

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 37/38 (1901)
Heft: 24

Artikel: Die Tunnelbauten der nordböhmischen Transversalbahn Teplitz-Reichenberg im Jeschkengebirge
Autor: Imhof, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-22718>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Die Tunnelbauten der nordböhmisches Transversalbahn Teplitz-Reichenberg im Jeschkegebirge. — Die Werkzeugmaschinen auf der Weltausstellung in Paris 1900, II. (Schluss). — Wettbewerb zum Neubau eines Knaben-Sekundarschulhauses in Bern, III. (Schluss). — Ein neues System von armiertem Beton. — Miscellanea: Schiffshewerk mit geneigter Ebene bei Foxton in England. Schutzvorrichtungen an Strassenbahnwagen. Elektrische Schnellbahnen. Ausstellung der Künstler-Kolonie in Darmstadt. Monats-Ausweis über die Arbeiten im Albulatunnel. Die Umwandlung von hochgespanntem Wechselstrom in Gleichstrom niedriger Spannung. Gebäude für die schweizerische Landestopographie und die eidg. Eichstätte. Städtische Unterpflaster-Bahnen in Berlin. Schweizerische Bundesbahnen. Die Normalspurbahn Uerikon-Baumä. — Konkurrenzen: Primarschulhaus in Moutier. Bebauung des westlichen und südwestlichen Teiles von Linden. — Nekrologie: † Friedrich Adolf Siewerdt. † Adolphe Rychner. † R. E. Fueter. † Heinrich Streuli. — Litteratur: Liste des stations des chemins de fer. Eingegangene litterarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: XXXII. Adressverzeichnis.

Die Tunnelbauten der nordböhmisches Transversalbahn Teplitz-Reichenberg im Jeschkegebirge.

Von K. Imhof, Ingenieur.

Die wichtige Verbindung der Kohlenbecken von Brüx, Dux bis Aussig mit dem Industriegebiet der Hauptstadt Nordböhmens, Reichenberg, wurde im Herbst des Jahres 1900 fertig gestellt. Es ist die etwa 144 km lange, eingleisig normalspurige Lokalbahn „Teplitz (Settitz)-Reichenberg“, von welcher ungefähr 100 km (von Teplitz bis Niemes) bereits seit längerer und kürzerer Zeit dem Betriebe übergeben worden sind.

Ausser ihrer guten Lage hat die Linie, die in ihrem Zuge die Städte Aussig, Lobositz, Leitmeritz, Böhm. Leipa, Niemes und Gabel berührt, eine Reihe interessanter Bauten aufzuweisen. So sind als von grossem, fachlichem Interesse, ausser der Unterfahrung des Steinberges im Mittelgebirge durch einen 234 m langen Tunnel, erwähnenswert: Die Elbebrücke bei Lobositz, die längste der in Böhmen über die Elbe führenden Eisenbahnbrücken, mit acht Oeffnungen von zusammen 357,5 m Lichtweite, wovon drei Oeffnungen zu 72 m l. W. mit 10,33 m hohen eisernen Halb-Parabelträgern überspannt sind, und pneumatisch fundierten Strompfeilern¹⁾; ferner die Viadukte bei Drum und Neuschloss, welche letzterer, der Karba-Viadukt, mit einer Gesamtlänge von 250,6 m in malerischer Abwechslung von Eisenkonstruktionen mit gewölbten Oeffnungen zwei eigentümlich erodierte, unmittelbar aneinander grenzende Sandstein-Felsthäler übersetzt. Die zuletzt vollendete Strecke von Niemes bis Reichenberg bietet noch weitere grosse Bauwerke, da die Bahn das mit Basaltkegeln besäte Gebiet verlassend, nun in die gebirgige Gegend eintritt.

Die Durchfahrung des Jeschkegebirges, das sich vor Reichenberg erhebt, geschah mittels fünf kurz aufeinander folgenden Tunnels:

des Neuländer-Tunnels von . . .	816 m Länge
„ Rehberg-Tunnels „ . . .	317 „ „
„ Christofgrunder-Tunnels von . . .	48 „ „
„ Jägerhaus-Tunnels von . . .	40 „ „
„ Burggrafen-Tunnels von . . .	27 „ „



Fig. 1. Sicherungseinbau an den zerdrückten Stellen des Neuländer-Tunnels.

letzterer mit anschliessendem, 8 m langem überwölbtem Einschnitt an der West- und 16 m langem überwölbtem Einschnitt an der Ostseite.

¹⁾ Eine ausführliche Beschreibung dieses Baues enthält der Bericht von Herrn Generaldirektor Regierungsrat Rosche der k. k. priv. A. T. E. in der Zeitschr. d. öst. Ing.- und Arch.-Vereines, 1898 Nr. 43; desgl. über den Karba-Viadukt, 1899, Nr. 4.

Was die geologische Beschaffenheit anbetrifft, so besteht das Jeschkegebirge vornehmlich aus Thonschiefer, Quarzit, Diorit und krystallinischem Kalk und es waren deshalb die wenn auch kurzen Tunnelbauten doch so wechselreich, dass ihnen reges Interesse entgegengebracht wurde.

Mit Rücksicht auf die Entwicklung des Bahntracés konnte man mit dem ersterwähnten Neuländer Tunnel dem Gebirgssattel zwischen Jeschkenspitze und Scheuflerkoppe kaum ausweichen, wenn man auch Schwierigkeiten voraussah, da fast ausschliesslich Thonschiefer durchfahren

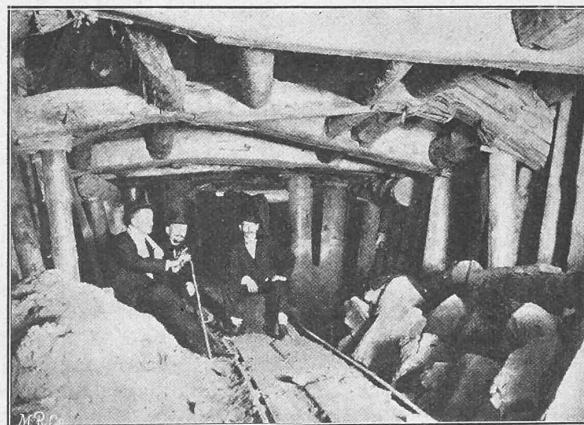


Fig. 2. Sicherungseinbau an den zerdrückten Stellen des Neuländer-Tunnels.

werden musste. Der Tunnel ist nun zwar in einem Zeitraum von 2 1/2 Jahren fertiggestellt worden, hat aber durchwegs Sohlengewölbe und es mussten auch an zwei verschiedenen Stellen je 8 1/2 lfd. m Tunnelröhre umgebaut werden, da das aus bestem, lagerhaftem Diorit in Cementmörtel hergestellte Bruchsteinmauerwerk durch die ausserordentlich stark auftretende „blähende Kraft“ des Thonschiefers (sobald derselbe mit Luft in Berührung kam) zertrümmert wurde. Die 0,5/0,5 m starken Schwellen des Sicherungseinbaues wurden geknickt (siehe Fig. 1. u. 2). Die erfolgte Rekonstruktion hingegen ging leicht vor sich, weil die blähende Wirkung nach einiger Zeit vollständig aufhörte.

Die Tunnels wurden, wie sämtliche andern Kunstbauten, eingleisig ausgeführt; als Normalien für das Profil und die Mauerungsmaasse galten diejenigen der k. k. öst. Staatsbahnen, die aus Fig. 3 (S. 256) wie auch aus folgender Tabelle zu ersehen sind:

Tunnel-Normalien der k. k. österr. Staatsbahnen.
Maasse in Metern.

Type Nr.	Gewölbe	Widerlager			Sohlen-gewölbe	Fussquader			Anmerkungen
		d	w1	w2	w3	f	a	b	c
2. Unausgemauert	—	—	—	—	—	—	—	—	ohne Sohlengew. u. Fussquader
3. Verkleidungsprofil	0,40	0,40	0,40	0,44	—	—	—	—	„ „ „ „
4. „	0,40	0,55	0,70	1,29	—	—	—	—	„ „ „ „
5. Leichtes Druckprof.	0,50	0,65	0,80	1,39	0,45	0,60	0,75	0,25	„ „ „ „
6. „	0,55	0,70	0,85	1,44	0,45	0,60	0,75	0,25	„ „ „ „
7. Schweres „	0,65	0,80	0,95	1,54	0,45	0,60	0,75	0,25	mit Fussquad. jed. ohne Sohlengew.
8. „	0,65	0,80	0,95	1,54	0,45	0,60	0,75	0,25	„ und Sohlengew.
9. „	0,75	0,90	1,05	1,64	0,55	0,60	0,75	0,30	„ jed. ohne Sohlengew.
10. „	0,75	0,90	1,05	1,64	0,55	0,60	0,75	0,30	„ und Sohlengew.

Der Abbau geschah mittels „Jochzimmerung“, insbesondere des „Centralstrebensystems“ mit etlichen Abänderungen, welches wiederum seine praktische Verwendbarkeit in jedem Falle bewies.

Der Christofgrunder-Tunnel durchfuhr reinen, gesunden Quarzit; der Abbau in demselben geschah nicht ring-

weise, sondern in Strossen mit Firststollenbetrieb. Der Einbau bestand aus vier bis sechs schwachen Kronbalken, die auf eine Schwelle, etwa 1 m unterhalb Firststollensohle abgestützt wurden. Ueber die Kronbalken legte man Pfosten (Bretter), überall, wo durch die Sprengwirkung gelockerte Quarzitlinsen bemerkbar waren. Ähnlich wurde in den ersten sieben Ringen des Rehberg-Tunnels auf der Südseite verfahren. Die Mauerung gelangte aber auch an diesen Stellen ringweise, wenn auch lediglich als Verkleidung, zur Ausführung.

In der übrigen Partie des Rehberg-Tunnels, sowie in den drei andern Tunnels musste der Abbau ringweise geschehen. Die Ringlänge wurde durchschnittlich zu 8 m gewählt.

Sohlenstollen-Vortrieb: Derselbe geschah mittels Hand- und Maschinenbohrung; letztere wurde auf der Nordseite des Rehberg-Tunnels angewandt und zwar mit elektrisch

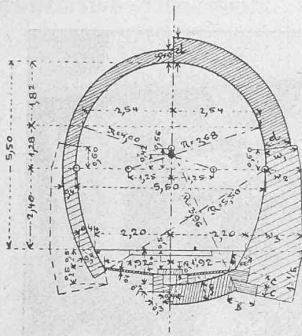


Fig. 3. Tunnel-Normalprofile der k. k. öst. Staatsbahnen. 1:200.

betriebenen Bohrmaschinen (Stoss- und Drehbohrmaschinen), welche aber so häufiger Reparaturen bedurften, dass man schliesslich ebenfalls zur Handbohrung überging. Die Maschinen wurden von der Firma Siemens und Halske nach eigenem System geliefert. Der Fehler bestand in zu schwacher Dimensionierung eines Theiles der beweglichen Drehachse, welche den Bohrer antreibt und die daher oft brach. Nach einer Erklärung der Firma ist dieselbe im Begriffe durch kleine Umgestaltungen den Fehler zu heben, sodass die Maschinen künftig den Anforderungen entsprechen dürften.

Die genügend lange, verfügbare Bauzeit und frühzeitige Inangriffnahme der Arbeiten liessen es nicht notwendig erscheinen, den Stollenvortrieb besonders zu beschleunigen.

In nachstehender Tabelle sind die durchschnittlichen Leistungen im Sohlenstollen des Rehberg-Tunnels zusammengestellt, die auch denen der andern Tunnels entsprechen:

Sohlenstollen-Fortschritte im Rehberg-Tunnel.

	Datum	Stollenlänge im ganzen	Durchschn. Leistg. pro 24stdg. Arb. Tag in m		Verbrauch an Gestein, in kg pro m ³	Durchfahrenes Gebirge
			Handbohrung	Maschinenbohrung		
Süd-Seite	1899	m				
	Februar	22,4	1,50	—	1,4	Dichter, grauer Kalk — kein Wasser.
	März	43,6	1,26	—	1,4	" " " " " " " " " " " "
	April	77,6	1,54	—	1,4	Grauer Thonschiefer mit schwarzem kryst. Kalk — kein Wasser.
	Mai	112,7	1,40	—	1,4	dasselbe; Thonschiefer vorherrschend — wenig Wasser.
	Juni	141,0	1,29	—	0,9	Thonsch. Kalk mit Quarzitlinsen u. Dioritschiefer, verworfen — viel Wasser.
Nord-Seite	1898					
	Dezemb.	13,0	1,88	—	0,5	Grauer Kalk mit starken Lehmeinlagen (Berggrutsch) — viel Wasser.
	1899					
	Januar	28,7	1,28	—	0,7	dasselbe; wenig Wasser.
	Februar	42,4	—	1,52	0,7	dasselbe; kein Wasser.
	März	94,3	—	2,08	0,6	Thonschiefer mit Kalk wechsellagernd — viel Wasser.
	April	104,6	1,48	—	0,9	Thonschiefer mit Talkeinlagen — wenig Wasser.
	Mai	162,9	—	1,66	1,6	Harter, grünlicher Quarzit — wenig Wasser.
	Juni	185,6	1,51	—	0,9	Thonschiefer, Kalk mit Quarzitlinsen, Dioritschiefer, verworfen — viel Wasser.

Auf der Nordseite war der Betrieb vom 22. Januar bis 16. Februar 1899 eingestellt, da man auf die Bohrmaschinen wartete; diese erfüllten aber, wie schon erwähnt, die Erwartungen nicht, obgleich ein etwas grösserer Fortschritt, als bei der Handbohrung erzielt wurde. Der Betrieb war anfangs einschichtig, später zweischichtig (jede Schicht zu 12 Stunden mit 1 1/2 Stunden Ruhepause mittags, bezw. mitternachts). Die Stollendimensionen waren klein

gewählt worden; der Querschnitt des Sohlenstollens betrug im Mittel 5,7 m², sodass man, wo es notwendig war, auch nachträglich eine einfache oder zusammengesetzte Zimmerung einbringen konnte und die Rollwagen gerade noch bequem verkehrten. Es waren im Sohlenstollen des Rehberg-Tunnels (ohne die Voreinschnittstollen) 168,6 m ganz ohne Einbau und 148,7 m mit einfacher oder zusammen-

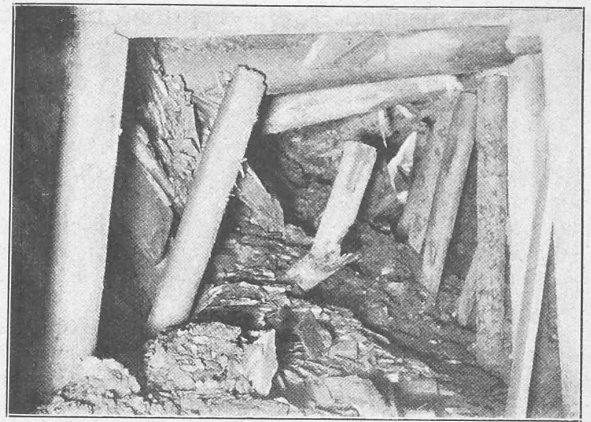


Fig. 4. Zerdrückter Voreinschnitts-Stollen des Jägerhaus-Tunnels am 1. August 1899.

gesetzter Zimmerung versehen. Der Querschnitt des Firststollens betrug 3,3 m². Die Stollen der übrigen Tunnels mit Ausnahme des Christofgrunders, mussten sämtlich mittels Getriebezimmerung hergestellt und dieselbe stellenweise wegen der blähenden Wirkung des Thonschiefers zwei- und dreimal erneuert werden.

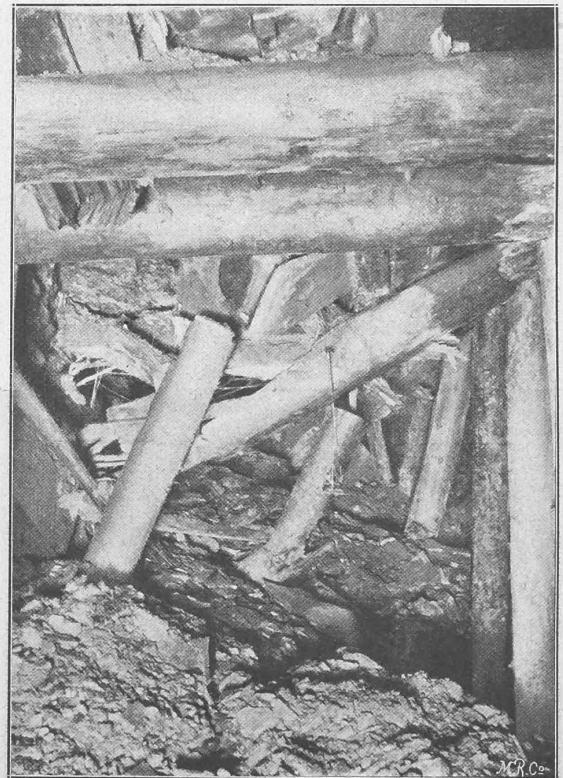


Fig. 5. Zerdrückter Voreinschnitts-Stollen des Jägerhaus-Tunnels 14 Tage nach Eintritt der Rutschung.

Ein unwillkommenes, aber interessantes Ereignis trat am 1. August 1899 im Voreinschnitt des Jägerhaus-Tunnels ein. Dasselbst ist der Thonschiefer gesund, jedoch unregelmässig von der Bergseite her einfallend geschichtet. Zwischen den Linsen befand sich talkartiges, schmieriges Material. Als der Voreinschnitt bis auf ungefähr 2 m über den Stollenkappen geöffnet war, überwand die Massen die

Reibung und es trat eine umfangreiche Rutschung ein, die den Stollen binnen vier Wochen vollständig zerdrückte.

Die Abbildungen Fig. 4 u. 5 zeigen dieselbe Stelle in einem Abstand von 14 Tagen.

Mit Wasser hatte man hier nichts zu thun. Es blieb deshalb nichts anderes übrig, als die Böschung so flach zu halten, dass der Reibungswinkel mit dem der Böschung übereinstimmte, was mit etwas flacherer Neigung als $1:1\frac{1}{2}$ = etwa 33° erreicht wurde. Für den Tunnel selbst war keine Gefahr, da die Rutschung direkt vor dem Portal ihre Grenze fand.

Nachdem im Rehberg-Tunnel der Sohlenstollen auf der Südseite 80 m, auf der Nordseite 100 m weit vorgedrungen war, wurde mit dem Vortrieb des Firststollens begonnen und zwar wurde derselbe an vier Stellen angegriffen, nämlich auf der Südseite vom Tage aus und im Tunnel mittels dreier Aufbrüche. Da die Südseite ohne künstliche Ventilation war, musste dort die Arbeit im Firststollen schon auf 50 m vom ersten Geviert weg infolge der Lästigkeit der Sprenggase oft stundenlang unterbrochen werden.

Bezüglich der Höhenlage der Stollen ist zu bemerken, dass der Sohlenstollen im Niveau der Kanaldeckplatte gehalten wurde, also 0,5 m unter Schwellenhöhe; die reine Ueberhöhung des Firststollens, unterhalb der Kappen gemessen, betrug je nach Gebirge 0 bis 30 cm, im Burggrafen und Neuländer-Tunnel bis 50 cm, welche Ueberhöhung jedoch in einzelnen Ringen sich noch als zu gering erwies, sodass ein Auffirsten notwendig wurde, um die ersten Kronbalken in die richtige Höhenlage bringen zu können.

(Schluss folgt.)

Die Werkzeugmaschinen auf der Weltausstellung in Paris 1900.

Von Direktor R. Meier in Gerlafingen.

II. (Schluss.)

Der Einfluss geeigneter Werkzeuge und kräftiger Bauart der Maschinen auf die Menge der Erzeugnisse ist angedeutet worden. Verschiedene Bewegungs- und Uebertragungsmechanismen, die mehr und mehr in Aufnahme kommen, verfolgen denselben Zweck. Um bei der Zurücklegung eines gegebenen Weges Zeit zu gewinnen, verzichtet man z. B. auf die Kurbelbewegung bei Feilmaschinen und ersetzt dieselbe durch den bei Hobelmaschinen gebräuchlichen, etwas komplizierteren Mechanismus für gleichförmigen Gang; doch wird die Umkehrung der Bewegungsrichtung nicht durch Verschieben von Riemen, sondern meist durch Friktionskuppelungen bewirkt. Dabei giebt man beim Leergang möglichst grosse Geschwindigkeit (Feilmaschine von Hendey, Morton), auch bei Gewindestechnisch-Drehbänken (Hendey, Reinecker), desgleichen bei der Metaldrehbank Warner & Swasey. Die Feilmaschinen von Ducommun und Schultz erreichen einen sehr raschen Rückgang durch Hintereinanderschaltung zweier (statt einer) Kurbelschleifen. Spindeln von Bohrmaschinen, Bohrstangen u. s. w. werden fast durchgängig mittels Zahnstangen rasch an- und zurückgestellt, statt mit Schraube. Die Schraubenspindeln zum Anstellen von Supports und Schlitten werden mit Mikrometer-Einteilung versehen, um rasch und genau arbeiten zu können. An Drehbänken, Bohr- und Fraismaschinen etc. bringt man selbstthätige Abststellungen oder Auslösungen an, um einem Arbeiter zu ermöglichen, mit Sicherheit zwei oder mehr Maschinen zu bedienen. Einrichtungen zur bequemen Erzielung veränderlicher Tourenzahlen, zwecks Einhaltung der richtigen Schnittgeschwindigkeit — selbstthätig oder von Hand einzustellen — mit Konuspaaren, Friktionsscheiben oder mit anderen Vorkehrungen waren sehr häufig, desgleichen solche zur Verstellbarkeit des Hubes oder des Vorschubes während des Ganges der Maschine. Dabei wird augenfällig Gewicht darauf gelegt, dass dem bedienenden Arbeiter alle Manipulationen von seinem normalen Stande aus ermöglicht werden, unter Verwendung von besondern Hilfsmitteln. Damit an einer Maschine

nicht gleichzeitig zwei Schaltungen eingekehrt werden, die sich ausschliessen, wenn nicht Werkzeug, Maschine oder Werkstück zerstört werden sollen, findet man häufig besondere Einrichtungen, namentlich an Fraismaschinen und Drehbänken angebracht, die dies verhindern.

Zu diesen Fortschritten in Konstruktion und Anordnung gesellen sich solche in der Ausführung der Maschine. Wechselbarkeit von Einzelteilen, zum mindesten von Apparaten, war bei manchen Fabrikanten durchgeführt. Fast allgemein sind roh gegossene Zahnräder — wenigstens soweit es sich um Bewegungsübertragungen beim Arbeitsgang handelt — verschwunden und durch bearbeitete Zahnräder ersetzt worden; dabei hat der Stahl an Stelle des Guss-eisens vermehrte Anwendung gefunden. Gehärtete Arbeits-spindeln, nach dem Härten geschliffen und in geschliffenen Stahllagern laufend, werden immer häufiger, desgleichen zweckmässige Vorkehrungen zum Nachstellen des toten Ganges u. s. w.

Die Fabrikation genauer Teile wird kräftig unterstützt durch die Herstellung genauer *Lehren und Messwerkzeuge*. Die Altmeister Brown & Sharpe, sekundiert durch Pratt & Whitney, Bariquand & Marre, Ducommun und Reinecker leisten in Präzisionswerkzeugen Hervorragendes. Für den Werkstattgebrauch arbeiten ausserdem mit Erfolg auf diesem Gebiete eine Anzahl amerikanischer, französischer, deutscher und Schweizer-Firmen, z. B. die A.-G. für Fabrikation Reishauer'scher Werkzeuge, welche letztere Firma neben Pratt & Whitney, Bariquand & Marre und Reinecker eine der ersten ist, die das 1898 festgestellte neue metrische S. I.-Gewinde vorführte.

Die erhöhten Ansprüche des Werkzeugmaschinenbaues in Verbindung mit denjenigen des Elektromotorenbaues haben eine auffallende Entwicklung der mechanischen *Bearbeitung von Zahnrädern* aller Art herbeigeführt. Fast alle Industriestaaten haben sich am Wettkampfe auf diesem Gebiete beteiligt; Brown und Sharpe, Gould & Eberhard, Ernault, Schultz, Pekrun mit automatischen Fraismaschinen für Stirnräder; Gleason, Smith & Coventry, Oerlikon, Bouhey, Ernault, Progrès Industriel mit Hobelmaschinen für konische Räder, die beiden ersten automatisch arbeitend; Biernatzky und Bilgram (in Klasse 21) mit Erzeugnissen ihrer Maschinen und Reinecker mit Fraismaschinen zur rationellen Herstellung von Schnecken und Schneckenrädern.

Schneckenräder, aus dem Vollen gefraist, stellte man bisher durch gezahnte Schnecken her, welche zwangsläufig mit dem Arbeitsstück umliefen und nach und nach tiefer mit dem Rad in Eingriff gebracht wurden. Reinecker verwendet eine cylindrische Schnecke, deren äusserer Mantel, ähnlich wie bei einem Gewindebohrer, auf etwa $\frac{2}{3}$ der Länge konisch gestaltet ist. Die Spitze dieses Teiles wird zuerst mit dem Werkstück in Kontakt gebracht und die Schnecke, die stets zwangsläufig mit dem Rad verbunden umläuft, allmählich in ihrer Achsenrichtung verschoben, bis der cylindrische Teil in den Eingriff kommt und die Formgebung vollendet. Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens gegenüber dem ältern liegt darin, dass die Schrotarbeit vom konischen, nachschleifbaren Teil geleistet wird, an welchen in Bezug auf Genauigkeit keine Ansprüche gestellt werden, während dem egalisierenden cylindrischen Teil, der genau bleiben soll, nur wenig Arbeit zugemutet wird.

Rice verwendet zum *Egalisieren der Flanken* von vorgeschrittenen konischen Rädern eine Planfraise, an welcher das Werkstück mittels Kopiereinrichtung abgewälzt wird, ähnlich wie die Lippen eines Spiralbohrers an der Schmirgelscheibe. Der Vorgang ist ganz automatisch, ebenso das Umstellen von Zahn zu Zahn. Die ausgestellte Maschine eignet sich nur für Räder mit schmalen Zähnen (zu Fahr-rädern), doch sollen Modelle für andere Zwecke hergestellt werden.

Fellows stellte eine Maschine zum Behobeln oder Bestossen von Stirnrädern (aus dem Vollen) aus, bis zu $6\frac{1}{2}$ π Teilung und 750 mm Durchmesser. Als Werkzeug verwendet er ein in einem hin- und hergehenden Stössel eingespanntes Rad aus Stahl mit üblichem Schnitt, das er