



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich
4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin,
Dörnbergstrasse 7.

N^o 675.

Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XIII. 51. 1902.

Kohlenreichthum und Kohlenproduction Canadas.

Von R. BACH, Montreal.

In der letzten Zeit ist viel davon die Rede gewesen, dass der canadischen Kohle in nicht zu ferner Zukunft ein weites Feld für den Export, für den Wettbewerb auf fremden Märkten beschieden sein werde, und in der That sind auch schon mehrere Ladungen dieser Kohle nach skandinavischen und russischen Häfen verschifft worden, während die Mittelmeerhäfen das demnächst zu erobernde Ziel sein sollen. Aber diese Verladungen sind bisher über unbedeutende Versuche noch nicht hinausgekommen, und wir bezweifeln sehr, dass dies, unter sonst regulären Zuständen in den benachbarten Vereinigten Staaten von Nordamerika, sich wesentlich ändern wird. Die Gesellschaften, welche Amerika auf den europäischen Märkten nicht nur in Kohlen, sondern auch in Eisen und Stahl zu schlagen gedenken, sind die Dominion Coal Company und die Dominion Iron and Steel Company, beide in Sydney (Distr. Cape Breton, Neuschottland) domicilirt und jetzt thatsächlich mit einander verbunden.

Es gehört der ganze bekannte Optimismus der Canadier dazu, um sich solchen schönen Zukunfts träumen hinzugeben — ein bedauerlicher

Mangel von Wissen über das eigene Land, um solchen Prophezeiungen Glauben zu schenken. Ein einziger Blick auf die amtlichen Publicationen der Regierung sollte genügen, um einzusehen, dass bei der Rolle, welche Canada heute noch als Kohlenproducent einnimmt, an eine ernstliche Concurrenz mit Amerika gar nicht gedacht werden kann; zum mindesten ist der jetzigen canadischen Generation ein solcher Triumph nicht vergönnt und bei der nächsten wird es auch kaum anders werden.

Das Gesamt-Kohlenareal der Dominion of Canada wird auf 97 200 engl. Quadratmeilen geschätzt und in vier Regionen eingetheilt:

1. die Kohlenfelder in Neuschottland und Neubraunschweig;
2. die Kohlenfelder im Nordwest-Territorium und Manitoba;
3. die Kohlenfelder in den Felsengebirgen;
4. „ „ auf der Insel Vancouver und an der Pacific-Küste.

Während Neubraunschweig nur wenig in Betracht kommt, die Flöze daselbst nicht reich genug sind, um mit Erfolg bearbeitet zu werden, gehören die 635 engl. Quadratmeilen in Neuschottland zu den reichsten Canadas. Sie sind wiederum in die Cape Breton-, Picton- und Cumberland-Becken geschieden. Hier ist die minenfähige Kohlenlage von grosser Stärke, in

Cape Breton 25—60 Fuss, in Picton mindestens 70 Fuss und in Cumberland etwa 30 Fuss. Es ist nun von Sachverständigen ausgerechnet worden, dass, wenn man obige 635 Quadratmeilen oder 406 400 Acres (1 Acre = 40,47 Ar) auf rund 300 000 Acres reducirt und die Stärke der Kohlschicht durchschnittlich mit 25 Fuss annimmt, das in Neuschottland vorhandene Kohlenquantum über 7 Milliarden Tons betragen wird!

Wahrscheinlich ist es diese ungeheure Zahl, welche den Canadiern die Hoffnung eingeflösst hat, ihr Land dereinst einmal unter den Kohlenländern eine führende Rolle spielen zu sehen.

Die Analysen, welche die Regierung zu verschiedenen Malen von den Kohlen obiger drei Becken hat vornehmen lassen, ergaben folgende Durchschnitts-Resultate:

	Cape Breton	Picton	Cumberland
Wasser	0,75	1,19	1,46
Flüchtige Verbrennung (volatile combustible)	37,26	29,10	33,69
Kohle	58,74	60,37	59,35
Asche	3,25	9,34	5,50
	100,00	100,00	100,00

Von Neuschottland und Neubraunschweig westlich gehend, treffen wir keine Kohle wieder an, bis die Provinz Manitoba erreicht ist, denn weder die Provinz Quebec noch Ontario weisen Kohlenlager auf. Diese zweite Region in Manitoba und dem Nordwest-Territorium besteht wiederum aus zwei Abtheilungen, dem Revier in Manitoba selbst, auf 15 000 Quadratmeilen geschätzt, und demjenigen im Nordwest-Territorium, etwa 50 000 Quadratmeilen Kohlenland, welches sich am Fusse der Felsengebirge von der amerikanischen Grenze nördlich bis zum Peace-Flusse hinaufzieht. So enorm auch das Areal ist, die Ausbeute an Kohlen ist in beiden Revieren noch eine sehr geringe und es fehlt vor der Hand noch an zuverlässigen Angaben über den Kohlenreichthum, der in diesen Gegenden noch unter der Erde schlummert. Die Analysen ergaben in Manitoba:

Wasser	15,46
Flüchtige Verbrennung . . .	37,97
Kohle	41,21
Asche	5,36
	100,00

und im Nordwest-Territorium:

	Belly-Fluss	Bow-Fluss	Peace-Fluss
Wasser	6,52	12,37	2,10
Flüchtige Verbrennung	31,03	32,33	21,54
Kohle	56,54	46,39	71,63
Asche	5,91	8,91	4,73
	100,00	100,00	100,00

Die dritte Kohlenregion liegt in den Felsengebirgen selbst; sie ist nur von kleinem Umfange, soll aber Kohlen sehr guter Qualität enthalten und besonders der District des Crows Nest-Passes wird gerühmt. Doch fehlt es auch

in diesem Falle an genauen Erforschungen. Die Kohlen dieser Gegend werden, wenn erst einmal in grösseren Quantitäten zu Tage gefördert, fast ausschliesslich über die nahe Grenze nach Amerika exportirt werden. Hier ereignete sich vor kurzem bei Fernie das grosse Grubenunglück, dem über 120 Menschenleben zum Opfer gefallen sind.

Die vierte Kohlenregion endlich umfasst die Pacific-Küste und die Inseln Vancouver und Queen Charlotte und besteht nach den Angaben der Canadischen Geologischen Abtheilung aus:

	Quadratmeilen
1. an der Küste und in Britisch-Columbien nach einer sehr oberflächlichen Schätzung	12 000
2. Manaimo-Becken, ziemlich genau	200
Comox-Becken, ungefähr	700
(beide auf der Insel Vancouver)	
3. Queen Charlotte-Insel, annähernd	800

doch sind nur Zechen im Manaimo- und Comox-Becken in wirklichem Betriebe.

In allen Fällen ist in Canada nur von Weichkohle (bituminös) die Rede; man will zwar im Crows Nest-Passe und auf der Queen Charlotte-Insel Anthracitkohle gefunden haben, aber zu irgend welcher Production ist es bis jetzt noch nicht gekommen. Wir kennen nur einige Analysen der in 3—6 Fuss starken Lagen auf letzterer Insel vorkommenden Hartkohle, dieselben lauten wie folgt:

	Sorte 1	Sorte 2
Wasser	1,60	1,89
Flüchtige Verbrennung . . .	5,02	4,77
Kohle	83,09	85,76
Asche	8,76	6,69
Schwefel	1,53	0,89
	100,00	100,00

Das Areal, welches Kohlen enthält, ist also nach den gegebenen Zahlen, die aber vor der Hand durchaus keinen Anhalt zu zuverlässigen Calculationen geben können, sondern von den Geologen nur sehr oberflächlich geschätzt worden sind, ein ungeheuer grosses, und weitere riesige Lager vermuthet man noch im hohen Norden der Dominion; aber allem diesen steht nur eine verhältnissmässig kleine Production gegenüber, die sich während den letzten zehn Jahren allerdings verdoppelt, aber doch noch keine solche Ausdehnung gewonnen hat, um mit Ländern wie Amerika irgendwie in Wettbewerb treten zu können.

Nach amtlichen Zahlen betrug die Production von Kohlen innerhalb der Dominion of Canada in den Jahren 1891 und 1901 in Tons (à 2000 Pfund):

	1891	1901
In	Tons	Tons
Neuschottland	2 267 919	4 099 200
Neubraunschweig	5 422	17 630
Manitoba und Nordwest-Territorium	174 131	356 741
Britisch-Columbia und Vancouver-Insel	1 130 277	1 712 715
Total	3 577 749	6 186 286

Davon wurden exportirt:

1891 833 684 Tons,
1901 1 888 538 „

welchen Zahlen ein Import nach Canada von

	1891	1901
Weichkohlen	1 598 855 Tons	2 516 392 Tons
Hartkohlen	1 399 067 „	1 933 283 „

gegenübersteht.

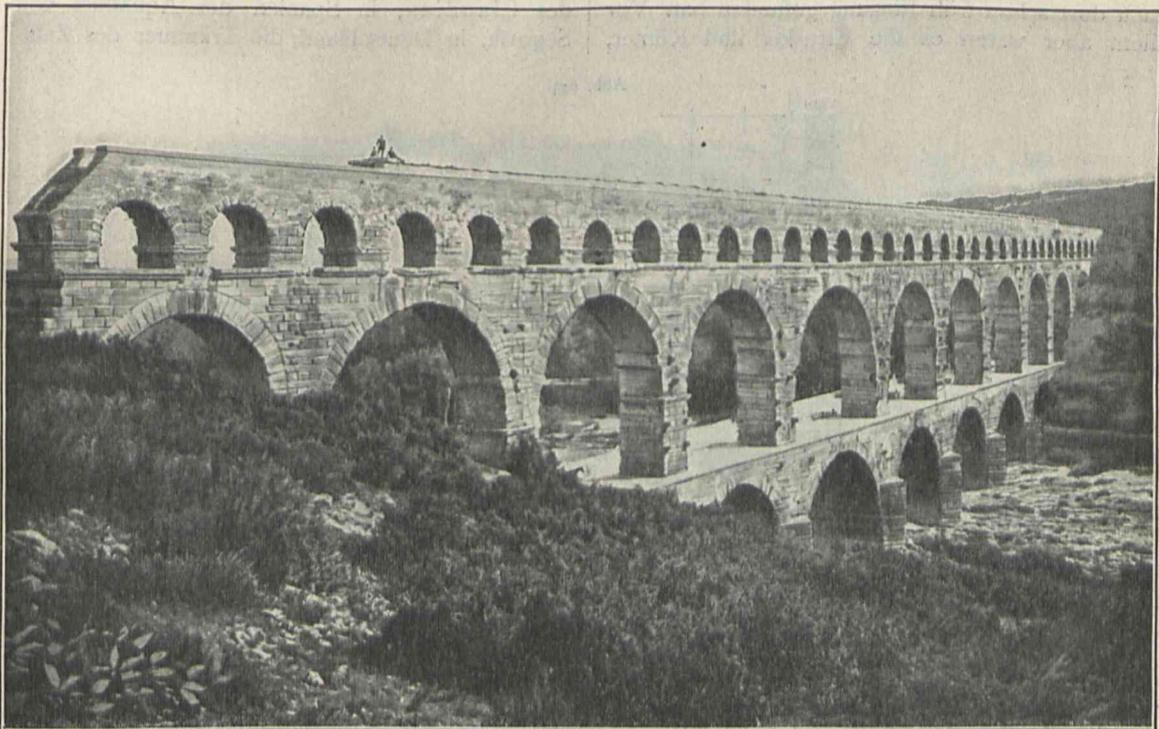
Import wie Export fallen in Höhe von mehr als 90% auf die Vereinigten Staaten, von denen Canada die benötigte Anthracitkohle ausschliesslich bezieht; in Weichkohlen findet, lediglich aus geographischen und frachtlichen Gründen, ge-

des Gesamtimportes consumirt, kann bei der Länge der Strecke, 2500 bzw. 3000 englische Meilen, gar nicht in Frage kommen.

Der Consum von Weich- und Hartkohlen in ganz Canada betrug im Jahre 1901 9 718 272 Tons, von denen 5 268 597 Tons inländische Production und 4 449 675 Tons ausländische Production gewesen sind.

Nach Durchsicht dieser durchweg amtlichen Zahlen wird der Leser zweifellos und ohne Mühe zu dem Schlusse kommen, dass die Zeit noch fern, sehr fern liegt, wo Canada einmal ernstlich als Concurrent Amerikas oder anderer grossen Kohlenländer auftreten kann. Alle die vielen

Abb. 642.



Pont du Gard bei Nîmes in Südfrankreich. Römischer Aquädukt.

wissermaassen ein Austausch statt, und besonders die Provinz Ontario bezieht ihre Kohlen der billigen Wasserstrasse wegen aus Amerika. So abhängig ist Canada in Betreff der Anthracitkohle von Amerika resp. vom Auslande überhaupt, dass es dieselbe beim Import zollfrei eingehen lässt, während für Weichkohle ein Zoll von 53 Cents, also etwa 2 Mark 21 Pfennig, per Ton entrichtet werden muss.

Und diese Abhängigkeit wird immer bestehen bleiben, denn selbst den Fall vorausgesetzt, dass reiche Lager von Anthracitkohle in den Felsengebirgen und auf der Queen Charlotte-Insel gefunden werden, so hat dies doch für die Pacific-Provinzen allein Werth, eine Verladung per Bahn nach dem Osten, der 97 Procent

Berichte, welche, wie eingangs erwähnt wurde, dahin lauten, dass Canada die Kohlenlieferung nach skandinavischen, russischen und Mittelmeerhäfen zu erhalten hofft, sind im Grunde genommen nur unnütze Prahlereien, die aber angewendet werden müssen, um gewisse Unternehmungen in Neuschottland auch im Auslande anzupreisen, die Actien derselben auch einem nichtcanadischen Publicum als beste und sicherste Capitalsanlage hinzustellen. Wenn aber die Dividenden aus dem Gewinne aus Kohlen für den Export erzielt werden sollen, dann wird es noch viele Jahre dauern, bis dieses freudige Ereigniss eintreten wird! [8361]

Die Entwicklung des Steinbrückenbaues.

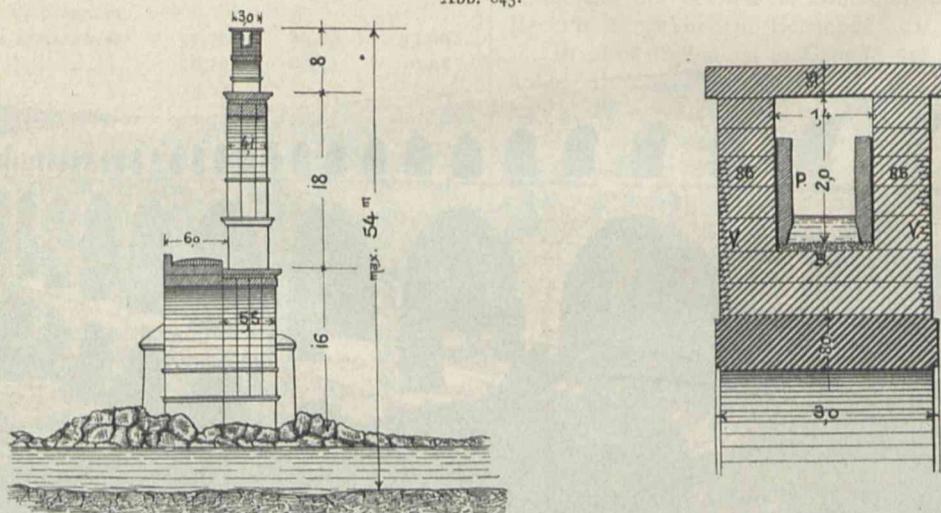
Technische Skizze von Stadtbaainspector KEPPLER in Esslingen a. N.
Mit fünfzehn Abbildungen.

Die ersten Spuren steinerner Brücken verlieren sich bis zurück in die vorgeschichtliche Zeit. Es waren Steinbalkenbrücken in der Art unserer heutigen Plattendurchlässe, welche nach bei den Aegyptern und Griechen aufgefundenen Beispielen für etwas grössere Spannweiten als Kragsteinbrücken ausgebildet wurden. Die Gewölbeconstruction ist ebenfalls schon den Aegyptern, Assyern, Persern, Griechen und anderen Völkern des Alterthums bekannt gewesen, und die neuerdings in China aufgefundenen steinernen Bogenbrücken beweisen, dass die Wölbkunst auch dort schon früh Eingang gefunden hat. Vor allem aber waren es die Etrusker und Römer,

Hauptstadt Nemausus des südlichen Galliens diente. Die Gesamtlänge dieses in seinen Trümmern noch imponirenden Bauwerks betrug etwa 270 m und seine höchste Erhebung über der Thalsole 54 m. Charakteristisch für den damaligen Stand der Wölbtechnik ist, dass die Bogen ihrer Breite nach in drei bzw. vier Ringen, und nicht wie jetzt üblich (vergl. den späteren Anbau einer Fahrbrücke auf der thalabwärtigen Seite), im Verband gemauert worden sind.

Ähnliche hervorragende Brückenbauten aus der Römerzeit finden sich bekanntlich mehr oder weniger gut erhalten in allen Theilen ihres ausgedehnten Weltreichs. So in Italien der heute noch dem Verkehr dienende Pont Aelius (jetzige Engelsbrücke) und die herrliche Wasserleitung des Claudius, in Spanien der Aquädukt von Segovia, in Deutschland die Trümmer des Zahl-

Abb. 643.



Querschnitt des Pont du Gard und Details des Gerinnes.
P Platten in Cement versetzt, B Beton, V Verkleidung mit kleinen Sandsteinquadern.

welche die Wölbung beim Bau ihrer zahlreichen, zum Theil noch heute gut erhaltenen Brücken und Aquädukte anwandten. Diese antiken Brücken sind ausschliesslich als volle Halbkreisbogen gewölbt. Da die Durchmesser ihrer Bogen in verhältnissmässig bescheidenen Grenzen blieben, so mussten zur Ueberschreitung grösserer Hindernisse oft mehrere Hundert Meter lang sich erstreckende Reihen von Bogenstellungen mit zwei und drei Stockwerken über einander ausgeführt werden, gewaltige Baudenkmäler, welche heute noch unsere Bewunderung erregen und ebenso von der kühnen Technik wie der zähen Energie der meist unbekannt gebliebenen Baumeister des römischen Herrschervolkes ein beredtes Zeugnis ablegen.

Unsere Abbildung 642 führt uns den berühmten Pont du Gard bei Nimes in Südfrankreich vor, der um die Zeit von Christi Geburt erbaut, zur Wasserzufuhr für die blühende

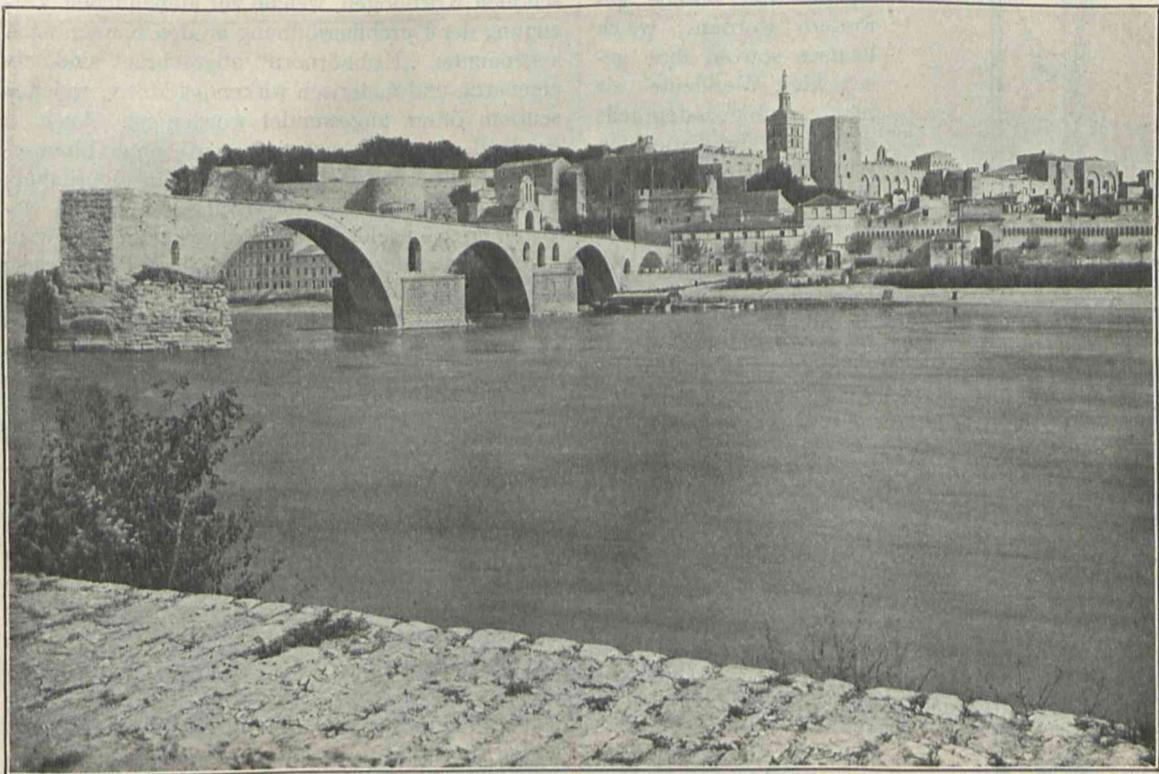
bachaquädukte bei Mainz u. a. m. Auch nach dem Untergang des weströmischen Reiches kennen wir noch als vereinzelt Beispiel den ums Jahr 500 n. Chr. unter Theodorich dem Grossen ausgeführten Aquädukt von Spoleto mit einer Pfeilerhöhe von über 100 m.

Sodann aber gerieth die Brückenbaukunst im Laufe der folgenden Jahrhunderte mit dem Verschwinden der antiken Cultur ebenfalls in Verfall, und erst die im Mittelalter um den Beginn der Kreuzzüge mächtig aufblühenden Städte brachten auch den Brückenbau zu neuer Entwicklung. Aus dieser Epoche stammen viele, zum Theil heute noch benutzte, sehr beachtenswerthe Bauten. So entstand 1135—46 die Donaubrücke bei Regensburg, 1219—1260 die alte Augustusbrücke über die Elbe in Dresden, um 1209 die Themsebrücke in London, 1358—1503 die Moldaubrücke in Prag und verschiedene andere. Ein interessantes Beispiel zeigen auch die Ruinen

der um 1178 erbauten, dem St. Bénézet geweihten Brücke über den Rhone bei Avignon (Abb. 644). Charakteristisch für diese frühmittelalterlichen Brückenbauten sind die dicken, stromauf und stromab zugespitzten Flusspfeiler, welche mangels ausgiebiger Wasserpumpmaschinen nach dem damaligen primitiven Verfahren auf riesige Steinschüttungen gegründet werden mussten. Wie wenig Fortschritte in der Technik des Wölbens während des langen Zeitraumes von über 1000 Jahren zwischen Erbauung des Pont du Gard und der Rhonebrücke bei Avignon gemacht worden sind, beweist, dass die letztere gleich wie die erstere eben-

anzutreffen, jedoch zeugt es für den praktischen Sinn der Baumeister jener Zeit, dass sie wohl instinctiv den Widerspruch erkannten, der in dem aufwärtsstrebenden Spitzbogensystem und einem rationellen Brückengewölbe besteht. Mit andern Worten: der Spitzbogen bedarf sinngemäss einer ausserordentlichen Belastung des Scheitels, er ist ohne dieselbe nicht gerechtfertigt und verletzt durch den Eindruck unausgenützter Kraft die Gesetze der Harmonie und damit unser ästhetisches Gefühl. Im Gegentheil finden wir bei den ökonomisch denkenden mittelalterlichen Meistern schon einzelne Versuche, die antike

Abb. 644.



Pont St. Bénézet, zerstörte Brücke über den Rhone bei Avignon. Erbaut um das Jahr 1178.

falls noch in Ringen gemauert wurde (vergl. Querschnitt des Pont du Gard, Abb. 643). Andererseits ist beachtenswerth, dass der Baumeister der Rhonebrücke für den Durchzug des Hochwassers besondere Oeffnungen in den Bogenzwickeln über den dicken Pfeilern ausgespart hat. Die gesammte Länge des grossartigen Bauwerks, das an beiden Enden durch befestigte Brückenköpfe abgeschlossen war und in der Mitte eine Capelle des Brückenheiligen trug, maass gegen 900 m. Dagegen war die Breite nach heutigen Begriffen sehr mässig und betrug einschliesslich der Brüstungen nur etwa 5 m.

In der folgenden Periode des gothischen Stils sind auch vereinzelt Beispiele von Spitzbogen

Halbkreisform zu verlassen und an deren Stelle Segmentbogen und Korbbogen zu setzen.

Wohl das früheste Beispiel eines flachen Bogens und zwar speciell eines Korbbogens bietet die um 1250 erbaute Trinitatisbrücke zu Florenz. Ferner soll eine unter dem Mailänder Herzog Barnabo Visconti von 1370—1377 erbaute Halbkreisbogenbrücke über die Adda bei Trezzo, welche leider in den kriegerischen Wirren dieser Epoche bald wieder zu Grunde ging, sogar die heute noch aussergewöhnliche Spannweite von 72 m erreicht haben*). Vom 16. Jahr-

*) Von modernen Brücken haben die grössten Spannweiten der Cabin John-Aquädukt bei Washington in den

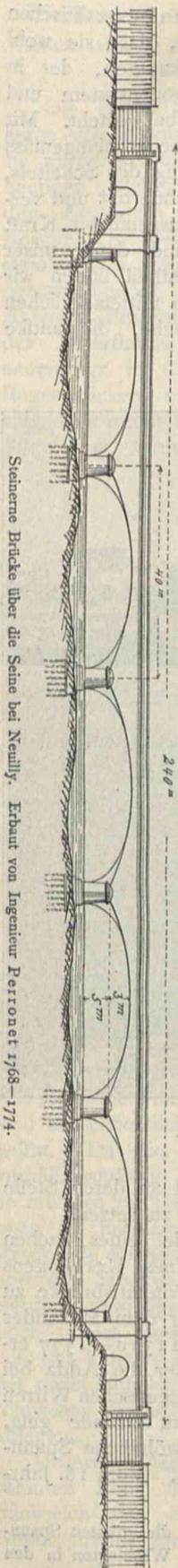


Abb. 645.

hundert ab nehmen so dann Segment- und Korb- bogen in grosser Zahl überhand und sind in vielen, zum Theil muster- giltigen Ausführungen auf uns gekommen, so die Rialtobrücke in Venedig, 1587—1591 erbaut, der Pont Neuf in Paris, 1578 bis 1604, u. a. m.

War zur mittelalter- lichen Zeit der Brücken- bau hauptsächlich durch die Städte und unter Beihilfe der Kirche ge- fördert worden, welch letztere sowohl ihre ge- schickten Werkleute als häufig auch grösstentheils die Mittel in Form von Ablassgeldern zur Ver- fügung stellte, so fand hierin, entsprechend der politischen und socialen Entwicklung der Re- naissanceperiode, über- haupt ein vollständiger Umschwung statt.

Die Erbauung der dem allgemeinen Verkehr dienenden Brücken wurde von da ab mehr und mehr als eine Obliegen- heit des Staates ange- sehen, und während früher fast nur die praktische Erfahrung als Lehr- meisterin der Bauleute gedient hatte, so be- ginnt mit dem 18. Jahr- hundert, von Frankreich ausgehend, eine neue wissenschaftliche Epoche des Brückenbaues.

Ludwig XIV. und sein verdienstvoller Minister

Vereinigten Staaten mit rund 70 m, die Eisenbahnbrücken über den Pruth bei Jaremce in Galizien und den Gour- Noir in Südfrankreich mit je rund 65 m, die Eisenbahn- brücke über die Gutach bei Kappel im badischen Schwarz- wald mit etwa 64 m, und die noch im Bau begriffene Strassenbrücke über die Pé- trusse in Luxemburg mit (auf den Fundamenten gemessen) 84 m.

Colbert, die sich jede Förderung der Verkehrs- wege zu Wasser und zu Lande angelegen sein liessen, schufen 1671 eine Akademie der Bau- kunst, von welcher 1747 eine École des ponts et chaussées, die eigentliche Pflanzstätte unserer modernen Brückenbaukunst, abzweigte. Die In- genieure Perronet, Pitrou, Cèssart, Boistard u. A., welche an dieser Schule wirkten oder aus ihr hervorgegangen sind, wurden die Schöpfer des wissenschaftlichen Brückenbaues und haben selbst an zahlreichen hervorragenden Bauwerken ihre theoretischen Systeme praktisch erprobt. Unter die bedeutendsten und schönsten französischen Brücken dieser Epoche zählt eine von Perronet erbaute Seinebrücke bei Neuilly (Abb. 645) mit fünf schönen Korbbogen, welche zur allmählichen Ver- engung der Durchflussöffnung an den Kanten nach sogenannten „Kuhhörnern“ abgeschrägt sind, ein eigenartig und malerisch wirkendes Motiv, welches seitdem öfters angewendet worden ist. Auch in England, wo Mylne und Rennie neue Themse- brücken für London bauten, sowie in Oberitalien, blühte um diese Zeit die Brückenbaukunst, wo- gegen in Deutschland die Entwicklung des Ver- kehrs unter der Wirkung unglücklicher Kriege schwer darnieder lag.

Während nun bis zum ersten Drittel des 19. Jahrhunderts den steinernen Brücken nur in vereinzelt Holzconstructions, wovon z. B. die Schweiz einige hervorragende Beispiele aufzuweisen hatte (so die 120 m weite Limmatbrücke bei Wettingen, welche 1799 von den Franzosen zer- stört wurde), ein wegen seiner Vergänglichkeit weniger zu beachtender Concurrent entstanden war, so brachte die Erfindung der Eisenbahnen vom zweiten Drittel des Jahrhunderts ab eine vollständige Umwälzung dieser Verhältnisse mit sich. Zwar waren schon früher, Ende des 18. Jahrhunderts, gusseiserne Brücken und Ketten- brücken ab und zu in England zur Ausführung gekommen, aber erst der durch das Eisenbahn- wesen bewirkte beispiellose Verkehrsaufschwung führte auch die jetzige blühende Entwicklung des Eisenbrückenbaues herbei. Diese Eisen- constructions, sei es in der Form von Fach- werken oder Bogen- bzw. Ketten- und Draht- seilbrücken, boten die Möglichkeit, bisher un- erhöhte Spannweiten zu bewältigen und dabei rasch, billig und doch verhältnissmässig dauerhaft zu bauen. Daher sehen wir um die Mitte des vorigen Jahrhunderts den Steinbrückenbau mehr und mehr in den Hintergrund treten, wenn auch da und dort noch ganz bedeutende Bauten in dieser Zeit zur Ausführung kamen, so die Alma- brücke in Paris, die neue Londonbrücke (Abb. 646), der Göltzschthal-(Eisenbahn-)Viaduct bei Reichenbach im Vogtlande (Abb. 647) u. a. m.

(Schluss folgt.)

Die Flugdrachen.

Von CARUS STERNE.
(Schluss von Seite 790.)

Kommen wir nun nach der Würdigung ihres allgemeinen Baues und ihrer Stellung im Wirbelthierreiche zu der Geschichte ihres Auftretens und der Entwicklung ihrer Formen-Mannigfaltigkeit, so können wir zunächst festhalten, dass die Flugdrachen Kinder der sogenannten Secundärzeit waren, bald nach dem Beginne jener Herrschaftszeit der Reptilien die Weltbühne betraten und mit deren Abschluss wieder spurlos aus der Reihe der Lebenden verschwunden sind. Schon in den so-

hältnissmässig grossen Kopf von 8 Zoll Länge und einen 20 Zoll langen Schwanz besass. Der Gattungsname bezieht sich darauf, dass dieses Flugdrachengeschlecht sich durch zweierlei Zähne von allen anderen unterschied, es hatte grosse spitze Schneide- oder Fangzähne in den Vordertheilen der Kiefer, und kleine Zähne, die eine Art Säge in den hinteren Theilen bildeten. Der Schädel ist von so grossen Oeffnungen durchbrochen, dass die dazwischen stehenden Knochenbrücken an die Bügel eines Hundemaulkorbes erinnern, so dass der grosse und hohe Schädel wenigstens nicht allzu schwer war. Das ungeheure vorderste Paar dieser grossen Oeff-

Abb. 646.



Die neue Londonbrücke. Erbaut von Rennie 1831.

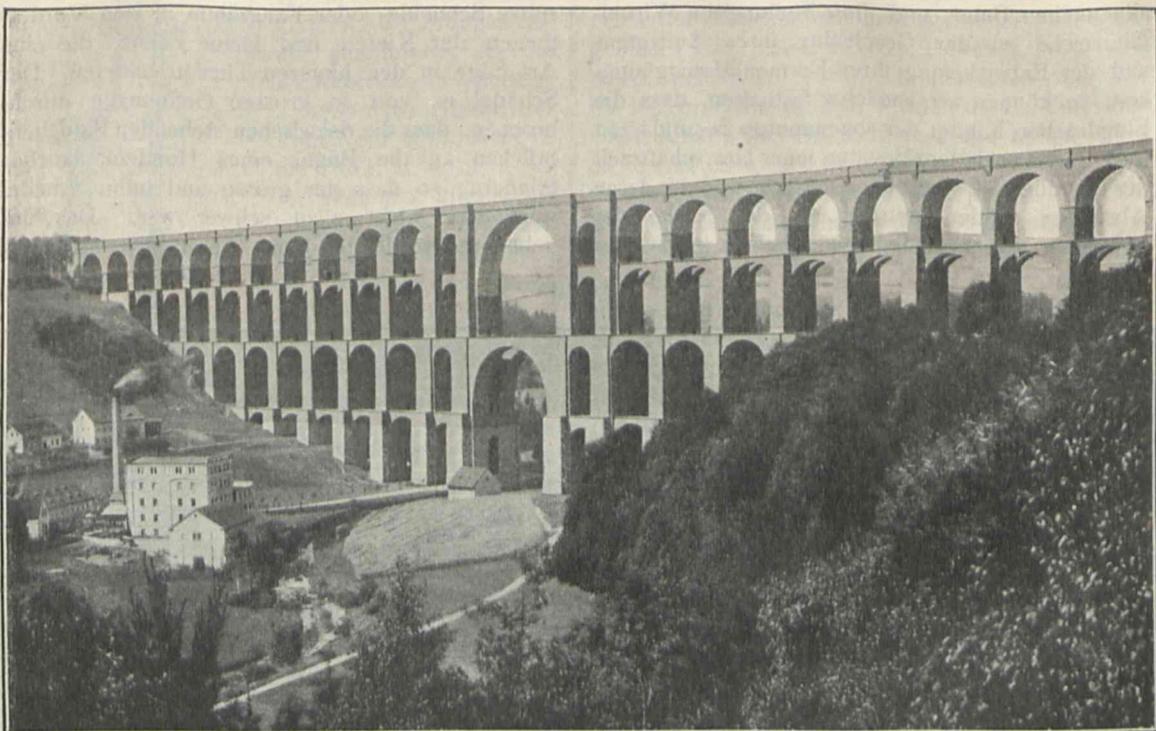
genannten rhätischen Schichten hat man vereinzelte Knochen angetroffen, die man mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die ältesten Flugdrachen beziehen kann, ja selbst im Muschelkalk will man derartige Reste gefunden haben, die aber ihrer Unvollständigkeit wegen keine sicheren Schlüsse erlauben. Die zuerst bekannt gewordenen Flugdrachenreste entstammten den Solnhofener Schiefen, viel ältere Reste fand dann zuerst Buckland (1829) im unteren Lias von Lyme Regis (England). Sie gehörten einem Thiere an, dessen wahre Gestalt man nur sehr allmählich erkannt hat und welches R. Owen später *Dimorphodon macronyx* taufte (vgl. Abb. 633). Es war ein Thier, dessen Rumpf nicht viel über Rabengrösse erreichte, dabei aber einen unver-

nungen, die sich in ähnlicher Anordnung, aber selten in annähernder Grösse auch bei anderen Reptilien finden, entspricht der Lage der kleinen Nasenlöcher, das dritte den Augenöffnungen; zwischen beiden liegen die sogenannten Voraugenöffnungen und hinter den birnenförmigen Augenöffnungen die oberen und unteren Schläfenlöcher. Ausgezeichnet war diese Gattung ausserdem durch die für den kleinen Körper sehr ausgedehnten Schwingen, deren Spitzen im Fluge ungefähr 4 Fuss und 4 Zoll von einander entfernt waren, sowie durch eine zum Spannknochen umgebildete fünfte Zehe, die sich von den übrigen vier mit Krallen bewehrten Zehen bereits an der Fusswurzel absonderte (vgl. Abb. 649).

In den oberen Liasschichten kommen die

Arten einiger verwandten Gattungen vor, wie *Campylognathus* und *Dorygnathus*, die mit den in voriger Nummer besprochenen *Rhamphorhynchus*-reichen Lehrbüchern figurirt. Auch die ebenfalls früher zu *Pterodactylus* gerechnete Gattung *Rhamphocephalus* aus dem Oolith von Stonefield

Abb. 647.



Göltzschthalbrücke bei Reichenbach im Vogtlande.
Erbaut durch Ober-Ingenieur R. Wilke und Ingenieur F. Dost 1846—1851.

Arten aus dem oberen Jura zu der besonderen Familie der Rhamphorhynchiden vereinigt werden. Hierher gehört auch der *Scaphognathus*

crassirostris von Goldfuss aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt,

dessen einziges Exemplar sich in Bonn befindet und der darum besonders zu erwähnen ist, weil das unvollständige Skelett früher nach den *Pterodactylus*-Arten, zu denen man es

rechnete, ergänzt wurde und in dieser durchaus falschen Ergänzung — unter anderen mit 4 statt 3 freien Flügelkrallen — in sehr zahl-

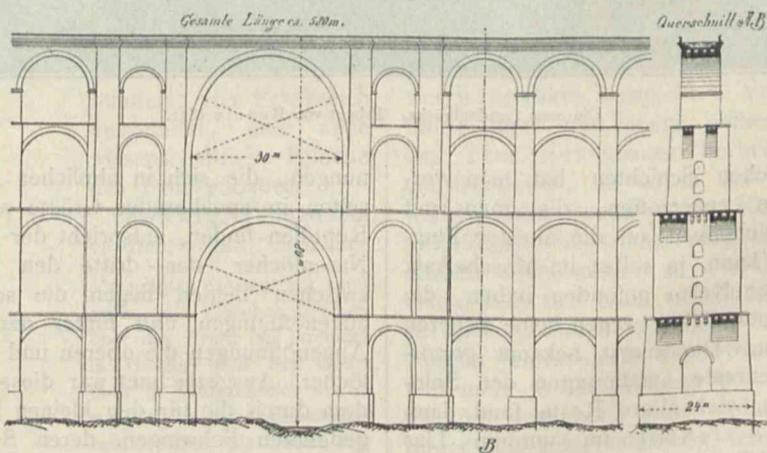
gehört zu dieser älteren Familie der Flugdrachen.

Die Familie der Pterodactyliden im engeren

Sinne, welcher die kurzschwänzigen Flugdrachen mit bis zur Spitze bezahnten Kiefern und rudimentärer fünfter Zehe des Hinterfusses zugeordnet werden, die in ihrer Grösse von der eines Sperlings bis zu derjenigen des Adlers schwanken,

trat erst im oberen Jura auf, und ihre schönsten Exemplare fanden sich in den lithographischen Schiefen Bayerns. Als Typus der

Abb. 648.

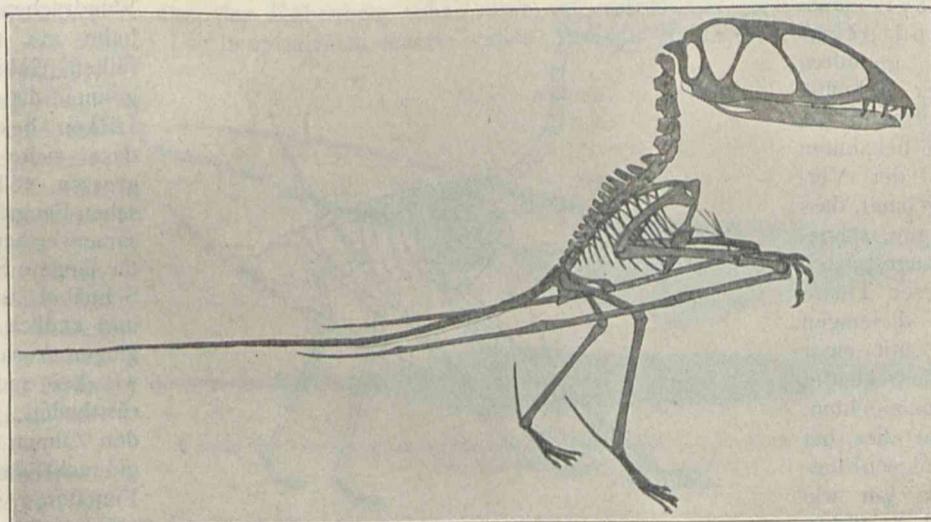


Viaduct über das Göltzschthal bei Reichenbach im Vogtlande.
Längen- und Querschnitt.

Gattung *Pterodactylus* hat man die langschnäbligen Arten, zu denen auch die ältest bekannte Art *P. longirostris* gehört, beibehalten und davon die kurzschnäblige Gattung, deren Schädel einem Vogelkopf ganz besonders ähnlich ist, als *Plenodracon* oder *Ornithocephalus* getrennt. Es ist hiervon nur eine Art in Sperlingsgrösse aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim und Eichstätt bekannt. Mancherlei andere zu derselben Familie gehörige Arten sind nicht viel grösser, aber bei dem schon Blumenbach und Cuvier bekannten *Pterodactylus grandis* war der Flugfinger 0,6 m lang. Auch die als *Cycnoramphus suevicus* und *Fraasi* beschriebenen langhalsigen und langschnäbligen Arten stellen in Folge einer merklichen Verlängerung ihrer Gliedmaassenknochen, namentlich der Mittelhandknochen, be-

drachen der Secundärzeit seien vorwiegend kleine Thiere von Sperlings- und Amselgrösse gewesen, nicht geeignet, mit den Drachen der Sage in irgend eine Concurrrenz zu treten. Man schalt weidlich über die populäre Litteratur, welche diese Gestalten der Vorwelt viel zu abenteuerlich und schreckhaft herausgeputzt hätte. In der That waren in der ersten Hälfte der Secundärzeit die grösseren Formen in der Minderheit gewesen, aber die englischen Funde zeigten nun, dass die Glanzzeit dieser reptilischen Lufteroberer erst mit dem Spätjura angebrochen war, und nun fand man vorwiegend Reste grosser Flugdrachen, die auf Gestalten schliessen lassen, deren Flugorgane bis auf 15 und 18 Fuss geklaffert haben mögen, so dass selbst der gewiss nicht romantisch veranlagte Owen dadurch an den Vogel Ruk

Abb. 649.



Dimorphodon macronyx Owen.
Von Seeley auf zwei Beinen wandelnd aufgestellt.

sonders schlanke Formen (Abb. 650) von Pterodactyliden dar, die man beinahe den Stelzvögeln vergleichen könnte. Allerdings findet sich diese Stelze nur an den Vorderfüssen und kommt hauptsächlich der Verlängerung der Flugorgane zu gute. Die Zähne erfüllten bei diesen Arten nur die vordere Hälfte der Kinnladen.

In englischen Wealden-, Gault- und Grünsandschichten, sowie in der unteren Kreide dasselbst ist eine Familie vorwiegend grosser Flugdrachen vertreten, deren Reste früher zum Theil Vögeln zugetheilt wurden, aber von Seeley zu seiner Familie der Ornithocheiriden vereinigt werden. Leider finden sich meist nur vereinzelte Knochen und Fragmente von solchen, die aber genüigten, die vor Jahrzehnten aufgekommene Meinung einiger allzu nüchternen Paläontologen zu widerlegen, die aller Romantik, sogar in der Vorwelt, unhold, behauptet hatten, die Flug-

der arabischen Sage erinnert wurde. Allerdings fanden sich nur wenig zusammenhängende Reste, die sich irgendwie den sauberen Präparaten der Bayrischen Schiefer vergleichen liessen; es sind vielmehr die hierher gehörigen Gattungen *Ornithocheirus* (mit etwa 25 Arten), *Ornithodesmus*, *Dovatorhynchus* u. a. meist nur auf getrennt gefundenen Gerüststücken, z. B. langen, bis zur Spitze bezahnten Kiefern, hochgestielten Brustbeinen, mächtigen Flugfingergliedern, gestreckten Hals- und Schwanzwirbeln u. s. w. begründet.

Dagegen finden sich diese Gerüstelemente stellenweise in so grosser Zahl beisammen, dass man sich Bilder von dem Kampfe irdischer Wesen mit einer Art stymphalischer Vögel, deren Schwingen die Luft verdunkelt hätten, construiren könnte, natürlich nicht etwa menschlicher Helden, die erst viel später die Weltbühne betreten haben. Im Cambridger Grünsand, der auf Phosphatkno-

(Coprolithe) abgebaut wird, sind diese Reste so zahlreich, dass ein intelligenter Vorarbeiter der Warrenschen Phosphatwerke in zwei bis drei Jahren Tausende derselben sammeln konnte, welche jetzt die Museen von Cambridge, London und York füllen. Sie zeugen jedenfalls für ein massenhaftes Vorkommen grosser Flugdrachen zur Zeit der Bildung dieser Süsswasserschicht, in der man ihre Ueberbleibsel angehäuft findet, wenn auch der Mangel zusammenhängender Skeletttheile auf eine Zusammenschwemmung der einzelnen Stücke aus grösseren Gebieten schliessen lässt.

Sehr eigenthümlich neben allen seither bekannten Flugdrachenresten nahm sich ein vollkommen zahnloses Oberkieferstück aus dem oberen Grünsande aus, welches Sir Richard Owen 1859 beschrieb und abbildete und welches Seeley 1871 einem Vogelmund (*Ornithostoma*) getauften Pterosaurier zutheilte. War man schon bei den früher bekannten Arten zu der Vermuthung gelangt, dass die oft langen, schnabelförmig zugespitzten Kiefer dieser Thiere wohl wie diejenigen der Vögel mit einer Hornscheide bekleidet gewesen sein möchten, so erschien dies bei diesem zahnlosen Flugdrachen so gut wie gewiss und bestärkte Seeley und Newton noch mehr in ihrer

Ansicht, dass die Flugdrachen die Ahnen der Vögel gewesen sein müssten. Nicht lange darauf (1872) erhielt der erfolgreichste Fossilienfinder Nordamerikas, Professor O. C. Marsh, am Yale College in Newhaven aus der Kreide von Smoky-Hill (Kansas) Reste einer Anzahl grosser Flugdrachen, deren dünne, seitlich zusammengedrückte Schädel lange spitze, im Leben sicherlich mit einer Hornscheide bedeckte Kiefer trugen, die vollständig zahnlos waren. Ueber die Mittellinie des Schädels erhebt sich ein Knochenkamm, der sich rückwärts über den Hinterkopf hinaus in den Nacken fortsetzt (Abb. 651). Die Nasenlöcher sind mit den Voraugenöffnungen zu längeren Durchbrüchen vereinigt, die Schläfenlöcher dagegen nur klein. Der Schwanz war kurz, die Wirbel nach vorn gehöhlt, das Kreuzbein aus 5 oder 6, statt wie gewöhnlich aus 4 Wirbeln bestehend. Es konnten unter den eingebrachten Knochen, die bald eine

Sammlung von 600 Individuen ergaben, 5 Arten unterschieden werden, deren Flügelspannweite von 1—6 m anwuchs, die Marsh als Gattung der zahnlosen Flieger (*Pteranodon*) beschrieb. Der abgebildete Schädel von *Pt. longiceps* Marsh misst 0,76 m in der Länge.

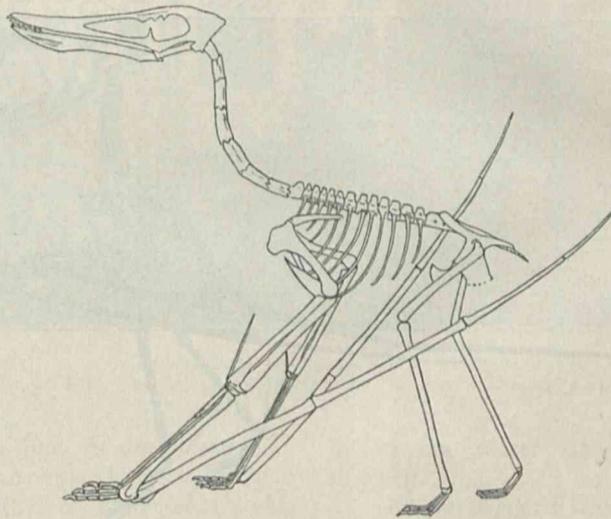
Marsh fasste diese Gruppe, der er noch eine andere Gattung (*Nyctodactylus*) zugesellen konnte, mit Recht zu einer neuen Familie der zahnlosen Flugdrachen (Pteranodontiden) zusammen und wies darauf hin, dass bei dieser zeitlich jüngsten Familie der Flugdrachen ein ähnlicher, auf Erleichterung des Knochengerüsts zielender Entwicklungsgang sichtbar wurde, wie bei den Vögeln, der schliesslich zu einer völligen Preisgabe der für fliegende Thiere zu schwer lastenden Zahngarnitur geführt hatte. Denn gerade so, wie die

Vögel, hatten die Flugdrachen ihre Laufbahn mit reich gefüllten Gebissen begonnen, die dann bald Lücken bekamen, so dass sich erst die grossen, völlig reptilischen Fangzähne sparsamer vertheilten, dann für längere Stücke der Schnäbel schwanden und endlich ganz eingingen. Aushöhlungen, wie bei anderen Gerüsttheilen, sind bei den Zähnen nicht angebracht, da sie deren Function gefährden würden; der erfolgreichste Weg zur Erleichterung der Flug-

thiere war daher eine Verstärkung der Kiefferränder bei vollständigem Schwund der Zähne, wodurch dann allerdings wieder eine scheinbare Annäherung der Flugreptile und Vögel herbeigeführt wurde. Vermuthlich ist als Ersatz, wie bei den Vögeln, eine Kräftigung der inneren Verdauungswerkzeuge (Reibmagen) erfolgt; ob es auch körnerfressende Flugdrachen gegeben hat, die eines Kropfes bedurft hätten, weiss man nicht.

Im Jahre 1891 machte Seeley darauf aufmerksam, dass die Gattung *Pteranodon* Marsh völlig mit der von ihm auf sehr mangelhaften Resten begründeten Gattung *Ornithostoma* übereinstimme, so dass der Name *Pteranodon* einzuziehen sei und auch die amerikanischen Arten seinen Ornithocheiriden einzureihen wären. Es ist eine schwer zu beantwortende Frage, ob dieser Prioritätsanspruch gerechtfertigt ist. Bedenkt man, dass Seeley seine Gattung auf mehr als mangelhaften Resten begründet hat und dass

Abb. 650.

*Cycnoramphus suevicus* Fraas.

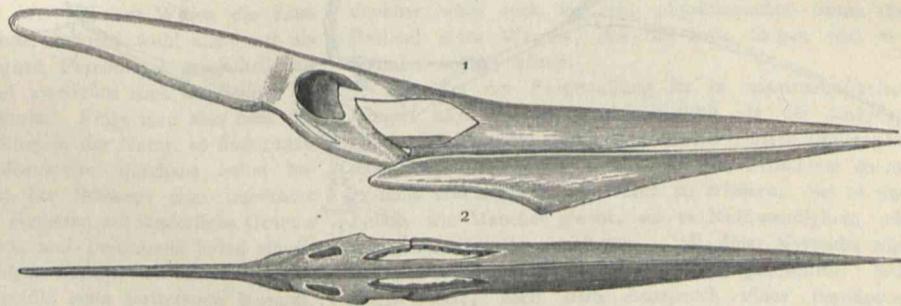
Von Seeley als auf allen Vieren gehend restaurirt.

seine Vorstellungen über die Natur dieser Thiere und ihre Auffassung als Vorvögel weit an der Wahrheit vorbeitrafen, so muss es fraglich erscheinen, ob er als Taufpathe ein Vorrecht vor dem Entdecker der genaueren Organisation und Formenmannigfaltigkeit der Gattung beanspruchen kann. Jedenfalls aber ist es nicht zu rechtfertigen, dass er *Ornithostoma*, wenn man diesem Namen den Vorzug vor *Pteranodon* geben will, mit seiner Familie der Ornithocheiriden vereinigen möchte, die reich bezahnte Arten und überhaupt ein Sammelorium von schlecht umschriebenen Gattungen enthält. Die von Seeley hierher gerechnete Gattung *Ornithodesmus* wird z. B. von anderen Zoologen zu einer Gruppe von Zahnvögeln gezogen, die den Pelikanen und Kormoranen nahe gestanden haben würde, denn sie besitzt ein Kreuzbein aus sechs Wirbeln, welches von dem der Vögel kaum zu unterscheiden ist, ebenso nähern sich die Halswirbelformen und das Rabenbein sehr denjenigen der Vögel. Die hauptsächlich amerikanische Familie der Pteranodontiden ist daher von der vorwiegend altweltlichen Familie der Ornithocheiriden wohl aus einander zu halten und *Ornithostoma*, wenn man diesen Namen vorziehen will, zu den Pteranodontiden zu versetzen.

Vollständige Exemplare von *Ornithostoma* (*Pteranodon*) sind erst in den letzten Jahren durch Professor S. W. Williston von der Kansas-Universität in Lawrence beschrieben und abgebildet worden, und es konnten Restaurationen von Individuen versucht werden, bei denen nur wenige Theile von anderen Individuen zur Ergänzung nicht ganz vollständiger Skelette zu Hilfe genommen werden brauchten (Abb. 652). Es handelt sich um *Ornithostoma* (*Pteranodon*) *ingens* Marsh, die häufigste Art Nordamerikas, deren Knochen die Niobrara-Kreideschichten in ihrer ganzen Tiefe durchsetzen, und es ist nicht unlohnend, dieses Gerüst von dem Gesichtspunkte eines Flugmaschinen-Entwurfes ohne Verwendung von Vogelfedern zu betrachten. Die Knochen sind so dünn und leicht, dass Williston selbst diesen grössten Arten nur ein Lebendgewicht von etwa 20—22 Pfund zuschreiben möchte. In der Ruhe wurde der grosse Flugfinger mit seinen vier Gliedern oder Phalangen ohne Zweifel parallel mit den Mittelhandknochen zusammengefaltet, denn so wurden verschiedene Exemplare gefunden. Im Handgelenk selbst scheinen die Bewegungen nur

gering, stark dagegen im Ellbogengelenk und am stärksten im Schultergelenk gewesen zu sein, wie die kräftigen Muskelansätze, sowohl zu den Delta wie zu den Brustmuskeln erkennen lassen. Zu der mächtigen Entwicklung des Flügelgerüsts, welches 18—22 Fuss breit klaferte, steht die spärliche der Füsse im denkbar stärksten Gegensatz. Diesen dünnen Zehen kann man sicher nicht den Charakter starker Fänge, wie den Raubvogelkrallen zuschreiben, zwei derselben trugen gar keine Krallen, die Beine sind überhaupt sehr dünn und das Wadenbein, welches schon bei älteren Flugdrachen oft ziemlich reducirt war, ist bei diesen jüngsten ganz geschwunden. Williston hält es daher für ganz unwahrscheinlich, dass sich die *Ornithostoma*-Arten trotz ihres geringen Gewichtes auf solchen Beinchen aufrecht gehalten haben könnten, was Seeley nun wieder Anlass giebt, an seine Lieblingsmeinung zu erinnern, dass sie am Boden wie alle Flugdrachen auf allen Vieren, d. h. mit aufgestützten Flügeln,

Abb. 651.



Schädel von *Pteranodon* (*Ornithostoma*) *longiceps* Marsh aus der oberen Kreide von Kansas. 1 von der Seite, 2 von oben gesehen.

wie Fledermäuse herumgekrochen sein müssten. Williston, der letzteres nicht für wahrscheinlich hält, meint, die sehr bewegliche Aufhängung der Oberschenkel am Becken deute darauf hin, dass der Hauptdienst dieser Beine nur noch darin bestanden haben könne, als Leitorgane beim Fluge zu dienen und dass sie wahrscheinlich in beträchtlicher Ausdehnung von der Flughaut eingeschlossen waren. Es seien Hinterruder des vierrudrigen Luftschiffes gewesen, die an Stelle des sehr kurzen Schwanzes als Steuer mitwirkten. Der vergleichsweise schwere Kopf sei wahrscheinlich im Fluge rückwärts geworfen worden.

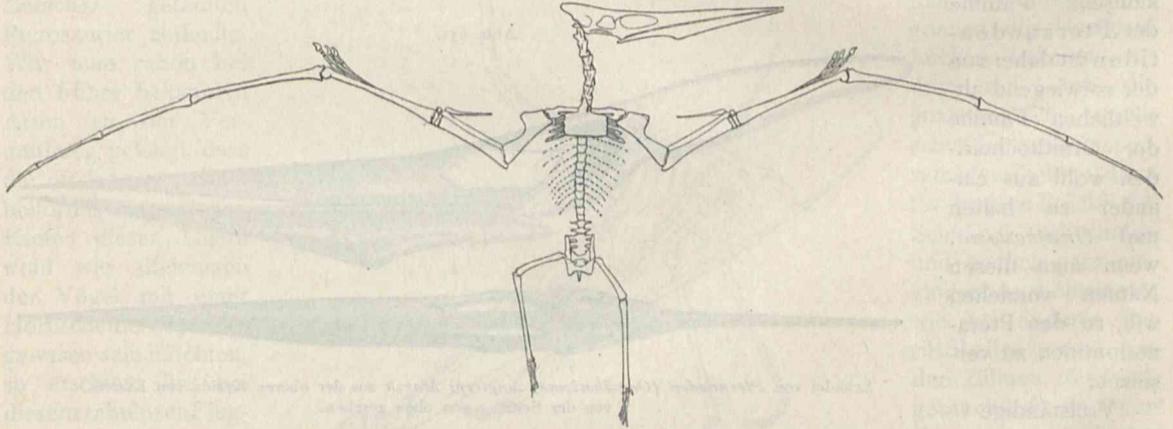
Der ganze Körperbau hat etwas Schemenhaftes; die letzten Flugdrachen erscheinen bei aller ihrer Grösse nur wie Schatten der früheren Herrlichkeit, und man glaubt noch in den Resten zu sehen, dass das Ende ihrer Tage gekommen war. Wahrscheinlich erlagen sie der Mitbewerbung des in der Kreidezeit erstarkten Vogelgeschlechts, nachdem sie zunächst vielleicht in die Stellung von Nachtthieren, wie die Fledermäuse, gedrängt worden waren. Das häufige Vorkommen

zusammenhängender Skeletttheile deutet im übrigen auf einen ziemlich kräftigen Verband der Knochen durch feste Sehnen hin. Uebrigens sind die ins Wasser gerathenen Körper wahrscheinlich bald untergegangen und in Schlamm gerathen, da sich die hohlen Knochen durch ihre offenen Luftgänge bald mit Wasser füllen mussten.

Was die Intelligenz der Flugdrachen betrifft, so mag sie derjenigen der zeitgenössischen Vögel ziemlich ähnlich gewesen sein. Die Gehirnformen, welche man durch Ausgüsse gut erhaltener Schädelkapseln wieder gewinnen kann, zeigen eine merkwürdige Formen-Aehnlichkeit mit Vogeln. Während bei den übrigen Reptiliengruppen Gross- und Kleinhirn durch das Mittelhirn in der Ansicht von oben getrennt erscheinen, nähern sich beide, bei Flugdrachen sowohl wie bei den Vögeln, bis zur Berührung, weil die

gebärend sind und ihre Jungen im Fluge lange Zeit mit sich herumtragen. Bei denjenigen Arten, von denen wir gut erhaltene Becken besitzen, lässt sich die Grösse der Eier nach der Weite der Kloaken-Oeffnung beurtheilen. Dieser Ausgang hatte bei dem *Nyctodactylus*, der ein Flugdrache von 8 Fuss Flügelspannung war, nur eine so kleine Weite, dass die Eier nur $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser im Maximum gehabt haben können, bei den gegen 20 Fuss klaffenden grossen Arten von *Ornithostoma* muss das Ei weniger als 2 Zoll Durchmesser gehabt haben. Wie klein mussten die aus solchen Eiern geschlüpften Jungen sein, und wie sorgten die Alten für dieselben? Bauten sie Nester oder trugen sie dieselben, wie die Fledermäuse die ihrigen, mit sich herum? Aber die letzteren tragen ihre Jungen an den Brüsten und solche waren bei den Flugdrachen natürlich nicht vorhanden. Wir müssen

Abb. 652.

*Ornithostoma (Pteranodon) ingens Marsh.*Nach der Restauration von Williston. $\frac{1}{50}$ der Naturgrösse.

Hemisphären des Grosshirns über das Mittelhirn hinweggewachsen sind. Es wird dadurch ein Zustand höherer Intelligenz angedeutet, der an denjenigen der niederen Säugethiere heranreicht. Dabei treten noch weitere Aehnlichkeiten zwischen Vogel- und Flugdrachen-Gehirn hervor. Bei beiden sind nämlich die Sehhügel stark zur Seite gedrängt und aus dem Kleinhirn treten hinter den Sehhügeln seitliche Ausbuchtungen (*floculi*) hervor, die den anderen Wirbelthieren fehlen. Ob auch das auf blosser convergenter Züchtung beruht oder eine gleichartige Abzweigungsstelle beider Ordnungen verräth, ist schwer zu entscheiden.

Ueber die muthmaassliche Art der Fortpflanzung dieser Thiere hat sich Williston im vorigen Jahre geäussert. Bei ihrer Reptilnatur und noch mehr, weil sie Flugthiere waren, haben wir Ursache, sie als eierlegend zu denken, obwohl die ihnen in der Lebens- und Bewegungsweise ähnlichen Fledermäuse bekanntlich lebendig-

also wohl an Drachenbrutnester denken, zu denen die Alten Futter brachten, wie sie alteutsche und niederländische Künstler, z. B. Franz van Bocholt, auf ihren St. Georgsbildern dargestellt haben.

Werfen wir zum Schlusse einen Rückblick auf die Geschichte der Ordnung, so können wir nur sagen, dass schon die ältesten vollständigen Reste den Grundtypus vollendet zeigen, so dass in der Zeit nur eine sich steigende Analogie mit dem Vogelbau erkennbar wird, die in der Kreidezeit kurz vor dem Aussterben bei den zahllosen Arten am stärksten ausgeprägt erscheint.

Die zeitliche Folge der bekannteren Gattungen ergibt sich übersichtlich aus der folgenden Tabelle, wobei zu bemerken ist, dass die ältesten mit Sicherheit als Flugfingerglieder zu erkennenden Knochen aus den rhätischen Schichten Badens und Württembergs keiner bestimmten Gattung zugetheilt wurden.

Gattungen	Formationen	Vorkommen
<i>Pteranodon</i>	Obere Kreide	Nordamerika
<i>Nyctodactylus</i>	Untere Kreide	Nordamerika
<i>Ornithocheirus</i>	Grünsand, Gault	England
<i>Ornithostoma</i>		
<i>Ornithodesmus</i>	Wälderstufe	England
<i>Doratorhynchus</i>	Purbeckschichten	England
<i>Pterodactylus</i>	Ober-Jura	Bayern
<i>Ptenodracon</i>		Württemberg
<i>Cycnoramphus</i>		England
<i>Rhamphorhynchus</i>		Frankreich
<i>Scaphognathus</i>	Unterer Oolith	England
<i>Rhamphocephalus</i>		Franken
<i>Dorygnathus</i>	Oberer Lias	Württemberg
<i>Campylognathus</i>		England
<i>Dimorphodon</i>	Unterer Lias	England

[837r]

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Die naive Botschaft, dass jegliches Wesen die Lust sucht und die Unlust flieht, braucht wohl nicht erst als Errungenschaft der modernen Psychologie mitgeteilt zu werden; sie ist älter und zweifellos auch langlebiger als alle psychologische Erkenntniss. Frägt man aber nach der Rolle der Schmerzempfindung in der Natur, so findet man in diesem schlichten Ideenkreise durchaus keine befriedigende Antwort. Ist der Schmerz eine unnöthige Grausamkeit der Natur? Regieren unabänderliche Gesetze die Pathologie des Kosmos und bestimmen jeden einzelnen Beitrag zu der gewaltigen Summe des Weltschmerzes, von dem dumpfen Unlustgefühl eines zertretenen Insectes, vielleicht schon einer geknickten Pflanze angefangen bis zu der höchsten Seelenqual eines Faust oder Manfred? Von diesem Capitel sind bis jetzt nur wenige Fragmente geschrieben.

Diese wenigen Fragmente in einer für uns so wichtigen Erkenntnissfrage hat der berühmte französische Physiologe Ch. Richet in einer kürzlich erschienenen Abhandlung *Sur la douleur* zusammengefasst. Eine Reihe letzthin veröffentlichter Untersuchungen über den Schmerz, welche vorwiegend deutsche Forscher zu Autoren haben (Naunyn, Goldscheider, Edinger u. m. A.), gewährt in Verbindung mit dem Richetschen Werke einen neuen und in mehr als einer Hinsicht überraschenden Einblick in dieses uralte, ungelöste Problem der Lust- und Schmerzempfindung.

Jahrtausende hat es gedauert, ehe die Menschheit durch das Medium eines genialen Geistes den Kampf ums Dasein erkannt hat, der uns doch allzeitlich und allgegenwärtig umtobt. Vom Standpunkte der Darwin'schen Theorie muss aber der Schmerz nach Richet als eine zweckmässige Einrichtung bezeichnet werden. Er hat die Bestimmung, uns in vollkommenerer Weise, als es durch unbewusste Reflexe möglich wäre, vor Schädlichkeiten zu wahren und zu schützen. Er ist ein Wächter, ohne welchen der Organismus an den zahllosen Klippen äusserer Schädlichkeiten unfehlbar bald stranden müsste. Allerdings ein Wächter, der merkwürdigerweise nur auf niederer Organisationsstufe seiner Aufgabe vollständig gewachsen ist, während er später nicht selten

blinden Alarm schlägt und manchen schlimmen Feind ruhig passiren lässt. Nach Herbert Spencer hat sich durch das sociale Milieu des Culturlebens eine verhängnissvolle Verschiebung vollzogen, so dass die ursprüngliche, natürliche Verbindung zwischen Schmerz und schädlichen, Lust und nützlichen Handlungen beinahe vollständig verloren gegangen ist; er glaubt, dass auf die Dauer eine Wiederanpassung erfolgen muss. Richet und auch Ribot in seiner vom Geiste modernster Weltanschauung getragenen *Psychologie des sentiments* scheinen wenig geneigt, diese optimistische Conclusion zu theilen. Es wäre auch denkbar, dass z. B. ein Process, welcher die Schmerzempfindung auslöst, stets unmittelbar schädlich wirkt, aber je nach seiner Natur in weiterer Folge die chemischen Vorgänge, welche sich in der Tiefe der Zellen abspielen, sehr verschieden beeinflussen kann. Der Schmerz combinirt nicht, er sucht den Organismus auch dem lebensrettenden Eingriff des Chirurgen zu entziehen und kann dadurch die heilsame Operation unmöglich machen. In solchen Fällen muss man die Wachsamkeit des täppischen Cerberus einschläfern, und es ist allgemein bekannt, ein wie zahlreiches Arsenal (Aether, Opium, Cocaïn, Lustgas, Chloroform etc.) die wissenschaftliche Medicin zu diesem Zwecke aufgestapelt hat. Immerhin und wenn auch manche Gifte wohlschmeckend sind, wird man doch im allgemeinen die Schutzwirkung des Schmerzes zugestehen können; undenkbar wäre auch im rein physiologischen Sinne der Bestand eines Wesens, das die Lust fliehen und den Schmerz suchen würde.

Die Art der Fragestellung ist in wissenschaftlichen Dingen nicht minder charakteristisch als die Antwort. Durch Jahrhunderte waren die verschiedensten philosophischen Systeme bemüht, das Wesen des Schmerzes zu ergründen und seine innere Natur zu erfassen. Sei es nun Zufall, wie Mancher glaubt, sei es Nothwendigkeit, wie wir jetzt allgemein annehmen — all diese Versuche sind in mehr oder minder kläglicher Weise gescheitert. Wir fragen jetzt, nach dem Ausspruch eines berühmten Physikers, eigentlich auch in der Physik nicht mehr: „Warum fällt der Stein zu Boden?“ sondern „Wie fällt der Stein zu Boden?“ und diese viel bescheidenere Frage bietet dafür den nicht zu unterschätzenden Vortheil dar — lösbar zu sein. In eben derselben Weise fragen auch die oben erwähnten neueren Forschungen nicht etwa: „Was ist der Schmerz?“ sondern „Wie ist der Schmerz?“ „Welches sind seine äusseren Symptome und was seine inneren Begleiterscheinungen?“ Und vor allem: „Giebt es verschiedene Arten von Schmerz und Lust?“ —

Wenn wir uns dem ersten Eindruck naiv hingeben, so werden wir auf diese letzte Frage unbedingt mit „Ja“ antworten. Kopfschmerz, Kolikschmerz, ferner brennender, stechender Schmerz, endlich der Schmerz, den wir z. B. beim Tode eines Freundes empfinden, scheinen uns gewiss ganz verschiedener Qualität zu sein. Wer wird das Vergnügen, das ihm eine gute Speise bereitet, mit dem Genuss, den er beim Anblick eines Kunstwerkes empfindet, vergleichen?

Eine genauere und strengere Selbstbeobachtung führt uns aber nach Richet zu ganz anderen Ergebnissen. Schon die Sprache zeigt zum Theil, dass wir es mit gesonderten, unvergleichbaren Qualitäten von eigenartigem Charakter, wie etwa die der Farben sind, nicht zu thun haben. Die Eigenschaftsworte, welche für die Bestimmung der Schmerzart gewählt werden, leiten sich sehr bezeichnenderweise zumeist von den äusseren Maassnahmen her, welche im Stande sind, eben diese Art von Schmerz zu erzeugen, „schneidend“, „stechend“, „brennend“ u. s. w.,

und weisen schon darauf hin, dass der Unterschied in all diesen Fällen eigentlich bloss in den begleitenden Empfindungen besteht. Um Vieles schwieriger gestaltet sich allerdings die Frage z. B. bei den ästhetischen Empfindungen. Eine moderne Aesthetik, die sich von dem scholastischen Begriff des „absolut“ Schönen vollständig emancipirt und auf dem festen Boden der experimentellen Psychophysik fussend, mit dem Rüstzeug und den Methoden der modernen Naturwissenschaft ausgestattet, den Babelbau ins Reich der Kunst auch nur versucht hätte, fehlt eben zur Zeit noch. Aber diese Lücke kann die in Rede stehenden Conclusionen der Beobachtung nicht stören. Bietet uns denn nicht — fragt Richet — das tägliche Leben, dieser ewige Tauschhandel von Lust und Unlust, den besten Beweis dafür dar, dass alle Lust, alle Unlust verglichen, abgeschätzt werden kann, ein gemeinschaftliches Maass besitzt? Dass der Unterschied einzig und allein ein quantitativer ist? Wie alle psychischen Grössen sind freilich auch Lust- und Unlustempfindungen nicht derart messbar, dass wir die eine als zwei-, drei- oder viermal grösser als die andere bestimmen könnten; wir können bloss über das „Grösser oder kleiner“ ein Urtheil fällen und in diesem Sinne führen wir jeden Tag Gefühlsmessungen aus.

So weit führt uns mit Richet die strenge und gewissenhafte Selbstbeobachtung. Wenden wir uns nun der physiologischen Seite der Frage und den einschlägigen neuesten Untersuchungen

von Goldscheider, Wernicke, Naunyn, Schiff und Edinger zu, so spaltet sich das Problem des Schmerzes abermals nach verschiedenen Richtungen. Einmal handelt es sich um die Frage nach der Art der Zustandsänderung im Nervensystem, welche dem Schmerz zu Grunde liegt, ferner darum, ob der Schmerz allen Nerven und Theilen des Nervensystems eigen ist, oder nur bestimmten.

Das banalste Phänomen des Schmerzes ist die Intensität der Empfindung und seine Beziehung zu aussergewöhnlichen oder sehr starken Reizen, und man hat daher schon lange den naheliegenden Schluss gezogen, dass der Schmerz ganz allgemein eine Empfindung sei, welche bei jeder über ein gewisses Maass hinausgehenden Erregung der Nerven eintrete. Diese einfachste Annahme lässt sich jedoch mit den Thatsachen nicht vereinigen. Um sie zu widerlegen, genügen eigentlich schon gewisse pathologische Erfahrungen, welche zeigen, dass das Schmerzgefühl bei im übrigen nicht gestörter Tastempfindlichkeit aufgehoben sein kann; es ist nun gewiss nicht einzusehen, wie ein und derselbe Nerventheil seine Empfindlichkeit unvermindert beibehalten, und doch die Fähigkeit, in starke Erregung zu gerathen, eingebüsst haben soll.

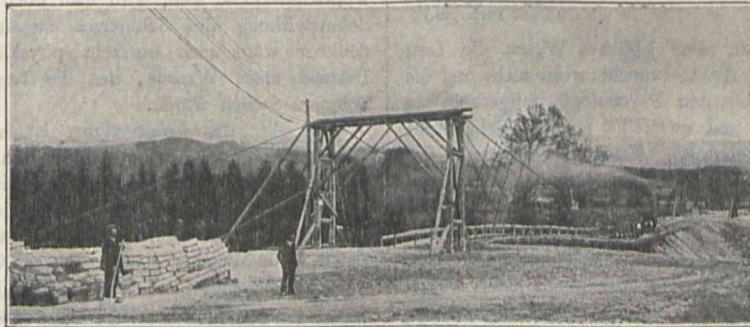
Experimentelle Untersuchungen von Goldscheider u. A. haben aber des weiteren ergeben, dass auf der Haut eine ganze Reihe specifisch empfindlicher Punkte vorhanden ist, die als Schmerz-, Druck-, Temperaturpunkte u. s. w. unter-

schieden werden können und dass z. B. die Kälte- und Wärmepunkte, wie man beim senkrechten Einstechen sehr fein gespitzter Nadeln nachweisen kann, nicht schmerzempfindlich sind; ja es hat sich sogar die scheinbar paradoxe Thatsache herausgestellt, dass die Temperaturpunkte auch unempfindlich gegen den sogenannten Temperaturschmerz sind. „Tastet man mit einem stark erhitzten, zugespitzten Cylinder die Haut ab, so entsteht in kurzen Raumbständen bei jedem Aufsetzen desselben ein unerträglicher Schmerz; sobald man auf einen Temperaturpunkt kommt, schwindet der Charakter des Unerträglichen; man hat zwar noch immer ein stechendes Gefühl, aber ohne den heftigen Schmerz, man könnte den Cylinder gleichsam auf dem Punkte ruhen lassen, zuweilen vermisst man sogar jeden Schmerz“ (Goldscheider: *Ueber den Schmerz*). Diese Beobachtungen sprechen aufs entschiedenste gegen die Auffassung des Schmerzes als einer par excellence intensiven Empfindung.

Eine Reihe von überraschenden und glänzenden Entdeckungen hat letzthin auf dieses Gebiet ein unerwartetes Licht geworfen. Unter Wiederaufnahme älterer Versuche von Cruveilhier hat Richet nachgewiesen, dass der Schmerz auch durch Summation mehrerer an sich schmerzloser Erregungen entstehen kann. Bei der Anwendung elektrischer Inductionsströme giebt es z. B. eine Breite des Rollenabstandes, bei welcher man je einen einzelnen Schliessungs- oder Oeffnungsschlag kaum empfindet, während

eine längere Reihe von Schliessungen und Oeffnungen in sehr kurzen Intervallen eine starke und schmerzliche Empfindung hervorruft. Naunyn erklärt dieses Phänomen so, dass gewisse Reize — und zwar anscheinend solche, welche die Nervenfasern selbst schädigen (Schmerzreize) — eine besondere Leitungsbahn einschlagen, in welcher Summation stattfindet. In der That sprechen Versuche, die von Schiff angestellt wurden, in überzeugendster Weise dafür, dass der Schmerz von anderen Leitungsbahnen, als z. B. die Tasteindrücke, zugeleitet wird. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei Durchschneidung der grauen (inneren) Substanz des Rückenmarkes keine schmerzhaften, wohl aber noch Tasteindrücke percipirt werden. Diese Beobachtung wurde aber in jüngster Zeit auch durch klinische Erfahrungen bekräftigt. Durch Wernicke, Edinger u. A. wurde festgestellt, dass die Schmerzempfindlichkeit des Gehirns, das man lange Zeit directen Verletzungen gegenüber für gänzlich unempfindlich ansah, sich auf einzelne Theile beschränkt, welche Anhäufungen grauer Substanz enthalten (die sogenannten „Vierlinge“ etc.). Wir hätten also in diesen Theilen vielleicht die centrale Fortsetzung der grauen Summationsbahn des Rückenmarkes zu erblicken.

Während wir demnach über die „physiologischen Aequivalente“ des Schmerzes leidlich unterrichtet sind, fehlt es bis jetzt an jedem einigermaassen befriedigenden Erklärungsversuch für die Lustempfindung. Spricht dies nicht gegen die oben auseinandergesetzte Theorie des



Verankerung der Trageseile für eine als Schüttgerüst benutzte Hängebrücke.

Abb. 653.

Schmerzes, dass sie das entsprechende Gegenphänomen nicht mit zu erfassen vermag? Oder sollte dies vielmehr darin seinen tiefsten Grund haben, dass Lust und Unlust, wie die Erfahrung des täglichen Lebens zeigt, sich eigentlich niemals neutralisieren, sondern nur abwechselnd aus dem Bewusstsein verdrängen können?

Einer nicht mehr allzu fernen Zukunft wird es wohl gelingen, diese Fragen endgültig zu entscheiden.
 EDUARD SOKAL. [8413]

* * *

Hängebrücke als Schüttgerüst. (Mit zwei Abbildungen.) Beim Bau einer neuen Strasse in der Nähe von Freiburg in der Schweiz war zur Durchquerung zweier Thäler bei Pérolle und Pilette ein Damm anzuschütten. Das eine Thal hatte bei 105 m Breite 45 m Tiefe, das andere war bei 110 m Breite 34 m tief, so dass zur Herstellung beider Dämme etwa 500000 cbm Erde anzuschütten waren. Die übliche Ausführungsart solcher Arbeit hätte bei der Steilheit der Thalhänge ungewöhnlich hohe Schüttgerüste erfordert, deren Herstellung mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verknüpft gewesen wäre. Wie das *Centralblatt der Bauverwaltung*, dem auch die Abbildungen 653 und 654 entnommen sind, mittheilt, brachten die vielen im Canton Freiburg vorhandenen Hängebrücken den bauleitenden Ingenieur auf den Gedanken, statt der hölzernen Gerüstbrücke für die Dammschüttung eine Hängebrücke zu erbauen, die einer verhältnissmässig sehr leichten Ausführung bedurfte, weil sie nur eine Belastung durch leere Wagen zu tragen hatte. Die an den Thalrändern auf 7 m hohe Holzböcke gelegten beiden Tragedrahtseile (s. Abb. 653), waren mit ihren Enden an Holzgerüsten verankert, die man mit Steinen beschwerte. An diesen Trageseilen wurde die 4 m breite Brückenfahrbahn aufgehängt (s. Abb. 654). Diese Brücke, deren Herstellungskosten noch nicht 8000 Frs. erreichten, ist bei beiden Dammschüttungen ohne jeden Unfall verwendet worden. Senkungen der Fahrbahn beim Befahren, selbst solche bis zu 1 m, blieben ganz unschädlich. [8367]

* * *

Schneedecke und Bodentemperatur. Dass eine Schneedecke die junge Vegetation bei starker Luftkälte vor dem Erfrieren schützt, ist eine alte Erfahrung der Landleute. Der mit Luft gemischte Schnee ist ein schlechter Wärmeleiter, so lange er locker liegt, er leitet dann, nach Wild, die Wärme zehn Mal weniger gut als Sandboden. Wenn er später durch wiederholtes Aufthauen an der Oberfläche und durch Ausfüllung der Lufträume mit Schmelzwasser firnartig wird, leitet er die Wärme besser und schützt weniger. Der Pfarrer W. Bühler in Buus (Basel-Land) hat in neuerer Zeit drei Winter lang die Ausdehnung dieses Wärmeschutzes mit Bodenthermometern beobachtet und seine Ergebnisse waren theilweise überraschend. Natürlich kann es unter dem Schnee auch kälter sein als über demselben, wenn der Schnee erst auf einen schon stark und tief gefrorenen Boden gefallen ist. Wenn aber der Schnee vor der stärkeren Kälte kommt, ist der Schutz schon bei sehr geringer Stärke der Schneedecke merklich,

da einmal das Eindringen der Kälte erschwert und die Ausstrahlung der Oberflächenwärme gehindert wird. Schon eine Schneedecke von einem halben Centimeter Dicke ergab einmal eine Differenz von 2,4° in geringer Bodentiefe gegenüber der Schneeoberfläche. Ein wirksamerer

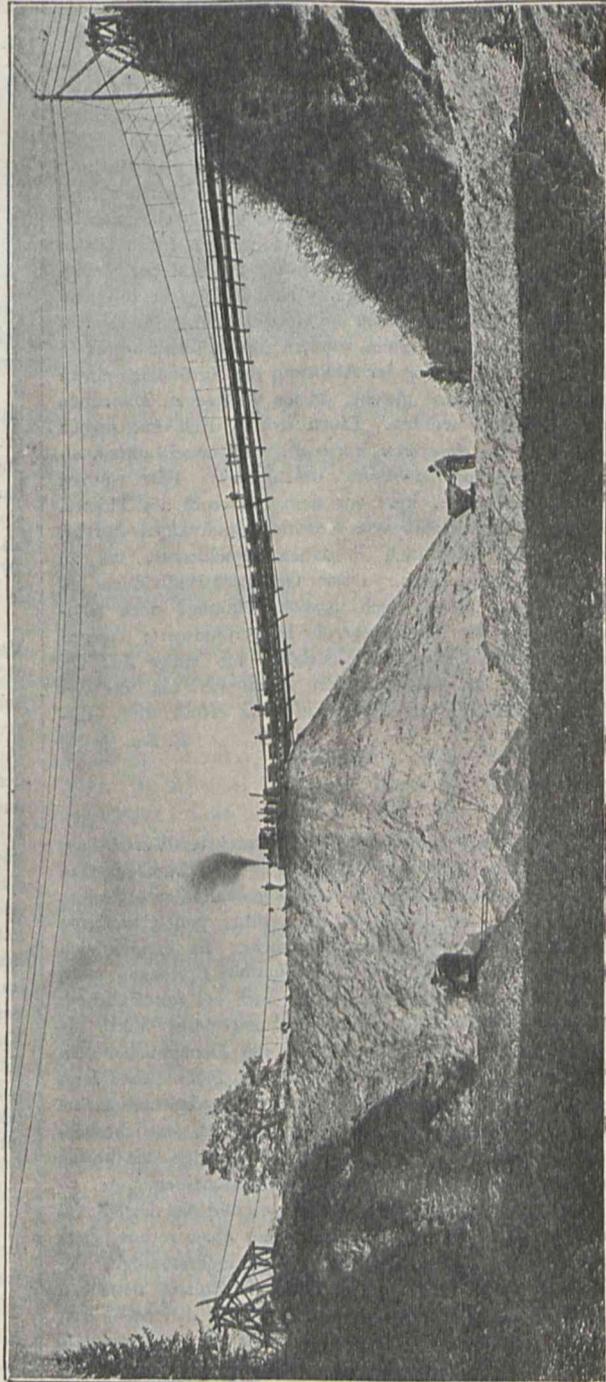


Abb. 654.

Ansicht der als Schüttgerüst dienenden Hängebrücke während der Dammschüttung.

Schutz wurde aber erst bei einer Schneedicke von mindestens 5 cm festgestellt. „Bei einer Tiefe von 20 cm erreicht er das Maximum, und für die Erdoberflächenwärme ist es demnach nicht mehr von wesentlichem Einfluss, ob die Tiefe der Schneedecke darüber hinausgeht oder nicht.“ Bei hinreichender Schneelage war in Buus der Einfluss steigender Kälte auf den Erdboden kaum

noch nennenswerth. So zeigte der Boden unter dem 30 cm dicken Schnee am 8. Januar 1895, nachdem die Kälte auf -16° gestiegen war, immer noch $0,5^{\circ}$, und als am 29. Januar 1895 $-18,6^{\circ}$ erreicht wurden, zeigte das Bodenthermometer -4° . (*Meteorologische Zeitschrift.*) [8376]

* * *

Seitensprossen eines Ringelwurmes. Bei den Syllidiern (kleine Meereswürmer), deren Glieder mit Cirren versehen sind, beobachtet man eigenthümliche Vermehrungsvorgänge, die als Epigamie und Schizogamie bezeichnet werden. Bei der hierhergehörigen Gattung *Myrianida* sprossen am Hinterende in wechselnder Zahl (bis zu 29) Wurmglieder hervor, welche die Geschlechtsproducte enthalten, die sich ablösen, um ein freies Leben zu führen und die Art zu verbreiten, während der Stamm geschlechtslos bleibt. Bei *Syllis ramosa*, welche in einem Schwamme wohnt, sprossen die Geschlechtsindividuen nicht am Hinterende des Wurmes, sondern an den Seiten desselben hervor, so dass er vor der Ablösung der Sprösslinge einem verzweigten Stamme gleicht, dessen Zweige zu Männchen und Weibchen werden. Einen dritten Fall hat soeben Johnson im *American naturalist* bei zwei amerikanischen *Trypanosyllis*-Arten beschrieben. Hier sprosst auf der Bauchseite, kurz vor dem Hinterpol des Thieres, ein förmlicher Strauss von Geschlechtsindividuen hervor, deren Zahl, sämmtlich desselben Geschlechts, bis zu 50 Stück gehen kann. Diese Geschlechtsindividuen besitzen weder Mund noch Auswurfsöffnung, noch Blutgefäße, und das Verdauungsrohr ist verkümmert; dagegen besitzen sie Augen und Seitenruder, um einige Zeit ein freies Leben im Meere führen zu können und die Geschlechtsproducte, mit denen sie ganz erfüllt sind, auszusäen.

E. K. R. [8381]

* * *

Das violette Licht und die Edelsteine. Vor einigen Jahren hatte Mascart auf einige Eigenthümlichkeiten hingewiesen, welche das von einer Bogenlampe ausgestrahlte violette Licht auf Diamanten ausübt, und Chaumet hat diese Wirkungen näher untersucht. Es handelt sich um eine Fluorescenz, die in bestimmter Beziehung steht zu dem Feuer, welches Diamanten auch bei gewöhnlichem Kerzenlicht entwickeln, worin ihr besonderer Werth als Schmuckstein besteht. Je schöner der Diamant bei dem violetten Lichte blau fluorescirt, um so mehr Feuer zeigt er auch bei Kerzenlicht; färbt er sich im violetten Lichte nur einfach violett, so hat er wenig Werth als Schmuckstein. Damit ist ein einfaches Mittel gegeben, die besten Diamanten von den geringeren zu unterscheiden.

Bei einem gelben, in Facetten geschliffenen Diamanten sah Chaumet im violetten Lichte nur einen rothen Glanz längs der Facettenkanten, aber nach mehrstündiger Beleuchtung hatte der schöne gelbe Goldglanz desselben einen bräunlichen Ton angenommen, der den Stein fast werthlos machte. Glücklicherweise war es nur eine vorübergehende Veränderung, und nach einigen Stunden im Dunkeln hatte der Stein seinen schönen Goldglanz wiedergewonnen.

Auch der Werth des Rubins lässt sich nach seinem Verhalten im violetten Lichte am leichtesten beurtheilen. Die Rubine von Siam und Birma haben einen sehr ungleichen Handelswerth und sind doch bei gewöhnlichem Lichte schwer zu unterscheiden. Bringt man sie aber in die Strahlen des violetten Lichtes, so zeigen die ersten

nur eine schwache Fluorescenz, während die geschätzteren zweiten eine starke Fluorescenz zeigen. (*Comptes rendus.*) [8375]

BÜCHERSCHAU.

A. Scobel. *Handels-Atlas zur Verkehrs- und Wirtschaftsgeographie.* Für Handelshochschulen, kaufmännische, gewerbliche und landwirtschaftliche Lehranstalten, sowie für Kaufleute und Nationalökonomien. 68 Haupt- und 73 Nebenkarten sowie 4 Diagramme auf 40 Kartenseiten. Ausgeführt in der Geographischen Anstalt von Velhagen & Klasing in Leipzig. gr. 4^o. Bielefeld und Leipzig, Velhagen & Klasing. Preis cart. 5,50 M., geb. 6 M.

Der Atlas soll den Studirenden der Handelshochschulen, kaufmännischer, gewerblicher und landwirtschaftlicher Schulen als Hilfsmittel für ihre Studien dienen und dem deutschen Kaufmann die Productionsverhältnisse der Länder in ihrer Einwirkung auf die Entwicklung der Verkehrslinien und der wichtigsten Handelsrichtungen zeigen. Rohproduction, Industrie und Handel sind auf den Karten durch Zeichen und Farben in leicht verständlicher Weise dargestellt und geben durch das umfassende Nebeneinander sowohl einen Ueberblick über die allgemeine Vertheilung, als auch Gelegenheit zu lehrreichen Vergleichen. Auf diese Weise wirkt die Darstellung auch ohne begleitenden Text in hohem Maasse belehrend und anregend.

Mit dem Weltverkehr, der Verbreitung der wichtigsten Verkehrs- und Handelssprachen, den Verkehrsmitteln zu Wasser und zu Lande, den Handelsflotten, Telegraphenkabeln, der Post, den Geldwährungen u. s. w. im Weltverkehr, der Verbreitung der wichtigsten Rohproducte, Mineralien, Nutzpflanzen, Wild- und Culturthiere auf der Erde beginnend, wendet sich die Darstellung zur Production und zum Verkehr des Deutschen Reiches und Mitteleuropas, um dann auf Europa und die übrigen Erdtheile überzugehen. Es folgen dann auf drei Kartenblättern die Pläne von 13 Seehäfen des Deutschen Reiches, 14 ausserdeutschen Häfen Europas und 22 aussereuropäischen Seehäfen. Den Beschluss macht eine geschichtliche Darstellung des Handels und der Colonisation: die Coloniengründung im Alterthum, die Ausbreitung der Hansa und das Gebiet des Deutschen Ordens, Handelswege im Mittelalter und Entdeckungsfahrten und die europäischen Colonien um das Jahr 1660. Die Reichhaltigkeit des in diesem Atlas Dargebotenen geht, unseres Wissens, über alle denselben oder ähnlichem Zwecke dienenden bisherigen Darstellungen hinaus.

J. [8397]

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

Lesser, Oskar. *Hilfsbuch für den geometrischen Unterricht an höheren Lehranstalten.* Mit 91 Figuren im Text. gr. 8^o. (IX, 189 S.) Berlin, Otto Salle. Preis 2 M.

Levin, Dr. Wilhelm, Prof. *Methodischer Leitfaden für den Anfangsunterricht in der Chemie unter Berücksichtigung der Mineralogie.* Mit 98 Abbildungen. Vierte, verbesserte Auflage. (VI, 168 S.) Ebenda. Preis 2 M.

Hildebrandt, Max. *Untersuchungen über die Eiszeiten der Erde, ihre Dauer und ihre Ursachen.* (XVI, 128 S.) Berlin, L. A. Kuntze. Preis 6 M.