

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 37/38 (1901)
Heft: 20

Artikel: Elektrischer Betrieb auf den schweizerischen Hauptbahnen
Autor: Thormann, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-22796>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

ling (auf die wir später zurückkommen werden). Die einfache, vornehme Raumwirkung wird noch erhöht durch das verwendete Material, das durchweg echt ist. Die Treppe ist in rotem Veroneser-Marmor ausgeführt; deren Wägen und die Wände der Halle sind mit weissgelbem Marzaneinstein, einem Marmor aus Istrien bekleidet, während das Postament der Statue aus einem grünlichen Walliser-Cipolin besteht. Die Säulen, welche den Architrav und die Kuppel des Treppenhauses tragen, sind aus Pavonazzo, die Kapitäl aus Blanc-claire-Marmor. Geliefert wurde die Treppe durch das Marmorgeschäft von E. Schneebeil, die Säulen und die Arbeiten in Marzaneinstein durch die HH. Schmied und Schmiedweber in Zürich, während die Ausmalung der Kuppel, in welcher die grösseren schweizerischen Industrien dargestellt sind, durch Herrn De Grada (Firma: Thal & De Grada in Zürich) ausgeführt wurde.

Der ganze, aus Untergeschoss, Erdgeschoss, erstem und zweitem Stock bestehende Bau hat ohne den Baugrund 1 180 000 Fr. gekostet. Dessen Ausführung lag in den Händen der Herren Architekten Kuder & Müller in Zürich. (Schluss folgt.)

Elektrischer Betrieb auf den schweizerischen Hauptbahnen.

Studie von L. Thormann, Ingenieur, Zürich.

II.

Betriebsprojekt für die schweiz. Hauptbahnen.

Allgemeine Verhältnisse.

Wir beschränken unsere Untersuchung über die Möglichkeit der Einführung eines elektrischen Betriebes auf die fünf schweizerischen Hauptbahnen: Nord-Ost-Bahn, Central-Bahn, Gotthard-Bahn, Jura-Simplon-Bahn und Vereinigte Schweizerbahnen, indem durch Weglassung der andern Bahnen das Zahlenmaterial vereinfacht wird, ohne dass deshalb die Schlussfolgerungen wesentlich beeinflusst würden.

Für die Projektierung des elektrischen Betriebes fallen zunächst folgende Verhältnisse dieser Bahnen in Betracht:

1. Betriebslängen:

N.-O.-B. mit Einschluss der Bötzberrgbahn	809 km
S.-C.-B. einsch. der Aargauischen Südbahn	402 "
G.-B.	275 "
J.-S.-B. ohne Nebenbahnen	927 "
V.-S.-B. ohne Nebenbahnen	278 "

Total 2691 km

2. Geleiselänge gemäss der schweiz. Eisenbahnstatistik:

N.-O.-B.	1270 km
S.-C.-B.	742 "
G.-B.	505 "
J.-S.-B.	1233 "
V.-S.-B.	387 "

Total 4137 km.

3. Steigungsverhältnisse.

Von Einfluss auf den Kraftbedarf eines Zuges ist die mittlere Steigung einer Bahn, d. h. die Summe aller Steigungen und Gefälle geteilt durch die doppelte Betriebslänge, ferner die Länge der Strecken mit über 6‰ Gefälle, auf denen die Schwerkraftskomponente gleich dem Rollwiderstand angenommen werden soll, sodass zur Ueberwindung des Letztern Arbeit nicht benötigt wird.

	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.
Die Summe aller Steigungen und Gefälle . . . m	3977	2170	2562	6551	1404
Die mittlere Steigung . . . ‰	2,46	2,7	4,68	3,55	2,54
Das Gefälle über 6‰, in % der doppelten Länge .	20	24	28	25	20

4. Berechnung der Totalzahl der gefahrenen Tonnenkilometer gemäss Rechenschaftsberichten für 1899:

Es wurden verzeichnet an Fahrkilometern in Tausenden:

	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.
Lokomotivkm. { Fahr Dienst	7290	4443	4233	8434	2290
Personenwagen-Achskm.	1034	1235	433	637	307
Güterwagen-Achskm.	59000	38000	25000	67000	19000
Personen-Kilometer	117000	86500	70000	135800	35500
	325000	191000	118800	319500	108500

Ferner an Tonnenkilometern, wobei angenommen wurde:

Für die Lokomotiven im Rangierdienst, das mittlere Lokomotivgewicht der betreffenden Bahn;

Gewicht pro Reisenden einschl. Handgepäck = 70 kg.

Mittleres Zugsgewicht beim Rangieren = 100 t.

Es ergeben sich daraus für den Fahrdienst folgende Zahlen in Tausenden von Tonnenkm.:

	bei der	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.
Für Lokomotiven		312000	230000	270000	443000	103500
» Personenwagen		292000	187400	155000	306000	80000
» Güter-, Gepäck- und Postwagen		391000	320000	254000	480000	113000
» Personen		22700	13400	8300	22300	7600
» Güter- und Gepäck		197900	133400	143400	209500	53800
Total in 1000 tkm.		1215600	884200	830700	1460800	357900

Die Bauarbeiten am Simplontunnel. — Nordseite.

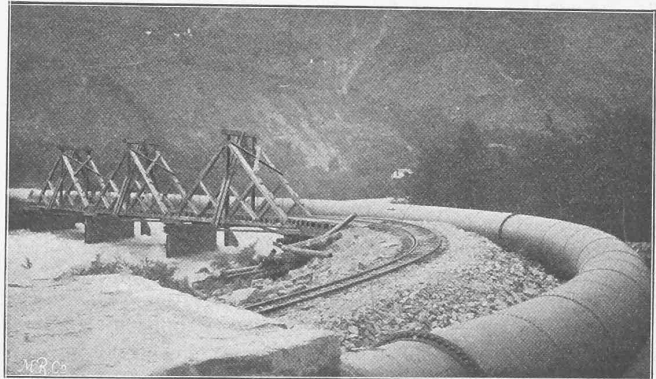


Abb. 24. Druckleitung und Steintransportgeleise. Ansicht der hölzernen Rhonebrücke.

Desgleichen für den Rangierdienst:

für Lokomotiven	44000	64000	27500	33200	14000
» Wagen und Lasten	100000	123000	43000	63000	30000
Total in 1000 tkm.	144000	187000	70500	96200	44000

Gesamtleistung für Fahr- und Rangierdienst:

in 1000 Tonnenkm.	1359600	1071200	901200	1557000	401900
-------------------	---------	---------	--------	---------	--------

5. Berechnung des Kraftbedarfs aus den Tonnenkilometern.

Es sollen obige Zahlen der Berechnung des Kraftbedarfs zu Grunde gelegt werden in der Weise, dass angenommen wird, die Gesamtleistung sei auf dem ganzen Netz gleichmässig verteilt, demgemäss mache sich der Einfluss der Steigungen und Gefälle in den Durchschnittswerten geltend. In Wirklichkeit wird auf der einen Bahn der Verkehr auf den Linien mit grösseren Niveaudifferenzen gegenüber denjenigen in der Ebene vorwiegend, bei der andern wird es umgekehrt sein, sodass für unsere Betrachtungen das Mittel als hinreichend genau angenommen werden kann.

Für jede Tonne ist pro Kilometer Fahrt an effektiver Arbeit erforderlich:

Ein Betrag zur Ueberwindung der mittleren Steigung, bezw. in Meterkilogrammen (mkg) der 1000-fache Betrag der Steigung in ‰, und ein Betrag zur Ueberwindung des Rollwiderstands, der zu rechnen ist abzüglich des Prozentsatzes, der im Gefälle über 6‰ liegt. Der Rollwiderstand ist demgemäss zu 6 kg pro Tonne im Durchschnitt angenommen. Nach der allgemeinen Ueberschlagsformel für den Widerstand eines ganzen Zuges

$$w = 2,4 + 0,001 v^2$$

entsprechen 6 kg einer Fahrgeschwindigkeit von 60 km pro Stunde, die als Mittelwert für alle Züge vorausgesetzt werden soll.

Es stellt sich demnach die Arbeit pro Tonnenkilometer in mkg bei den einzelnen Bahnen auf:

	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.
Für mittlere Steigung mkg	2460	2700	4680	3550	2540
Für Rollwiderstand »	4800	4560	4320	4500	4800
Total in mkg	7260	7260	9000	8050	7340
Oder in Pferdekraft-Stunden	0,0269	0,0269	0,0333	0,0298	0,0272

In diesen Zahlen ist der Energiebedarf für das Anfahren nicht inbegriffen, der beim Anhalten der Züge nutzlos abgebremst wird.

Nimmt man eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 50 km pro Stunde an, auf die nach jedem Halt ein Zug wieder zu bringen ist, so wird die Beschleunigungsarbeit gleich der lebendigen Kraft des Zuges oder für eine Tonne:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{1000 \cdot 14^2}{2 \cdot 9,81} = 10\,000 \text{ mkg.}$$

Je eine Anfahrt auf 5 km gerechnet (mittlere Stationsdistanz) wären obigen Zahlen je 2000 mkg (etwa 25 %) oder 0,0074 P. S.-Stunden zuzufügen.

Es betrügen demnach die effektiven Arbeitsmengen bei der

	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.	Total
pro t/km in P. S.-St.	0,0343	0,0343	0,0407	0,0372	0,0346	—
Total in 1000 P. S.-St.	46 634	36 740	36 678	57 920	13 905	—
täglich in 1000 P. S.-St.	127,7	100,6	100,4	158,7	38,1	525,7

6. Kohlenverbrauch beim Dampfbetrieb.

Interessant ist der Verbrauch an Kohle bezogen auf die berechnete P. S.-Stunde.

Es betrug im Jahre 1899

	N.-O.-B.	S.-C.-B.	G.-B.	J.-S.-B.	V.-S.-B.
Der Kohlenverbrauch in t	94 670	62 647	68 400	103 629	23 442
pro t/km in kg	0,069	0,0585	0,076	0,066	0,0585
pro P. S.-Stunden in kg	2,03	1,7	1,86	1,78	1,69

Wir sehen daraus, dass der Kohlenkonsum pro t/km ungefähr im gleichen Verhältnis der mittleren Steigungen der einzelnen Bahnen variiert, während er für die effektive Pferdekraft-Stunde überall annähernd derselbe ist. Nur die N.-O.-B. macht mit einem relativ etwas höhern Kohlenverbrauch eine Ausnahme, für die eine Erklärung in der Statistik nicht zu finden ist.

Betriebssystem.

Wie bereits erörtert, können nach der heutigen Entwicklung der Elektrotechnik verschiedene Traktionssysteme in Betracht kommen. Welches derselben für unsere Verhältnisse die meisten Vorteile bieten wird, liesse sich nur nach eingehender Untersuchung mit Sicherheit angeben. In rein technischer Hinsicht sind die beschriebenen Systeme alle anwendbar, wenn auch ein jedes seine technischen Vor- und Nachteile hat. Von bedeutendem Einfluss auf die Wahl eines derselben werden aber die Erwägungen betreffend möglichst rationeller Ausnützung der Wasserkräfte, sowie bezüglich der Höhe des Anlagekapitals sein.

Diese Fragen hier des nähern zu untersuchen, würde zu weit führen, da uns vorderhand nur daran gelegen ist, die wirtschaftliche Möglichkeit eines elektrischen Betriebes an und für sich nachzuweisen ohne bezüglich dessen technischer Ausführung irgendwie vorzugreifen. In dieser Hinsicht sind die Unterschiede der Systeme nicht der Art, dass der Vergleich, der mit Zugrundelegung des einen durchgeführt wird, für ein anderes System gänzlich verschiedene Schlussfolgerungen zuliesse.

Wenn wir daher unsere weitere Untersuchung auf das sog. Gleichstromsystem mit Stromzuführung vermittels dritter Schiene beschränken, so geschieht das aus dem Grunde, weil diese Traktionsart bisher am meisten praktische Ausführungen aufzuweisen hat und daher auch allgemeiner bekannt sein dürfte, sodann weil sie auch am ehesten eine weitgehende Ausnützung der Wasserkräfte durch Accumulierung zulässt, worauf wir ganz besonders Wert legen.

Zugbildung.

Die bisherige Trennung von Personen- und Güterzügen soll beibehalten werden und beide Arten als elektrisch betrieben angenommen sein. Das jetzt meist übliche Zugsgewicht der Güterzüge ist allerdings für die Dimensionierung der elektrischen Betriebseinrichtungen etwas unvorteilhaft, desgleichen übrigens auch dasjenige der Personenzüge, sobald es 200 t per Zug übersteigt. Wenn man sich jedoch bei Letzteren dadurch helfen wird, dass man (wie bereits in der Einleitung bemerkt) die Bildung dieser

schweren Züge überhaupt vermeidet, indem man die einzelnen Hauptverkehrszentren unter sich nicht nur wie jetzt mit direkten Wagen, sondern mit direkten Zügen verbindet, so wird auch der Güterzugsdienst in mehrere Einzelzüge sich zerlegen lassen, die jeweilen direkt nach ihrem Bestimmungsort fahren werden. Es könnten dadurch auch die meist überlasteten Güter- und Rangierbahnhöfe entlastet werden, indem das lange Stationieren und öftere Rangieren der für eine lange Zugsbildung bestimmten Wagen im Wegfall kommen wird, da eine kleinere Zahl derselben bereits zu einer Zugsbildung genügt. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass die Geschwindigkeit der elektrischen Personenzüge im Verhältnis zur heutigen jedenfalls eine Steigerung erfahren wird, und daher, falls Personen- und Güterverkehr bei noch vermehrter Zugzahl auf den gleichen Geleisen sich abwickeln lassen soll, für die Güterzüge ebenfalls eine gegen die heutige erhöhte Geschwindigkeit wird eintreten müssen.

Nehmen wir vorläufig sowohl für Personen- als Güterzüge ähnliche Zugsbildung an und beschränken das totale Zugsgewicht auf etwa 150—180 t, so könnte die Last eines solchen Personenzuges z. B. sich zusammensetzen aus:

3—4 vierachsigen Personenwagen	90—120 t
1 Gepäckwagen	7 „
1 Postwagen	7 „
Personen 150—200	10—15 „
Gepäck und Postsachen	10 „
Elektrische Ausrüstung	20 „
Zusammen	144—179 t.

Die Fahrgeschwindigkeit sollte auf den Steigungen von 25 ‰ noch mindestens 40 km pro Stunde betragen. Es entspräche dies einer Leistung von

$$\frac{180(25+6)40\,000}{3600 \cdot 75} = 826 \text{ P. S. eff.}$$

der Wagenmotoren. Auf geringern Steigungen würde die Geschwindigkeit entsprechend zunehmen und auf der Horizontalen etwa 100 km pro Stunde betragen.

Eine weitere Steigerung derselben, wie sie z. B. gegenwärtig im Ausland auf 200—250 km pro Stunde angestrebt wird, dürfte in Anbetracht der durchschnittlich geringen Stationsdistanzen auf unsern Bahnen von keinem grossen Wert sein, es sei denn, dass für längere Strecken zwischen den Hauptorten von den übrigen ganz getrennte Bahnkörper ohne Niveauübergänge angelegt werden könnten, deren Ausführung aber infolge der grossen Baukosten noch lange unmöglich bleiben wird.

Die motorische Ausrüstung eines elektrisch betriebenen Zuges würde auf den Personenwagen untergebracht, von denen eine grössere Anzahl mit z. B. je 2 Motoren à 200 P. S. Leistung bei 40 km Geschwindigkeit ausgerüstet wäre. Für oben erwähnten Normalzug sind daher zwei Personenwagen mit motorischer Ausrüstung erforderlich, während die übrigen Anhängewagen sein können. Die Führung des Zuges wird jeweilen vom vordern Wagen aus einheitlich für alle Motorenwagen besorgt. Auch Gepäck- und Postwagen könnten eventuell mit Regulierapparaten versehen werden, um sie an die Spitze eines Zuges nehmen zu können.

Güterzüge sind ähnlich aus Motorwagen und blossen Anhängewagen zu bilden. Um das Adhäsionsgewicht der ersteren wenigstens einigermaßen nützlich zu verwerten, könnten sie zum Personenverkehr im Lokalrayon oder zur Beförderung der Paketpost und Stückgüter eingerichtet werden. Da die Geschwindigkeit dieser Züge ungefähr derjenigen der heutigen Personenzüge entsprechen wird, dürfte die Paketpostzuweisung an die Güterzüge nicht als ein Rückschritt angesehen werden, wohl aber als eine bedeutende Entlastung der Personenzüge.

Die Güterzugsmotorwagen sind mit der vollen motorischen Ausrüstung zu versehen, bezw. mit 800 P. S., entsprechend dem Kraftbedarf eines Zuges von 180 t. Bei 40 t Adhäsionsgewicht wäre in diesem Fall auf 25 ‰

Steigung ein für elektrischen Betrieb vollständig ausreichender Adhäsionskoeffizient von $\frac{1}{7}$ vorhanden.

Dabei bleibt es unbenommen, eventuell zur Bildung von grösseren Zugsgewichten überzugehen, wenn dementsprechend gegenüber unsern bisherigen Annahmen die Fahrgeschwindigkeit so reduziert wird, dass mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Kontaktleitung auch für die schwereren Züge der maximale Kraftbedarf die vorausgesetzte Norm von 800 P. S. nicht überschreitet. Das Adhäsionsgewicht der Motorwagen dieser Züge wäre natürlich mit Rücksicht auf das erhöhte Zugsgewicht zu nehmen.

Da die Steigerung der Geschwindigkeit der Güterzüge auf diejenige der Personenzüge wenigstens für den Anfang am jetzigen Zustand des Rollmaterials und am Mangel an durchgehenden Bremsen bei den Güterwagen auf Schwierigkeiten stossen dürfte, so wird sich wahrscheinlich die Bildung der schwereren langsamer fahrenden Güterzüge empfehlen. Von einer näheren Untersuchung dieser Frage können wir an dieser Stelle absehen, da sie auf unsern Vergleich nicht weiter von wesentlichem Einfluss ist.

Stromverteilung.

Zum Betrieb der Züge ist Gleichstrom angenommen von etwa 1000 Volt Spannung, der den Wagenmotoren mittels isoliert befestigter, dritter Schiene zugeführt und von den Fahrseilen zurückgeführt wird, während die Stromabnahme durch Gleitkontakte erfolgt.

Da die Wasserkraftanlagen nur ausnahmsweise direkt an der Bahn gelegen sein werden, soll vorausgesetzt sein, dass der Gleichstrom in sog. Umformerstationen erzeugt wird durch Umwandlung der von den Wasserwerken in Form von hochgespanntem Wechselstrom erhältlichen elektrischen Energie, wobei zugleich eine Accumulierung in sog. Pufferbatterien zu erfolgen hat, in der Weise, dass die Energielieferung den Durchschnittsbedarf der betreffenden Station deckt, während der momentane Mehr- oder Minderbedarf von der Batterie ausgeglichen wird.

Die Entfernung der Stationen von einander hängt zum grossen Teil von der Belastung der betreffenden Strecke ab. Angenommen der 800 P. S. (900 Amp. bei 850 Volt) beanspruchende Zug befände sich mitten zwischen zwei Stationen, die Kontaktschiene besitze einen auf Kupfer reduzierten Querschnitt von etwa 600 mm² (Schienengewicht etwa 35 kg), so würde, einen Verlust von rund 150 Volt in der Kontaktschiene vorausgesetzt, bei beidseitiger Speisung der Strecke die Stationsentfernung betragen dürfen

$$L = \frac{4 \cdot 60 \cdot 150 \cdot 600}{900} = 24000 \text{ m.}$$

Es ist dies ungefähr die Distanz zwischen den grösseren Eisenbahnstationen, wenigstens auf der schweizerischen Hochebene. Da solche meist Knotenpunkte verschiedener Linien sind, so wird es möglich, bei Anlage der Umformerstationen an diesen Orten meist nicht nur nach zwei, sondern nach drei und mehr Richtungen Strecken mit Strom zu versorgen. Je nach der Belastung dieser Strecken, den Steigungen, der Zugs- und Geleisezahl sind die Kontakt- und eventuellen Speiseleitungen zu dimensionieren, um innerhalb zulässiger Spannungsverluste zu bleiben.

Die Verteilung auf das Netz der fünf schweizerischen Hauptbahnen ergibt einen Bedarf von etwa 100 Stationen, von denen 40 an Knotenpunkten liegen. Die Kapazität der einzelnen Stationen wird der Zugbelastung des zu versorgenden Gebietes entsprechend sehr verschieden sein.

(Schluss folgt.)

Simplon-Tunnel.

Der unter Datum vom 25. Oktober 1901 erschienene *zwölfte Vierteljahresbericht* über die Bauarbeiten am Simplon-Tunnel umfasst die Zeit vom 1. Juli bis 30. September 1901. In dieser Zeit betrug der erzielte Fortschritt: Auf der *Nordseite* im Richtstollen des Haupttunnels 538 m, im Parallelstollen 528 m, im Firststollen 476 m; für die entsprechenden Stollen der *Südseite* belaufen sich diese Zahlen auf 420, 409 und 283 m. Der Vollausschub ist auf der Nordseite um 374 m, auf der Südseite um 256 m

gefördert worden. An Gesamtaushub beträgt die Leistung für das Berichtsvierteljahr auf der Brieger Seite 20616 m³, auf jener von Iselle 15104 m³, während die Ausmauerung auf der erstern Seite um 443 (4056 m³) auf der letztern um 365 m (3967 m³) fortgeschritten ist. Folgende Tabelle giebt einen vergleichenden Ueberblick über den Stand der Arbeiten zu Beginn und am Schlusse des Quartals.

Tabelle I.

Gesamtlänge des Tunnels 19729 m	Nordseite-Brieg		Südseite-Iselle		Total	
	Juni 1901	Sept. 1901	Juni 1901	Sept. 1901	Juni 1901	Sept. 1901
Stand der Arbeiten Ende . . .						
Sohlenstollen im Haupttunnel . m	5195	5733	3977	4397	9172	10130
Parallelstollen m	5079	5607	3979	4388	9058	9995
Firststollen m	4419	4895	3142	3425	7561	8320
Fertiger Abbau m	4391	4765	3114	3370	7505	8135
Gesamtaushub m ³	212778	233394	154955	170059	367733	403453
Verkleidung, Länge m	4194	4637	2812	3177	7006	7814
Verkleidungsmauerwerk . . m ³	42637	46693	28727	32694	71364	79387

Auf der *Nordseite* betrug das Mittel der Querschnittsfläche des Sohlenstollens wie des Parallelstollens je 5,8 m², bei den entsprechenden Stollen der Südseite 5,8 und 5,7 m². In jedem der drei Stollen waren drei Bohrmaschinen thätig, mit welchen nordwärts in 89 Arbeitstagen im ganzen 881, südwärts in 86 Arbeitstagen 760 Bohrangriffe gemacht wurden. Im ganzen wurden während des Quartals aus den vier Stollen durch mechanische Bohrung 10792 m³ Aushubmaterial gefördert, wozu 44813 kg Dynamit und 8361 Arbeitsstunden aufgewendet wurden. Von letzteren entfallen 3902 Stunden auf die eigentliche Bohrarbeit und 4459 Stunden auf das Laden der Minen und das Schüttern.

Der durch Handbohrung (im Firststollen, Parallelstollen und beim Vollausschub) bewirkte Aushub betrug auf beiden Tunnelseiten zusammen 23964 m³, wofür 24594 kg Dynamit und 100196 Arbeiter-Tagschichten verwendet worden sind.

Die Anzahl der täglich beschäftigten Arbeiter belief sich im Durchschnitt auf:

	Nordseite	Südseite	Zusammen
Im Tunnel	1189	980	2169
Ausserhalb des Tunnels	485	426	911
	1674	1406	3080

(Im vorhergehenden Vierteljahr hatte der Gesamtdurchschnitt 3396 betragen.)

Geologische Verhältnisse.

Auf der *Nordseite* hielten die vielfach Granatkrystalle aufweisenden Schichten von Glimmerschiefer und schieferigem Gneiss bis zu Km. 5,335 an, wo ein glimmerreicher häufig chlorithaltiger Schiefer ohne Granaten einsetzte. Bei Km. 5,548 endlich trat ein grauer Gneiss in gewellten Schichten auf. Von Km. 5,610—5,692 finden sich sporadisch Hornblende-Einlagerungen, wovon Spuren sich bis Km. 5,725 zeigen. Hierauf folgen plötzlich kalkhaltige Glimmerschiefer, ähnlich denjenigen die bis zu Km. 5,548 dem Gneiss vorangingen. — Auf der *Südseite* blieb der Richtstollen bis zu Km. 4,063 im mehr oder minder massigen, zerklüfteten Antigoriogneiss. Bei Km. 4,044 und 4,063 traten schwarze Glimmerschiefer-Schichten auf, davon die letztere in einer Mächtigkeit von 1,50 m. Hierauf folgt wieder Gneiss von der gewöhnlichen Struktur; bei Km. 4,217 unterbricht ihn eine 2 m breite Spalte, die durch teilweise kaolinisierte Gneissstrümmen ausgefüllt ist. Bei Km. 4,245 zeigen sich nochmals schwache Schichten von schwarzem Glimmerschiefer, die, wie die vorhergehenden, südöstlich einfallen, worauf bei Km. 4,325 plötzlich unter dem Gneiss weisser krystallinischer Kalkstein zu Tage tritt, welchen man erst 1500 m weiter nördlich anzutreffen vermutete.

Die Messungen der Gesteinstemperatur in den neu erstellten Probeflöchern haben folgende Ergebnisse gehabt:

Tabelle II.

Nordseite-Brieg		Südseite-Iselle	
Abstand vom Tunnelleingang m	Temperatur des Gesteins °C	Abstand vom Tunnelleingang m	Temperatur des Gesteins °C
5000	erste Messung 32,0 letzte » 31,4	3800	erste Messung 26,4 letzte » 26,8
5200	erste » 32,5 letzte » 31,3	4000	erste » 26,5 letzte » 25,0
5400	erste » 33,9 letzte » 31,6	4200	erste » 22,5 letzte » 21,8
5600	erste » 34,1 letzte » 32,6		