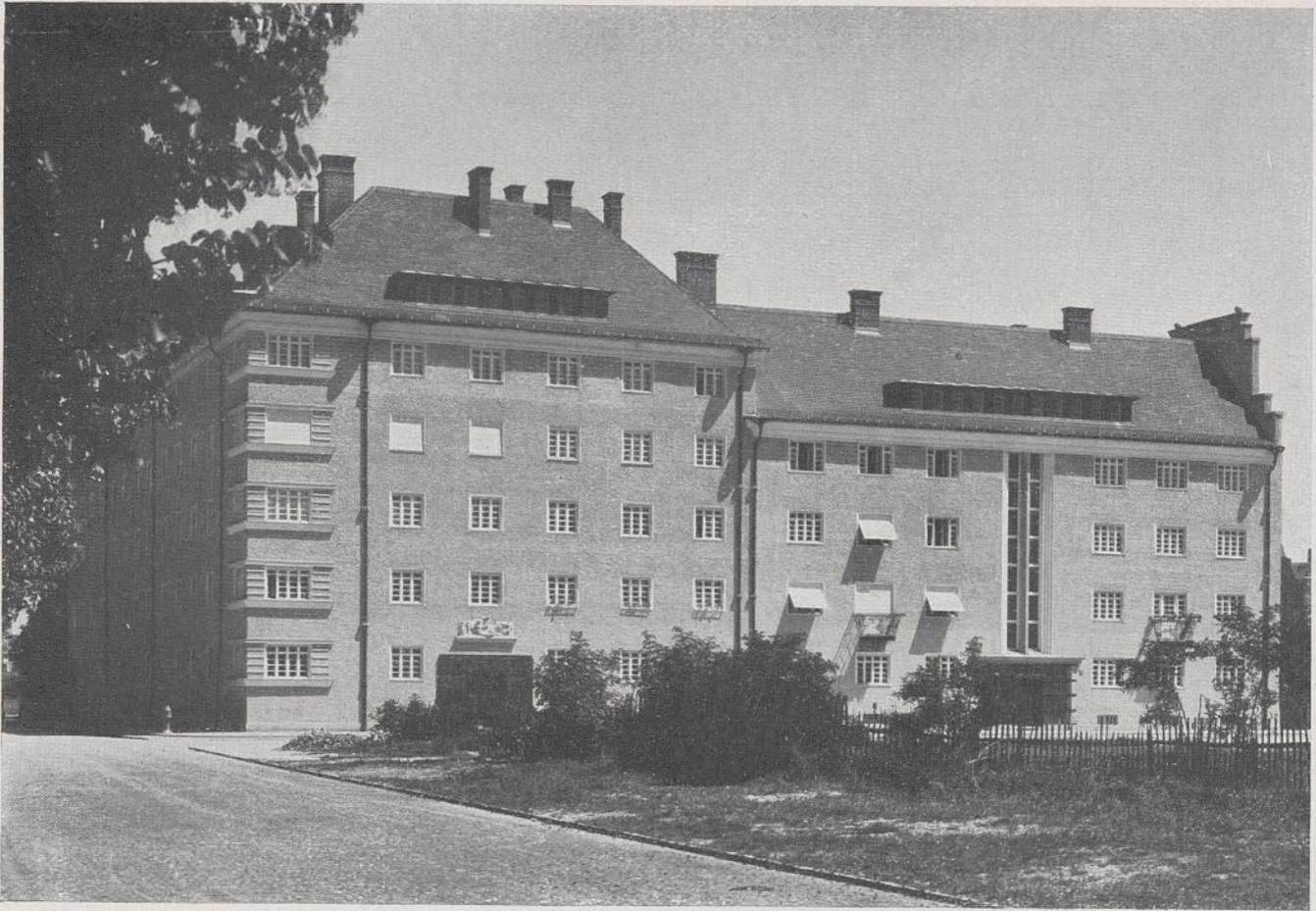
Zentralheizung, Warmwasserversorgung,
Personenaufzüge.

Gemeinschaftsanlagen: Garagen im Hof.



Obergeschoßgrundriß.

WOHNHAUSBLOCK GANGHOFERSTRASSE, MÜNCHEN.
Architekten Prof. O. O. Kurz und Landesbaurat Herbert, München.



Straßenansichten.

Bauherr: Münchener Wohnungsbau - Aktiengesellschaft.

Bauzeit: 1926 bis 1928.

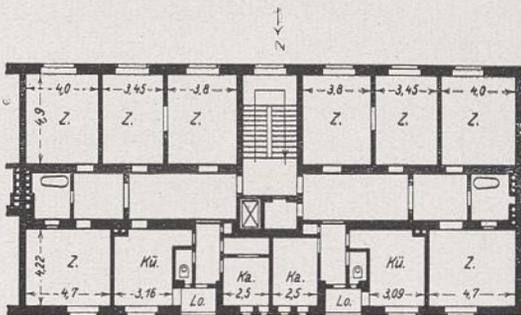
Zahl der Wohnungen: 70 in 5 Typen mit 2, 5 und 4 Z.

Geschoßhöhen: 2,85 i. L.

Baumaterialien: Verputzter Ziegelbau, Eisenbetondecken, Bieberschwanzziegeldach.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Personenaufzüge.

Gemeinschaftsanlagen: Wäscherei, Autogaragen.



Obergeschoßgrundriß.

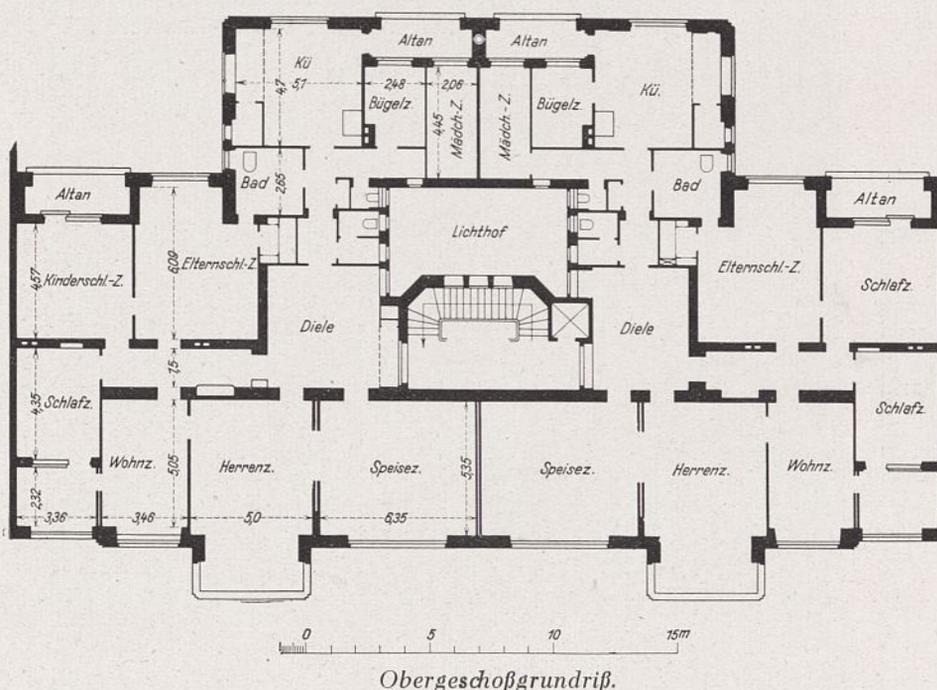


WOHNHAUSGRUPPE RHEIN-MAINZER-STRASSE, MUENCHEN.

Architekten Prof. O. O. Kurz und Landesbauamt Herbert, München.



Straßenansicht.



Obergeschoßgrundriß.

Bauherr: Bürohausgesellschaft Düsseldorf.

Bauzeit: 1924 und 1925.

Zahl der Wohnungen: 4 mit 3 Z und 8 mit 6 Z.

Geschoßhöhen: 3,0 m, 2 × 3,60 m, 3,5 m und 3,25 m.

Baumaterialien: Klinkerrohbau mit Tuffsteingesimsen, Eisenbetondecken, Dachdeckung, graue Pfannen mit Schiefer.

Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Fahrstuhl.

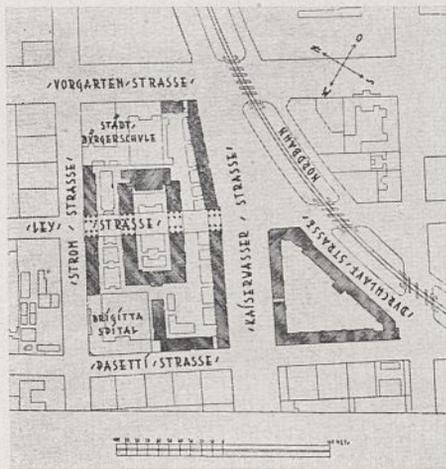
Gemeinschaftsanlagen: Waschküchen mit Wäscheterrassen, Kinderspiel- und Turnplatz.

WOHNHAUS CECILIENALLEE, DÜSSELDORF.

Architekten Prof. Fritz Becker und Dr.-Ing. E. Kutzner, Düsseldorf.

WIEN

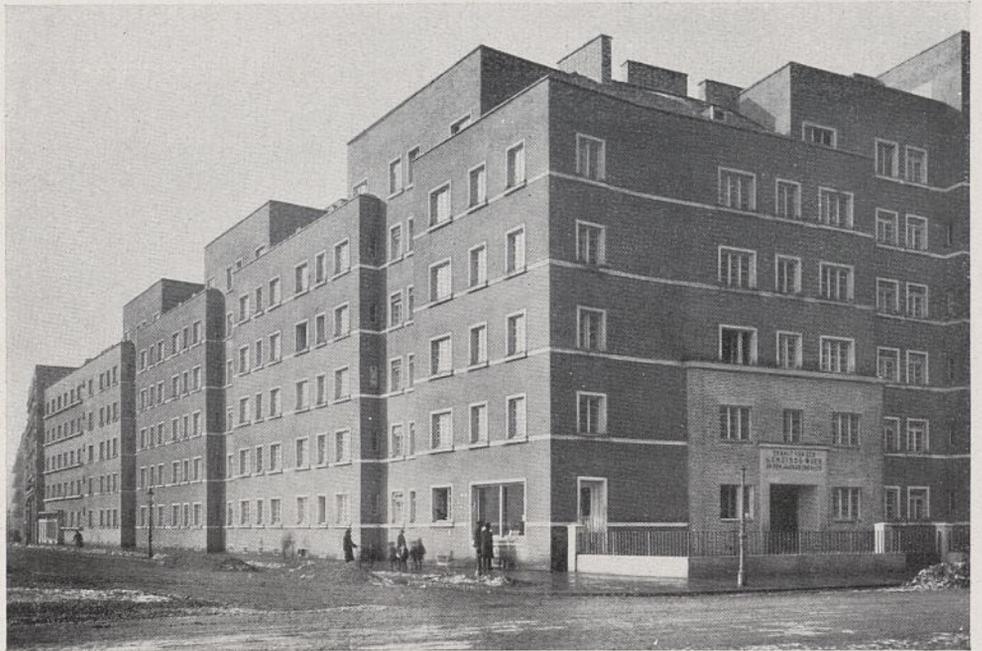
WOHNHAUSGRUPPE
WINARSKY-HOF, WIEN XX.
Architekten:
Gemeinschaft von 8 Architekten.



Lageplan.

Bauherr und Bauleitung: Gemeinde Wien.
Bauzeit: 1924 und 1925.
Zahl der Wohnungen: 760 Kleinwoh-
nungen.
Baumaterialien: Putzbau.
Ofenheizung.
Gemeinschaftsanlagen: Kindergarten,
Bücherei, Saalbau, zentrale Bade-
anlage; außerdem Läden, Ateliers und
Werkstätten.
Vierfache Ueberbrückung der Leystraße.

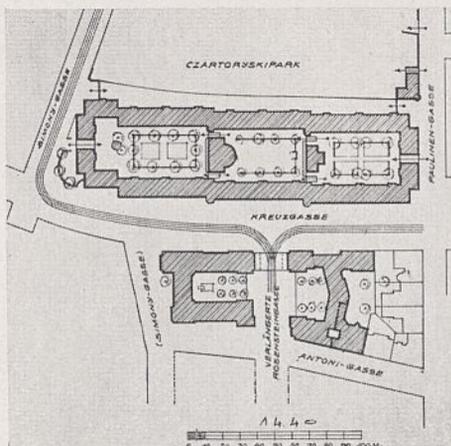
Bauherr und Bauleitung: Gemeinde Wien.
Bauzeit: 1924 und 1928.
Zahl der Wohnungen: 518 Kleinwoh-
nungen.
Baumaterialien: Putzbau.
Ofenheizung.
Gemeinschaftsanlagen: Knabenhort,
Kindergarten; außerdem 6 Läden und
4 Werkstätten.
Ansteigendes Gelände, danach Gliede-
rung des Gartenhofes und der Bau-
massen.



Wohnhausgruppe Winarsky-Hof.



Wohnhausgruppe Kreuzgasse, Ansicht von der Paulinengasse (oben), Hofansicht (unten).



Lageplan.

WOHNHAUSGRUPPE KREUZGASSE,
WIEN XVIII.
Architekt: Wiener Stadtbauamt,
Stadtoberbaurat K. Ehn.

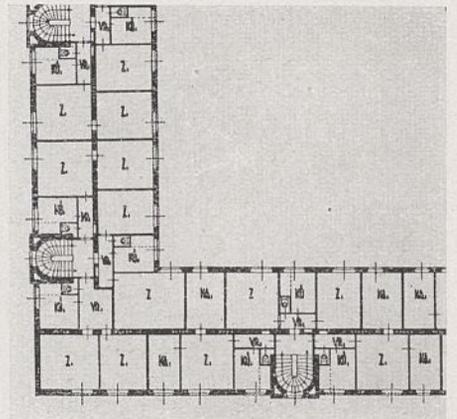


WOHNHAUSBLOCK WIEDENHOFER HOF, WIEN XVII.

Architekt: Prof. Dr. Josef Frank.



Wohnhausblock Wiedenhofer Hof, Straßenansicht.



Obergeschoßgrundriß.

Bauherr und Bauleitung: Gemeinde Wien.
Bauzeit: 1924 und 1925.

Zahl der Wohnungen: 246 mit 45–50 qm Wohnfläche in verschiedenen Typen.

Baumaterialien: Farbiger Putzbau.

Ofenheizung.

Gemeinschaftsanlagen: Bäder, Verkaufsstelle der Konsumgenossenschaft, Kinderspielplätze; außerdem Läden und Werkstätten.



Wohnhausblock Bebelhof, Hofansicht (oben), Straßenansicht (unten).

Bauherr und Bauleitung: Gemeinde Wien.
Bauzeit: 1925 bis 1927.

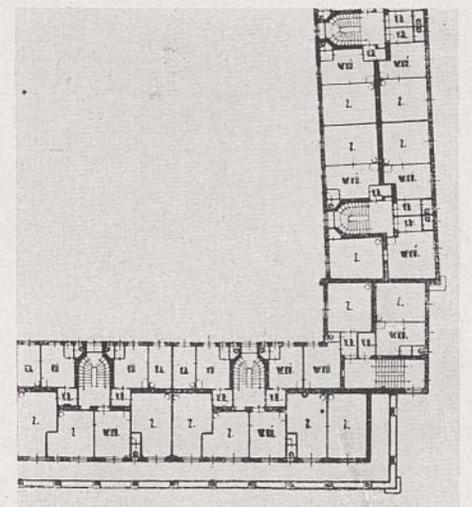
Zahl der Wohnungen: 301 Kleinwohnungen.

Baumaterialien: Farbiger Putzbau.

Ofenheizung.

Gemeinschaftsanlagen: Großer Gartenhof mit Kinderspielplätzen und Wasserbecken; außerdem Läden.

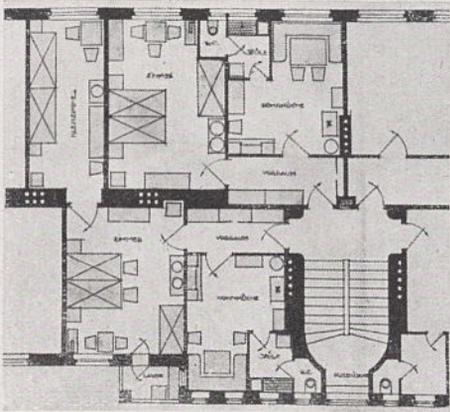
Randbebauung.



Obergeschoßgrundriß.

WOHNHAUSBLOCK BEBELHOF, WIEN XII.

Architekt: Wiener Stadtbauamt, Stadtoberbaurat K. Ehn.



Obergeschoßgrundriß.



Ansicht vom Platz nach der Rizygasse.

WOHNHAUSGRUPPE
„AM FUCHSENFELD“, BAUTEIL III.
WIEN XII.

Architekten: Heinrich Schmid und
Hermann Aichinger, Wien.

Bauherr und Bauleitung: Gemeinde Wien.

Bauzeit: 1924 und 1925.

Zahl der Wohnungen: 609, davon 21 mit
1 Z., 506 mit 2 Z., 277 mit 3 Z., 4 mit
4 Z., 1 mit 5 Z.

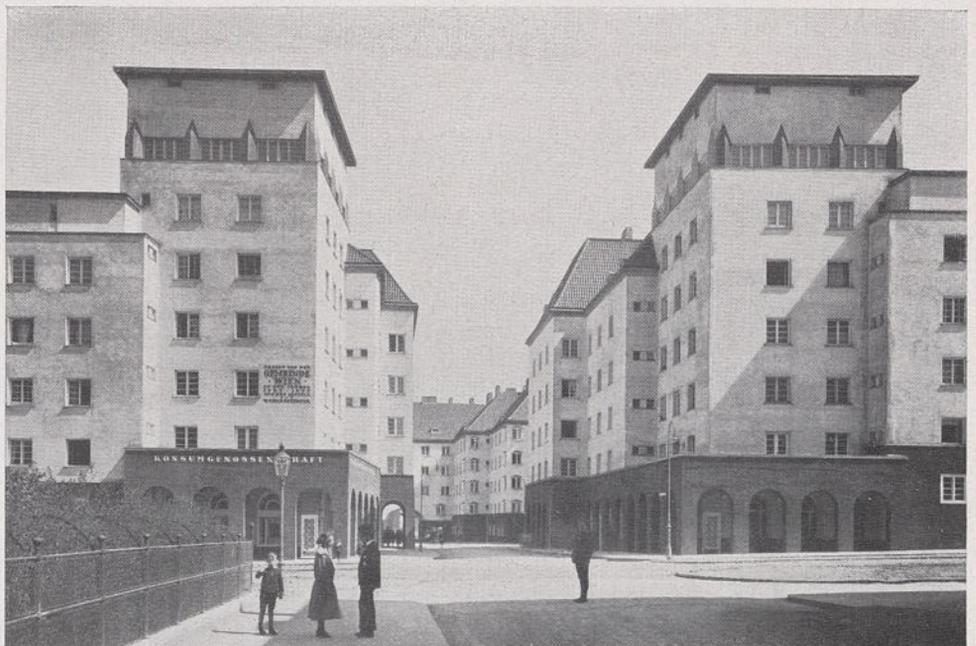
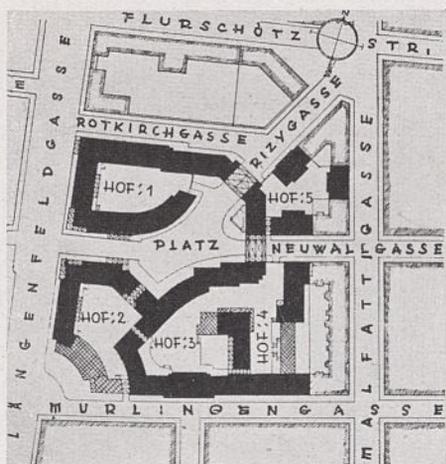
Baumaterialien: Farbiger Putzbau, Ge-
simse gestockter Beton, Pfannendach.

Gemeinschaftsanlagen: Oeffentlicher
städtischer Kindergarten mit 4 Abtei-
lungen, Kinderspielplatz und Spiel-
terrasse; Kleinkindergarten mit Spiel-
platz; Turnhalle mit Freiturnplatz;
Mutterberatungsstelle; Zentralwäsche-
rei und Bäder in besonderem Gebäude.
Außerdem 11 Läden, 1 Apotheke,
7 Werkstätten, 6 Ateliers.



Ansicht von der Neuwallgasse auf den Platz (oben),
Ansicht von der Längenfeldgasse (unten).

Lageplan.



Die Bewegungs- und Antriebsvorrichtungen an Schiebetoren für neuzeitliche Schiffsschleusen und ein Beitrag zur Frage des Bewegungswiderstandes.

Von Oberingenieur K a r l M e y e r, Zweibrücken.

KURZER GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER SCHIEBETORANLAGEN.

Die Verwendung von Schiebetoren als Schiffsschleusenverschlüsse begann sich in Deutschland erst zu Beginn dieses Jahrhunderts einzubürgern. Zwar war bei der 1895 gebauten Kaiserschleuse zu Bremerhaven am Binnenhaupt bereits ein Schiebetor verwandt; aber der Umstand, daß man mit Rücksicht auf die starken Durchströmungen am Außenhaupt davon Abstand nahm, zeigt zur Genüge, wie sehr die Betriebssicherheit derselben noch angezweifelt wurde. Erst der durchaus zufriedenstellende Betrieb des Binnentores hat die herrschenden starken Bedenken mit zerstreuen helfen. In England ging man bereits während der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts dazu über, Schleusen- und besonders Dockverschlüsse mit Schiebetoren auszurüsten. Dieselben hatten die Form der auch jetzt noch für Dockverschlüsse häufig anzutreffenden Schwimmpontons. Sie waren im Aufriß trapezförmig gehalten, um ein Ausdrehen zu ermöglichen. Da jedoch das Verholen der Pontons sehr zeitraubend und bei schlechtem Wetter und starkem Seegang nicht ungefährlich war, stattete man die Pontons mit Kufen von Holz oder Eisen aus und ließ sie mit etwa 20 t Uebergewicht auf poliertem Granit laufen. Seitlich neben dem Dockhaupt wurde eine Kammer angebracht, in welche man das Ponton hineinzog, wenn das Dock geöffnet werden sollte. Um die weitere Entwicklung hat sich besonders Kinipple verdient gemacht. Er schaffte das Rollponton. Die unmittelbar am Tor befestigten Rollen liefen entweder auf einer Granitbahn oder auf Schienen. Bei einer anderen Anordnung wurden die in Lagerstühlen untergebrachten Rollen in Abständen von etwa 2,00 m auf der Sohle des Drempelschlitzes befestigt, während die Schienen unter dem Tor angebracht waren. Diese Ausführung finden wir bei dem Schiebetor der Kaiserschleuse in Bremerhaven. Um eine gute Spülwirkung in der Torkammer und unter dem Tor zu erzielen, hielt Kinipple seine Tore auch an den Stirnseiten geschlossen, eine Maßnahme, welche sich aber als überflüssig erwies. Man ging später davon ab und ließ die Stirnseiten offen, soweit die Eisenverbände und der Schwimmkasten es zuließen. Zur Erleichterung des Ausschimmens zwecks Ausbesserungsarbeiten gab Kinipple dem Ponton andere Formen. Er baute es im Aufriß rechteckig und im Grundriß trapezförmig. Gleichzeitig ließ er zwischen den Torhölzern und den Mauerwerksanschlüssen ein Spiel von 5 bis 10 cm auf jeder Seite. Jetzt brauchte das Tor mittels des Schwimmkastens nur so weit angehoben zu werden, bis es vom Drempel freikam; dann konnte das Ausdrehen beginnen. Nach dieser Art sind in Deutschland u. a. noch die Tore der Schleusen zu Bremerhaven, Oslebshausen bei Bremen und Leer gebaut. Die Tore der Emdener Seeschleuse, der Schleusen für den Kaiser-Wilhelm-Kanal und der neuen Doppelschleuse in Geestemünde sind sowohl im Aufriß wie im Grundriß rechteckig gehalten, was gegenüber der Trapezform den Vorteil der einfacheren Bauweise und der Gewichtersparnis mit sich bringt. Während bei den Holtenauer Schleusentoren zum Ausdrehen ein Stück des unteren Dichtungsholzes im Bereich der Drehkante durch den Taucher herausgenommen werden muß, sind an den Toren von Emden und Geestemünde die hinteren senk-

rechten Anschlaghölzer auf der einen Torseite so weit vorgesetzt, daß das Ausdrehen möglich ist, ohne einen Teil des unteren Dichtungsholzes entfernen zu müssen. In Geestemünde hat diese vorspringende Anschlagleiste eine Erscheinung im Gefolge gehabt, die weiter unten noch näher behandelt werden soll.

Als Antrieb für die Rollpontons verwendete Kinipple hydraulische Maschinen. Dieselben arbeiteten auf zwei Ketten ohne Ende, welche zu beiden Seiten der Torkammer auf zwei Rollen gelagert waren. Entweder kuppelte man das Ponton unmittelbar mit den beiden Ketten oder es wurde ein Wagebalken zwischengeschaltet. An dieser Anordnung wurde lange festgehalten, später verwandte man statt der Gliederketten jedoch die Gallschen Ketten. — In England wurden eine ganze Reihe von Dockverschlüssen mit Druckluftmaschinen ausgerüstet. Diese Antriebe haben gegenüber den hydraulischen Maschinen den Vorzug, daß sie gegen Frost unempfindlich sind und bei wechselnder Belastung wirtschaftlicher arbeiten. Der Antrieb der Rollpontons der Bremerhavener Kaiserschleuse, der nach dem Kinipple'schen System hydraulische Motoren und Gallschen Kettenantrieb mit Wagebalken am Tor erhalten hat, zeigt eine besonders sorgfältig durchdachte Anlage. Außer dem Hauptmotor ist ein Reservemotor und ein Handantrieb vorhanden. Es kann je nach den auftretenden Widerständen mit großer oder kleiner Geschwindigkeit gefahren werden. Am vorderen Ende der Torkammer ist zu beiden Seiten je ein hydraulischer Preßkolben aufgestellt, mit dem das Tor von den Anschlägen gerissen werden kann, wenn dieselben festgefroren sind, ein Fall, bei dem die größten Widerstände auftreten. Vereinzelt sind in England zum Antrieb von Dockverschlüssen noch Dampfmaschinen benutzt worden. Dieselben kommen aber aus Mangel an genügender Betriebsbereitschaft für Schiffsschleusen nicht in Betracht. Mit der Entwicklung der elektromotorischen Antriebe sind die eben erwähnten Maschinen völlig verdrängt worden durch den Elektromotor. Dieser verbindet mit dem Vorzug der ständigen Betriebsbereitschaft noch die weiteren Vorteile der größeren Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Steuerfähigkeit in den Grenzstellungen und Sauberkeit des Betriebes. Dazu kommt noch, daß die elektrische Energie sich in idealer Weise bei einer weitverzweigten Schleusenanlage verteilen läßt, und daß man in der Wahl des Steuerstandes unabhängig wird. Sie liefert nicht nur die Energie für den Antrieb der Tore und Schützen, sondern dient auch zur Betätigung der Schleusensignale, Beleuchtungskörper, Signallampen und Telephone, zur fernelektrischen Uebertragung der Pegelstände in den einzelnen Haltungen und zur Wiedergabe der Torbewegungen mittels Torfahrtanzeiger. Mit der Einführung der Elektrizität war der gesamte maschinelle Teil der Anlage einer starken Umwandlung unterworfen. Die schnelllaufenden Motoren verlangten Antriebe, welche nach den modernsten maschinentechnischen Gesichtspunkten entworfen und bearbeitet waren. Der Gedanke der Wirtschaftlichkeit begann sich durchzusetzen und verlangte ein enges Zusammenarbeiten zwischen dem Bauingenieur und dem Maschinenbauer. So brachte die Wende des Jahrhunderts auch auf diesem Gebiet der Technik einen großen Umschwung, der in dem Bau der letzten Schleusenanlagen zutage tritt.

DER JETZIGE VERWENDUNGSBEREICH DES SCHIEBETORS.

Das Schiebetor findet jetzt Verwendung als Abschlußkörper für mittlere und große Seeschleusen, als Sperr- und Sicherheitstor im Hafengebiet, als Abschlußkörper der Unterhäupter von Fluß- und Kanalschleusen und vereinzelt als Abschluß für Trockendocks. Seine hauptsächlichsten Vorteile gegenüber den Stemmtoren sind folgende: Es kehrt nach beiden Seiten und kann daher zwei Paar Stemmtore ersetzen. Gegenüber zwei Paar Stemmtoren ist es leichter und billiger. Es ist betriebssicher, was sich besonders mit zunehmender Schleusenbreite auswirkt. Es ist im geöffneten Zustande keinen Beschädigungen durch Schiffsstöße ausgesetzt, da es völlig in die Torkammer zurückgezogen wird. Der Antrieb ist an einer Stelle zusammengefaßt und bietet Gewähr für gute Betriebssicherheit. Das Schiebetor ist ferner unempfindlich gegen Setzen des Schleusenmauerwerks und daher besonders im Bergbauggebiet geeignet. Den letzten Vorzug teilt es mit den Hubtoren. Diese haben gegenüber den Schiebetoren wiederum voraus, daß sämtliche Eisenteile des Tores über Wasser zugänglich sind. Deshalb neigt man in allerletzter Zeit dazu, für die Unterhäupter von Kanalschleusen, besonders wenn sie im Senkungsgebiet liegen, Hubtore zu verwenden. Ob sie sich gegenüber den Schiebetoren durchsetzen werden, ist noch fraglich, da dem einen Vorteil zwei wesentliche Nachteile gegenüberstehen. Zunächst stellt sich die Hubtoranlage um etwa 80 vH schwerer und damit teurer. Außerdem ist der Kraftbedarf etwa 3:5,5 mal so groß. Dieses leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß mit Rücksicht auf einen genügenden Schließdruck nicht das ganze Torgewicht durch Gegengewichte ausgeglichen werden kann und außerdem der Auftrieb der eingetauchten Eisenmassen bei der Bemessung der Gegengewichte unberücksichtigt bleiben muß. Die in den Schleusen des Rhein-Hernekanals verwandten Schiebetore arbeiten seit vielen Jahren in durchaus zufriedenstellender Weise.

DIE LAGERUNG.

Die Schiebetoranlagen haben sich, je nach dem Zweck, dem die Schleusen dienen, verschieden entwickelt. Dieses zeigt sich hauptsächlich in der Art der Lagerung. Unter der Lagerung des Tores soll die Uebertragung des Eigengewichtes auf die Bewegungsvorrichtungen verstanden werden.

Es lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden (Abb. 1 und 2):

1. Das Torgewicht ruht auf zwei Wagen, welche auf Schienen laufen.
2. Das Torgewicht ist vollständig durch den Auftrieb des Schwimmkastens ausgeglichen. Mittels vertikaler und horizontaler Rollen wird das Tor an einer beweglichen Brücke geführt.
3. Das Tor hängt mittels Drahtseilen oder Stangen an einem Wagen, welcher auf einer festen Torbrücke verschoben wird.

Zu 1. Diese Art der Lagerung trifft man bei Seeschleusen weitaus am häufigsten an. Sie hat sich entwickelt aus der Kinippleschen Rollenlagerung. Nur sind die Rollen hier nicht mehr fest am Tor angebracht, sondern in Wagen eingebaut, damit dieselben von Zeit zu Zeit herausgenommen und nachgesehen bzw. gegen einen im Vorrat gehaltenen Wagen ausgewechselt werden können. In dem Bestreben, möglichst wenig bewegliche Teile unter Wasser zu haben, ging man noch einen Schritt weiter und ordnete statt zwei Unterwagen, auf denen das Tor ruhte, einen Unterwagen und einen Oberwagen an. Während der Unterwagen das vordere Ende des Tores trägt, übernimmt der in Höhe der Toroberkante über die Kammer gespannte Oberwagen das hintere Ende des aufgehängten Tores. Diese Anordnung erleichtert das Auswechseln des Unterwagens ganz bedeutend. Soll derselbe

z. B. nachgesehen werden, so wird die vordere Ballastzelle des Tores gelenzt und dadurch das vordere Torende zum Aufschwimmen gebracht, während das Tor hinten mit dem Oberwagen verbunden bleibt. Dasselbe kann also, nachdem das vordere Ende genügend gehoben ist, mittels des Torantriebes um ein Stück zurückgezogen werden, so daß der Unterwagen frei wird. Es ist bei dieser Lagerung des Tores möglich, das Anschlagen des Unterwagens und das Absetzen des Ersatzwagens auf die Schienen völlig ohne Taucher in einigen Stunden zu bewältigen. Die Lagerung auf einem Unter- und einem Oberwagen erhöht ferner die Standsicherheit. Das Tor ist durch die Wagen angenähert in der Diagonalen gehalten. Auf dieser Linie greift aber auch die Resultierende aus dem einseitigen Wasserdruck an, gegen den das Tor zu bewegen ist, so daß nur ein kleines Kippmoment entsteht, welches leicht durch eine Führung am hinteren unteren Torende aufgenommen werden kann.

Zu 2. Diese Lagerung kommt in Betracht, wenn eine Fahrstraße oder Eisenbahn über die Schleuse geführt werden soll. Eine hiernach ausgeführte Anlage zeigt die Schleuse zu Oslebshausen. Die von Eifel geplante Schleuse für den Panamakanal sah in ähnlicher Weise ein Schiebetor in Verbindung mit einer Drehbrücke vor. — Die Tore drücken mit etwas Auftrieb gegen die an der Brücke verlegten Schienen. Laufen in Folge eines Betriebsunfalles ein oder mehrere Zellen des Schwimmkastens voll Wasser, so setzt sich das Tor auf seine Kufen ab, ohne die Brücke zu belasten. Die Anlage hat einige Vorzüge: Es sind keine beweglichen Teile unter Wasser; der Fahrwiderstand bleibt niedrig, weil mit hohem Gewichtsausgleich gefahren werden kann, und außerdem sichert die Brücke dem Tor eine gute seitliche Führung gegen Strömung und Wind, so daß die Anordnung sich in erster Linie dort empfiehlt, wo gegen starke Strömung bewegt werden muß. Jedoch kommt sie nicht in Frage für Schleusen mit starkem Verkehr, weil die Schleusungszeit um die Dauer der Brückenbewegung verlängert wird.

Als ein Nachteil muß noch der Umstand angesprochen werden, daß das beschädigte Tor auf Kufen gleitet und

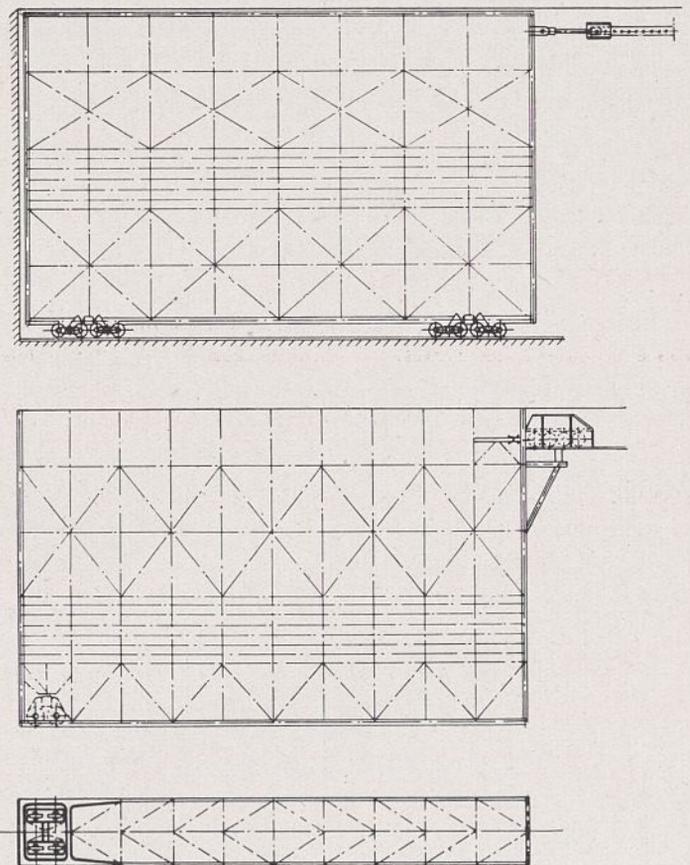


Abb. 1. Lagerung nach 1.
Das Torgewicht wird von 2 Wagen aufgenommen.

daher schwer zu betätigen ist, während die auf Wagen gelagerten Tore auch nach dem Vollaufen von ein oder zwei Zellen nach Einschalten einer kleineren Geschwindigkeit ohne Schwierigkeiten mit dem Torantrieb verfahren werden können.

Zu 5. Die Aufhängung des Tores an einem Wagen, welcher auf einer festen Torbrücke bewegt wird, kommt nur für Kanal- und Flußschleusen und gegebenenfalls für minderwichtige Sperrtore in Hafenanlagen in Betracht. Auch bei dieser Anordnung liegen keine beweglichen Teile unter Wasser. Das Tor wird bewegt durch ein fest auf der Torbrücke verlagertes Windwerk, dessen Triebritzel in eine Zahnstange eingreift, welche auf dem Wagen liegt. Das Torgewicht ist annähernd ausgeglichen durch den Auftrieb des Schwimmkastens. Die Seile ermöglichen ein gutes Anlegen des Tores an die Anschläge im Augenblick des Dichtens. Läßt der Wasserdruck nach, so schwingt das Tor in die Mittellage zurück. Die Anordnung hat sich bei den Schiebetoren des Rhein-Hernekanals gut bewährt.

DIE TORWAGEN.

Die Wagen der nach 1. gelagerten Tore bilden ein solch wichtiges Glied in der Gesamtanlage, daß sie eine eingehende Betrachtung erfordern. Ihre Aufgabe besteht darin, die Fahrbewegung der auf ihnen gelagerten Tore bei größter Betriebssicherheit und möglichst geringem Fahrwiderstand zu gewährleisten. Außerdem sind Vorrichtungen einzubauen, welche es dem Tor ermöglichen, die zum Dichten erforderliche Seitenbewegung auszuführen. Die Wagen bestehen im wesentlichen aus dem flußeisernen Rahmen und den aus Stahlguß angefertigten Laufrädern. Sie werden normalerweise nur mit dem Betriebsdruck von etwa 20—40 t belastet. Dieser Wert steigt jedoch bei Beschädigungen des Schwimmkastens beträchtlich und kann im schlimmsten Falle gleich dem ganzen Torgewicht werden. Es sind daher bei vielen Seeschleusen die Wagen für diesen größtmöglichen Belastungsfall bemessen, unter Zulassung von Biegungsspannungen bis zu 1800 kg/cm². Eine unbedingte Notwendigkeit liegt allerdings kaum vor. Bei Beschädigungen des Schwimmkastens durch Schiffsstöße werden normalerweise eine Zelle, und wenn der Stoß zufällig auf ein Querschott trifft, höchstens zwei Zellen vollaufen. Die Annahme, daß gleich-

zeitig noch mehr Zellen oder sogar alle vollaufen, muß als zu weitgehend angesprochen werden. Demnach sollte es genügen, den Wagen für eine Auflast zu bemessen, welche gleich dem Betriebsdruck zuzüglich der Wasserlast aus zwei über dem Wagen gelegenen Zellen des Schwimmkastens ist. Je nach den zu übertragenden größten Lasten erhalten die Wagen acht oder vier Laufräder. Sind vier Wagenräder auf jeder Seite vorhanden, so müssen dieselben zu zwei und zwei in einer Schwingung zusammengefaßt werden. Der kleinste Raddurchmesser ist bedingt durch die zulässige Pressung zwischen Lauffläche und Schienenkopf. Setzt man die Wagen nicht unter die Tor-konstruktion, d. h. unter den untersten Torriegel — wie es meistens angetroffen wird —, sondern in das Tor und führt den untersten Torriegel als Rahmenverband um den Wagen herum, wie es bei den Toren der Doppelschleuse in Geestemünde geschehen ist — (Abb. 1) —, so macht es keine Schwierigkeiten, genügend große Laufräder zu erhalten. Auch die Anordnung der neuen Seeschleuse zu Ymuiden kann befriedigen. Dort ist unten eine Federblechdichtung gewählt. Der unterste Riegel liegt also über dem Drempel, so daß ein genügender Abstand bis zur Drempelsohle verbleibt zur Anordnung des Wagens. — Wie bereits erwähnt, muß das auf dem Wagen ruhende Tor in der Verschlussstellung eine seitliche Bewegung ausführen können; andererseits soll es während der Bewegung in der Mittellage gehalten werden, d. h. frei von den beiderseitigen Anschlägen. Diese Forderungen sind fast überall verschieden gelöst worden. Solange die Tore nach dem Kinippleschen Verfahren gelagert wurden und also keine Wagen besaßen, führte man die Rollen so breit aus, daß dieselben in der Querrichtung auf den Schienen gleiten konnten. Bei dem Bremerhavener Tor haben die mit Spurkränzen versehenen Rollen zwar nur die Breite der Schiene, sie können aber auf ihren Achsen gleiten. Von einer Querbewegung zwischen Rad und Schiene hat man bei den mit Wagen ausgerüsteten Toren abgesehen zur Vermeidung von Radbrüchen. Die Spurkränze der Laufräder schließen daher mit geringem Spiel den Schienenkopf ein. Die Bewegung erfolgt hier zwischen Tor und Wagen. Die Tore der Kaiser-Wilhelm-Kanalschleusen ruhen mittels Gleitpolster auf den Wagen. Mittig zum Tor ist ein dornartiges Stahlgußstück am untersten Riegel verschraubt, welches um eine federnd im Unterwagen ge-

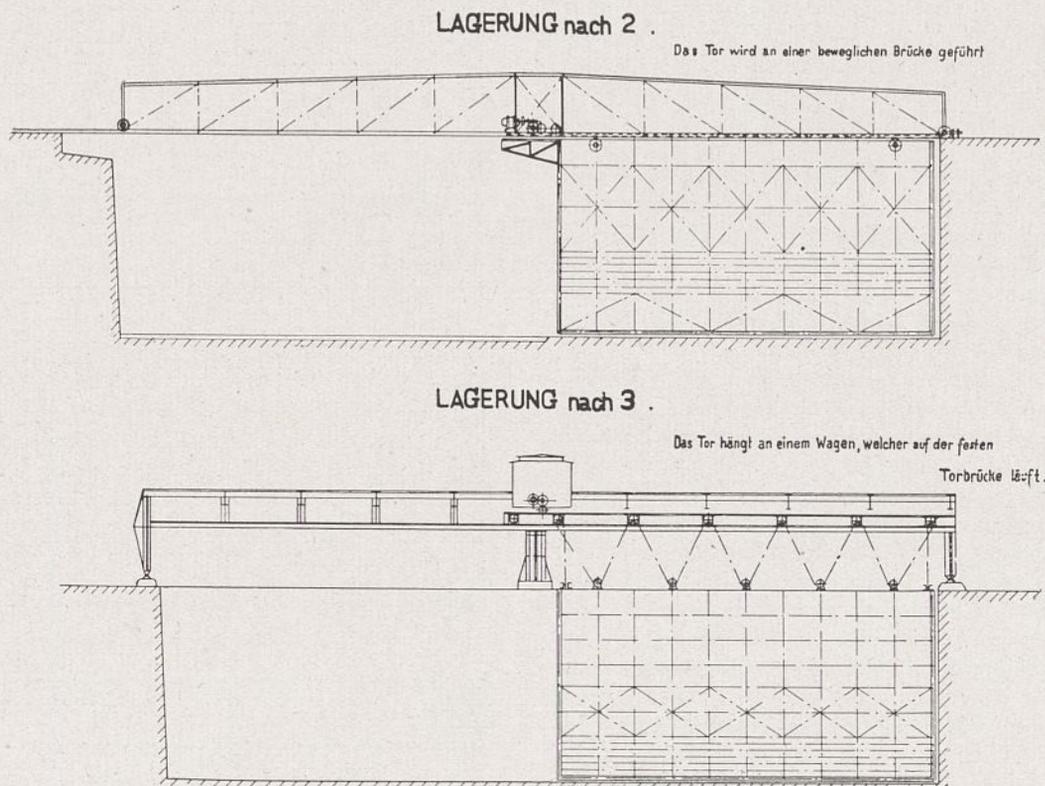


Abb. 2. Lagerung nach 2 und 5.

lagerte Stange herumgreift. Sobald nun der Wasserstand nach dem Vorfahren in die Verschußstellung auf der einen Torseite angezogen wird, gleitet das Tor infolge des einseitigen Ueberdruckes auf den Polstern, bis der Schluß zwischen dem Anschlagholz und dem Dremmel hergestellt ist, dabei spannt der Dorn die Feder im Unterwagen. Umgekehrt drückt zu Beginn der Oeffnungsbewegung die Feder das Tor in die Mittellage zurück, sobald der Wasserstand genügend ausgeglichen ist. Die Spurkränze der Laufräder sind besonders stark auszubilden, damit dieselben imstande sind, den auf den Unterwagen ausgeübten Seitendruck auf die Schienen zu übertragen. Eine ähnliche Lösung zeigt das große Schiebetor in Geestemünde. Hier sind jedoch die Gleitpolster durch besondere Rollen ersetzt, deren Achsen parallel zur Tor-Längsachse liegen. Die Zentrierung erfolgt ebenfalls durch Federn, die im Unterwagen eingebaut sind. Bei der Dichtungsbewegung legt sich der Rahmen des unteren Torriegels gegen eine Stange, welche die Feder spannt. Die Stärke der Feder ist bedingt durch diejenige Höhe des einseitigen Wasserdruckes, gegen welche das Tor noch bewegt werden soll, ohne daß die Hölzer am Dremmel schleifen. Im Durchschnitt wird hierfür eine Stauhöhe von 5 bis 10 cm ausreichen. Die obere Grenze für den gewählten einseitigen Ueberstau und die Stärke der Federn ist gegeben durch den Wasser- und Zeitverlust bei einer Schließung; denn je stärker man die Feder macht, um so mehr Wasser fließt durch den Spalt ab, bis er vollständig geschlossen ist. Bei den kleinen Schiebetoren der Geestemünder Schleuse sind Pendellager eingebaut, welche eine seitliche Schwingbewegung ausführen können. Das Tor setzt sich mittels besonders geformter Klauen auf das untere Verbindungsstück des Lagers. Sobald der seitliche Ueberstau einsetzt, schwingt das Pendellager mit dem Tor seitlich aus, bis die Hölzer am Mauerwerk anliegen. Läßt der Druck nach, so schwingt das Tor, dem Eigengewicht folgend, in die Mittellage zurück.

Derselbe Gedanke liegt der Anordnung zugrunde, welche bei den Toren der neuen Schleuse zu Ymuiden getroffen wurde. Das Tor legt sich hier auf eine Walze, welche in einem muldenförmigen Gußstück des Unterwagens liegt. Bei der Seitenbewegung rollt das Tor und die Walze nach der betreffenden Seite, wobei sich beide Teile etwas heben. Sobald der Wasserdruck verschwindet, rollt das Tor in die Mittellage zurück. Die beiden zuletzt genannten Lösungen, bei denen das Eigengewicht des Tores zur Zentrierung benutzt wird, haben den Vorzug der größeren Einfachheit. Zudem muß die Anordnung einer Feder unter Wasser als ein Nachteil bezeichnet werden, selbst wenn sie in einem besonderen Gehäuse gelagert ist.

Soweit bekannt, haben die Wagen sämtlicher in Deutschland ausgeführten Seeschleusen Laufräder mit Achslagerung, d. h. die ausgebüchsten Laufräder drehen sich auf festverlagerten Achsen. Als Büchsmaterial dient meistens seewasserbeständige Bronze. Jedoch hat sich diese noch nirgends bewährt. Es muß daher abgeraten werden, ein Bronze- oder Rotgußfutter zu verwenden, selbst wenn das Material als seewasserbeständig hingestellt wird. Die letzten schlechten Erfahrungen mit angeblich seewasserbeständigem Material sind an den kleinen Toren der Doppelschleuse zu Geestemünde gemacht worden. Das Büchsmaterial ist in kurzer Zeit verschliffen. Die Ursache hierfür muß in verschiedener Richtung gesucht werden. Zunächst ist die fressende Wirkung des Seewassers zu nennen in Verbindung mit dem schmirgelnden Einfluß des Schlicks, welcher bald in die Lager eindringt. Dann besteht die Möglichkeit, daß das Potentialgefälle zwischen dem Rotguß und dem Flußeisen einen elektrischen Strom erzeugt, welcher das Lagermaterial zersetzt. Einen großen Teil der Schuld an der schnellen Abnutzung trägt fraglos die überall angewandte Achslagerung. Die Wirkungsweise der Achslagerung ist dadurch gekennzeichnet, daß sich während der Wagenbewegung das Laufrad um den festsitzenden Zapfen dreht.

Der härtere Zapfen wird daher die Laufradbüchse am ganzen Umfang abnutzen, so daß die Bohrung derselben nach einiger Zeit um ein geringes Maß größer geworden ist. Die anfängliche Flächenberührung zwischen Achse und Büchse ist somit in eine Linienberührung zwischen zwei ineinander liegenden Zylindern mit verschiedenen Radien übergegangen, was zur Folge hat, daß die Flächenpressung weit über die zulässige Grenze hinaus ansteigt. Von dem Augenblick an, in welchem der Zapfen anfängt, sich zu lockern, also nachdem die Abnutzung der Büchse eingeleitet ist, schreitet der Vorgang immer schneller vorwärts. Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Laufräder mit Wellenlagerung ausgerüstet sind. Dann sitzt das Rad auf einer Welle, welche sich in fest eingebauten Lagern dreht. Auch hier tritt wohl eine Abnutzung auf, aber es findet keine Erhöhung der Flächenpressung statt, so daß die Abnutzungsgeschwindigkeit gleichmäßig gering bleibt. Die zur Bekämpfung des schnellen Lagerverschleißes geeigneten Maßnahmen sind somit: Anwendung von Wellenlagerung statt Zapfenlagerung und Benutzung eines widerstandsfähigen Lagermaterials. Als solches ist Hartguß oder Stahlguß anzusehen. Die Verschlechterung des Reibungsbeiwertes ist unwesentlicher Art. Bei den großen Toren der Doppelschleuse zu Geestemünde sind die Wagen mit Walzenlager — Bauart M. A. N. — ausgerüstet. Die Stahlwalzen laufen unmittelbar auf der Stahlachse. Seitlich sind die Lager durch Deckel mit Asbestdichtung verschlossen und der Raum zwischen den Walzen mit Fett ausgefüllt, so daß das Eindringen von Seewasser und Schlick tatkräftig verhindert ist. Da bis jetzt noch keiner der mit Walzenlager ausgerüsteten Wagen nach einer längeren Betriebszeit untersucht ist, kann ein abschließendes Urteil über dieselben noch nicht gefällt werden. Trotz mehrjährigen, angestregten Betriebes haben sich bis jetzt keine Mängel gezeigt. Es muß ausgeschlossen erscheinen, daß die aus bestem Tiegelstahl hergestellten Walzen unter dem Einfluß des Seewassers und Schlickgehalts Beschädigungen erleiden sollten.

Ferner weisen die Rollenlager gegenüber den Gleitlagern einen geringeren Reibungswiderstand auf, so daß die etwas höheren Anschaffungskosten normalerweise ausgeglichen werden durch die Ersparnisse an Betriebskosten. Um das Verhalten der Rollenlager in bezug auf ihre Reibungsbeiwerte zu klären, wurden gelegentlich der Inbetriebnahme der Unterwagen für die große Schleuse in Geestemünde Versuche angestellt, deren Ergebnisse im nachstehenden mitgeteilt werden sollen. Vorausgeschickt seien einige allgemeine Betrachtungen über das Verhalten von Rollenlagern im Vergleich zu den Gleit- u. Kugellagern.

Die Formel für das Reibungsmoment eines Walzenlagers lautet:

$$Md = 1,2f \cdot P \cdot \frac{2r + d}{d}$$

Hierin bedeutet:

P = Lagerbelastung, $2r$ = Zapfendurchmesser,
 f = Hebelarm der rollenden Reibung,
 d = Walzendurchmesser.

Um die Reibungszahlen der Wälzlager besser mit denjenigen der Gleitlager vergleichen zu können, führt man häufig den ideellen Reibungswert μ_i ein. Derselbe bedeutet den auf den Zapfenumfang des Wälzlagers bezogenen Reibungsbeiwert und ist demnach gleichbedeutend mit den μ -Werten der Gleitlager. Der Ausdruck für das Reibungsmoment lautet dann: $Md = P \cdot r \cdot \mu_i$, und somit:

$$\mu_i = 1,2f \cdot \frac{2r + d}{d \cdot r}$$

Der Wert μ_i ist demnach abhängig von f und den Konstruktionsdaten des betreffenden Lagers. Die letzteren Werte sind bedingt durch die Belastung, welche das Lager aufnehmen soll. Durch eingehende Versuche ist festgestellt, daß der f -Wert mit abnehmender Lagerbelastung steigt, demnach steigt bei einem Lager auch im

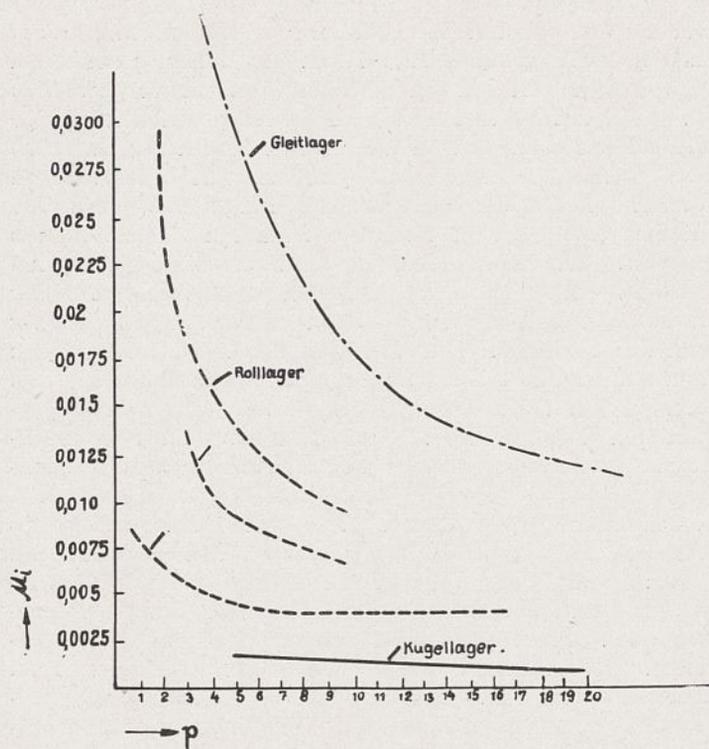


Abb. 5. μ_i - Werte in Abhängigkeit von der spez. - Lager-
 - druckung p .

selben Verhältnis der μ_i -Wert. Man kann also von einem Wirkungsgrad des Lagers sprechen und sagen, das Lager ist nur bei der Belastung voll ausgenutzt, welche der Konstruktion zugrunde liegt. Diese Eigenschaft teilt das Rollenlager mit dem Gleitlager. Das Kugellager dagegen ist praktisch unabhängig von einem Wechsel in der Belastung, wenn auch eine geringe Verschlechterung des Wirkungsgrades bei sinkender Belastung zu verzeichnen ist (Abb. 5). Beide Walzlagerarten haben gegenüber den Gleitlagern den Vorteil, daß die Reibung der Ruhe sich nicht von derjenigen der Bewegung unterscheidet. Die gebräuchlichen μ_i -Werte für Rollenlager liegen etwa zwischen 0,0075 und 0,0025, je nach der Art und Belastung. Solch günstige Werte zeigen jedoch die hier in Frage kommenden Lager nicht. Für dieselben sind zu wählen: $\mu_i = 0,02 + 0,05$. Zu bedenken ist, daß dieselben für die Aufnahme großer Lasten bestimmt sind, bei nur geringen Umdrehungszahlen und sehr hohen spezifischen Pressungen, welche nach Hertz bis zu $12\,000\text{ kg/cm}^2$ oder mehr betragen können. Während des erwähnten Fahrversuchs stand der Unterwagen unbelastet auf den Schienen. Die Anordnung zeigt Abb. 4. In Achshöhe war horizontal ein Zugseil gespannt, welches über drei Seilrollen umgelenkt war und am Ende einen Kasten trug, in den so lange Sand gefüllt wurde, bis der Wagen sich in Bewegung setzte und langsam, ohne merkbare Geschwindigkeitszunahme, davonrollte. Die Schienen waren vorher gesäubert und der Wagen so ausgerichtet, daß seine Spurkränze von den Schienen frei gingen. Die

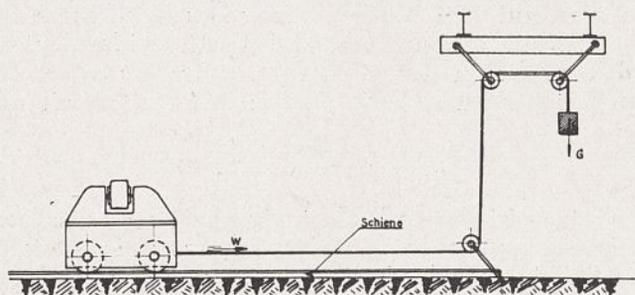


Abb. 4. Versuchsanordnung für Widerstandsmessung
 der Unterwagen.

für die Versuchsauswertung notwendigen Daten sind folgende:

Gewicht des Unterwagens: $G = 11420\text{ kg}$
 Gewicht der vier Laufräder: $G_1 = 4 \times 854 = 3416\text{ kg}$
 Belastung jedes Laufrades = $\frac{11420 - 3416}{4} = 2000\text{ kg}$
 Laufraddurchmesser $2R = 1000\text{ mm}$
 Achsdurchmesser $2r = 170\text{ mm}$
 Walzendurchmesser $d = 65\text{ mm}$
 Walzenzahl $n = 11$.

Das Gesamtgewicht des Kastens und der Sandfüllung wurde unmittelbar nach dem Versuch zu 168 kg bestimmt. Der Wirkungsgrad der Seilrollen sei zu $0,96$ eingesetzt, ein Wert, der mit Rücksicht auf die minderwertige Beschaffenheit der Montagegeräte so klein gehalten ist. Das auf die Laufräder ausgeübte Drehmoment beträgt: $W \cdot R = 168 \cdot 0,96^3 \cdot 50 = 7450\text{ cmkg}$. Demgegenüber steht das Moment der rollenden Reibung zwischen Rad und Schiene und das Reibungsmoment des Walzenlagers. Letzteres soll auf den Zapfenumfang bezogen werden. Dann gilt: $W \cdot R = G \cdot f + G_1 \cdot \mu_i \cdot r$. Hierin ist f der Hebelarm der rollenden Reibung, nach den Angaben der Hütte = $0,05$. Er soll hier mit $0,1$ eingesetzt werden, um einem zufälligen leichten Schleifen eines Spurkränzes Rechnung zu tragen.

Damit wird $G \cdot f = 11420 \cdot 0,1 = 1142\text{ cmkg}$ und $G_1 \cdot \mu_i \cdot r = 7450 - 1142 = 6308\text{ cmkg}$. Hieraus:

$$\mu_i = \frac{6308}{4 \cdot 2000 \cdot 8,5} = 0,095.$$

Dieser Wert mußte hoch erscheinen. Nun war anzunehmen, daß die neu eingesetzten Laufräder seitlich in den Lagerblechen schleiften, ferner verschlechterten die Fettfüllungen und die Packungen der Lagerdichtung den Reibungswert. Um die Größe dieser Einflüsse festzustellen, wurde folgender Ergänzungsversuch gemacht:

Am hochgestellten Unterwagen wurde der Drehwiderstand von zwei Laufrädern bestimmt, und zwar an einem fertig eingebauten Rad und an einem Rad, bei dem die Dichtungsdeckel, die Fettfüllung und die seitlichen Schleifringe entfernt waren. Dagegen waren die Walzen gut eingölt. Die dabei ermittelten μ_i -Werte betragen: $\mu_i = 0,145$ bzw. $\mu_i = 0,124$. Der Einfluß der Nebenreibung tritt deutlich zutage. Außerdem erkennt man die Verschlechterung des Wirkungsgrades gegenüber dem ersten Versuch. Während bei 2 t Radbelastung $\mu_i = 0,095$ war, stieg derselbe bei $0,854\text{ t}$ auf $0,145$ an. Auf Grund des Ergänzungsversuches darf man den μ_i -Wert für die reine Walzenreibung beim ersten Versuch zu $0,08$ ansetzen, wenn man in Betracht zieht, daß die Einflüsse der Nebenreibung mit wachsender Belastung schwächer werden. Leider standen nicht genügend Mittel zur Verfügung, um die Versuche weiter auszudehnen und den Wagen mit verschiedenen Belastungen zu ziehen, zwecks Ermittlung weiterer Werte für die Wirkungsgradkurve. Die von anderer Seite angestellten Versuche an Rollenlagern derselben Bauart haben ergeben, daß bei normaler Belastung $\mu_i = 0,05$ wird. Dieser Wert wird voraussichtlich auch hier erreicht werden bei steigender Belastung. Das vorliegende Lager würde normale Pressungen aufweisen bei $55\text{--}60\text{ t}$ Rad-Auflast und somit $220\text{--}240\text{ t}$ Wagenbelastung. Im normalen Betrieb bekommt der Wagen nur $50\text{--}40\text{ t}$ Druck, so daß die Lager nicht ausgenutzt sind und der μ_i -Wert statt $0,05$ kaum unter $0,05$ liegt. Es erhellt daraus die bereits erwähnte Forderung, nach Möglichkeit eine große Spanne zwischen der der Wagenberechnung zugrunde gelegten Last und dem Betriebsdruck zu vermeiden, um einen guten Lagerwirkungsgrad zu erreichen. Wenn also keine besonderen Gründe vorliegen, sollte man bei der Belastungsermittlung nicht den ganzen Schwimmkasten, sondern nur zwei ungünstig gelegene Zellen als ausgefallen annehmen. — Gleichzeitig seien noch die Ergebnisse der an einem mit Gleitlager ausgerüsteten Wagen vorgenommenen Fahrversuche mitgeteilt.

Die Daten sind: Laufraddurchmesser = $2 R = 750$ mm
 Wagengewicht = $G = 3880$ kg
 Laufrädergewicht = $4.220 = 880$ kg
 Folglich: Belastung der vier Laufräder = $G_1 = 5000$ kg
 Achsdurchmesser = $d = 140$ mm

Die Versuchsanordnung war grundsätzlich dieselbe, wie vorher beschrieben. Der Wagen stand seitlich ausgerichtet auf den Schienen. Zur Ueberwindung der ruhenden Lagerreibung wurde der Wagen etwas gedrückt und das Gewicht so weit erhöht, bis es die Bewegung im Fluß hielt. Die Zugkraft betrug 96 kg. Damit ergibt sich der μ -Wert zu: 0,158. Auch hier wird der μ -Wert bei der Betriebsbelastung geringer sein. Berücksichtigt man ferner, daß die untersuchten Gleitlager noch nicht eingelaufen waren, so darf man aus dem Versuch folgern, daß zur Bestimmung des Fahrwiderstandes der Beiwert der gleitenden Reibung kaum über 0,1 gewählt zu werden braucht. Nur bei Spurkranzreibung an den Schienenköpfen dürften höhere Werte in Frage kommen. Zusammenfassend ergibt sich, daß die Walzenlager zwar günstigere Reibungsverhältnisse aufweisen als die Gleitlager, daß die Ueberlegenheit in dieser Hinsicht aber nicht so groß ist, wie man zunächst annehmen mag. Ihr wesentlicher Vorteil liegt hauptsächlich in der großen Betriebssicherheit, der Unempfindlichkeit gegenüber den zersetzenden Einflüssen des Seewassers und Schlickgehalts, und in der Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Wartung.

Ist das hintere Torende an einem Oberwagen aufgehängt, welcher auf seitlich neben der Torkammer gelagerten Schienen läuft, so hat derselbe einmal das Torgewicht aufzunehmen und ferner die Antriebskräfte auf das Tor zu übertragen. Die übliche Anordnung ist aus Abb. 1 ersichtlich. Sowohl die Aufhängestangen wie die Zugstangen müssen durch Kreuzgelenke mit dem Tor und dem Wagen verbunden sein, damit eine zum Dichten nötige Beweglichkeit des Tores gegenüber dem spielfrei geführten Wagen erreicht wird. In die Stangen werden außerdem Federn eingeschaltet zur Aufnahme der beim Fahren und insbesondere bei Geschwindigkeitsänderungen zu erwartenden Stöße. Auf Grund von Beobachtungen muß jedoch gesagt werden, daß man den Federweg nicht zu groß wählen soll, weil anderenfalls die Lagerung zu weich wird und das Tor zum Schwanken neigt. Statt gewöhnlicher Schrauben- oder Tellerfedern würden für die horizontalen Zugglieder zur Uebertragung der Antriebskräfte mit Vorteil die neuerdings entwickelten Stoßverzehreren Verwendung finden, welche gegenüber den gewöhnlichen Federn den Vorteil haben, daß der nachteilige Rückstoß zum größten Teil durch innere Reibungsarbeit aufgezehrt wird.

Erwähnt mag noch werden, daß die untere Ecke des in der Torkammer liegenden Tores einer besonderen Führung bedarf, falls das Tor hinten an einem Oberwagen aufgehängt ist. Diese Führung soll ein Schleifen der Hölzer am Drempe verhindern. Ihre Notwendigkeit hat sich besonders erwiesen durch die Beobachtung, daß bei der Bewegung des Tores ein seitlich gerichteter Wasserdruck ausgelöst wird, welcher bestrebt ist, das Tor gegen das Mauerwerk zu drücken. Die Führung besteht aus einem Flußeisenträger, welcher in Höhe des untersten Torriegels quer zum Tor liegt und an beiden Enden je eine federnd gelagerte Rolle trägt. Im vorstehenden sind die wesentlichsten Gesichtspunkte für die Lagerung und Führung des Tores zusammengestellt. Die konstruktive Lösung bietet manche Schwierigkeit und erfordert von Fall zu Fall eine gründliche Behandlung des gesamten Vorganges. Nur in gemeinsamer Arbeit zwischen den behördlichen Sachbearbeitern und Firmen, welche über reiche Erfahrungen auf diesem Gebiet verfügen, wird es gelingen, Anlagen zu schaffen, die einen zuverlässigen Betrieb gewährleisten.

DER TORANTRIEB.

Von den eben behandelten Bewegungsvorrichtungen sei der Torantrieb unterschieden. Er umfaßt: den Motor,

das Windwerk und die Zwischenglieder. Letztere stellen den Kraftschluß zwischen dem Windwerk und dem Tor her. Die bei den veralteten Anlagen verwandten Glieder- und Laschenketten ohne Ende befriedigten nicht ganz, weil der Verschleiß sehr groß war und die Glieder einige Zeit nach Inbetriebnahme Längungen aufwiesen, welche zu Klemmungen und Ueberbeanspruchung einer Antriebsseite führten. — Eine andere Lösung sieht seitlich neben der Torkammer im Mauerwerk fest verlegte Zahnstangen vor, in welche die Ritzel des auf einem besonderen Wagen aufgestellten Windwerks eingreifen. Die Zahnstangen können horizontal, d. h. mit den Zähnen nach oben oder vertikal verlegt sein. In diesem Falle ist es nicht möglich, daß Fremdkörper zwischen die Zähne fallen, jedoch wird eine sorgfältige Führung des Wagens notwendig, damit ein dauernd guter Eingriff der Triebritzeln erhalten bleibt. Der Antrieb mittels Triebwagen hat den Nachteil, daß das schwere Windwerk dauernd mitbewegt wird und der elektrische Strom mittels Schleifleitungen zugeführt werden muß. Beim Bau der neuen Holtenauer Schleusen machte Haniel & Lueg, Düsseldorf, den Vorschlag, das Windwerk hinter der Torkammer fest einzubauen und das Tor durch knicksicher geführte Zahnstangen zu bewegen. Trotz anfänglicher Bedenken, die sich besonders auf die Möglichkeit einer genügend sicheren Führung der Zahnstangen gegen Ausknicken bezogen, wurde dem Vorschlag stattgegeben. Die Zahnstangen sind als Triebstöcke ausgebildet und bestehen aus zwei Flacheisen mit eingesetzten Stahlbolzen. Das vordere Ende ist mit dem Wagen gekuppelt, am hinteren Ende stehen sie im Eingriff mit den Triebstockritzeln des Windwerks. Zur Verkürzung der Knicklänge sind im Bereich der Zahnstange Führungsböcke aufgestellt, deren Rollen gegen die Flacheisen der Zahnstange laufen und so ein seitliches Ausweichen verhindern. Der Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß hinter dem Windwerk lange Kanäle vorzusehen sind, welche die Zahnstange bei geöffnetem Tor aufnehmen, ein Uebelstand, den die Gelenkzahnstange — (drucksteife Kette) — der M. A. N. einzuschränken sucht. Die Zahnstange ist hier in einzelne lange und kurze Glieder aufgelöst, welche auf seitlich gelagerten Rollen zwischen vier \perp -Eisen knicksicher geführt werden. Bei der Oeffnungsbewegung klappen die einzelnen Glieder hinter dem Windwerk zusammen, und zwar so, daß sie aufrecht nebeneinander hängen. Der erforderliche Zahnstangenkeller wird wesentlich verkürzt, so daß am Schleusengelände gespart wird. Die großen Schiebetore in Geestemünde haben einen Antrieb mittels M. A. N.-Gelenkzahnstangen erhalten. Dieselben haben sich gut bewährt und gezeigt, daß sie, besonders bei großen Torlängen, der starren Ausführung überlegen sind, welche zu Klemmungen und Verschleiß neigt, sobald die Führungsböcke durch Ungenauigkeiten der Montage oder durch Setzen der Baublöcke von der Richtung abweichen. Völlig frei von diesem Nachteil ist der Laschenkettenantrieb. Es ist daher sehr wohl möglich, daß derselbe in verbesserter Form mit dem Zahnstangenantrieb in Wettbewerb treten kann. Die in die Zahnstange eingreifenden Triebstockritzeln erhalten ihren Antrieb von einem Elektromotor unter Zwischenschaltung der erforderlichen Zahl von Vorgelegen, einer elektrisch betätigten Backenbremse und einer Rutschkupplung. Die Gesichtspunkte, welche zur Verwendung von Elektromotoren geführt haben, sind bereits kurz erwähnt. Der angeführte Vorzug der größeren Wirtschaftlichkeit gegenüber den anderen Antriebsarten gebührt dem Elektromotor auf Grund der Tatsache, daß er auch bei Belastungen, die wesentlich von der normalen abweichen, noch einen guten Wirkungsgrad zeigt, also nur so viel Energie aufnimmt, wie zur Ueberwindung der Widerstände notwendig ist. Erst bei Belastungen, die 50 v H und weniger der normalen betragen, beginnt der Wirkungsgrad schlecht zu werden. Ferner läßt sich der Elektromotor für kurze Zeit stark überlasten. Er gibt im Anlauf das 2,5fache bis 3fache des normalen Drehmomentes her, so daß zur Beschleunigung der Tor-

und Triebwerksmassen und außerdem zum Abreißen von den Anschlägen das hohe Anzugsmoment ausgenutzt werden kann. Es genügt daher, den Motor für den normalen Torwiderstand während der gleichförmigen Bewegung zu bemessen.

Ein Nachteil des elektrischen Motors ist die Notwendigkeit, zur Herabsetzung der großen Umdrehungszahl viele Vorgelege einschalten zu müssen. Vielleicht liegt es in abschbarer Zeit, die hydraulischen Zwischengetriebe soweit zu vervollständigen und so billig herzustellen, daß sie für den Einbau in Frage kommen. Ein wesentlicher Vorteil ist die große Betriebssicherheit und Steuerfähigkeit. Diese beiden Gesichtspunkte gehören zusammen. Betriebssicher wird die elektrisch betriebene Anlage dadurch, daß es möglich ist, die Dauer jeder Bewegung durch Grenz- oder Endschalter festzulegen und die Reihenfolge mehrerer Bewegungen in eine solche Abhängigkeit zu bringen, daß die eine Bewegung nicht beginnen kann, bevor die andere ausgeführt ist. Dadurch wird die Sicherheit des Betriebes der mehr oder weniger großen Zuverlässigkeit des Maschinenpersonals entzogen. Die Betätigung der Endauschalter erfolgt entweder durch Wandermuttern auf einer durch das Windwerk angetriebenen Schraubenspindel oder unmittelbar durch das Tor bzw. durch Anschläge an den Zahnstangen. Dem Spindeltrieb wird nachgesagt, daß er nicht so gleichmäßig arbeitet wie die unmittelbare Betätigung durch Anschläge am Tor oder an der Zahnstange. Die angestellten Vergleiche an zwei Anlagen bestätigten dieses nicht. Die Torstellung bei den durch Wandermuttern ausgelösten Endschalter war sehr gleichmäßig. Dagegen gab die Auslösung durch Anschläge an der Zahnstange zu Beanstandungen Anlaß. Es zeigte sich, daß das Auf- und Abschwanken der Zahnstange während der Fahrt Unregelmäßigkeiten in der Torendstellung zur Folge hatte. Die Regulierfähigkeit der Umdrehungsgeschwindigkeit für die Antriebsmotoren braucht nur in beschränktem Maße vorhanden zu sein. Man kann ganz darauf verzichten, wenn das Windwerk für eine Geschwindigkeitsstufe gebaut ist und die Innehaltung genauer Torendstellungen nicht notwendig wird. Jedoch sind wie meisten Windwerke mit zwei Geschwindigkeitsstufen ausgerüstet, von denen je nach den Widerständen die eine oder die andere vorgeschaltet wird. Das Tor muß demnach einmal aus einer großen und einmal aus einer kleinen Geschwindigkeit abgebremst werden. Dieses hat zur Folge, daß die Bremswege und mithin die Torendstellungen verschieden ausfallen; denn beim Umschalten von der einen Geschwindigkeit auf die andere werden weder die Bremse noch die Endstellungen berührt. Der Unterschied in den Endstellungen führt zu Störungen, wenn das Tor z. B. gleichzeitig als Brücke dient und die Anschlüsse der Fahrbahn an das Mauerwerk nur geringe Lagenänderung zuläßt. So konnten an einem Tor, welches einmal aus einer Geschwindigkeit von 0,25 m/sek und einmal aus 0,1 m/sek abgebremst würde, 6 bis 10 cm Unterschiede in den Endstellungen beobachtet werden, wobei die Bremse bereits sehr scharf eingestellt war. Zur Vermeidung dieses

Uebelstandes muß das Tor immer aus derselben, möglichst geringen Geschwindigkeit stillgesetzt werden. Steht für die Motoren Gleichstrom zur Verfügung, so läßt es sich durch Einbau von Vorendausschaltern erreichen. Hierbei setzt der erste Endauschalter das Tor kurz vor der Verschlusslage still. Es kann dann durch Betätigung einer Nebenwalze erneut angefahren und das Tor in die Verschlusslage gebracht werden, wo ein zweiter Endauschalter den Stromkreis nochmals unterbricht. Im Stromkreis der Nebenwalze sind dem Motor dauernd Widerstände vorgeschaltet, so daß die Geschwindigkeit klein bleibt.

Eine andere Möglichkeit, das Tor mit geringer Geschwindigkeit in die Endstellung zu bringen, ist die, den Hebel des Endschalters auf einer Stufenkurve abrollen zu lassen. Bei jeder Stufe wird dem Motor ein gewisser Widerstand vorgeschaltet und damit die Geschwindigkeit gedrosselt. Die letzte Stufe unterbricht den Strom, so daß die Bremse einfällt und das Tor stillsetzt. Allerdings erreicht man bei diesem Verfahren auch nicht, daß das Tor dauernd aus derselben Geschwindigkeit abgebremst wird, aber in beiden Fällen sind die Geschwindigkeiten der letzten Stufe so klein, daß ein Unterschied im Bremsweg nicht zu befürchten ist.

Solange für die Antriebsmotoren Gleichstrom zur Verfügung steht, kommt die in ähnlichen Fällen häufig verwandte Leonardschaltung nicht in Frage. Sie hat mehr Berechtigung, wenn mit Drehstrom gearbeitet werden muß, weil die Regulierfähigkeit der Drehstrommotoren sehr beschränkt ist. Zwar kann man durch Erhöhung der Läuferwiderstände die Drehzahl herabdrücken. Die Art der Regelung ist jedoch nicht sehr beliebt, da sie den Gang der Tore unruhig macht und sich bei Schützensteuerung schlecht durchführen läßt. Die Leonardschaltung ist aber in der Anlage nicht unwesentlich teurer. Außer dem Drehstrommotor sind noch eine Gleichstromdynamo und ein Gleichstrommotor erforderlich, welche mindestens die Leistung des Antriebsmotors haben müssen. Man kann mit Recht fragen, ob diese Mehrausgabe im Hinblick auf die nur in beschränktem Maße notwendige Regelung der Drehzahl berechtigt ist. Es sei daher auf eine andere Lösung hingewiesen, welche ohne nennenswerte Mehrkosten den gewünschten Zweck erreicht. Hierbei arbeiten zwei Motoren auf ein Planetengetriebe (Abbildung 5). Das Tor fährt mit der vollen Geschwindigkeit, wenn beide Motoren laufen. Wird der eine Motor abgeschaltet, so fällt die Torgeschwindigkeit auf den halben Wert zurück. Die Anordnung ist so zu treffen, daß etwa 1 m vor der Endstellung der erste Motor abgeschaltet wird, so daß die Torgeschwindigkeit sinkt. Erst in der Verschlussstellung erfolgt die Stillsetzung des zweiten Motors. Dieses Antriebsschema muß bei Drehstrommotoren als das zweckmäßigste bezeichnet werden. Die Steuerung wird denkbar einfach, läßt sich ohne Kosten erreichen und gewährleistet ein ruhiges, sicheres Fahren in die Endstellung, wobei stets aus derselben Geschwindigkeit abgebremst wird.

Das Windwerk umfaßt in der Regel zwei Einzelantriebe mit je einem bzw. zwei Motoren. Die Torbewegung kann sowohl von jedem der Einzelantriebe als auch von beiden gemeinsam durchgeführt werden. Außerdem ist jeder Einzelantrieb mit zwei Geschwindigkeitsstufen ausgerüstet. Diese Anordnung trägt der Unsicherheit der zu überwindenden Fahrwiderstände in weitem Maße Rechnung und gewährleistet eine gute Betriebssicherheit, da auch, wenn ein Antrieb ausfällt, noch mit dem anderen gefahren werden kann. Die Bewegung von Hand kommt wegen der Größe der Widerstände nicht in Betracht. Jeder Antrieb erhält außer der bereits erwähnten Backenbremse noch eine Gleit- oder Rutschkupplung. Diese stellt ein Sicherheitsglied dar. Sie soll das Windwerk bei plötzlich auftretenden starken

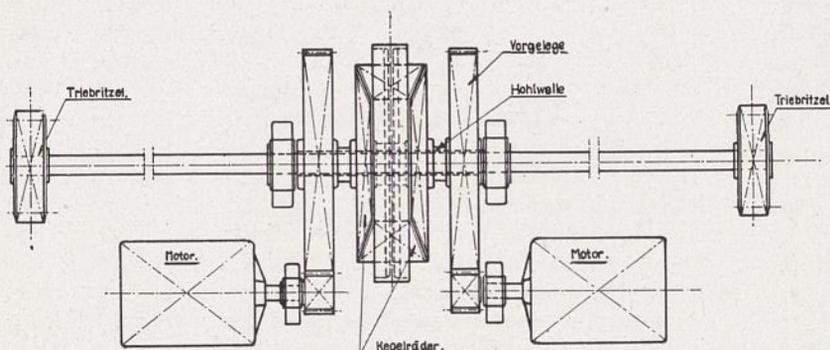


Abb. 5. Antrieb mit zwei Motoren und Planetengetriebe zur Geschwindigkeitsregelung.

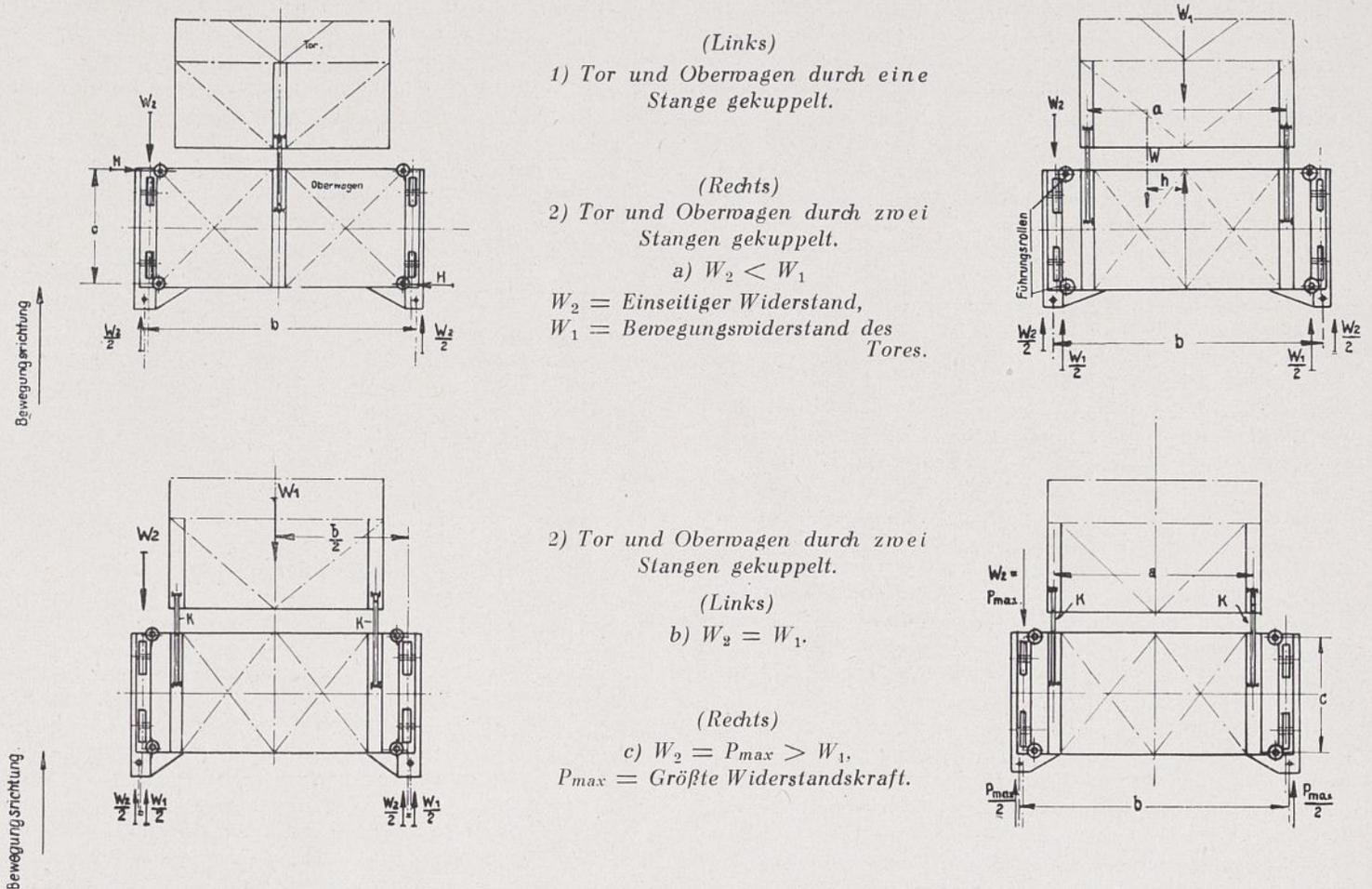


Abb. 6. Die Uebertragung der normalen Bewegungswiderstände und der Kräfte aus einseitigen Hindernissen auf das Tor bei Verwendung eines Ausgleichgetriebes.

Widerständen vor dem Schwungmoment des Rotors schützen und muß demnach zwischen dem Motor und dem Räderkasten eingeschaltet werden. Ihre Bauweise unterscheidet sich nicht von der üblichen Form. Wichtig ist die Verteilung des Drehmomentes auf die beiden Antriebsseiten. Läßt man die Hauptantriebswelle von dem Triebritzel der einen Zahnstange zu demjenigen der anderen Seite starr durchlaufen, so besteht die Gefahr, daß Teilungsfehler in der Zahnstange Zwängungen verursachen. Ferner kann der Fall eintreten, daß die eine Antriebshälfte ein wesentlich höheres Drehmoment aufzunehmen hat als die andere. Bei der Hintereinanderschaltung von zwei Einzelantrieben mit zusammen vier Triebritzel ist die Gefahr von Zwängungen besonders groß. Um diese Uebelstände nach Möglichkeit zu vermeiden, ist in die Hauptantriebswelle eine elastische Kupplung oder ein Ausgleichgetriebe eingeschaltet. Das letztere hat den weiteren Vorteil, daß es die Drehmomente völlig gleichmäßig auf beide Antriebsseiten verteilt. Die vom Motor ausgeübte Zug- bzw. Druckkraft P wird also auf beide Antriebsseiten zu je $P/2$ verteilt, und dementsprechend brauchen die Zahnstangen, die Anschlüsse, die Triebstockritzel und die Triebwellen auch nur für die halbe Kraft bemessen zu werden, wogegen es bei der Verwendung einer starren Hauptwelle und bei Wellen mit elastischer Kupplung keineswegs ausgeschlossen ist, daß eine Seite die ganze Kraft oder den größten Teil aufzunehmen hat. Unter welchen Umständen wird nun mit ungleichmäßiger Kraftverteilung zu rechnen sein? In erster Linie dann, wenn die Fahrwiderstände der beiden Antriebsseiten nicht gleich sind, also wenn ein unvorhergesehener einseitiger Widerstand auftritt, verursacht durch einen Fremdkörper auf einem Schienenstrang, durch starke Zwängung einer Zahnstange oder Schleifen einer Seite am Mauerwerk. Legen wir der Betrachtung eine Torart zugrunde, bei der ein Unterwagen und ein Oberwagen vorhanden sind, so kann ein Fremdkörper entweder vor den Rädern des Unterwagens oder

vor denjenigen des Oberwagens liegen. Im ersten Falle wirkt sich dieser einseitige Widerstand nur wenig ungleichmäßig in den beiden Zahnstangen aus. Es tritt ein Moment auf, welches das Tor herumschwenken sucht und durch die Führungen aufzunehmen ist. Ungünstiger wird es, wenn auf einer Schiene des Oberwagens ein Fremdkörper liegt. Ist die Hauptantriebswelle starr von einer Seite zur andern durchgeführt, so wird die Zahnstange der Seite, auf welcher der zusätzliche Widerstand auftritt, bis zur Leistungsfähigkeit des Motors beansprucht. Im schlimmsten Falle tritt die Rutschkupplung in Tätigkeit und der Ueberstromauslöser setzt den Motor still. Das mit einem Differentialgetriebe ausgerüstete Windwerk verhält sich anders. Zunächst mag dabei angenommen werden, der Oberwagen sei mit dem Tor durch eine mittig angeordnete Kuppelstange verbunden (Abb. 6, Fig. 1). Sobald auf der einen Seite irgendein Widerstand W_2 auftritt, wird die Vorwärtsbewegung derselben unterbunden, während die andere Zahnstange weiter läuft, so daß die Bewegung ungleichmäßig wird. Der Oberwagen stellt sich schräg und verklemmt sich zwischen den Schienen. Die Stärke der Verklemmung hängt von der Größe des einseitigen Widerstandes ab. Ist derselbe so groß, daß die betreffende Wagenseite vollständig an der Vorwärtsbewegung gehindert ist, so muß mit einem Bruch der seitlichen Führungsrollen gerechnet werden, da es kaum möglich ist, dieselben stark genug zu machen. Es kommen Kräfte in Frage, welche die vom Triebwerk ausübenden weit übersteigen. Die Größe der Kraft H hängt ab von dem Verhältnis $\frac{b}{c}$. Sieht man zunächst von dem ungewöhnlichen Fall eines einseitigen großen Widerstandes ab und faßt nur die häufig auftretenden geringen Verschiedenheiten in den Zahnstangenkräften ins Auge, so bewirken dieselben, daß bald die eine, bald die andere Wagenseite vorzueilen versucht und die Führungsrollen gegen die Schienenköpfe drücken,

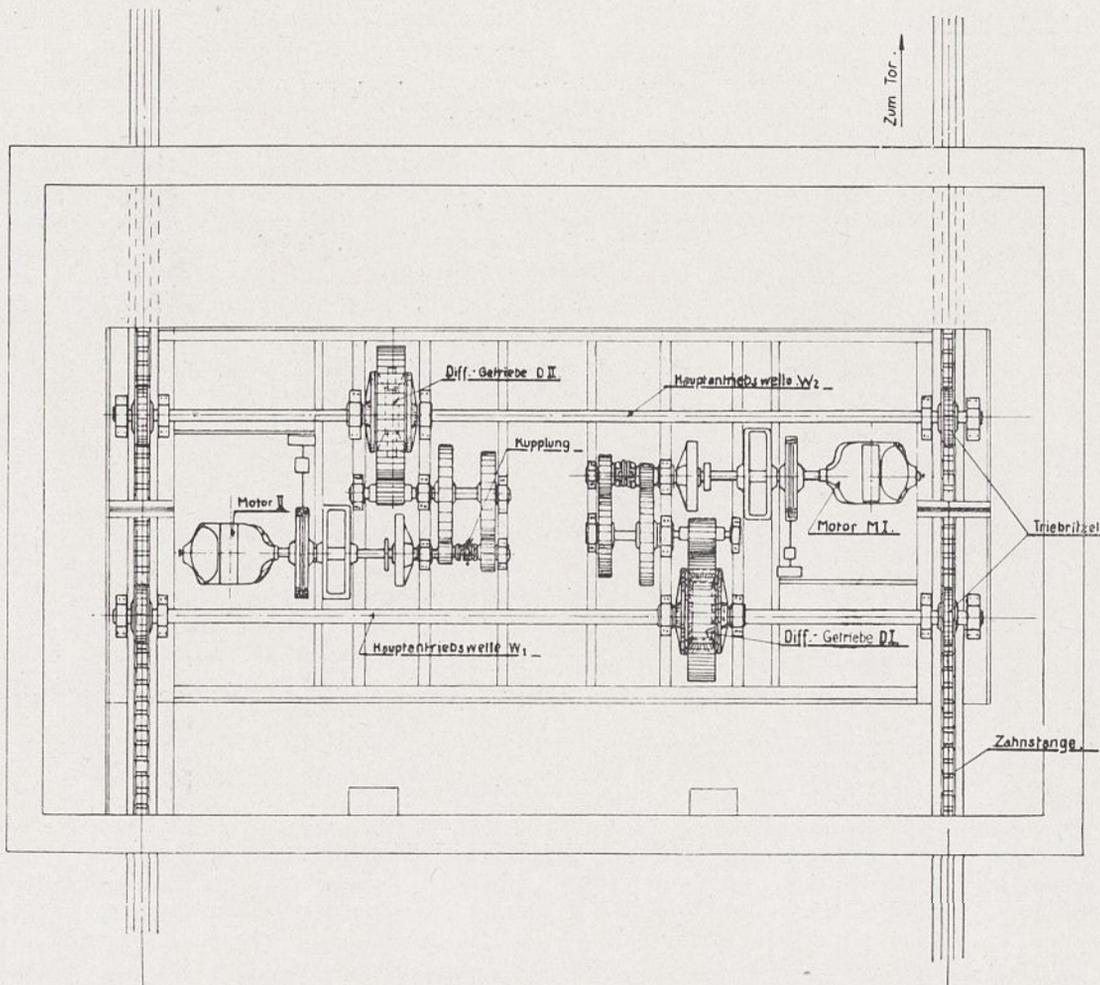


Abb. 7. Das Windwerk für die großen Schiebetore in Geestemünde.

Im zweiten Falle sei das Tor durch zwei Kuppelstangen mit dem Oberwagen verbunden (Abb. 6, Fig. 2). Ein Schiefstellen desselben ist dann nicht möglich. Der einseitige, zunächst schleifend angenommene Widerstand W_2 bewirkt, daß jede Zahnstangenkraft um $W_{2/2}$ wächst. Da die Resultierenden aus ΣW und $\Sigma \frac{W}{2}$ nicht in eine Richtung fallen, entsteht ein Moment $M = W \cdot h$, welches durch die Kuppelstangen auf das Tor übertragen wird und dasselbe herumzuschwenken sucht. Das Moment muß aufgenommen werden durch die beiden Torwagen. Zur näheren Untersuchung sind drei Fälle zu unterscheiden: a) $W_2 < W_1$; b) $W_2 = W_1$; c) $W_2 = P_{\max}$. Im ersten Falle handelt es sich um häufiger auftretende einseitige Schleifwiderstände von geringer Stärke, welche von dem Tor und den Kuppelstangen leicht aufzunehmen sind.

Im Fall b) $W_2 = W_1$ wird das Tor nur durch eine Zahnstange bewegt. Auf der anderen Seite halten sich Widerstand W_2 und Zahnstangenkraft das Gleichgewicht. Die Kraftübertragung auf das Tor und die Beanspruchung der Kuppelstangen zeigt das Schema. Das auf das Tor ausgeübte Moment beträgt: $M = W_1 \cdot \frac{b}{2}$.

Bei dem unter c) angenommenen vollständigen Bewegungshindernis treten die größten Kräfte auf. Jede Zahnstangenkraft ist auf $\frac{P_{\max}}{2}$ gestiegen. Der Oberwagen versucht, um die behinderte Seite zu drehen. Das Moment beträgt: $\frac{P_{\max}}{2} \cdot b$ und die Zug- bzw. Druckkraft in den Kuppelstangen wird $\pm K = \frac{P_{\max} \cdot b}{2 \cdot a}$. Es ist dabei der Torwiderstand W_1 vernachlässigt, was in diesem Falle zulässig ist, da Bewegungshindernisse solcher Art ein ruckartiges Anhalten des Wagens zur Folge haben, so daß das Tor durch die Massenkräfte weiterbewegt wird und die ganze Zahnstangenkraft zur Ueberwindung des Widerstandes W_2 dient. Die von den Spurkränzen bzw.

Führungen der beiden Torwagen aufzunehmenden Seitenkräfte aus dem Moment $M = \frac{P_{\max} \cdot b}{2}$ betragen:

$H = \frac{P_{\max} \cdot b}{2l}$, wobei unter l der Abstand zwischen den beiden Torwagen verstanden sein soll. Es wird ersichtlich, daß für die Bemessung der Kuppelstangen sehr große Kräfte in Frage kommen, welche die normalen, aus dem Torwiderstand ermittelten Werte, weit übersteigen. Erreicht ist jedoch, daß keine Antriebsseite mehr als P_{\max} bekommt, daß die Kräfte in beiden Antriebsseiten dauernd gleich sind und daß der Oberwagen sich nicht verklemmen kann, da ein Schiefstellen nicht möglich ist. — Drittens sei die Wirkungsweise des Ausgleichgetriebes untersucht unter der Annahme, daß in die beiden Kuppelstangen Federn eingebaut sind zur Aufnahme der Stöße beim Anfahren und plötzlichen Halten. Wie bereits gezeigt, übt ein starker einseitiger Widerstand ein Drehmoment auf Tor und Oberwagen aus, so daß die eine Kuppelstange auf Zug und die andere auf Druck beansprucht wird, was zur Folge hat, daß sich die eine Stange längt und die andere verkürzt. Die Längenänderung in verschiedener Richtung ist gleichbedeutend mit einer Schiefstellung und Verklemmung des Oberwagens. Die Federn beeinflussen die Wirkungsweise des Ausgleichgetriebes demnach ungünstig. Bei gegebener Zahnstangenkraft P_{\max} hängt die Stärke der Schiefstellung ab von dem größten Federweg f_{\max} und dem Abstand der Kuppelstangen. Es stehen sich zwei Forderungen gegenüber. Legt man Wert auf eine reichlich bemessene Federung in den Kuppelstangen, so ist es bei der Verwendung eines Ausgleichgetriebes schwer, die verklemmende Wirkung und die damit verbundenen üblen Beanspruchungen der Schienen und Führungsrollen zu vermeiden. Aus diesem Grunde wurde bei der Torwinde der großen Schleuse in Geestemünde, welche mit Ausgleichgetriebe ausgerüstet war, eine Aenderung getroffen, um trotz reichlicher Federung ein Schiefstellen des Oberwagens zu vermeiden (Abb. 7). Die Anordnung des

Windwerks zeigt die Skizze. Das Tor wird normal mit einem der beiden Motoren bewegt. Die Ausgleichgetriebe der beiden Antriebswellen sind in der Art abgeändert, daß sie durch Einsetzen eines Bolzens in eine starre Kupplung umgewandelt werden können. Soll das Tor z. B. durch Motor I bewegt werden, so wird das Differentialgetriebe D_2 , welches zum Triebwerk des anderen Motors gehört, durch Einsetzen des Bolzens starr gemacht. Die Welle W_2 läuft also fest von der einen Antriebsseite zur anderen durch. Die Wirkungsweise von D_1 ist nicht abgeändert. Demnach verteilt sich das Drehmoment zu je $Md/2$ auf beide Triebritzeln der Welle W_1 . Der Motor M II und die zugehörigen Vorgelege sind abgekuppelt. Ein Widerstand auf der einen Seite würde bisher die Bewegung derselben verzögern, während die Zahnstange der anderen Seite weiter läuft. Dieses verhindert jetzt die starre Welle W_2 , sie läßt das Voreilen einer Seite nicht zu und leitet gleichzeitig einen Teil des Drehmomentes nach der behinderten Seite ab, entsprechend der Größe des Widerstandes. Soll das Tor mit Motor II gefahren werden, so ist statt W_2 die Welle W_1 starr zu kuppeln. Beim Antrieb durch beide Motoren ist es gleichgültig, welche Hauptwelle durchgeschaltet ist. Es sollen die Nachteile dieser Schaltung nicht verkannt werden, welche darin bestehen, daß der Antrieb eine starre Welle aufweist und daß der Vorteil der gleichmäßigen Beanspruchung beider Antriebsseiten nicht mehr vorhanden ist, da ja die starre Welle einen Teil des Drehmomentes nach der behinderten Seite ableitet. Diese Ausführung ist demnach der mit einer elastischen Kupplung ausgerüsteten Winde nicht überlegen. Auf Grund vorstehender Ausführungen ergibt sich, daß der Einbau eines Differentialgetriebes vom Vorteil sein kann, wenn die Verbindung zwischen dem Tor und dem Wagen ein Schiefstellen des letzteren ausschließt, also wenn die Federung klein bleibt. Zweckmäßiger ist es, die Kupplung als starres Gestänge zu bauen und statt dessen die Zahnstangen federnd an die Wagen anzuschließen. Damit ist ein Verklemmen unmöglich gemacht, ohne auf die Federung und die Vorteile, welche der Einbau eines Ausgleichgetriebes mit sich bringt, verzichten zu müssen. Das Kupplungsgestänge kann ohne Schwierigkeit stark genug gemacht werden, um die bei einem einseitigen Hindernis auftretenden größten Kräfte auf das Tor übertragen zu können. Ebenso ist das Moment, welches das Tor zu verdrehen sucht, leicht durch die Spurkränze bzw. seitlichen Führungen der beiden Torwagen aufzunehmen.

DIE FAHRWIDERSTÄNDE.

Der Bemessung des Windwerks, der Zahnstangen und der Antriebsmotoren ist der Fahrwiderstand des Tores zugrunde zu legen. Es sind zu überwinden:

- Die Widerstände der rollenden Reibung zwischen den Laufrollen und den Schienen.
- Die Zapfenreibung der Laufräder.
- Die Widerstände beim Abreißen des Tores von den Anschlägen.
- Die Beschleunigungswiderstände der Tor- und Antriebsmassen.
- Die Spurkranzreibung der Laufrollen und die Widerstände der Führungsrollen.
- Die Wasserwiderstände.

Von den normalen Widerständen ist am schwersten der Wasserwiderstand zu erfassen. Ebenso wie es im Schiffbau nicht möglich ist, den Widerstand eines im unbegrenzten Wasser oder im Kanal fahrenden Schiffes sicher zu berechnen, so auch hier. Ja, in diesem Falle sind die Rechnungsergebnisse noch weit unsicherer, was einmal darin seinen Grund hat, daß die Wasserwiderstände eines solch verwickelten Körpers, wie ihn das Schiebtor darstellt, schwieriger zu erfassen sind als diejenigen eines Schiffes. Schwieriger liegen dem Schiffbau gegenüber die Verhältnisse auch deswegen, weil nicht im entferntesten so viele Vergleichswerte zur Verfügung stehen. Die vor-

herige Widerstandsbestimmung durch Modellschleppversuche sind, soweit bekannt, nur vorgenommen worden von der holländischen Regierung beim Entwurf der Schiebtoranlage für die neue Schleuse in Ymuiden und für die Brunsbütteler Schleuse in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin. Was die Schleppversuche anbelangt, so hat Engels zwar durch seine Schleppversuche in der Uebigauer Anstalt im Jahre 1898 und 1905 mit Modellen von Kanalkähnen nachgewiesen, daß das Ähnlichkeitsgesetz auch für begrenztes Fahrwasser gilt. Wie weit dieser Satz auf Schiebtor anzuwenden ist, bleibt abzuwarten. Es bestehen wohl kaum Zweifel darüber, daß kein Weg zur Klärung des Wasserwiderstandes mehr Aussichten verspricht, als derjenige der Modellschleppversuche.

Es sei jetzt auf die einzelnen Faktoren des Gesamtwiderstandes näher eingegangen.

Die Widerstände aus der rollenden Reibung und der Zapfenreibung sind weiter unten bereits behandelt. Die Auflast verringert sich bei einem Tor mit Schwimmkasten um den Auftrieb, so daß nur der Betriebsdruck in der Rechnung erscheint. Hierfür wird im allgemeinen ein Druck von 20 t an jedem Wagen als ausreichend erachtet. Diese Auflast muß imstande sein, ein durch die Zugkräfte ausgeübtes Kippmoment um die horizontale Querachse aufzunehmen. Nach der Skizze (Abb. 8) wird dasselbe gleich $Z \cdot a$. Zur Bestimmung des größten Wertes ist für Z die von den Motoren auszuübende maximale Zug- bzw. Druckkraft und für a der Abstand derselben von den Unterwagenschienen einzusetzen. Besonders bei kurzen und hohen Toren ist ein Kippen zu befürchten.

Die Beschleunigungswiderstände der Tor- und Triebwerksmassen treten nur zu Beginn der Bewegung auf. Es ist daher anzustreben, dieselben durch das hohe Anzugsmoment der Motoren aufzunehmen. Wieweit dieses möglich ist, richtet sich nach der Torgeschwindigkeit, den Tormassen und den normalen Fahrwiderständen. Der Einfluß des letzten Faktors zeigt sich an folgender Gegenüberstellung: Ruht das Tor ohne Schwimmkasten auf den mit Gleitlagern ausgerüsteten Wagen, so muß der Motor infolge der hohen Fahrwiderstände aus der Laufradreibung so stark bemessen werden, daß sein Anzugsmoment leicht die Beschleunigung durchführen kann. Hat das Tor dagegen einen Schwimmkasten, ruht es also nur mit geringem Betriebsdruck auf den Wagen, welche dazu noch in Rollenlagern laufen sollen, so wird das Verhältnis zwischen der normalen Leistung und derjenigen aus der Beschleunigungsarbeit ungünstiger ausfallen als vorher. Es ist zwar einzuwenden, daß der Schwimmkasten den Wasserwiderstand erhöht, dafür wächst aber auch die Tormasse infolge des Schwimmkastengewichts und infolge des Ballastwassers, welches bei gefüllten Zellen wie eine starre Masse wirkt. Einen guten Vergleich gestatten die Tore der beiden Schleusen in Geestemünde. Während die Tore der großen Schleuse mit Schwimmkasten und Rollenlager ausgerüstet sind, laufen die kleinen Tore ohne Schwimmkasten auf Gleitlagern.

Die zur Berechnung der Beschleunigungswiderstände notwendigen Daten der großen Tore sind: Gewicht des Tores einschließlich Wagen und Wasserballast:

	$G =$	650 t
Torgeschwindigkeit:	$v =$	0,25 m/sek
Motorstärke	$N =$	57 PS
Motor-Drehzahl	$n = 950/\text{min.}; GD^2 = 15 \text{ kgm}^2$	
Triebritzelndurchmesser	$= 471 \text{ mm}; \text{Umdrehungszahl}$	
	$= 10,15/\text{min.}$	
Triebwerksübersetzung	$= 1 : 91,6$	

Der Beschleunigungswiderstand der Tormassen errechnet sich aus:

$$W_B = m \cdot b = \frac{G}{g} \cdot b. \text{ Es soll angenommen werden,}$$

daß die Fahrgeschwindigkeit in 4 sek erreicht ist und daß die Beschleunigung während der Anlaufperiode linear abnimmt, die Geschwindigkeitszunahme im Anlauf also nach einer Parabel erfolgt. Mithin:

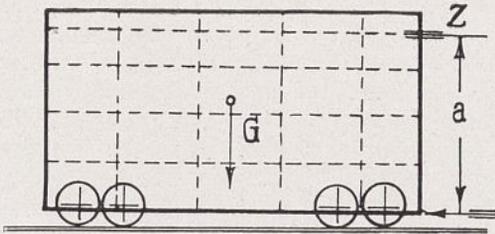


Abb. 8.

$$b_{\max} = \frac{2 \cdot v}{ta} = \frac{2 \cdot 0,25}{4} = 0,125 \text{ m/sek}^2$$

und

$$W_B = \frac{650\,000}{9,81} \cdot 0,125 = \sim 8000 \text{ kg.}$$

Es wird das Moment am Triebritzel:

$$M_a = 8000 \cdot \frac{0,471}{2} = 1884 \text{ mkg}$$

und das Moment an der Motorwelle = $\frac{1884}{91,6} = 20,5 \text{ mkg}$,
(ohne mechanischen Wirkungsgrad).

$$M_a \text{ des Motors} = \frac{N \cdot 716,2}{930} = 45 \text{ m/kg.}$$

Somit erfordert die Beschleunigung der Tormassen 45 vH des normalen Motor-Drehmomentes. — Die Daten des ohne Schwimmkasten gebauten Tores sind:

Torgewicht einschl. Wagen = 120 t,

Torgeschwindigkeit = $v = 0,25 \text{ m/sk}$.

Motordrehzahl = $n = 950/\text{min}$ Motorstärke = 29,5 PS

Motordrehmoment = 22,5 m kg. Triebritzel-Durchmesser = 500 mm.

Uebersetzung des Triebwerkes = 1 : 60.

Bei einer Anlaufzeit von 4 sek wird

$$b_{\max} = \frac{2 \cdot 0,25}{4} = 0,125 \text{ m/sek}^2$$

$$W_B = \frac{120\,000}{9,81} \cdot 0,125 = 1530 \text{ kg.}$$

M_a am Treibritzel = $1530 \cdot \frac{0,5}{2} = 230 \text{ mkg}$. M_a an der

Motorwelle = $\frac{230}{60} = 4 \text{ mkg}$ (ohne mechanischen Wirkungsgrad): Normales Motordrehmoment = 22,5 m/kg. Die Beschleunigung der Tormassen erfordert nur 18 vH des normalen Drehmomentes. Die Rechnung bestätigt somit die Vermutung, daß der Beschleunigungswiderstand bei den mit Schwimmkasten und Rollenlagern gebauten Toren einen größeren Teil der Motorleistung ausmacht als bei den Toren ohne Schwimmkasten.

Die Spurkranzreibung macht sich ebenfalls am Anfang der Oeffnungsbewegung geltend, wenn das Tor unter einseitiger Wasserauflast bewegt wird. Ferner können Ungenauigkeiten in der Schienenlage und Winddruck auf die freie Torfläche dazu beitragen. Wo es möglich ist, sollten die Spurkränze durch seitlich gegen die Schienenköpfe laufende Führungsrollen ersetzt werden. Dadurch wird einmal der Fahrwiderstand herabgesetzt und ferner erreicht man, daß die Laufräder nur vertikale Lasten aufzunehmen haben und Axialkräfte in Fortfall kommen.

DER WASSERWIDERSTAND.

Für die Bestimmung des Wasserwiderstandes wurden bisher drei Annäherungsrechnungen benutzt. Eine derselben greift auf die Formel zurück, welche den Stromwiderstand von Flächen und Körpern, die im begrenzten oder im unbegrenzten Wasser bewegt werden, wiedergibt. Laut Hütte I., 25. Auflage, Seite 324 berechnet sich der Widerstand zu

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \\ = \left[(\varphi_1 f + \rho_2 0) \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 + \rho_3 \cdot K \left(\frac{1}{n-1} \right)^2 \right] \frac{\gamma}{2g} \cdot v^2.$$

Hierin ist: $W_1 = \varphi_1 f \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \frac{\gamma}{2g} \cdot v^2$;

$$W_2 = \rho_2 0 \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \frac{\gamma}{2g} \cdot v^2 \text{ und } W_3 = \rho_3 K \left(\frac{n}{n-1} \right)^2 \frac{\gamma}{2g} \cdot v^2.$$

W_2 und W_3 stellen den Reibungswert des Wassers an der benetzten Fläche des geschleppten Körpers bzw. am Bett des Fahrwassers dar. Den ausschlaggebenden Beitrag liefert W_1 . Derselbe erfährt den Verdrängungswiderstand.

Setzt man für n den Ausdruck $\frac{F}{f}$, so ergibt sich:

$$\frac{n}{n-1} = \frac{F}{F-f} \text{ und somit:}$$

$$W_1 = \varphi_1 \cdot f \cdot \frac{v^2}{2g} \left(\frac{F}{F-f} \right)^2.$$

Der Wert $\frac{v^2}{2g} \left(\frac{F}{F-f} \right)^2$ ist aber nichts anderes als die Geschwindigkeitshöhe des durch den Stirnverband abfließenden Wassers, da nach der Kontinuitätsgleichung die Wassergeschwindigkeit neben dem Stirnverband = $v_1 = v \cdot \frac{F}{F-f}$ ist. W_1 stellt also den Druck des Wassers auf den Stirnverband dar, unter Einschaltung des durch Versuche ermittelten Beiwertes φ_1 . Es entsteht die Frage, wie der Widerstand der folgenden Torflächen zu bewerten ist. Man geht in der Regel so vor, daß der W_1 -Wert im Verhältnis $\frac{\Sigma f}{f}$ vergrößert wird, wobei Σf die Summe der Stoßflächen der Torverbände bedeutet; oder man multipliziert W_1 mit der Anzahl der hintereinander liegenden vertikalen Torverbände, von der Annahme ausgehend, daß jeder Torverband denselben Beitrag zum Gesamtwiderstand liefert. Die nach obiger Formel bestimmten Werte weichen stark ab von den wirklich auftretenden Widerständen. Man begegnet manchmal der Meinung, daß der Wasserwiderstand steigt, je weiter das Tor in die Kammer hineingezogen wird. Abgesehen von den nur mit einer Dichtungswand ausgerüsteten Toren, wird die Größe des Wasserwiderstandes nicht beeinflußt durch die Lage des Tores zur Torkammer, da das verdrängte Wasser auf jeden Fall seinen Weg durch das Tor nehmen muß. Zwar hat die Auswertung der angestellten Fahrversuche ergeben, daß die Widerstände nicht in jeder Torstellung und bei beiden Bewegungsrichtungen gleich sind, doch ist dieses Ergebnis auf andere Umstände zurückzuführen.

Im Handbuch des Wasserbaues von Engels wird darauf hingewiesen, daß die Berechnung nach der Formel für den Schiffwiderstand im begrenzten Fahrwasser erfolgen kann. Der auf Seite 918 aufgestellte Wert lautet: $W = (k \cdot f + \xi \cdot 0) \cdot v_r^{2,25} \text{ kg}$. Der Ausdruck $k \cdot f \cdot v_r^{2,25}$ stellt den Formwiderstand des Schiffes dar und entspricht also dem Wert W_1 der Hüttenformel, während $\xi \cdot 0 \cdot v_r^{2,25}$ auf den Reibungswiderstand Bezug nimmt. In der Formel für den Formwiderstand bedeutet k einen Koeffizient, dessen Größe für Schiebetore noch zu bestimmen wäre, falls man glaubt, denselben für verschiedene Tore durch eine bestimmte Zahl wiedergeben zu können.

Der im Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Teil Band 8 aufgeführte Ausdruck lautet:

$$W_2 = 75 S \cdot v^2 + 1000 S' \cdot h.$$

Unter S wird die Summe der senkrecht zur Wasserbewegung stehenden Torflächen unter v die Geschwindigkeit, unter S' die Fläche des Stirnverbandes und unter h der Aufstau des Wassers vor dem Tor verstanden. Der erste Teil berücksichtigt den Stoßwiderstand, den die mit der Geschwindigkeit v bewegten Torflächen S im Wasser erfahren, gemäß dem für bewegte Flächen gültigen Wert: $W = k \cdot \frac{\gamma}{2g} \cdot F \cdot v^2$. Dagegen ist

nicht genauer ausgeführt, welcher Wert für v einzusetzen ist. Wird für v die Torgeschwindigkeit gewählt, so bleibt der rechnerische Wert weit hinter den tatsächlichen Wider-

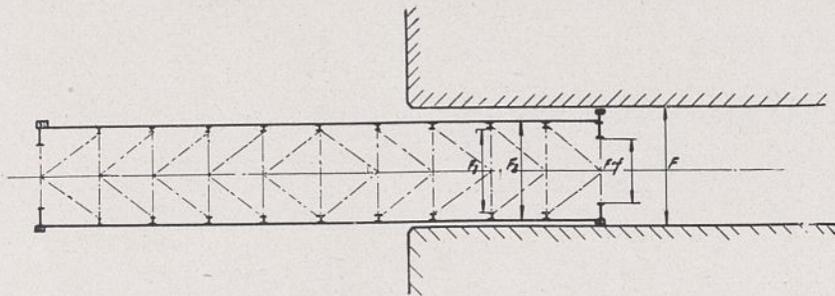


Abb. 9. Die Abflußquerschnitte.

ständen zurück. Wird, wie vorhin, für v die Relativgeschwindigkeit zwischen Wasser und Tor zugrunde gelegt und als Geschwindigkeitsexponent gemäß den Geberschen Versuchen im begrenzten Fahrwasser statt 2 hier 2,55 bis 2,5 eingesetzt, so geht der Berechnungswert über in: $W_i = k \cdot \Sigma f \cdot v_r^{2,55}$.

Der zweite Ausdruck gibt den statischen Druck des bei der Torbewegung gestauten Wassers auf den Stirnverband wieder. Eine Anleitung, wie die Stauhöhe zu ermitteln ist, fehlt jedoch. Wie wenig Vertrauen man der Rechnung entgegenbrachte, geht bereits aus dem Umstand hervor, daß die Ergebnisse zur Sicherheit mit dem Koeffizienten „2“ versehen wurden.

Auf Grund der vorausgegangenen Betrachtung darf gesagt werden, daß die Frage des bei Schiebetoren auftretenden Wasserwiderstandes noch nicht genügend geklärt ist, da die Werte, welche nach den gebräuchlichen Berechnungsarten ermittelt sind, häufig nicht unerheblich von den tatsächlichen Widerständen abweichen.

DIE BESTIMMUNG DES VERDRÄNGUNGSWIDERSTANDES.

Im nachstehenden sei der Versuch gemacht, einen Beitrag zur Widerstandsfrage zu liefern. Wenn dieser erste Versuch auch noch kein abschließendes Ergebnis bringen wird, so mag derselbe doch als Grundlage dienen für weitere Arbeiten.

Auf Abb. 9 ist der Horizontalschnitt durch ein Schiebetor schematisch dargestellt. Die beiden Dichtungswände bilden einen Kanal, welcher durch die innen liegenden senkrechten Toraussteifungen starke lokale Einschränkungen erhält. Bei der Torbewegung verdrängt der Stirnverband eine sekundliche Wassermenge $q = \text{Torgeschwindigkeit } v \times x \text{ Stirnfläche } f_s$. Diese Wassermenge q muß beim Anfahren zusammen mit dem Tor beschleunigt werden. Der Uebergang aus dem Ruhezustand in den der Bewegung vollzieht sich in Form von Schwingungen oder Wellenerscheinungen. Sie mögen an einem einfachen Beispiel näher untersucht werden (Abb. 10).

In einem rechteckigen Kanal von der Breite B m und der Wassertiefe t m werde eine feste Wand, welche den Kanalquerschnitt voll ausfüllt, mit der Geschwindigkeit v m/sek vorwärts bewegt. Die sekundlich verdrängte Wassermenge beträgt $F \times v$ m³/sek. Wie wird nun das verdrängte Wasser auf die Fließgeschwindigkeit v m/sek vor der Wand gebracht? Vorausgeschickt muß noch werden, daß es sich hier zunächst um einen Kanal mit einer freien Wasseroberfläche handelt, im Gegensatz zu einem allseitig umschlossenen, mit Wasser vollkommen gefüllten Stollen. Das Wasser setzt infolge seiner Trägheit der Bewegung der Wand einen Widerstand entgegen und wird erst einem gewissen Druck weichen. Unter diesem Druck beginnt sich die der Wand vorgelagerte Schicht zu stauchen. Das Wasser weicht nach oben aus, so daß ein Aufstau entsteht. Mit zunehmender Geschwindigkeit der Wand wächst auch dieser Wert und erreicht seinen Höchstwert z m zusammen mit der Wandgeschwindigkeit v m/sek. Der Aufstau eilt dann als Welle z vor der Wand her mit der Wellengeschwindigkeit c m/sek. Ebenso schnell wie die Welle schreitet in der Wassermasse des Kanals auch der Stauvorgang weiter, denn der von der Wand aus-

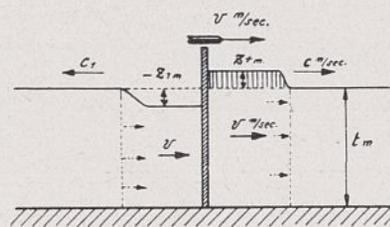


Abb. 10.

geübte Druck P pflanzt sich mit der Wellengeschwindigkeit c durch das Wasser fort und bewirkt, da in diesem Falle das Wasser als unzusammendrückbar angenommen werden kann, ein Ausweichen nach oben. In die entstandene Lücke schiebt sich dann das von der Wand verdrängte Wasser. Für die Bestimmung der Wellenhöhe z gilt folgender Ansatz: Es ist der auf einen senkrechten Streifen von der Breite 1 ausgeübte Druck $p = t \times z$. Diese Kraft beschleunigt in jeder Sekunde die Wassermasse $m = \frac{c \cdot t \cdot 1}{g}$ auf die Geschwindigkeit v . Demnach

gilt gemäß Impulssatz $\int p \cdot dt = \int m \cdot dv$ hier für die Zeiteinheit: Druck = Geschwindigkeitsänderung, also $p \cdot 1 = m \cdot v$, folglich $z = \frac{c \cdot v}{g}$. Die Wellengeschwindigkeit

im anfänglich ruhigen Wasser wird $c = \sqrt{g \cdot t}$ bzw. $c = \sqrt{g \frac{B}{F}}$. Hierin gilt c für den Teil der Welle, auf den

$t =$ Wassertiefe bezogen ist. Daraus geht hervor, daß der Wellenkopf schneller vorwärts eilt, als der Wellenfuß, entsprechend dem größeren t -Wert. Ist das Wasser des Kanals bereits in Bewegung, so geht der Ausdruck für c über in $c = \sqrt{g \cdot t \pm v}$, und zwar gilt das $+$ Zeichen, wenn Welle und Wasser dieselbe Richtung haben, und das $-$ Zeichen, wenn die Bewegung gegenläufig ist. Hinter der Wand vollzieht sich ein ähnlicher Vorgang. Dort folgt das Wasser der vorwärtsschreitenden Wand, wobei sich eine Senkungswelle $-z$ ausbildet, welche den Kanal nach rückwärts durchläuft und unter sich dem Wasser eine Fließgeschwindigkeit $= v$ m/sek erteilt, in diesem Falle entgegen der Wellenrichtung c_1 . Die Absenkung z_1 bestimmt sich ebenfalls aus: $z_1 = \frac{c_1 \cdot v}{g}$. Da c_1 aus $\sqrt{g \cdot t}$

kleiner wird als der entsprechende Wert vor der Wand, so wird auch z_1 etwas niedriger ausfallen als die Stauhöhe z . Jedoch bleibt der Unterschied gering. Der statische Druck auf die Wand wird $P = F[z + z_1]$. Hierbei ist F bis zur Spiegelhöhe des ruhigen Kanalwassers gemessen. Noch eine Bedingung muß bei der Aufstellung der Wellengleichung erfüllt werden, das ist die Raumbedingung. Es muß nämlich die sekundlich verdrängte Wassermenge $q =$ dem Inhalt der in derselben Zeit gebildeten Stauwelle sein. Folglich:

$$q = F \cdot v = B \cdot z \cdot c. \text{ Hierzu wird } z = \frac{q}{B \cdot c}. \text{ Die}$$

Wellenbildung geht so lange vor sich, wie die Bewegung der Wand dauert. Trifft dabei die in den Kanal gesandte Welle auf einen Abschluß, z. B. auf ein Schleusentor, so wird sie reflektiert, und zwar im Sinne der ankommenden Welle, also eine Hebungswelle wieder als Hebungswelle.

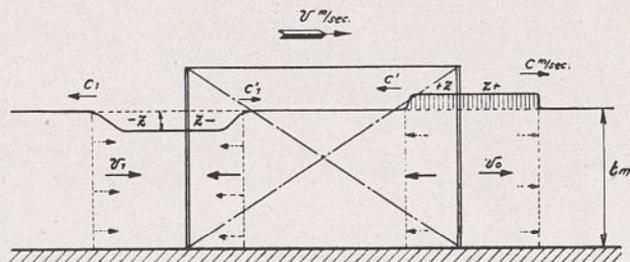


Abb. 11.

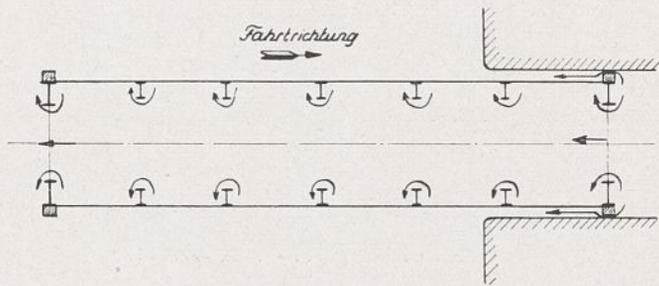


Abb. 12.

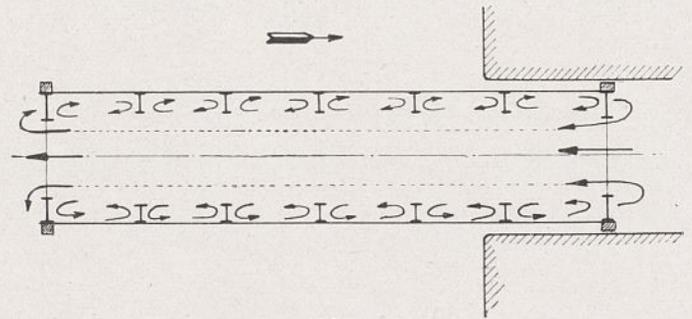


Abb. 13.

Dabei setzt sie die von der vorlaufenden Welle eingeleitete Wassergeschwindigkeit v im Kanal wieder auf $v = 0$ herab, so daß unter ihr keine Fließbewegung vorhanden ist.

Nun soll ein nichtschwimmender Körper im Kanal bewegt werden, der den Querschnitt F desselben nur teilweise ausfüllt, im Gegensatz zu der eben untersuchten Wand (Abb. 11). Die Vorderfläche des Körpers erzeugt wieder eine Stauwelle $z+$, welche mit der Geschwindigkeit c m/sek dem Körper vorausleitet und dabei die ganze Breite B des Kanals ausfüllt. Gleichzeitig läuft auch eine $+z$ Hebungswelle auf der freibleibenden Wasserfläche neben dem Körper der Bewegung entgegen mit der Geschwindigkeit c' .

Während der Bewegung verdrängt der Körper mit der Stirnfläche f_s die Wassermenge $q = f_s \cdot v$ m³/sek. Die Raumbedingung der Welle lautet hierfür:

$$q = c \cdot z \cdot B + c' \cdot z' \cdot B',$$

wobei B' die Breite der freien Wasserfläche bedeutet. Hinter dem Körper entsteht eine Senkungswelle $-z$, welche nach rückwärts in den Kanal gesandt wird und dem Wasser desselben eine zum Körper gerichtete Fließgeschwindigkeit v_1 erteilt. Entsprechend der Vorderfläche zweigt hier eine Senkungswelle $z-$ ab, welche neben dem Körper her nach vorn läuft und ebenso wie die von vorn nach hinten laufende Hebungswelle $+z$ eine Strömung erzeugt, welche bestrebt ist, einen Ausgleich zu schaffen zwischen dem Stau vor dem Körper und der Absenkung hinter demselben. Nachdem mit Hilfe der Raumbedingung die Wellenhöhe z ermittelt ist, kann die zugehörige Fließgeschwindigkeit v_0 des Wassers unter der Welle aus $v_0 = \frac{z \cdot g}{c}$ errechnet werden.

Wellen anderer Art beeinflussen die Wasserbewegung in geschlossenen, ganz mit Wasser gefüllten Kanälen oder Röhren.*) Dort kann sich keine Oberflächenwelle ausbilden, sondern die Bewegung wird durch Stoßwellen (elastische Wellen) erzeugt. Diese pflanzen sich mit wesentlich größerer Geschwindigkeit fort, im Maximum wird $c = 1425$ m/sek, also gleich der Schallgeschwindigkeit im Wasser. Wird in einem geschlossenen Kanal an einem Ende ein Druck auf das Wasser ausgeübt, etwa durch Erhöhung des Wasserspiegels vor dem Rohr, so drückt sich eine kleine Schicht des Kanals von der Länge s entsprechend der Elastizität der Füllung um das Maß ds_1 zusammen. Ferner ruft der Ueberdruck eine Wanddehnung und damit eine weitere Verkürzung der Schicht um ds_2 hervor, so daß eine bestimmte Wassermenge dq in das Rohr fließt und den Raum $(ds_1 + ds_2) \cdot F$ ausfüllt. Ebenso erfolgt die Umlagerung der nächsten und folgenden Schichten. So eilt der Druck durch das Rohr, das Wasser zusammendrückend und die Wandungen dehnend, wobei das Wasser mit der gleichbleibenden Geschwindigkeit v nachströmt. Bei gegebener Rohrwandung und unter Beachtung der Elastizität des Wassers läßt sich auch hier mit Hilfe des Antriebsatzes die Stoßwellengeschwindigkeit c bestimmen. Nach Angaben der Fach-

*) Vgl. hierzu die Ergebnisse der Schleusentheorie von R. Winkel, Bautechnik 1923, Nr. 35, und Zentralbl. der Bauw. 1924, Nr. 45.

literatur schwankte zwischen 1000 — 1400 m/sek bei Rohrwandungen aus Eisen oder Beton. Zwischen v , z und c gilt auch hier die Beziehung $v = \frac{z \cdot g}{c}$. Kann die am anderen Rohrende ankommende Welle frei ausschlagen, ist mit anderen Worten das Rohr offen, so daß sich eine Strömung unter dem Ueberdruck ausbilden kann, so kehrt die vorlaufende Druckwelle $z+$ als Senkungswelle $-z$ durch das Rohr zurück. Die Fließbewegung erfährt dabei eine Geschwindigkeitsänderung $v = \frac{z \cdot g}{c}$ im Sinne der vorlaufenden Hebungswelle.

Wie gestalten sich jetzt diese Wellen- und Strömungserscheinungen beim Bewegen des Schiebetores? Während der Fahrt schiebt sich einmal der allseitig geschlossene Schwimmkasten durch das Wasser. Auf ihn würde also der oben angedeutete Vorgang beim Bewegen eines festen Körpers in einem Kanal Anwendung finden können. Ferner sind die Flächen der Stirnverbände, Riegel und Pfosten durch das Wasser zu führen (Abb. 12). Danach müßte jede Fläche an der Vorderseite eine Hebungswelle und an der Rückseite eine Senkungswelle hervorrufen. Da diese Flächen die Kanalbreite aber bei weitem nicht ausfüllen, so wird eine Teilwelle von der Vorderseite abzweigen und nach der Rückseite laufen und umgekehrt eine Teilsenkungswelle der Rückseite wird zur Vorderseite laufen. Das heißt, es wird das verdrängte Wasser der Vorderseite zur Rückseite abgeleitet, und nur das von der Stirnfläche des Schwimmkastens verdrängte Wasser erzeugt eine Fließgeschwindigkeit im Tor. Hier finden wir jedoch bald ein anderes Bild vor. Nachdem die erste Wasserbewegung im Torinnern eingeleitet ist, bei der noch teilweise Strömungsbilder gemäß Abb. 12 entstehen, werden sich hinter den Flächen der senkrechten Verbände Totwasserecken ausbilden, in denen leichte Walzen und Wirbel entstehen (Abb. 13). Dann nimmt auch das von dem Stirnverband verdrängte Wasser gemeinsam mit demjenigen des Schwimmkastens an der Stauwellenbildung vor dem Tor und der Senkungswelle hinter dem Tor teil. Der Ausgleich erfolgt also von dem einen Ende durch das Tor hindurch zum anderen, wobei die Wirbel hinter den Verbänden Ablösungswiderstände erzeugen, die den Durchfluß hemmen. Man kann also bei der Berechnung der Wellenbilder das Tor als ein Ganzes auffassen. Nur muß bei einem Tor mit Schwimmkasten unterschieden werden zwischen dem Teil, welcher über demselben, und dem, der unter ihm liegt. Oberflächen- bzw. Stauwellen können sich lediglich im oberhalb liegenden Querschnitt ausbilden, während die Fließbewegung im unteren Teil durch Stoßwellen beeinflusst wird, da hier ein rings geschlossener Querschnitt vorliegt, gebildet durch die beiden Dichtungswände des Tores, den Schwimmkastenboden und die Dampelssole.

Der Berechnung der Wellen und Strömungsbilder sei zunächst ein Tor ohne Schwimmkasten zugrunde gelegt. Es bedeuten: Torkammerquerschnitt = F qm, Stirnfläche des Tores = f_s qm, freie Durchflußfläche = f qm, Torkammerbreite = B m, Breite des Durchflußquerschnittes = B' m, Torgeschwindigkeit = v m/sek. (Abb. 14.)

Während der Oeffnungsbewegung entsteht vor dem Tor in der Torkammer eine Stauwelle $z+$ und hinter

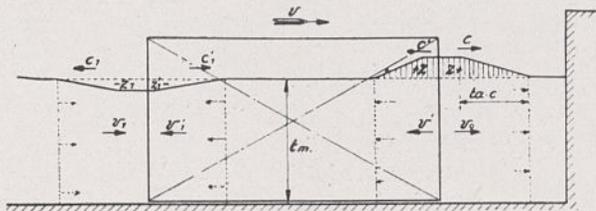


Abb. 14.

dem Tor in der Schleuse eine Absenkung $-z_1$. Diese senden wieder Teilwellen aus in das Tor hinein, also von der Torkammer aus eine Hebungswelle $+z$ und vom hinteren Torende eine Senkungswelle z_1- . Verdrängt wird die Wassermenge $q = f_s \cdot v \text{ m}^3/\text{sek}$. Der Ansatz für die Raumbedingung der Hebungswelle lautet dann: $q = z \cdot B \cdot c + z \cdot B' \cdot c' = F \cdot v_0 + f \cdot v'$. Hierin ist $z \cdot B \cdot c$ die Teilwassermenge $\Delta q_1 \text{ m}^3/\text{sek}$, welche vor dem Tor her in die Torkammer dringt, und $z \cdot B' \cdot c'$ ist die Teilwassermenge $\Delta q_2 \text{ m}^3/\text{sek}$, die, der Torbewegung entgegen,

ins Tor dringt. Die Wellengeschwindigkeit $c = \sqrt{g \frac{F}{B}}$ und $c' = \sqrt{g \frac{f}{B'}} + v$ (innerhalb des Tores relativ). Nachdem z aus der Raumbedingung bestimmt ist, lassen sich auch die Geschwindigkeiten v_0 bzw. v' der Teilwassermenge Δq_1 bzw. Δq_2 unter den Stauwellen errechnen

aus dem Ansatz $v_0 = \frac{z \cdot g}{c}$ und $v' = \frac{z \cdot g}{c'} + v$ (v' ist die Strömungsgeschwindigkeit relativ zum Tor). Damit ist die Wellenbildung vor dem Tor bestimmt. Zu beachten bleibt noch, daß das Tor nicht plötzlich in Bewegung gesetzt wird, sondern erst nach der Anfahrzeit t_a die Endgeschwindigkeit $v \text{ m}/\text{sek}$ erreicht. Dieser Zeit entsprechend dauert auch die Ausbildung der Welle. Sie wird also erst nach t_a sek die Höhe z erreicht haben; dann ist der Wellenfuß bereits um $t_a \cdot c \text{ m}$ in die Torkammer und um $t_a \cdot c'$ in das Tor vorgedrungen. Die Neigung der Wellenabdachung in der Torkammer wird somit

$\frac{z}{t_a \cdot c}$. Für die Senkungswelle hinter dem Tor gelten ähnliche Ansätze. Hier gibt der Stirnverband $q = f_s \cdot v \text{ m}^3/\text{sek}$ dem nachströmenden Wasser frei. Die Raumbedingung für die Senkungswelle lautet:

$$q = z_1 \cdot B_1 \cdot c_1 + z_1 \cdot B'_1 \cdot c'_1.$$

Es wird

$$c_1 = \sqrt{g \cdot \frac{F}{B_1}} \text{ bzw. } \sqrt{g \cdot t}, \text{ und } c'_1 = \sqrt{g \cdot \frac{f}{B'_1}} + v.$$

(Innerhalb des Tores wie oben wieder relativ). Somit:

$$z_1 = \frac{q}{B_1 \cdot c_1 + B'_1 \cdot c'_1}. \text{ Für } B \text{ wurde vor dem Tor die}$$

Breite der Kammer eingesetzt, weil dieses Maß dort die Breite der Hebungswelle festlegt. Der entsprechende Wert B_1 für die Senkungswelle ist nicht so einfach zu bestimmen, wie der Grundriß auf Abb. 15 erkennen läßt. Solange der hintere Stirnverband des Tores sich im Bereich der vorderen, kurzen Tornische bewegt, ist B_1 klein, und damit wird die Absenkung z hinter dem Tor groß. Sobald sich das Tor aber von der Mauer löst, breitet sich die Senkungswelle auch seitlich kreisförmig weiter aus. Dementsprechend wird B_1 größer und damit der $z-$ Wert kleiner. Die anfänglich entstandene Senkungswelle verliert dabei wieder an Höhe, indem seitlich von der Schleuse wieder mehr Wasser unter der Senkungswelle heranströmt, als in dem freiwerdenden Raum hinter dem Stirnverband Platz findet. Es wird somit auch in das Tor eine Teilhebungswelle laufen, welche die zunächst entstandene Senkungswelle $z-$ wieder auszugleichen sucht. Es ist sehr umständlich und schwierig, bei der

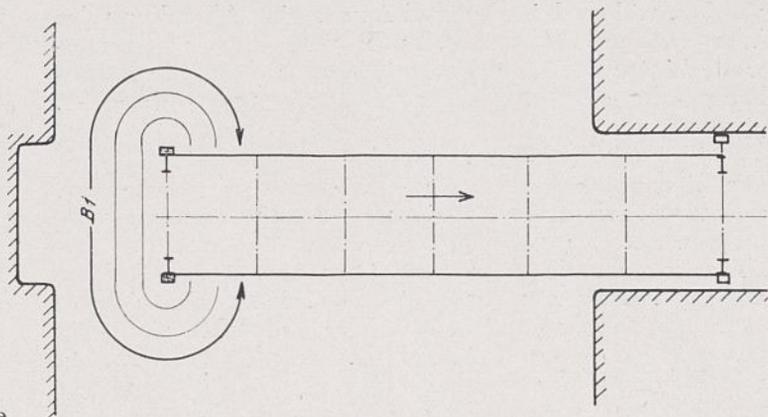


Abb. 15. Ausbreitung der Oberflächenwellen hinter dem Tor.

Widerstandsbestimmung diese Wellenbilder alle rechnerisch zu verfolgen. Man kann jedoch davon absehen, und es ist für die vorliegenden Zwecke vollkommen ausreichend, die Höhe der Senkungswelle in der Schleuse nach dem Lösen des Tores von der Mauernische auf Grund eines mittleren B_1 -Wertes — gemessen als Kreisbogen gemäß Abb. 15 — zu ermitteln und bei der Widerstandsbestimmung einzusetzen. Der anfänglich auftretende höhere Wert darf um so mehr vernachlässigt werden, da derselbe in den Beschleunigungsbereich des Tores fällt, wo die Antriebsmotoren Ueberlastungen leichter aufnehmen können. Unter der Senkungswelle $z-$, welche in der Bewegungsrichtung durch das Tor läuft, strömt die Teilwassermenge $\Delta q'_2 = z_1 \cdot B'_1 \cdot c'_1$ mit der

Fließgeschwindigkeit $v'_1 = z_1 \cdot \frac{g}{c_1} + v$ nach dem hinteren

Stirnverband ab. Die von vorn in das Tor hineingesandte Hebungswelle $+z$ bringt in derselben Richtung den Beitrag $\Delta q_2 = c' \cdot B' \cdot z$.

Mittlerweile ist die Hebungswelle $z +$ weiter in die Torkammer vorgedrungen, dabei die Teilwassermenge Δq_1 mit sich führend (Abb. 16). Wegen der Kürze der Torkammer wird die Welle nach einigen Sekunden an deren Ende angekommen sein. Sie erfährt an der Abschlußwand eine Reflexion und läuft zum Tor zurück, so daß die Stauhöhe in der Torkammer sich, in großer Annäherung gemessen, verdoppelt. Mit dem Eintritt in das Tor beginnt auch der Abfluß und Ausgleich der Teilwassermenge Δq_1 . Es bleibt allerdings zu beachten, daß die Welle am Stirnverband eine Einschnürung erfährt und die Wellengeschwindigkeit c in c' umgewandelt wird. Von der Wassermenge Δq_1 fließt ab $\Delta q_3 = z \cdot c' \cdot B'$ m^3/sek . Wird der Rest von Δq_1 nicht durch die Senkungswelle $z-$ abgeleitet, welche, nachdem sie das Tor durchlaufen hat, in die Torkammer eindringt, so bildet sich eine neue Hebungswelle aus, die den Stau so weit vergrößert, bis die gesamte Wassermenge $q \text{ m}^3/\text{sek}$ ihren Weg durch das Tor nimmt. Aus der Summe der vorhandenen Stauwellenhöhe vor und der Senkungswelle hinter dem Tor bestimmt sich die Gesamtdruckhöhe s auf die Stirnfläche f_s des Tores und damit der Widerstand, den der Stau auf das Tor ausübt.

Während der Schließbewegung des Tores spielt sich grundsätzlich derselbe Vorgang ab, nur mit dem Unterschied, daß jetzt die Stauwellen in der Schleuse erzeugt

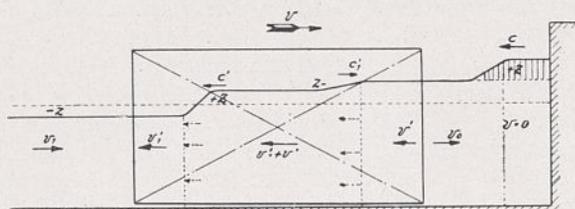


Abb. 16.

werden, während in der Torkammer eine Absenkung des Wasserspiegels Platz greift. Zur Bestimmung der Senkungswelle hinter dem Tor wird wieder der durch die Raumbedingung gegebene Ansatz benutzt: $q = z \cdot B \cdot c + z' \cdot B' \cdot c'$ und hieraus $z = \frac{q}{B \cdot c + B' \cdot c'}$. Die Geschwindigkeiten der Stauwellen betragen $c = \sqrt{g \cdot t}$ und $c' = \sqrt{g \cdot t} - v$. Die Werte fallen etwas kleiner aus als die entsprechenden Größen bei der Hebungswelle während der Öffnungsbewegung, da die Wassertiefe t um die Höhe der Welle abnimmt. Außerdem ist zu beachten, daß c' hier dieselbe Bewegungsrichtung hat wie das Tor und daher die Fahrgeschwindigkeit v abzusetzen ist. Aus diesen Gründen wird die Höhe der Senkungswelle größer sein, als die bei umgekehrter Torbewegung entstehende Hebungswelle. Die Fließbewegung des Wassers ist gegeben durch das Wellenbild. Unter der Senkungswelle z , welche in die Torkammer eindringt, fließt Wasser zum Tor, ebenso schafft die Welle $-z$ im Tor Wasser an den hinteren Stirnverband heran. Die Hebungswelle vor dem Tor eilt mit kreisbogenartiger Form in die Schleuse und dringt anderseits in das Tor, so daß die zur Torkammer fließende Wassermenge sich vergrößert. Im Augenblick des Ausgleichs, d. h. wenn ebensoviel Wasser durch das Tor fließt, wie durch den Stirnverband verdrängt wird, hat der Abstau hinter dem Tor und der Aufstau vor demselben seinen größten Gesamtwert erreicht. Derselbe ist maßgebend für die Widerstandsbestimmung.

Eine Ergänzung erfährt die Berechnung, falls das Tor einen Schwimmkasten besitzt. Der freie Abflußquerschnitt f im Tor teilt sich dann in f' und f'' . Hiervon liegt f' über dem Schwimmkasten und hat eine freie Wasseroberfläche von der Breite B' . Der Teil f'' liegt unterhalb. Die Fließgeschwindigkeit in demselben kommt durch die Wirkung der mit etwa 1000 m/sek vor- und zurücklaufenden Stoßwellen zustande, hervorgerufen durch die Höhe der Stau- bzw. Senkungswelle z vor den Stirnverbänden. Die vorlaufende Druckwelle im Querschnitt f'' erteilt dem Wasser unter dem Schwimmkasten die Fließgeschwindigkeit $v = \frac{z \cdot g}{c}$, hierin ist die Stoßwellengeschwindigkeit c mit 1000 m/sek einzusetzen. Die Laufzeit durch das L m lange Tor dauert somit $\frac{L}{c}$ sek. Ein 40 m langes Tor würde also in $\frac{40}{1000} = 0,04$ sek durchteilt werden. Da die vorlaufende Druckwelle $+z$ am anderen Torende auf den als ∞ groß anzusehenden Schleusenquerschnitt trifft, wird dieselbe dort als Drucksenkungswelle z reflektiert und läuft in 0,04 sek wieder rückwärts durch das Tor. Auch diese Welle bringt die Geschwindigkeit $v = \frac{z \cdot g}{c}$ in der gleichen Richtung. Die weitere Aenderung der Fließgeschwindigkeit erfolgt entsprechend der jeweiligen Druckhöhe vor dem Tor, wobei in Betracht zu ziehen ist, daß während der Anlaufzeit die sekundlich verdrängten Wassermengen q , m³/sek von $q = 0$ bis auf $q_{ta} = q$ ansteigen, entsprechend der Geschwindigkeitszunahme des Tores, und daß auch die z -Werte denselben Verlauf nehmen. Die Raumbedingung heißt hier:
 $q = f \cdot v = F \cdot v_0 + v' \cdot f' + v'' \cdot f'' = (z \cdot B \cdot c + z' \cdot B' \cdot c' + v'' \cdot f'')$.
 Die zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit unter dem Schwimmkasten notwendigen z -Werte wird man zweckmäßig in erster Annäherung ermitteln unter der Annahme, es läge ein schwimmkastenloses Tor vor, so daß nur die beiden ersten Glieder der rechten Seite in der Raumbedingung zu beachten sind. Darauf kann man die Fließbewegung unter dem Schwimmkasten verfolgen und durch Einsetzen in die Raumbedingung die z -Werte in zweiter Annäherung bestimmen. Außer den vom vorderen Stirnverband ausgehenden Druckwellen beeinflussen auch die von der Absenkung am hinteren Stirnverband herrührenden Drucksenkungswellen die Fließgeschwindigkeit im Querschnitt f'' . Es laufen dann

mehrere Wellen übereinander, deren jeweilige Geschwindigkeitsbeiträge sich arithmetisch addieren.

Nun ist noch die Reibung des Wassers an den Tor- und Torkammerwänden zu berücksichtigen nach der Formel $R = z \cdot \gamma \cdot O \cdot v_r^x$. Es bedeutet:

R = Widerstand in kg.

γ = Gewicht des Wassers in t/cbm.

O = benetzte Oberfläche.

v_r = Relativgeschwindigkeit des Wassers zum Tor.

z und x = Koeffizienten.

Da der Reibungswiderstand bei Schiebetoren nur wenig zum Gesamtwert beiträgt, soll auf die näheren Beziehungen zwischen den Koeffizienten x und z einerseits und der Wassergeschwindigkeit und Reibungsfläche anderseits nicht weiter eingegangen werden. Es genügt auf Grund der Engelschen Versuche $x = 2,00$ und $z = 0,2$ zu setzen. Damit lautet der Ausdruck: $R = 0,2 \cdot 1 \cdot O \cdot v_r^2$ kg. Bei stark schlickigem Wasser kann $\gamma = 1,5$ gewählt werden.

DIE FAHRVERSUCHE.

Bei Inbetriebnahme der Doppelschleuse zu Geestemünde wurden mit den großen und kleinen Toren ausgedehnte Fahrversuche gemacht zur Ermittlung der Widerstände, welche bei den verschiedenen Wasserständen, Schlickablagerungen und Bewegungsrichtungen auftreten. Diese am staatlichen Neubauamt für die Hafenerweiterung vorgenommenen Versuche sollen hier wiedergegeben und ausgewertet werden. Anschließend sei zum Vergleich die nach obigem Vorschlag aufgestellte Widerstandsrechnung auf die beiden Tore angewandt unter Zugrundelegung verschiedener Wasserstände. Das Diagramm auf Abb. 17 gibt die Fahrversuche mit dem großen Schiebetor vom 26. Mai 1925 wieder. Die ausgezogene Linie bedeutet die Leistungsabgabe der Motoren in kW, die gestrichelte Linie gibt den Gesamtwiderstand und die strichpunktierte Linie den Wasserwiderstand in kg wieder. Die Leistungsaufnahme der Motoren ist mittels Voltmeter und Amperemeter von zwei zu zwei Meter gemessen. Der Berechnung der Leistungsabgabe wurde $\cos \varphi = 0,75$ und $\eta_E = 0,9$ zugrunde gelegt. Ferner sind die Reibungsverluste in der Zahnstange zu berücksichtigen. Die einzelnen Glieder der am großen Schiebetor verwandten Gelenkstange laufen auf Rollen zwischen ζ -Eisenführungen.

Gewicht der beiden Zahnstangen = 7000 kg.

Rollendurchmesser = 116 mm.

Achsdurchmesser = 58 mm.

Widerstand der rollenden Reibung

$$= 7000 \frac{0,12 \cdot 58}{116} = 425 \text{ kg}$$

Zuschlag für Seitenreibung

$$= 75 \text{ „}$$

$$\text{Widerstand} = 500 \text{ kg.}$$

Während der Schließbewegung erfordert das Auseinanderziehen der zusammengeklappten Zahnstangenglieder hinter dem Windwerk eine zusätzliche Leistung. Außerdem üben in diesem Falle die Laufrollen der Zahnstange eine durch den Zahnstangendruck herrührende Normalkraft auf die Führungs- ζ -Eisen aus, dessen Reibungswiderstand ebenfalls zu überwinden ist. Setzt man diesen Wert mit 200 kg ein, so wird der Verlust in der Zahnstange während der Öffnungsbewegung = 500 kg und während der Schließbewegung = 700 kg.

Berechnung der Zahnstangenkraft am Wagen bei 55 kW Leistungsabgabe der Motoren:

Motor-Umdrehung $n = 950/\text{min}$

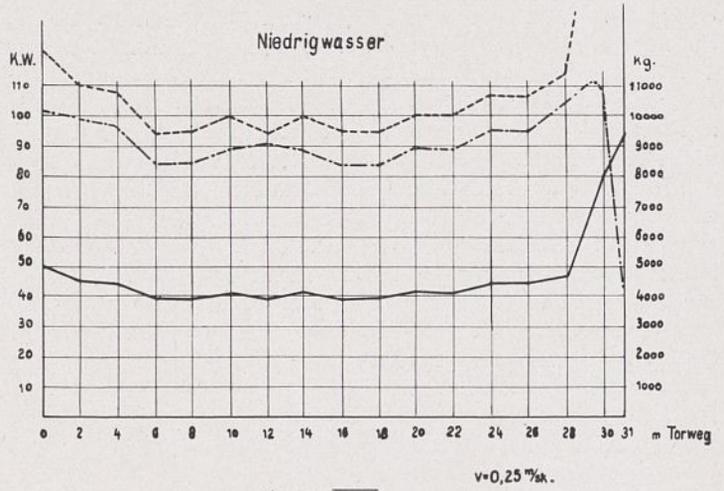
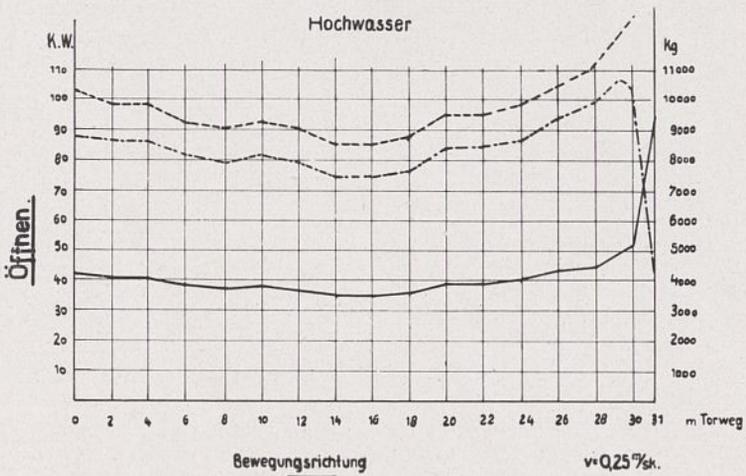
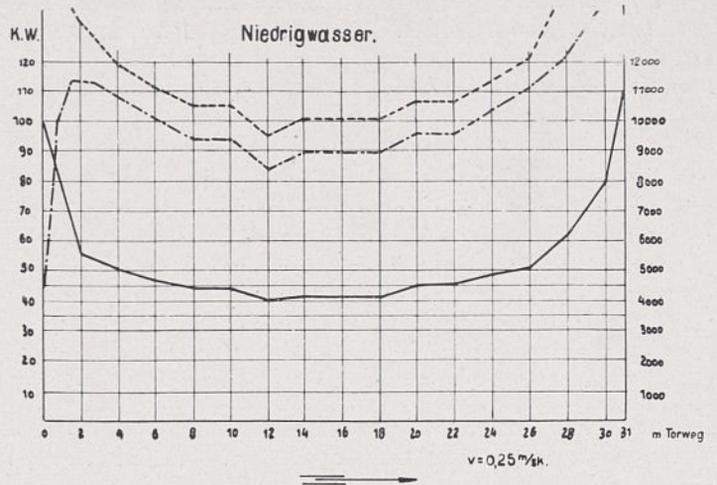
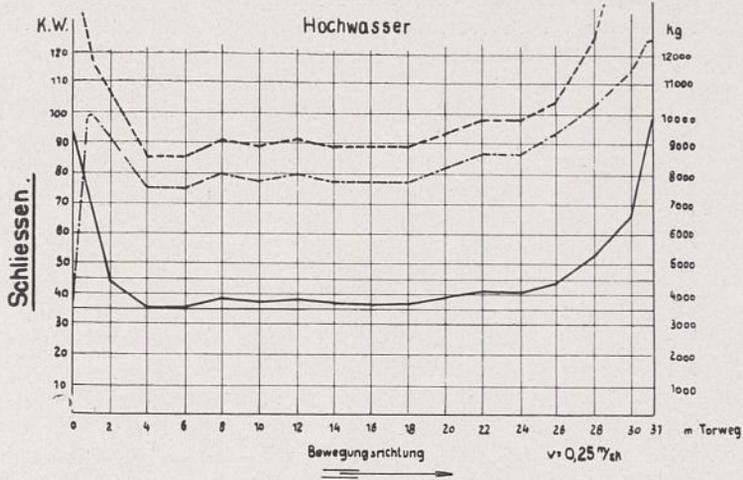
Windwerkübersetzung = 1 : 91,6

Wirkungsgrad $\eta = 0,65$

$$M_a (\text{Motor}) = \frac{55,0 \cdot 1,56 \cdot 716,2}{950} = 57 \text{ m kg}$$

$$M_i (\text{Ritzel}) = 57 \times 91,6 \times 0,65 = 2125 \text{ m kg}$$

Triebritzel-Durchmesser $D_t = 471 \text{ mm}$

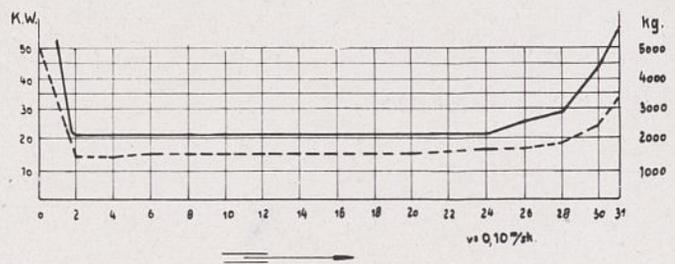


— abgegebene Motorenleistung in K.W.
 - - - - - Gesamtwiderstand in Kg
 - · - · - Wasserwiderstand in Kg.

$$\text{Kraft in der Zahnstange } Z_1 = \frac{2125 \cdot 2}{0,471} = 9050 \text{ kg}$$

$$\text{Kraft am Wagen während der Öffnungsbewegung } Z_0 = 9050 - 500 = 8550 \text{ kg}$$

$$\text{Kraft am Wagen während der Schließbewegung } Z_S = 9050 - 700 = 8350 \text{ kg.}$$



— K.W. bei zwei Motoren
 - - - - - K.W. bei einem Motor.

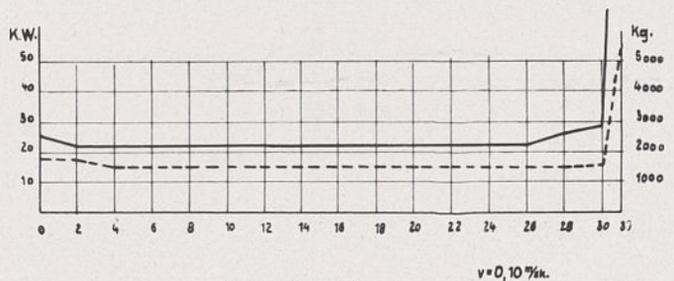


Abb. 17. Fahrversuche vom 26. Mai 1925 mit den großen Toren.

Der normale Torwiderstand setzt sich zusammen aus dem Widerstand der rollenden Reibung und dem Wasserwiderstand. Bestimmung des Widerstandes der rollenden Reibung:

Torgewicht (Betriebsdruck) = 80 t.

Hiervon entfallen auf den Unterwagen 60 t und auf den Oberwagen 20 t.

Gewicht des Unterwagens = 11,4 t

Gewicht des Oberwagens = 24,0 t

a) Widerstand am Unterwagen:

Belastung der Laufräder = 11,4 + 60 = 71,4 t

Laufraddurchmesser $D = 1000$ mm — Achsdurchmesser $d = 170$ mm

Reibungsbeiwert der Rollenlager $u_i = 0,05$ $f = 0,08$

$$W_1 = G(2f + u_i \cdot d) \frac{1}{D} = \frac{71,4}{100} (0,08 + 0,05 \cdot 1,7) = 71,4 \cdot 0,0095$$

$$W_1' = 660 \text{ kg.}$$

b) Widerstand am Oberwagen:

Belastung der Laufräder = 24 + 20 t

Laufraddurchmesser $D = 700$ mm — Achsdurchmesser $d = 120$ mm

$$W_1'' = G(2f + u_i \cdot d) \frac{1}{D} = \frac{44}{70} (0,08 + 0,05 \cdot 1,2) = 44 \cdot 0,0097 \text{ kg}$$

$$W_1'' = 425 \text{ kg}$$

$$W_1 = W_1' + W_1'' = 1085 \text{ g} = \text{rd. } 1100 \text{ kg.}$$

Der Auftrieb der eingetauchten Eisenmassen des Tores ist infolge des veränderlichen Wasserstandes Schwan-

kungen unterworfen. Die im Verlaufe einer normalen Tide ein- bzw. austauchenden Torgewichte betragen 95 t. Demzufolge wechselt die Belastung der Wagen um etwa 12 t und der Fahrwiderstand um $12000 \cdot 0,0095 = \text{rd. } 115 \text{ kg}$. Diese Schwankung soll unberücksichtigt bleiben. Ebenso seien die während der Bewegung eintretenden Gewichtsänderungen, hervorgerufen durch den statischen Druck des Wasserauf- bzw. -abstaus gegen den Schwimmkastenboden, vernachlässigt.

Es sei auf eine andere Erscheinung näher hingewiesen, welche bereits weiter oben kurz erwähnt wurde. Bei den Probefahrten zeigte sich, daß das in der Torkammer liegende Torende bestrebt war, während der Oeffnungsbewegung nach der Seeseite und während der Schließbewegung nach der Hafenseite auszuweichen, und zwar wuchs diese Kraft in dem Maße, in dem das Tor in die Kammer hineingezogen wurde. Diese Auswanderung erreichte bald eine solche Größe, daß die Federkraft der hinteren Torführung überwunden wurde und die Anschlaghölzer am Mauerwerk entlang schleiften. Nach näherer Untersuchung mußte als Ursache die ungleichmäßige Ausbildung des hinteren Stirnverbandes angesprochen werden (Abb. 18). Wie bereits gesagt, wurde die seeseitige senkrechte Dichtungsleiste am hinteren Stirnverband mit Rücksicht auf das Ausschwimmen auf einem 0,4 m hohen Stehblech verlegt. Dieses hat zur Folge, daß die Abflußquerschnitte zwischen den Torwänden und dem Mauerwerk auf der Seeseite bedeutend größer ausfallen als auf der Hafenseite des Tores, während die Zuflußbreite nach der Torkammer zu, also der Schlitz zwischen Dichtungsholz und Mauerwerk, auf Hafen- und Seeseite gleich groß ist. Es zeigt sich dann folgendes: Während der Oeffnungsbewegung bildet sich hinter den Dichtungsleisten im Spaltraum zwischen Blechkante und Mauerwerk eine Senkungswelle aus, welche zur Schleuse eilt und Wasser heranführt. Gleichzeitig dringt von der Torkammer her eine Hebungswelle in den Spaltraum. Diese trifft hinter dem Dichtungsholz auf eine Querschnittserweiterung. Sie erleidet dadurch eine Umwandlung und läuft mit herabgesetzter Wellenhöhe weiter zur Schleuse, wobei die in derselben Richtung laufende Senkungswelle teilweise wieder ausgeglichen wird. Nun ist die Querschnittserweiterung hinter dem Dichtungsholz auf der Seeseite größer als auf der Hafenseite, mithin wird dort die Höhe der Hebungswelle auch mehr herabgewandelt werden als auf der Hafenseite, wo die zunächst entstandene Senkungswelle gänzlich wieder

ausgeglichen wird und als Resultierende noch eine Hebungswelle verbleibt, welche gegenüber dem Ruhezustand eine Spiegelerhöhung im hafenseitigen Spalt bewirkt. Auf der anderen Torseite ist die Hebungswelle so weit herabgewandelt, daß als Resultierende eine Senkungswelle bleibt, also eine Spiegelsenkung gegenüber dem Ruhezustand. Diese verschiedenen Wasserspiegelhöhen $\Delta_1 + \Delta_2$ erzeugen einen Seitendruck W und bewirken einen Ausschlag des Tores nach der Seeseite. Umgekehrt liegen die Verhältnisse während der Schließbewegung. Die Senkungswelle der Torkammer kann sich auf der Hafenseite ungehinderter fortbewegen als auf der Seeseite, wo sie infolge der größeren Querschnittserweiterung mehr verflacht. Die seitliche Druckwirkung ist also umgekehrt gerichtet und drückt das hintere Torende nach der Hafenseite. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes, welcher bei den ersten Probefahrten in Geestemünde zu Beschädigungen des Anschlagholzes durch die Reibung am Mauerwerk führte und deren Einfluß auf den Bewegungswiderstand besonders deutlich aus den Fahrversuchen vom 6. April 1925 (Abb. 19) hervorgeht, müssen die Abflußquerschnitte und die Seitenpfosten des hinteren Stirnverbandes auf beiden Torseiten völlig gleichmäßig ausgebildet werden.

Nachdem jetzt die bei einer Anlage gemessenen Widerstände genauer festgelegt sind, erscheint es angebracht, zu prüfen, wieweit sich die auf Grund obigen Verfahrens ermittelten Werte mit den Messungen decken. Nachrechnung des Wasserwiderstandes während der Oeffnungsbewegung bei dem Wasserstand $+0,00$.

Die erforderlichen Daten sind an Hand der Zeichnungen wie folgt bestimmt:

Torkammerquerschnitt	$F = 50 \text{ m}^2$
Stirnfläche des Tores	$fs = 33,6 \text{ m}^2$
Freier Durchflußquerschnitt	$f = 16,4 \text{ m}^2$
Torkammerbreite	$B = 7,4 \text{ m}$
Breite des Durchflußquerschnittes	$B' = 5,2 \text{ m}$
Torgeschwindigkeit	$v = 0,25 \text{ m/sek}$
Wassertiefe	$t = 7,10 \text{ m}$

Der Berechnung sollen die Bezeichnungen der Abb. 14 zugrunde gelegt werden.

Die von der Stirnfläche des Tores verdrängte Wassermenge beträgt $q = fs \cdot v = 33,6 \cdot 0,25 = 8,4 \text{ m}^3/\text{sek}$. Diese Wassermenge erzeugt vor dem Tor eine Stauwelle gemäß Abb. 14, Seite 59, wofür die Raumbedingung lautet:

$$q = z \cdot B \cdot c + z \cdot B' \cdot c' = 8,4 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Zur Bestimmung der Wellenhöhe z werden noch die Stauwellengeschwindigkeiten c und c' benötigt. Sie betragen:

$$c = \sqrt{g \frac{F}{B}} = \sqrt{9,81 \frac{50}{7,4}} = 8,14 \text{ m/sek}$$

$$c' = \sqrt{g \frac{f}{B'}} + v = \sqrt{9,81 \frac{16,4}{5,2}} + 0,25 = 5,55 + 0,25 = 5,8 \text{ m/sek}.$$

Damit wird:

$$z = \frac{8,4}{7,4 \cdot 8,14 + 5,2 \cdot 5,8} = 0,095 \text{ m} = 9,5 \text{ cm}.$$

Die Teilwassermengen der Hebungswelle werden:

$$\Delta q_1 = z \cdot B \cdot c = 0,095 \cdot 7,4 \cdot 8,14 = 5,6 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$\Delta q_2 = z \cdot B' \cdot c' = 0,095 \cdot 5,2 \cdot 5,80 = 2,8 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$\Delta q_2 + \Delta q_1 = 5,6 + 2,8 = 8,4 = q \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Die Fließgeschwindigkeiten dieser Teilwassermengen werden:

$$v_0 = \frac{z \cdot g}{c} = \frac{0,095 \cdot 9,81}{8,14} = 0,112 \text{ m/sek}$$

$$v'_0 = \frac{z \cdot g}{c'} + v = \frac{0,095 \cdot 9,81}{5,55} + 0,25 = 0,17 + 0,25 = 0,42 \text{ m/sek}$$

(relativ zum Tor). Mit diesen Werten läßt sich die zweite Raumgleichung schreiben:

$$q = F \cdot v_0 + f \cdot v'_0 = 50 \cdot 0,112 + 16,4 \cdot 0,17 = 5,6 + 2,8 = 8,4 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

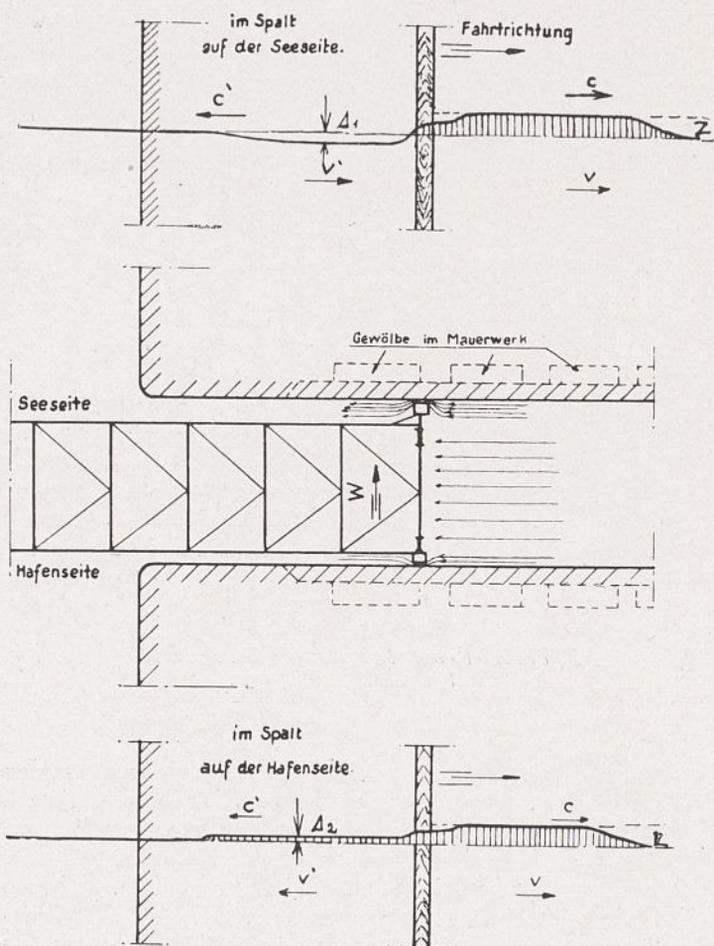
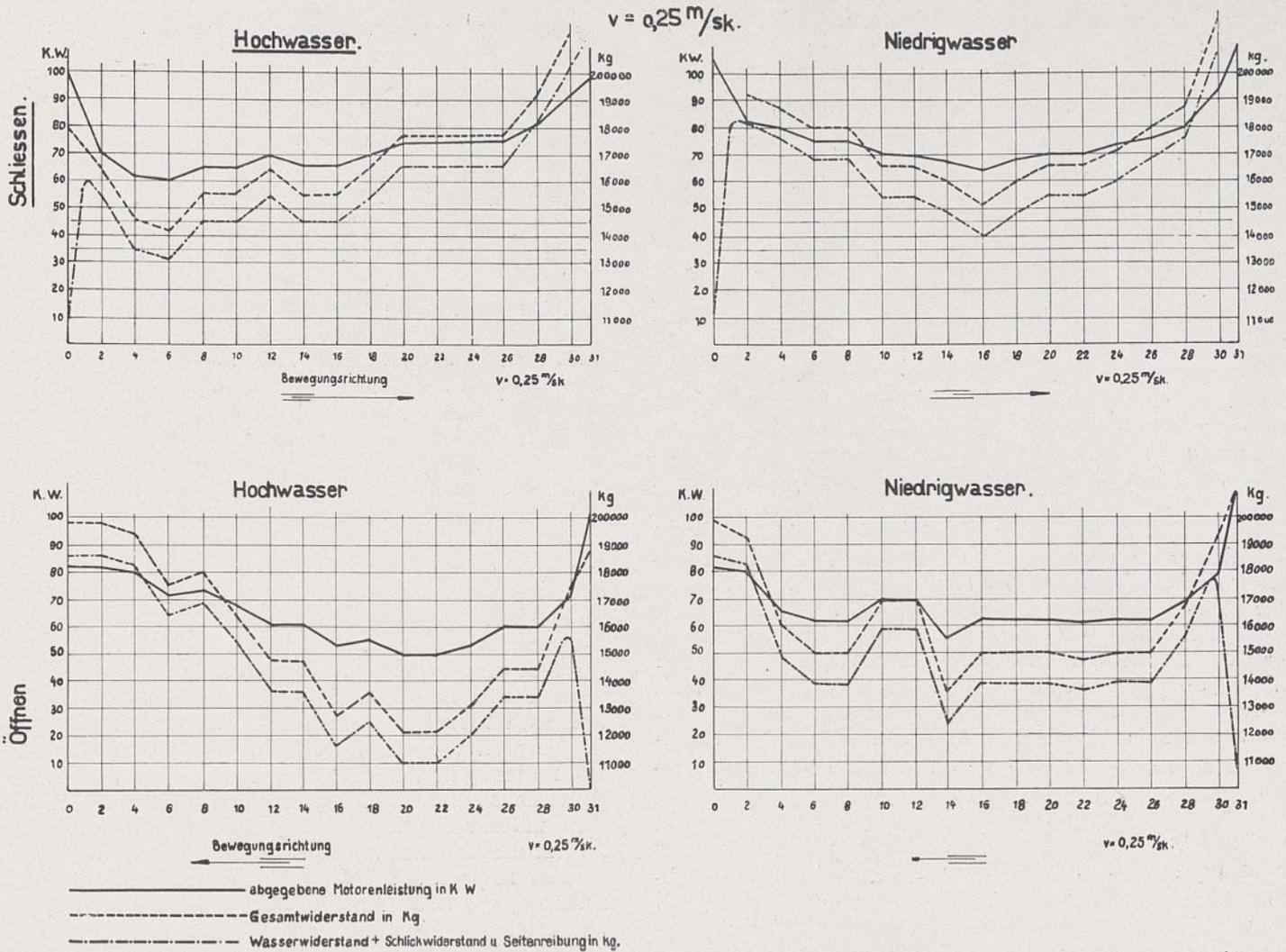


Abb. 18. Staubilder bei der Oeffnungsbewegung des Tores.



In der Torkammer lag eine 2 m hohe Schlickschicht. Das hintere Dichtungsholz schleihte während der Öffnungsbewegung am Mauerwerk der Torkammer.

Abb. 19. Fahrversuch vom 6. April 1925.

Nimmt man die Anlaufzeit des Tores $t_a = 4$ sek an, so ergibt sich, daß der Wellenfuß bereits um $4 \cdot 8,14 = 32,56$ m vorausgeeilt und am Ende der Torkammer angelangt ist, wenn die Wellenhöhe den Wert $z = 9,5$ cm erreicht hat.

Die Größe der Absenkung hinter dem Tor in der Schleuse hängt in starkem Maße von der Stellung des Tores ab. Während der ersten 0,75 m bewegt sich der hintere Stirnverband noch in der 6,00 m breiten Mauerische. Da seitlich nur wenig Wasser hinzutreten kann, wird die Absenkung während der Torbeschleunigung schnell zunehmen und einen Wert erreichen, welcher etwa der Größe der Hebung vor dem Tor entspricht. Nachdem sich das Torende vom Mauerwerk gelöst hat, breitet sich die Senkung rasch nach allen Seiten aus, wobei die Tiefe in demselben Maße abnimmt. Die durchschnittliche Breite B_1 soll mit 24 m angenommen werden. Es wird:

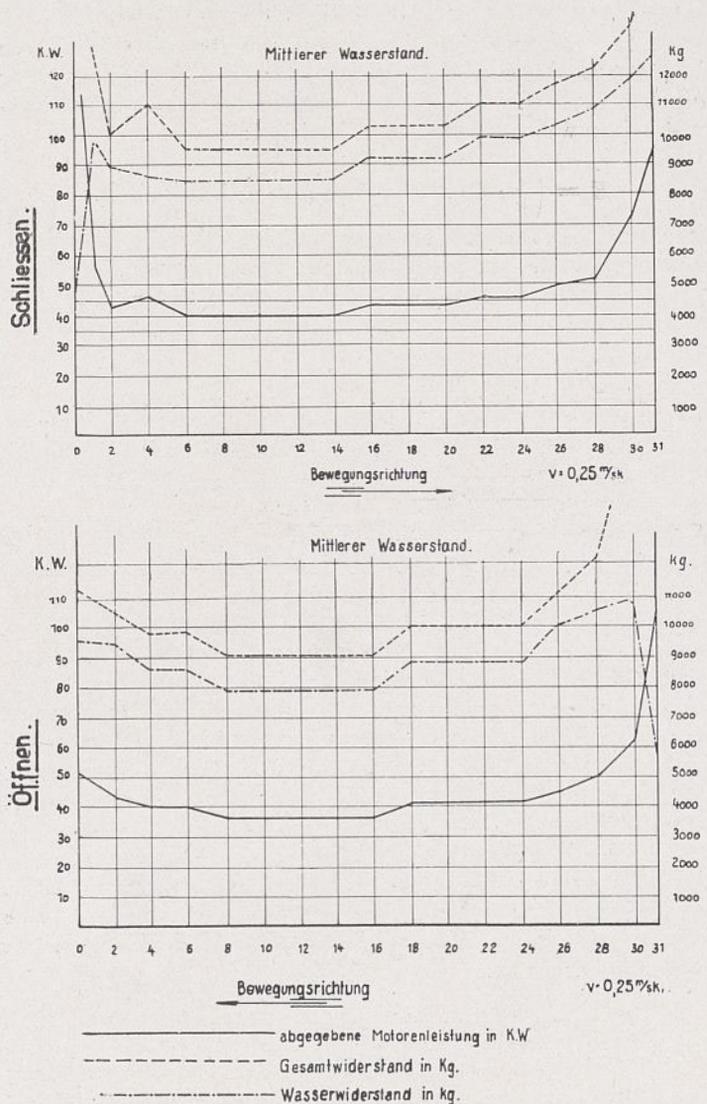
$z_1 = \frac{q}{B_1 \cdot c_1 + B'_1 \cdot c'_1}$. Bei einer Drempeltiefe von 6,5 m ist $c_1 = \sqrt{gt} = \sim 8$ m/sek. c'_1 wird hier

$$= \sqrt{g \frac{f}{B'}} - v = 5,55 - 0,25 = 5,3 \text{ m/sek.}$$

Und somit $z_1 = \frac{8,4}{24 \cdot 8 + 5,2 \cdot 5,3} = 0,0385 \text{ m} = 3,850 \text{ cm}$. Die Fließgeschwindigkeiten der Teilwassermengen betragen:

$$v_1 = \frac{0,0385 \cdot 9,81}{8} = 0,047 \text{ m/sek.}$$

$$v'_1 = \frac{0,0385 \cdot 9,81}{5,55} = 0,068 \text{ m/sek.}$$



Unter der Senkungswelle werden durch das Tor abgeführt:

$$\Delta q_1 = z_1 \cdot c_1 \cdot B' = f \cdot v_1 = 16,4 \cdot 0,068 = 1,1 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Sobald sich im Tor die vorlaufende Senkungswelle $z-$ und die rückwärts gerichtete Hebungswelle $+z$ überschneiden, erhöht sich die relative Fließgeschwindigkeit des Wassers auf $0,42 + 0,068 = 0,488 \text{ m/sek.}$ Abgeführt wurden: $\Delta q_2 + \Delta q_3 = 2,8 + 1,1 = 3,9 \text{ m}^3/\text{sek.}$

Die Hebungswelle $z+$ in der Torkammer wird an der Rückwand reflektiert, wobei sich die Stauhöhe z verdoppelt. Von der Teilwassermenge $\Delta q_1 = 5,6 \text{ m}^3/\text{sek.}$, welche dieselbe mit sich führt, fließen durch den Stirnverband und das Tor

$\Delta q_4 = z \cdot c' \cdot B' = 0,095(5,55 + 0,42) \cdot 5,2 = \text{rd. } 2,90 \text{ m}^3/\text{sek}$ sodaß damit $3,9 + 2,9 = 6,8 \text{ m}^3/\text{sek}$ von der verdrängten Wassermenge $q = 8,4 \text{ m}^3/\text{sek}$ ihren Weg durch das Tor nehmen und nur ein Rest von $8,4 - 6,8 = 1,6 \text{ m}^3/\text{sek}$ zurückbleibt, welcher die Bildung einer weiteren Welle bedingt.

Die Höhe derselben beträgt: $z = 9,5 \frac{1,6}{8,4} = \text{rd. } 1,8 \text{ cm}$ unter

der Annahme derselben Raumbedingung und Wellengeschwindigkeit wie bei der ersten Stauwelle. Die Summe der Stau- und Senkungswellen vor bzw. hinter dem Tor beträgt damit: $s = 2 \cdot 9,5 + 3,85 + 1,8 = 24,25 \text{ cm}$, und der statische Druck auf den Stirnverband des Tores wird: $W_s = f_s \cdot s = 55,6 \cdot 0,2425 = \text{rd. } 8,2 \text{ t.}$ Hierzu kommt noch der geringe Widerstand aus der Reibung des Wassers an den Torfläichen und den Wänden der Torkammer $W_R = 0,2 \cdot \gamma \cdot 0 \cdot v_r^2$. Es betragen die Reibungsfläche $0 = 1650 \text{ m}^2$. Die Relativgeschwindigkeit des Wassers $v_r = 0,25 \frac{50}{16,4} = 0,765 \text{ m/sek.}$ Mit $\gamma = 1$ wird $W_R = 0,2 \cdot 1 \cdot 1650 \cdot 0,765^2 = \text{rd. } 200 \text{ kg.}$ Vernachlässigt man die Verluste, welche durch die Wirbel- und Walzenbildung verursacht werden, so ergibt sich ein Gesamt-Wasserwiderstand $W = W_s + W_R = \text{rd. } 8400 \text{ kg.}$

Die zahlenmäßige Auswertung findet eine wertvolle Ergänzung durch Heranziehung der Energiegleichung für die Stauwellen. Die jeder Hebungs- bzw. Senkungswelle innewohnende Energie beträgt:

$$E = \left(\frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot c \cdot \frac{v_0^2}{2} + \gamma \cdot B \cdot c \cdot \frac{z^2}{2} \right) \text{ m kg/sek.}$$

Der erste Ausdruck der rechten Seite gibt die kinetische und der zweite Ausdruck die potentielle Energie der Welle wieder. Beide liefern einen gleich großen Betrag zum Gesamtwert. Derselbe läßt sich daher auch folgendermaßen schreiben:

$$E = \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot c \cdot v_0^2 \quad \text{bzw.} \quad \frac{\gamma}{g} \cdot B \cdot t \cdot c \cdot v_0^2 \text{ mkg/sek.}$$

Während der Torbewegung muß diese Leistung zur Ausbildung der Wellen aufgebracht werden. Bei $v \text{ m/sek}$ Torgeschwindigkeit sind hierzu $\frac{\gamma \cdot F \cdot c \cdot v_0^2}{v} \text{ kg}$ Zugkraft am Tor erforderlich. Infolge der beschränkten Torkammerlänge gilt dieser Ansatz jedoch nur für den anfänglichen Bewegungsbereich, solange nämlich die Stauwelle frei ausschlagen kann. Wenn die an der Torkammerrückwand zurückgeworfene Welle wieder auf das Tor trifft, findet eine Umsetzung von Energie der Bewegung in Energie der Lage statt. Das Wasser wird gestaut. Zu der Arbeitsleistung, welche erforderlich ist für die Unterhaltung der Welle, kommt dann noch der Beitrag zur Ueberwindung des statischen Druckes auf die Stirnfläche des Tores.

Nach obiger Formel kann die Energiemenge, die zur Ausbildung der Hebungs- und Senkungswellen vor bzw. hinter dem Tor erforderlich ist, ermittelt werden. Die beiden Teilwellen Δq_1 und Δq_2 vor dem Tor liefern folgenden Beitrag:

$$E_1 = \frac{1000}{9,81} (50 \cdot 8,14 \cdot 0,112^2 + 16,4 \cdot 5,55 \cdot 0,17^2).$$

$= 102 (5,1 + 2,65) = 790 \text{ mkg/sek.}$ Und der entsprechende Ausdruck für die Senkungswelle hinter dem Tor lautet:

$$E_2 = \frac{1000}{9,81} (24 \cdot 6,5 \cdot 8 \cdot 0,047^2 + 16,4 \cdot 5,55 \cdot 0,068^2) = 325 \text{ mkg/sek}$$

Hieraus bestimmt sich die notwendige Druckkraft am vorderen Stirnverband zu $P_1 = \frac{790}{0,25} = 3160 \text{ kg}$ und der

Sog $P_2 = \frac{325}{0,25} = 1300 \text{ kg.}$ Zum Vergleich sei diesen Werten der statische Druck der Stauwelle auf die Stirnfläche des Tores gegenübergestellt. Es wird:

$$P_1 = 55,6 \cdot 0,095 = 5,13 \text{ t}$$

und die Sogkraft $P_2 = 55,6 \cdot 0,0385 = 1,29 \text{ t.}$ Die Unterschiede sind lediglich auf rechnerische Ungenauigkeiten zurückzuführen. Von den geringen Reibungs- und Ablösungswiderständen abgesehen, wurde das Tor mit der Zugkraft von rund 4420 kg durch das Wasser der Torkammer zu bewegen sein, wenn dieselbe genügend lang gemacht werden könnte, um ein ungestörtes Auslaufen der vorderen Stauwelle zu erreichen. In diesem Falle, wo das verdrängte Wasser durch das Tor abfließen muß, findet infolge der Einschnürung des Abflußquerschnittes beim Hin- und Herpendeln der Welle in der Torkammer ein Anstauen statt in dem weiter oben errechneten Maße, und damit ein entsprechendes Anwachsen der Zugkraft für die Torbewegung.

Der errechnete Wert von 8400 kg Wasserwiderstand, welcher mit Berücksichtigung der Ablösungswiderstände auf etwa 9000 kg angewachsen wird, gliedert sich gut ein in die weiter oben wiedergegebenen Versuchswerte, obwohl eine getrennte Berechnung der Fließvorgänge in den Abflußquerschnitten über dem Schwimkasten und dem unterhalb gelegenen zur Vereinfachung unterblieb. Es hat den Anschein, als ob die Werte sich an der oberen Grenze bewegen. Dieses wird bestätigt durch eine Berechnung des Widerstandes bei einem Wasserstand $+ 3,50$. Der ermittelte Wert betrug rund 10 t, lag also im Gegensatz zu den Versuchswerten höher als der Widerstand bei 0,00 Wasser.

Noch größer wird die Abweichung bei den kleinen Schiebetoren. Diese haben keinen Schwimkasten. Die Stirnfläche f_s wird gebildet aus den senkrechten Pfosten mit den Dichtungshölzern und den Querverbänden aus Profilleisen. Während hinter den senkrechten Pfosten Totwasserecken angenommen wurden gemäß Abb. 15, läßt sich diese Annahme für die einzelnen schmalen Querverbände, welche den Abflußquerschnitt im Tor durchkreuzen, nicht aufrechterhalten, wengleich der Ansatz für die Wellenbildung auch hier bestehen bleibt. Während der Bewegung erzeugt die Vorderseite eine Hebungswelle, welche sowohl nach vorwärts wie nach rückwärts läuft, und gleichzeitig entsteht an der Rückseite des Profils eine Senkungswelle, welche sich auch nach vorwärts und rückwärts ausbreitet. Da aber durch die vorausgesetzte kleine Fläche keine merkliche Querschnittseinengung stattfindet, haben die vorlaufende Hebungs- und Senkungswelle bzw. die rückwärts gerichtete Senkungs- und Hebungswelle gleiche Größe und Geschwindigkeit. Das heißt, das vorn verdrängte Wasser strömt um die Fläche herum in den frei werdenden Raum hinter derselben (Abb. 12). Weiter folgt daraus, daß dieser Teil der Stirnfläche nicht mitwirkt an der Stauwellenbildung vor bzw. hinter dem Tor und mithin außer Ansatz bleiben kann, wengleich derselbe bei der Ermittlung des freien Durchflußquerschnittes im Tor zu beachten ist. Auch wird der örtliche Ausgleich des Wassers um die Flächenkante herum nicht ohne Kraftaufwand durchzuführen sein und etwa einen Widerstand auslösen, den eine Platte bei der Bewegung im unbegrenzten Wasser erfährt. Dieser Beitrag ist verhältnismäßig sehr klein und wird durch andere vereinfachende Annahmen in der Berechnung wieder ausgeglichen. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang die Gewölbebildungen in den Torkammerwänden, welche zur Herabsetzung der Stauwellenhöhe geeignet sind, jedoch in der Berechnung nicht berücksichtigt wurden.

Die Bestimmung des Wasserwiderstandes an den kleinen Schiebetoren bei +2,65 Wasserstand möge unter Beachtung der eben entwickelten Gesichtspunkte vorgenommen werden:

Torkammerquerschnitt F = 55,00 m²
 Stirnfläche des Tores f_s = 18,50 m²
 Stirnfläche des Tores ohne Querverbände f_s = 13,80 m²
 Freier Durchflußquerschnitt f = 16,50 m²
 Torkammerbreite B = 3,80 m
 Breite des Durchflußquerschnittes B' = 2,50 m
 Torgeschwindigkeit v = 0,25 m/sek.
 Verdrängt wird die Wassermenge $q = 13,8 \cdot 0,25 = 3,45$ m³/sek. Ferner wird die Wellengeschwindigkeit

$$c = \sqrt{9,81 \frac{35}{3,8}} = 9,52 \text{ m/sek}$$

und

$$c' = \sqrt{9,81 \frac{16,5}{2,5}} + 0,25 = 8,4 + 0,25 = 8,65 \text{ m/sek.}$$

Damit errechnet sich die Stauwellenhöhe zu

$$z = \frac{3,45}{9,52 \cdot 3,8 + 8,65 \cdot 2,5} = \frac{3,45}{56,2 + 19,8} = 0,0615 \text{ m} = 6,15 \text{ cm.}$$

Die Teilwassermengen werden:

$$\Delta q_1 = z \cdot c \cdot B = 0,0615 \cdot 9,52 \cdot 3,8 = 2,22 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$\Delta q_2 = z \cdot c' \cdot B' = 0,0615 \cdot 8,65 \cdot 2,5 = 1,23 \text{ m}^3/\text{sek}$$

$$\Delta q_1 + \Delta q_2 \text{ ergibt wieder } q = 3,45 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Für die Senkungswelle ist einzusetzen:

$$B = 14 \text{ m}$$

$$c' = \sqrt{9,81 \cdot 8,65} = 9,25 \text{ m/sek}$$

$$c'_1 = 8,4 - 0,25 = 8,15 \text{ m/sek}$$

$$z_1 = \frac{3,45}{14 \cdot 9,25 + 2,5 \cdot 8,15} = 0,0253 \text{ m} = 2,53 \text{ cm}$$

$$v'_1 = \frac{0,0253 \cdot 9,81}{8,4} = 0,0274 \text{ m/sek.}$$

Von der Senkungswelle wird durch das Tor abgeführt:

$$\Delta q_3 = 0,0274 \cdot 16,5 = 0,45 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Die Stauwelle $z +$ wird an der Torkammerrückwand reflektiert, läuft zurück und dringt in das Tor. Dabei fließen von Δq_1 ab rund 1,25 m³/sek. Insgesamt werden von der verdrängten Wassermenge q durch das Tor abgeführt 1,25 + 0,45 + 1,25 = 2,95 m³/sek. In der Torkammer zurück bleiben noch 3,45 - 2,95 = 0,52 m³/sek. Der hierdurch hervorgerufene Stau beträgt

$$6,15 \cdot \frac{0,52}{3,45} = \sim 0,92 \text{ cm.}$$

Und damit steigt der gesamte Stau S auf:

$$2 \cdot 6,15 + 0,92 = \text{rd. } 15,5 \text{ cm.}$$

Der statische Druck auf die Stirnfläche wird:

$$P = f_s \cdot S \cdot 13,8 \cdot 0,155 = \text{rd. } 2100 \text{ kg.}$$

Zur Prüfung dieses Ergebnisses können die kurz nach der Fertigstellung unternommenen Versuchsfahrten (Abb. 20) an den Toren herangezogen werden. Die kleinen Schiebetore haben, wie bereits erwähnt, keinen Schwimmkasten. Die Art der Lagerung unterscheidet sich nicht von den großen Toren. Am vorderen Ende ruhen sie auf einem Unterwagen, während das Torkammerende an einem Oberwagen aufgehängt ist. Die mit Gleitlager ausgerüsteten Laufräder haben dauernd das ganze Torgewicht aufzunehmen, so daß im Gegensatz zu den mit Schwimmkasten ausgerüsteten Toren der Fahrwiderstand der Radreibung einen großen Teil des Gesamtwertes ausmacht. Die Messungen sind auf Abb. 20 zusammengestellt. Der Fahrwiderstand an den Laufrädern wird:

1. Am Unterwagen:

$$W_1 = G_1 \cdot (f + \mu \cdot r) \frac{1}{R} \left. \begin{array}{l} \text{Laufraddurchmesser } D = 700 \text{ m/m} \\ \text{Achsdurchmesser } d = 140 \text{ m/m} \\ \text{Torauflast} = 61,0 \text{ t} \\ \text{Wagengewicht} = 7,5 \text{ t} \end{array} \right\}$$

$$= 68,5(0,05 + 0,1 \cdot 7) \cdot \frac{1}{35} = 1450 \text{ kg}$$

2. Am Oberwagen:

$$W_2 = G_2(f + \mu \cdot r) \frac{1}{R} \left. \begin{array}{l} \text{Laufraddurchmesser } D = 650 \text{ m/m} \\ \text{Achsdurchmesser } d = 100 \text{ m/m} \\ \text{Torauflast} = 39,0 \text{ t} \\ \text{Wagengewicht} = 12,5 \text{ t} \end{array} \right\}$$

$$= 51,5(0,05 + 0,1 \cdot 5) \cdot \frac{1}{32,5} = 870 \text{ kg}$$

Der gesamte Fahrwiderstand aus Wasserwiderstand und Laufradreibung einschließlich 80 kg Wasserreibung wird:

$$W = 2100 + 1450 + 870 + 80 = 4500 \text{ kg.}$$

Die vom Motor abgegebene Leistung beträgt:

$$N = \frac{W \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

Der Wirkungsgrad $\eta_M = \text{rund } 0,68$, folglich

$$N = \frac{4500 \cdot 0,25}{75 \cdot 0,68} = 22,2 \text{ PS} = 16,2 \text{ kW,}$$

ein Wert, welcher etwas über den gemessenen Motorleistungen liegt. Auch die beim Wasserstand 0,00 beobachtete Aufstauung bzw. Absenkung in der Torkammer betrug zu Beginn der Öffnungsbewegung nur 9 bis 10 cm und fiel während der Fahrt hin und wieder bis auf 6 cm. Die Schließbewegung zeigte Absenkungen hinter dem Tor von anfänglich 9 bis 10, dann 6 bis 7 und gegen Ende der Bewegung 11 bis 12 cm. Danach erscheint es grundsätzlich richtig, bei der Bestimmung der Stauwellenhöhe die schmalen Querverbindungen, hinter denen sich der Wasserstrom sofort schließt, außer Ansatz zu lassen bzw. gesondert zu behandeln. Zur kritischen Prüfung dieser Annahme werden eingehende Untersuchungen und Messungen an weiteren Anlagen erforderlich werden. Auch Fahrversuche mit Modellen erscheinen hierfür gut geeignet zu sein. Durch Aenderung der Stirnfläche und Auswechseln der Querverbände läßt sich der Einfluß dieser Maßnahmen auf die Fließvorgänge und weiterhin auf den Widerstand leicht beobachten.

Einige allgemeine Gesichtspunkte für die Entwurfsbearbeitung zur Erzielung günstiger Antriebskraft lassen sich schon jetzt aufstellen. Die vorausgegangenen Untersuchungen haben gezeigt, daß die als Riegeltore mit

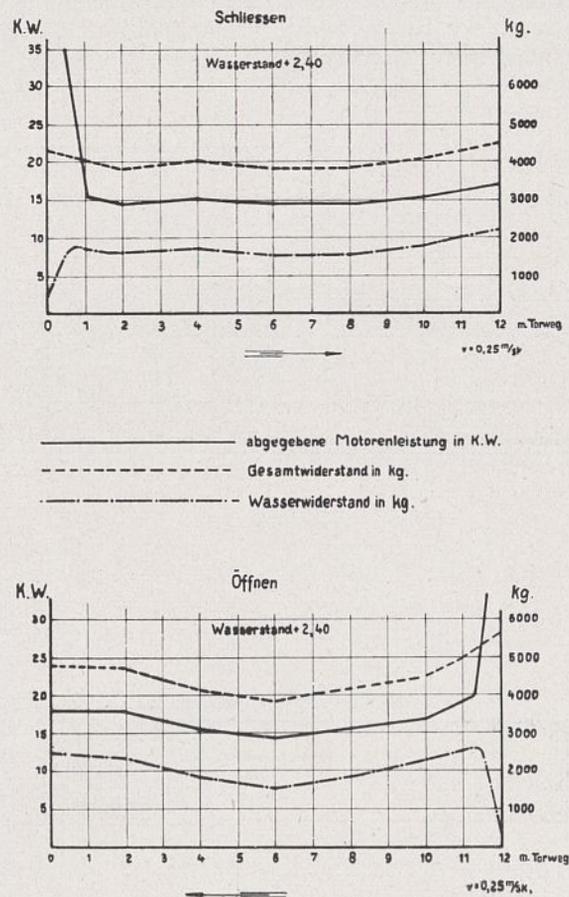


Abb. 20. Fahrversuche mit dem kleinen Schiebetor.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lfd. Nr.	SCHLEUSE.	Torlänge in Meter.	GES. GEWICHT des Tors G in Tn.	Fahrtgeschwindigkeit V $\frac{m}{s}$	Leistungsabgabe in K.W.	Leistungsabnahme in K.W.	Mittlerer Gesamt-Fahrtwiderstand W in Tn	Mittlerer Wasserwiderstand W' in Tn	$n = \frac{F}{T}$	$X = \frac{W'}{W}$	E-Energieverbrauch für 1m Torweg und 10% Torgewicht in Watt-Stunden.	E_{100} in Watt-Banden für $w = 0,25\%$.	BAUART der Tere Wasserdruck in Meter	BEMERKUNG.
1	HOLTENAU	46,5 12	1200	0,393	104	115	19,0	17,5	1,68	0,92	0,675	0,300	Riegelor Schwere Bauart 15,245 m.	
2	EMDEN	41,592	930	0,27	70	92 <small>ohne Schließwiderstand</small>	14,5	12,0	1,56	0,83	1,00	0,895	Riegelor Schwere Bauart 14,71 m	
3	GEESTEMÜNDE GROSSES TOR.	31,2	500	0,25	36	40	8,9	7,8	1,31 + 1,46	0,88	0,89	0,89	Riegelor Schwere Bauart 11,2 m	
4	GEESTEMÜNDE KLEINES TOR.	12,7	105	0,25	15,5	17,5	4,1	1,8	1,6	0,44	1,85	1,85	Riegelor Schwere Bauart 11,15 m	Tor ohne Schwimmkästen Laufräder mit Gleitlager
5	OSLEBSHAUSEN	27,2 - 26,0	295	0,225	15	18,0	2,2	1,8	1,6	0,82	0,68	0,806	Ständeror leichtes Sperrtor 4,00 m.	Tor mit Auftrieb, an einer Brücke geführt.
6	WILHELMSHAVEN	67,82	1150	0,205	67,0	76,0	22,0	5,0	1,65	0,227	0,90	1,01	Riegelor ganz leichtes Sperrtor.	Tor mit Schwimmkästen Gleitet auf Kufen.

Abb. 21. Tabelle.

Schwimmkasten gebauten Schleusenabschlüsse den bei weitem größten Teil des Widerstandes durch die beiden Stirnverbände erfahren, deren meist unzugängliche Ausbildung in keiner Weise dem Ab- und Zufluß des Wassers in dem Maße Rechnung trägt, wie es bei anderen, im Wasser bewegten Körpern, selbstverständlich ist. Es muß dem in hohem Maße den Widerstand beeinflussende n -Wert beim Entwurf mehr Beachtung geschenkt werden, und zwar dürfte die untere zulässige Grenze hierfür mit 1,6 anzugeben sein. In der angefügten Tabelle (Abb. 21) sind unter anderem auch die n -Werte von mehreren ausgeführten Anlagen zusammengestellt. Die Verschiedenheit derselben kann auf die wechselnden örtlichen Verhältnisse und die dadurch gegebenen Konstruktionsbedingungen zurückzuführen sein. So einfach wie es ist, bei einem Tor leichter Bauart — Hafentor, Sperrtor — einen hohen n -Wert zu erreichen, so schwierig gestaltet es sich bei einem Tor schwerer Bauart, einem Tor, welches gleichzeitig zur Trockenlegung der Häupter verwandt werden soll und daher hohe Wasserdrücke auf die Anschläge zu übertragen hat. Trotzdem hätte sich an einigen Toren ein günstigeres Durchflußverhältnis erreichen lassen, wenn mehr darauf hingearbeitet wäre. Bisher sind jedoch nur die statischen Gesichtspunkte maßgebend, welche so starke Endverbände verlangen, daß die Riegeldrücke möglichst gleichmäßig auf die Anschläge über-

tragen werden, um übermäßige Holzpressungen zu vermeiden. Ohne die Berechtigung dieser Forderung in Frage stellen zu wollen, ist es jedoch nicht angängig, die Durchführung derselben auf Kosten der Abflußverhältnisse und der Torwiderstände zu machen. Es muß daher nach Mittel und Wegen gesucht werden, um beiden Forderungen gerecht zu werden. Als geeignete Maßnahmen seien erwähnt: Verwendung von ausländischem Hartholz, wie Greenhartholz statt Eiche, breite Lagerung der Anschlagleisten und Unterteilung der freitragenden Länge der Endverbände durch Einbau von Zwischenpfosten oder Sprengwerk. Die durchgreifendste Maßnahme zur Herabsetzung des Wasserwiderstandes besteht jedoch darin, den Schwimmkasten an beiden Enden im letzten Felde zu einer horizontalen Schneide zusammenzuziehen (Abb. 22). Dadurch erreicht man nicht nur einen brauchbaren n -Wert, sondern es werden außerdem die plötzlichen Querschnittsänderungen und die damit verbundenen Druckhöhenverluste beim Ein- und Austritt des Wasserstromes vermieden. Kleidet man auch noch die Zwischenräume im ersten und letzten Felde gemäß Skizze mit einer leichten Blech- oder Holzwand aus, so ist ein gänzlich stoßfreier Ab- bzw. Zufluß des Wassers erreicht. Der Stoßverlust der Diagonalverbände im Torinnern, welcher nicht zu vermeiden ist, zählt nur wenig mit. Besonders bei den Toren der schweren Bauart und einem niedrigen n -Wert kann der Wasserwiderstand hierdurch nicht unerheblich herabgedrückt werden. Auch in diesem Falle würden Modellversuche zur Unterstützung und Förderung des Berechnungsverfahrens sehr geeignet sein.

Um die Widerstandsuntersuchungen an den Schiebetoren auf eine breitere Grundlage zu stellen, erscheint es angebracht, noch andere Anlagen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Aus diesem Grunde sind für die in der Tabelle (Abb. 21) aufgeführten Schleusen an Hand der Veröffentlichungen und der zur Verfügung gestellten Unterlagen die Bewegungswiderstände und die sie beeinflussenden Faktoren zusammengestellt. Auf die nach dem obigen Verfahren durchgeführte Berechnung mußte zunächst noch verzichtet werden, da hierfür die Angaben nicht ausreichten.

DER BEWEGUNGSWIDERSTAND BEI DER EMDENER SEESCHLEUSE.

Die zur Berechnung erforderlichen Unterlagen sind der Veröffentlichung in der „Zeitschrift für Bauwesen“ 1914 entnommen. Besondere Messungen sind nicht gemacht. Die Stromzuführung erfolgt mittels Schleifleitung. Laut Veröffentlichung wurden 125 PS zur Torbewegung benötigt, bevor die Verschlickung der Torkammer einsetzte. Demnach sind die beiden Motoren und das gesamte Windwerk äußerst reichlich bemessen, so daß der Wirkungsgrad von Motor und Getriebe tiefer liegt, als bei einem vollbelasteten Antrieb.

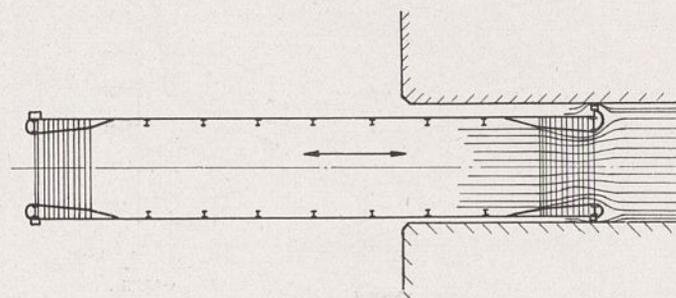
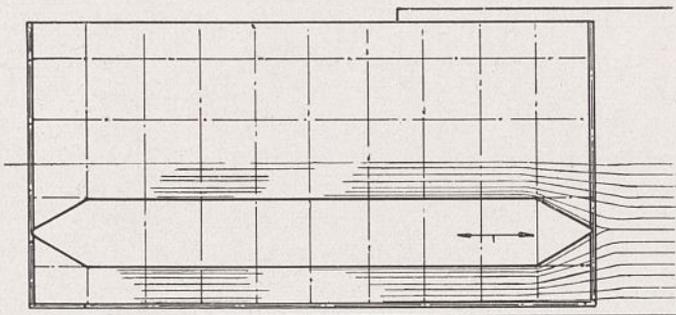


Abb. 22. Tor mit zugespitztem Schwimmkasten.

Der Widerstand der Laufradreibung

$$W_1^a = 50(0,05 + 0,1 \cdot 9,4) \frac{1}{45} \begin{cases} \text{Betriebsdruck} & = 50 \text{ t} \\ \text{Laufraddurchmesser } D = 900 \text{ mm} \\ \text{Achsdurchmesser } d = 188 \text{ mm} \end{cases}$$

$$= 1100 \text{ kg}$$

$$W_1^b = 125(0,05 + 0,1 \cdot 5) \frac{1}{47,5} \begin{cases} \text{Gewicht} & = 125 \text{ t} \\ \text{Laufraddurchmesser } D = 950 \text{ mm} \\ \text{Achsdurchmesser } d = 100 \text{ mm} \end{cases}$$

$$= 1450 \text{ kg}$$

Aus der Leistungsformel bestimmt sich der Gesamtwiderstand zu

$$W = \frac{N \cdot 75 \cdot \eta_M \cdot \eta_E}{v} = \frac{125 \cdot 75 \cdot \eta}{0,27}$$

Hierin ist die Torgeschwindigkeit $v = 0,27$ m/sek. Das Windwerk umfaßt einen Räderkasten, ein Ausgleichgetriebe, ein Stirnradvorgelege, zwei Kegelgetriebe und zwei Triebritzel. Nimmt man an, daß 8 vH durch den geringen Ausnutzungsgrad des Triebwerkes verloren gehen, so wird $\eta_M = \text{rund } 0,55$. Der elektrische Wirkungsgrad für die nur teilweise ausgenutzten Motoren beträgt: $\eta_E = 0,76$; folglich

$$W = \frac{125 \cdot 75 \cdot 0,55 \cdot 0,76}{0,27} = 14\,500 \text{ kg}$$

Hiervon entfällt auf den Wasserwiderstand:

$$W' = 14\,500 - (1000 + 1450) = \text{rund } 12\,000 \text{ kg}$$

DIE AUSWERTUNG DER FAHRVERSUCHE AN DEN NEUEN TOREN DER HOLTENAUER SCHLEUSE.

Die Schiebetoranlage der kurz vor dem Kriege fertiggestellten neuen Ostseeschleuse des Kaiser-Wilhelm-Kanals ist eine der modernsten Ausführungen. Besonders vom maschinentechnischen Standpunkt aus stellt dieselbe einen wesentlichen Fortschritt dar gegenüber der etwas vorher gebauten Emdener Anlage. Das Windwerk ist in einem Antriebshaus hinter der Torkammer untergebracht. Es umfaßt zwei Antriebsgruppen mit je zwei Motoren. Die beiden Triebritzel jeder Gruppe greifen in Zahnstangen ein, welche federnd an einem vor Kopf des Tores liegenden Querbalken angeschlossen sind. Die starre Zahnstange wird knicksicher in Rollenböcken geführt. Jeder der vier Gleichstrommotoren, welche je zwei und zwei auf ein Vorgelege arbeiten, leistet 87,5 PS bei 490 Umdr./min. Sie erteilen dem Tor eine Geschwindigkeit von 0,4 m/sek. Die vom Reichskanalbauamt Holtenau im April 1926 angestellten Messungen ergaben folgende Werte an den Toren der schweren Bauart: Beim Antrieb durch eine Antriebsgruppe mit zwei Motoren und $v = 0,393$ m/sek betrug der Energieverbrauch während der ersten fünf Meter 122 kW und während der weiteren 45 m 112,2 kW. Diese Werte beziehen sich sowohl auf die Schließbewegung wie auf die Öffnungsbewegung. Da in diesem Falle das Windwerk und die Motoren gut ausgenützt sind, können in der folgenden Berechnung normale Wirkungsgrade eingesetzt werden.

Der Widerstand der Laufradreibung

$$W_1 = 71 \cdot (0,05 + 0,1 \cdot 5) \frac{1}{27,5} = 1420 \text{ kg}$$

Betriebsdruck = 45 t

Gewicht der Wagen = 26 t

Laufraddurchmesser D = 550 mm

Achsdurchmesser d = 100 mm

Aus der Leistungsformel bestimmt sich der Gesamtwiderstand zu $W = \frac{115 \cdot 1,56 \cdot \eta_M \cdot \eta_E \cdot 75}{0,393}$. Das Windwerk umfaßt zwei Stirnradvorgelege und zwei Triebritzel nebst Zahnstange $\eta_M = 0,718$, $\eta_E = 0,9$, folglich:

$$W = \frac{156 \cdot 75 \cdot 0,718 \cdot 0,9}{0,393} = 19\,200 \text{ kg}$$

und der Wasserwiderstand

$$= 19\,200 - 1420 = \text{rd. } 17\,800 \text{ kg.}$$

DAS HAFENTOR IN WILHELMSHAVEN.

Im Jahre 1915 wurden gelegentlich der Inbetriebnahme des Hafentores Widerstandsmessungen von der Gutehoffnungshütte, der Erbauerin der Tore, ausgeführt, welche hier wiedergegeben werden mögen. Das Tor stellt mit seiner Länge von 67,82 m die größte bisher ausgeführte Anlage dar. Es gleitet mit Greenheart-Holzkufern auf poliertem Granit. Der Schwimmkasten übernimmt das Torgewicht bis auf 35 t Uebergewicht, mit dem das Tor auf den Kufen ruht. Der Antrieb erfolgt durch Drehstrommotoren; als Kraftübertragungsmittel sind Gallsche Ketten verwandt.

Zur Bestimmung der Widerstände wurden in die Zugglieder hydraulische Pressen eingeschaltet, deren Drücke durch Manometer fortlaufend registriert werden konnten. Bei einer Torgeschwindigkeit $v = 0,205$ m/sek betragen die Widerstände:

Während der Öffnungsbewegung:

Im Anfahren — 50 t.

Nach Einleitung der Bewegung — 20 t.

Während der Schließbewegung:

Im Anfahren — 36 t.

Nach Einleitung der Bewegung — 24 t.

Es sind hier die durchschnittlichen Werte der manchmal stark schwankenden Messungen wiedergegeben. Die Versuche sind weniger geeignet, um zur Klärung der Frage des Wasserwiderstandes beizutragen. Der Unterschied in den Widerständen der Schließ- und Öffnungsbewegung erklärt sich hauptsächlich durch den schlechteren mechanischen Wirkungsgrad beim Schließen, da dann die am vorderen Ende der Torkammer gelegene Umlenkrolle für die Zugkette unter Druck kommt und den Wirkungsgrad des Getriebes herabsetzt.

Der Gesamtwiderstand von 20 t während der Öffnungsbewegung wird sich etwa folgendermaßen zerlegen:

Wasserwiderstand	5,00 t
Kufenreibung	14,00 t
Seitenreibung + Schlick	1,00 t
$\Sigma W =$	20,00 t

Der Beiwert für die gleitende Reibung zwischen den Kufen und dem Granit $\mu = \frac{14}{35} = 0,4$. Im Anfahren liegt derselbe höher und kann auf Grund überschläglicher Rechnungen mit 0,5—0,55 eingesetzt werden.

DER BEWEGUNGSWIDERSTAND DER SCHIEBETORE ZU OSLEBSHAUSEN.

Eingehende Fahrversuche sind an den Schiebetoren der Sperrschleuse zu Oslebshausen bei Bremen angestellt worden, deren Ergebnisse in der Z. d. V. d. I. 1912 veröffentlicht sind. Die als Ständertore ausgebildeten Abschlußkörper werden mittels vertikaler und horizontaler Rollen an einer beweglichen Brücke geführt. Der Schwimmkasten ist so groß bemessen, daß das Tor mit etwa 15—35 t Auftrieb gegen die Brücke drückt. Bei einer Leckage des Schwimmkastens setzt sich das Tor auf seine Kufen ab, ohne die Brücke zu belasten. Der Antrieb erfolgt durch ein in die Brücke eingebautes Windwerk, deren Triebritzel in Zahnstangen eingreifen, welche auf dem Tor verlegt sind. Die normale Torgeschwindigkeit beträgt 0,225 m/sk.

Der gesamte Bewegungswiderstand ist mit rd. 2,2 t angegeben, wovon etwa 0,4 t auf die Reibung der Führungsrollen entfällt. Es ist jedoch zweifelhaft, ob der Wirkungsgrad des Windwerkes, der mit 0,5 — 0,52 eingesetzt wird, richtig bestimmt ist. Er dürfte in Wirklichkeit höher liegen. Zum Teil können die günstigen Widerstandswerte dadurch begründet sein, daß der Abschlußkörper als Ständertor gebaut ist, bei dem die Endverbände leichter ausfallen als beim Riegelator.

Zum besseren Vergleich sind in der angeführten Tabelle (Abb. 20) die zur Bestimmung der Bewegungswiderstände wichtigsten Daten für die untersuchten Anlagen zusammengestellt. Die Gewichte G beziehen sich auf das Gesamtgewicht des betreffenden Tores, einschl. Ausrüstung, ausschl. Ballast und Wagengewichte. Die Spalte 12 enthält den auf 1 m Torweg und 10 t Torgewicht bezogenen Energieverbrauch in Watt-Stunden. Die Größe desselben ist gegeben durch: $E = \frac{10 \cdot \text{kW} \cdot 1000}{G \cdot 3600}$ t. Hierin bedeutet: kW = Energieverbrauch, G = Torgewicht in Tonnen; t = Zeit für 1 m Torweg in sek. Setzt man für $t = \frac{1}{v}$ m/sek, so wird $E = \frac{10 \cdot \text{kW} \cdot 1000}{G \cdot 3600 \cdot v} = 2,775 \frac{\text{kW}}{G \cdot v}$ Watt-Stunden. Nach dieser Formel sind die E -Werte der Spalte 12 ermittelt. Es liegt nahe, die E -Werte der einzelnen Tore miteinander zu vergleichen und als Maßstab für die Güte der Anlage vom maschinen- und betriebs-technischen Standpunkt aus anzusehen. Weil der Wasserwiderstand sich mit der Torgeschwindigkeit ändert, können jedoch nur die E -Werte von Toren gleicher Geschwindigkeit miteinander verglichen werden. Es ist daher notwendig, dieselben auf eine gemeinsame Geschwindigkeit V_0 zu reduzieren. Dieser reduzierte Energieverbrauch soll mit E_{red} bezeichnet werden. Seine Berechnung stützt sich auf die Annahme, daß sich der Wasserwiderstand mit dem Quadrat der Torgeschwindigkeit ändert, während der Beitrag aus der Laufradreibung konstant angenommen wird. Setzt man: W = Gesamt-Widerstand; W' = Wasserwiderstand; $W - W'$ = Widerstand aus der Laufradreibung; v = Torgeschwindigkeit; v_0 = reduzierte Torgeschwindigkeit; W_{red} = reduzierter Torwiderstand und $x = \frac{W'}{W}$ so wird: $W' = W \cdot x$ und

$W - W' = W(1 - x)$. Ferner ist

$$W_{\text{red}} = W \left[(1 - x) + x \cdot \frac{v_0^2}{v^2} \right]$$

Da sich aber der Energieverbrauch in demselben Verhältnis ändert wie der Wasserwiderstand, so wird

$$E_{\text{red}} = E \cdot \left[(1 - x) + x \cdot \frac{v_0^2}{v^2} \right]$$

Die in der Spalte 13 zusammengestellten E_{red} -Werte beziehen sich auf $v = 0,25$ m/sek. Die x -Werte sind aus der Spalte 11 zu entnehmen. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, schwanken die E_{red} -Werte der Anlagen nicht unbedeutend. Allerdings bleibt zu beachten, wie auch bereits weiter oben gesagt wurde, daß es nicht angängig ist, die Tore der schweren Bauart ohne weiteres mit den leichten in eine Reihe zu stellen. Ferner wurde bereits auf die erschwerten Umstände beim Entwurf der großen Geestemünder Tore hingewiesen. Stark bemerkbar macht sich der fehlende Schwimmkasten bei den kleinen Geestemünder Toren. Der verhältnismäßig hohe Wert der Emdener Schleuse rührt hauptsächlich vom schweren Triebwagen, dem nicht sehr günstig wirkenden Antrieb und dem viel zu starken Motor her, was besonders hervortritt, wenn man den sehr günstigen E_{red} -Wert der Holtenauer Schleuse damit vergleicht. Daß das Wilhelmshavener Tor trotz der Kufenlagerung mit dem E -Wert so niedrig liegt, muß überraschen. Hier macht sich jedoch die leichte Bauart mit dem geringen Wasserwiderstand bemerkbar. Auf Grund der Untersuchungen Höchstwerte für den Energieverbrauch beim Entwurf von Neuanlagen aufzustellen, erscheint nicht angebracht. Wichtig und notwendig ist es jedoch, mehr als bisher zielbewußt darauf hinzuwirken, die Betriebskosten der Anlage möglichst niedrig zu halten.

Literaturangaben.

- Engels und Gebers, Der Widerstand der bewegten Platten und prismatischen Körper im Wasser — Schiffbau 1908.
 Weisbach, Ingenieur-Mechanik.
 Striebeck, Versuche an Gleit- und Wälzlager. Z. d. V. d. I. 1901 und 1902.
 Engels, Modellversuche über den Einfluß der Form und Größe des Kanalquerschnittes auf den Schiffswiderstand.
 Engels, Handbuch des Wasserbaues.
 Johow-Krieger, Handbuch für den Schiffbau.
 Franzius-Rudloff, Seekanäle — Strommündungen — Seehäfen.
 Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Band III und Band VIII. Zeitschrift für das Bauwesen 1925
 a) Groth, Ueber Schiebetore für Seeschleusen und Trockendocks;
 b) Die neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.
 Zander, Die Emdener Seeschleuse. Zeitschrift für das Bauwesen 1914.
 Volk, Einzelheiten der Schleusen des Rhein-Herne-Kanals. Zentralblatt der Bauverwaltung 1915.
 Overbeck, Die Schiebetoranlage zu Oslebshausen bei Bremen. Z. d. V. d. I. 1912.
 Krell, Entwerfen im Kranbau. Hütte I.
 Dr.-Ing. Krey-Berlin, Wirkung der Schleusung auf den Wasserstand in den Haltungen. Zeitschrift der Deutschen Wasserwirtschaft 1921, Heft 5.
 Dr.-Ing. R. Winkel, Das Verhalten von Hebungs- und Senkungswellen bei verschiedenen Fließvorgängen. Deutsche Wasserwirtschaft 1926, Heft 1.
 Dr.-Ing. R. Winkel, Die hydromechanischen Vorgänge beim Schleusen eines Schiffes. Die Bautechnik 1925, Heft 55.
 Dr.-Ing. R. Winkel, Die Wasser- und Schiffsbewegung beim Schleusenbetrieb mit langen und mit kurzen Umläufen. Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, Nr. 45.
 Dr.-Ing. e. h. Max Möller, Die Wellen, die Schwingungen und die Naturkräfte.