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 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: 15.07.2025

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 Wangen und die Wände der Halle sind mit weissgelbem Marzanastein, 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 Kapitäle aus Blanc-claire-Marmor. Geliefert wurde die Treppe durch das Marmorgeschäft von E. Schneebeli, die Säulen und die Arbeiten in Marzanastein 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.

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:

| NOB. mit Einschluss der Bötzbergbahn | 809 km |
|---------------------------------------|--------|
| SCB. einsch. der Aargauischen Südbahn | 402 " |
| GB. | 275 " |
| JSB. ohne Nebenbahnen | 927 " |
| VSB. ohne Nebenbahnen | 278 " |

Total 2691 km 2. Geleiselänge gemäss der schweiz. Eisenbahnstatistik:

> N.-O.-B. 1270 km S.-C.-B. 742 " G.-B. 505 " I.-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.

Es beträgt bei der N.-O.-B. S.-C.-B. G.-B. J.-S.-B. V.-S.-B. Die Summe aller Steigungen

und Gefälle . . . mDie mittlere Steigung . $^{0}/_{00}$ Das Gefälle über $6^{0}/_{00}$, in $^{0}/_{0}$ 2,7 3,55 2,54 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: bei der N.-O.-B. S.-C.-B. G.-B. J.-S.-B. V.-S.-B. Lokomotivkm, Fahrdienst 7290 4443 4233 8434 2290 Rangierdienst 1034 1235 433 637 307 Personenwagen-Achskm. 59 000 38 000 25 000 67 000 19 000 Güterwagen-Achskm. 117 000 86 500 70 000 135 800 35 500 325 000 191 000 118 800 319 500 108 500 Personen-Kilometer

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 | NOB. | SCB. | GB. | JSB. | VSB. |
|-----|---------------------|-----------|---------|---------|-----------|---------|
| Für | Lokomotiven | 312000 | 230 000 | 270 000 | 443 000 | 103500 |
| | Personenwagen | 292 000 | 187400 | 155000 | 306 000 | 80 000 |
| >> | Güter-, Gepäck- und | | | | | |
| | Postwagen | 391 000 | 320 000 | 254 000 | 480 000 | 113000 |
| >> | Personen | 22 700 | 13400 | 8 300 | 22 300 | 7 600 |
| | Güter- und Gepäck | 197 900 | 133400 | 143400 | 209 500 | 53 800 |
| | Total in 1000 tkm. | 1 215 600 | 884 200 | 830700 | I 460 800 | 357 900 |

Die Bauarbeiten am Simplontunnel. - Nordseite.

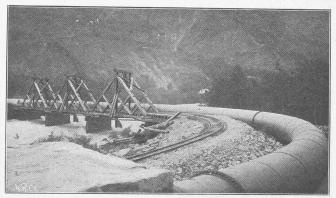


Abb. 24. Druckleitung und Steintransportgeleise. Ansicht der hölzernen Rhonebrücke.

Desgleichen für den Rangierdienst:

| für | Lokomotiven | 44 000 | 64 000 | 27 500 | 33 200 | 14 000 |
|-----------------|--------------------|---------|---------|----------|--------|--------|
| <i>>></i> | Wagen und Lasten | 100000 | 123 000 | 43 000 | 63 000 | 30 000 |
| | Total in 1000 tkm. | 144 000 | 187 000 | 70 500 | 96 200 | 44 000 |
| | Gesamtleistung | für Fah | r- und | Rangierd | ienet. | |

1 359 600 1 071 200 901 200 1 557 000 401 900 in 1000 Tonnenkm.

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 ⁰/₀₀, und ein Betrag zur Ueberwindung des Rollwiderstands, der zu rechnen ist abzüglich des Procentsatzes, 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:

| | NOB. | SCB. | GB. | JSB. | VSB. |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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:

$$\frac{m\,v^2}{2} = \frac{1000 \cdot 14^2}{2 \cdot 9.81} = 10000 \, mkg.$$

Je eine Anfahrt auf 5 km gerechnet (mittlere Stationsdistanz) wären obigen Zahlen je 2000 mkg (etwa 25 0 / $_0$) 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. 46634 36740 36678 57920 13905 — 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

bei der 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 variert, 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 Entwickelung 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.

Zugsbildung.

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 Hauptverkehrscentren 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 Zugszahl 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:

Die Fahrgeschwindigkeit sollte auf den Steigungen von $25\,^0/\!\!$ oo noch mindestens 40 km pro Stunde betragen. Es entspräche dies einer Leistung von

$$\frac{180(25+6)40000}{3600.75} = 826 P. S. \text{ eff.}$$

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 0 /00

Steigung ein für elektrischen Betrieb vollständig ausreichender Adhäsionskoeffizient von 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 vermittels isoliert befestigter, dritter Schiene zugeführt und von den Fahrschienen 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 befinde 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

$$L = \frac{4.60.150.600}{900} = 24000 \text{ m}.$$

Es ist dies ungefähr die Distanz zwischen den grössern 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 Kontaktund eventuellen Speiseleitungen zu dimensionieren, um innerhalb zulässiger Spannungsverluste zu bleiben.

Die Verteilung auf das Netz der fünf schweizerischen Hauptbahnen ergiebt einen Bedarf von etwa 100 Stationen, von denen 40 an Knotenpunkten liegen. Die Kapacität der einzelnen Stationen wird der Zugsbelastung 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 Vollausbruch 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 | |
|---------------------------------|-------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------|--|
| Stand der Arbeiten Ende . | | Juni 1901 | Sept. 1901 | Juni 1901 | Sept. 1901 | Juni 1901 | Sept. 1901 | |
| Sohlenstollen im Haupttunnel . | | 5195 | 5733 | 3977 | 4397 | 9172 | 10130 | |
| Parallelstollen | | 5079 | 5607 | 3979 | 4388 | 9058 | 9995 | |
| Firststollen | m | 4419 | 4895 | 3142 | 3425 | 7561 | 8320 | |
| Fertiger Abbau | | | 4765 | 3114 | 3370 | 7505 | 8135 | |
| Gesamtausbruch | 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 m^2 . In jedem der drei Stollen waren drei Bohrmaschinen thätig, mit welchen nordseits in 89 Arbeitstagen im ganzen 881, südseits 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 Schuttern.

Der durch Handbohrung (im Firststollen, Parallelstollen und beim Vollausbruch) bewirkte Aushub betrug auf beiden Tunnelseiten zusammen 23 964 m3, wofür 24 594 kg Dynamit und 100 196 Arbeiter-Tagschichten verwendet worden sind.

Die Anzahl der täglich beschäftigten Arbeiter belief sich im Durch-

| | 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 Gneisstrümmer 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 Probelöchern haben folgende Ergebnisse gehabt:

Tabelle II.

| Nordseite-Brieg | | | | Südseite-Iselle | | | | |
|----------------------------------|--------------------|------------------------------|------|----------------------------------|--------------------------------|----|------|--|
| Abstand vom Tunneleingang 222 | | mperatu Gest e ins | | Abstand vom Tunneleingang 222 | Temperatur des Gesteins O C | | | |
| * 000 | erste Messung 32,0 | | | -0 | erste Messung 26,4 | | | |
| 5000 | letzte | » | 31,4 | 3800 | letzte | » | 26,8 | |
| 520Q |) erste | » | 32,5 | 4000 | erste | >> | 26,5 | |
| 520Q | letzte | >> | 31,3 | | letzte | >> | 25,0 | |
| 7.400 | ∫ erste | >> | 33,9 | | erste | » | 22,5 | |
| 5400 | letzte | >> | 31,6 | 4200 | letzte | >> | 21,8 | |
| 5600 | erste | >> | 34,1 | | | | | |
| letzte » 32,6 | | | | | | | | |