

# **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

## **Die Arlbergbahn**

**Österreich / General-Direction der Österr. Staatsbahnen**

**Innsbruck, 1896**

VII. Die Rauchverhältnisse im Arlbergtunnel

## VII. Die Rauchverhältnisse im Arlbergtunnel.

Der Arlbergtunnel liegt, mit Ausnahme eines kurzen Bogens bei der Einfahrt in St. Anton, in gerader Linie und nahezu in der Richtung von Ost nach West.

Die Steigung bei der Einfahrt am Ostportale beträgt nach einem nur 7 m langen horizontalen Stück auf eine Länge von 4107 m 2 ‰, woran sich in der Länge von 6136 m ein Gefälle von 15 ‰ anschließt, so dass die Höhendifferenz zwischen den Portalen in St. Anton und Langen, wie schon in früheren Abschnitten erwähnt wurde, 86 m beträgt. Der Arlbergtunnel bildet demnach eine im Gefällsbruche geknickte Röhre von 10250 m Länge mit einem Querschnitte von 41·13 m<sup>2</sup>.

Nachdem künstliche Ventilationsvorrichtungen nicht vorhanden sind, welche übrigens mit Rücksicht auf den Rauminhalt des Tunnels von ungefähr 421.800 m<sup>3</sup> jedenfalls in ganz bedeutendem Umfange hergestellt werden müssten, so ist es allein der natürlichen, durch den Höhenunterschied der beiden Portale, den Temperaturunterschied der inneren und äusseren Luft u. a. m. hervorgerufenen Ventilation überlassen, die schädlichen Einwirkungen auszugleichen und aufzuheben, welche die Verbrennung von Heizmateriale der Locomotiven auf die Tunnelluft ausübt.

Wie nun aus der Tabelle 80 im Abschnitt VI über »Meteorologische Verhältnisse auf der Arlbergbahn« zu entnehmen ist, zeigten unter 1095 am Portale in St. Anton beobachteten Windrichtungen 63 % die Richtung »rein West oder West überhaupt«, 15 % Richtung »rein Ost oder Ost überhaupt«; es verbleiben sonach 22 % auf Windstille und für die Ventilation ungünstige Windrichtungsverhältnisse.

Die Ventilation wird des weiteren durch den Gefällsbruch bei km 4.1 beeinträchtigt, da die Rauchgase selbst bei dem günstigen Westwinde noch 8.2 m herabgedrückt werden müssen. Diese Bewegung wird nun an nahezu 80 Tagen im Jahre durch die äusseren Windrichtungsverhältnisse nicht unterstützt.

Demzufolge sollte ein Versagen der natürlichen Ventilation häufiger eintreten, als dies glücklicherweise thatsächlich der Fall ist.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, musste die Kohlenfeuerung bald aufgelassen werden, weil von den schwer arbeitenden Locomotiven der Tunnel derart mit Rauch angefüllt wurde, dass jedes Signalmittel versagte, und die im Tunnel anwesenden Wächter und Arbeiter sowie das Güterzugs-Personale auf das empfindlichste belästigt wurden.

Die Reisenden in den Personenzügen und das auf diesen Zügen dienstthuende Personale waren jedoch überhaupt den nachtheiligen Einflüssen der Rauchgase nicht ausgesetzt, und die im Nachstehenden beschriebenen, nothwendig gewordenen Vorkehrungen mussten lediglich getroffen werden, um die Wächter und die bei der Erhaltung des Oberbaues im Tunnel beschäftigten Arbeiter vor jenen Einflüssen möglichst zu schützen.

Schon im Beginne des Jahres 1885 wurde daher zur Coaks-Feuerung übergegangen, womit die erwähnten Übelstände zum Theile behoben schienen. Denn die ersten Jahre des Betriebes vergiengen, ohne dass die geringsten nachtheiligen Erscheinungen für die im Tunnel beschäftigten Bediensteten beobachtet worden wären, und ohne dass die Erscheinungen darauf geführt hätten, dass die natürliche Ventilation selbst bei Windstille und ungünstigen Windrichtungen in nicht ausreichender Weise wirke.

Im Jahre 1888 wurde sogar ein ganz bedeutender Verkehr über den Arlberg und durch den Tunnel abgewickelt, welcher Verkehr es mit sich brachte, dass bis zu 31 Zügen mit 52 Locomotiven innerhalb 24 Stunden den Tunnel durchfuhren, und 9 Zugskreuzungen täglich im Tunnel vorkamen. Auch die Verbrennungs-Producte der als Brennmaterialie zur Verwendung gelangenden Coaks wurden bis zum Jahre 1890 keiner weiteren Prüfung unterzogen. Es wurden lediglich je nach den Preisverhältnissen verschiedene Sorten böhmischer Coaks-gattungen, auch Gas-Coaks verwendet; desgleichen wurde der Lagerung der Coaks, welche im Freien allen Witterungseinflüssen ausgesetzt waren, keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Im Monate September des Jahres 1890, also nach nahezu 6jährigem Betriebe traten unter den Tunnelwächtern und den im

Tunnel beschäftigten Oberbauarbeitern plötzlich Krankheitserscheinungen auf, welche, da sie in vielen Fällen Ohnmachtsanfälle im Gefolge hatten, wodurch das Leben dieser Bediensteten durch die verkehrenden Züge bedroht war, sehr ernst aufgefasst werden mussten.

Am 10. September 1890 musste die auf der Westseite des Tunnels zwischen km 6 und 7 beschäftigte Arbeiterpartie durch einen Lastzug aus dem Tunnel geschafft werden, da die meisten Arbeiter vollständig bewusstlos waren, während die Arbeiterpartie auf der Ostseite des Tunnels zwischen km 3 und 4 den ganzen Tag ununterbrochen ruhig arbeiten konnte und vollständig unbelästigt blieb.

Zur Erklärung dieser Erscheinung muss angenommen werden, dass ein gänzlicher Stillstand in der Luftbewegung eingetreten war.

Der schlimmste Fall in dieser Beziehung wurde am 3. October 1890 beobachtet, an welchem Tage von 27 im Tunnel beschäftigten Bediensteten 25 zum grössten Theil bewusstlos aus dem Tunnel geschafft werden mussten.

Diese Vorfälle führten nun dazu, den Rauch- und Ventilationsverhältnissen im Arlbergtunnel die grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Zunächst wurde festgestellt, dass sich alle diese Unfälle immer zwischen 8 und 11 Uhr Vormittag ereigneten, also zu einer Zeit, wo durch den Verkehr von 3 Zügen in der Richtung von St. Anton nach Langen und 4 Zügen in der Richtung von Langen nach St. Anton, sowie durch 2 hiebei stattfindende Zugskreuzungen eine grosse Menge Rauch in den Tunnel eingebracht worden war.

Es wurde ferner festgestellt, dass sich um diese Zeit meist der Wechsel in der Windrichtung im Tunnel von Ost nach West vollzog, und daher die Ventilation des Tunnels, die gerade um diese Zeit am dringendsten nötig gewesen wäre, empfindlich verzögert wurde.

Weiters schien der Beginn der Störung mit dem Zeitpunkte der Verwendung oberschlesischer Coaks, statt der früher gebrauchten Coaks von Nezvestic oder Littiz zusammen zu fallen. Diese Annahme konnte jedoch durch die vorgenommenen Analysen nicht aufrecht erhalten werden.

Auf Grund dieser eingetretenen Erscheinungen wurden nun zunächst systematische Beobachtungen über Rauch- und Windverhältnisse im Arlbergtunnel eingeleitet, welche es auch dem Aufsichtspersonale ermöglichen sollten, die Arbeiterpartieen rechtzeitig aus dem Tunnel zu entfernen, eventuell den Aufenthalt derselben im

Tunnel für derart kritische Zeiten ganz einzustellen. Es wurden ferner genaue Analysen der verwendeten Brennstoffe vorgenommen.

Als auch diese keine verlässlichen und sicheren Anhaltspunkte ergaben, wurde die Untersuchung der Tunnelluft und der Rauchgase im Tunnel selbst durch das »chemisch-mikroskopische Laboratorium für medicinische, hygienische und technische Untersuchungen« von Dr. M. und Dr. Ad. Jolles in Wien veranlasst.

Die bezüglichen Gutachten sammt den Analysen der verschiedenen Materialien sind im Anhange im Wortlaute wiedergegeben.

Der Umstand, dass sich während der ersten 6 Jahre des Tunnelbetriebes Störungen nicht ergeben haben, war ebenfalls Gegenstand eingehender Untersuchungen, deren Ergebnisse zur Annahme berechtigten, dass sowol das Schottermaterialie des Oberbaues, als auch hauptsächlich der Mauerwerkskörper des Tunnels in der ersten Zeit eine gewisse Absorbtionsfähigkeit für alle jene Theile der Verbrennungsprodukte hatten, welche zumeist schädlich auf den menschlichen Organismus wirken.

Es wurde deshalb auch eine periodische Erneuerung des gesammten Schottermaterialies als eines jener Mittel erkannt, welche zur Hintanhaltung derartiger Störungen anzuwenden seien. Die auf Grund der oben angeführten Analysen durchgeführten Massnahmen zur möglichsten Verhinderung der schädlichen Einflüsse auf das im Tunnel beschäftigte Personale waren zunächst darauf gerichtet, sowol die Verwendung von besonders ausgewählten trockenen Brennmaterialien zu ermöglichen, als auch eine thunlichst vollkommene und reine Verbrennung auf dem Rost der Locomotiven während der Fahrt durch den Tunnel zu erzielen.

Um die Abgabe von trockenen Coaks an die Locomotiven sicher zu stellen, wurde in Langen ein grosser Coaksschuppen mit 200 t Fassungsraum in nächster Nähe der Ausgabestelle errichtet; die Coakstransporte wurden nur in gedeckten oder mit Theerplachen gegen Witterungseinflüsse geschützten Wagen eingeleitet. Es wurde ferner angeordnet, dass bei den Locomotiven in Langen vor Eintritt in den Tunnel die Aschenkasten gereinigt werden, damit ein ungehinderter Luftzutritt zum Rost sichergestellt werde.

Für die Feuerung wurden endlich nachstehende allgemeine Vorschriften aufgestellt, deren Einhaltung durch stete Controle überwacht wurde:

1. Verwendung von nur trockenen und reinen Coaks,
2. Herstellung eines reinen Feuers vor Eintritt in den Tunnel,
3. Reinigen der Aschenkasten behufs Ermöglichung des ungehinderten Luftzutrittes,
4. Halten von niederem und stets reinem, hellen und lebhaften Feuer durch eventuelles Offenhalten des Hilfsgebläses.

Das Ausmass der in Langen und St. Anton, an die Locomotiven abzugebenden Coaks wurde derart festgestellt, dass unter allen Umständen ein sicheres Auslangen für die Fahrt im Tunnel gefunden werden konnte. Und zwar erhielten: In St. Anton: jede Locomotive bei Schnell- oder Personenzügen 0·05 t — 0·075 t, je nach der Gattung; bei Lastzügen 0·1 t; in Langen: jede Maschine bei Schnellzügen 0·4 t; bei Personenzügen 0·25 t; bei Lastzügen, wenn diese mit 2 Maschinen durch den Tunnel verkehrten, jede Locomotive 0·35 t; bei Lastzügen mit einer Locomotive 0·45 t. Locomotiven, welche voraussichtlich Aufenthalt im Tunnel zu nehmen hatten, also bei Schotterzügen etc., erhielten für jede Stunde Dienst im Tunnel 0·15 t Coaks.

Um die Rauchansammlungen auf das thunlich geringste Mass zu beschränken, wurde angeordnet, dass sich in der Richtung Langen — St. Anton die Züge überhaupt, und insbesondere die Lastzüge, nur in Pausen von mindestens einer Stunde folgen dürfen, worauf insbesondere bei Einleitung von Erforderniszügen Bedacht genommen werden musste.

Bezüglich der Bediensteten, die im Tunnel Dienst zu leisten hatten, also der Wächter und Oberbauarbeiter, waren folgende Massregeln getroffen worden:

Der in St. Anton stationierte Bahnerhaltungsbeamte wurde beauftragt, die Rauchverhältnisse und Windrichtungen stets genau zu beobachten und sich bei Eintritt von Verhältnissen, welche eine Erkrankung des Personales befürchten liessen, sofort in den Tunnel zu begeben, um dort die nöthigen Massnahmen zu treffen.

Jeder Tunnelwächter und auch jeder Tunnelmeister musste bei Eintritt ungünstiger Rauch- und Windverhältnisse bei seinem Controlgange von einem rüstigen Oberbauarbeiter begleitet werden, welcher mit dem Tunneldienste vollkommen vertraut, und schon längere Zeit, mindestens aber 24 Stunden vorher nicht im Tunnel war, also gegen die schädlichen Einflüsse der Tunnelluft widerstandsfähiger blieb. Diese Einrichtung hatte den Zweck, im Falle der Erkrankung des Tunnelwächters oder Tunnelmeisters, durch den Begleiter von der nächsten

Telefonstation aus die Verständigung der Stationen St. Anton und Langen bewirken zu können.

Eine der wichtigsten Massnahmen bestand darin, bei Eintritt ungünstiger Rauchverhältnisse die Arbeitsstellen entweder zu verlegen, oder die Arbeiten im Tunnel ganz einzustellen und die rechtzeitige Entfernung der Arbeiter zu veranlassen.

Es wurde ferner Vorsorge getroffen, dass auch bei Eintritt besserer Rauchverhältnisse die im Tunnel dauernd beschäftigten Arbeiter einen Tag der Woche im Freien zu arbeiten hatten.

An besonders kritischen Tagen wurde an jene Personen, welche vermöge ihrer Dienstleistung unbedingt den Tunnel betreten mussten, vor Dienstes- oder Arbeitsantritt eine Portion Einbrennsuppe mit Wein vermischt verabreicht, da angenommen wurde, dass auch schlechte Ernährungsverhältnisse die Widerstandsfähigkeit ungünstig beeinflussen.

Die Krankheitserscheinungen hörten nun im Oktober 1890 auf und weder im Jahre 1891 noch im Jahre 1892 ereignete sich eine bedeutendere Störung, trotzdem gerade im Jahre 1892 wegen Reconstruction der Tunnelringe verhältnissmässig viele Arbeiter im Tunnel beschäftigt waren. Man konnte also mit Recht annehmen, dass die getroffenen Massnahmen, die sich an die Vorschläge der erwähnten Gutachten der Gebr. Jolles vollständig anlehnten, zweckentsprechend waren, und dass einer Wiederholung ähnlicher Störungen möglichst vorgebeugt sei.

Da trat im Juni 1893 die Nothwendigkeit der Geleisereconstruction im Tunnel ein; hiezu kam noch, dass auch das Staatstelegrafenkabel neu verlegt wurde, was nicht nur die Anwesenheit von vielen Arbeitern im Tunnel erforderte, sondern auch ein vollständiges Aufwühlen des gesammten Schotterbettes mit sich brachte.

Abermalige Erkrankungen der im Tunnel beschäftigten Arbeiter waren jedoch in sehr leichtem Grade und sehr vereinzelt schon im März 1893 aufgetreten. Diese Erscheinungen mehrten sich nun mit Beginn der Geleisereconstruction und am 16. Juni 1893 mussten 74 Mann zum grössten Theile vollständig bewusstlos mit einem Hilfszuge aus dem Tunnel geschafft werden. Es zeigte sich auch in diesen Fällen, dass in der kritischen Zeit in Folge äusserst träger Luftströmungen im Tunnel eine mangelhafte und zeitweise gar keine Ventilation des Tunnels erfolgte, was mit sich brachte, dass nicht nur die Verbrennungsprodukte aus dem Heizmateriale der Locomotiven

fast vollständig im Tunnel zurückgeblieben waren, sondern dass auch bei den nachfolgenden Locomotiven in Folge der verschlechterten Luft die Coaks nur äusserst unvollkommen verbrennen konnten.

Dazu kam noch der Umstand, dass, wie schon erwähnt, in Folge der Geleisereconstruction das ganze Schottermateriale aufgewühlt wurde und daher eine grosse Menge von schädlichen Gasen die im Verlaufe der Jahre dort theilweise gebunden worden waren, wieder frei wurde. Diese Ereignisse zeigten nun, dass die getroffenen Massnahmen noch immer nicht derart ausreichend waren, um unter allen Umständen die Folgen der schädlichen Einflüsse soweit zu bannen, dass die Gesundheit der Bediensteten gesichert erschiene. Deshalb wurden nun die eingehendsten Studien fortgesetzt, auf welche Art entweder die Ventilation selbst verbessert werden könnte, oder auf welche Art eine ausreichende Luftzufuhr an einzelnen Stellen der Tunnels im Bedarfsfalle zu bewerkstelligen wäre. Gleichzeitig wurde auch die im erwähnten Gutachten der Gebr. Jolles angeführte Feuerung der Locomotiven mit zerstäubtem Theer oder zerstäubtem Rohpetroleum in ernste Erwägung gezogen.

Bezüglich einer künstlichen Ventilation wurden zunächst die Versuche näher verfolgt, welche vom Ingenieur Saccardo im Pratolino-Tunnel der Linie Bologna-Florenz zur Herstellung künstlichen Luftzuges vorgenommen wurden. Diese Einrichtung besteht darin, dass mittels eines Ventilators an der Tunnelmündung ein starker Luftstrom durch eine ringförmige der Peripherie des Tunnels folgende schmale Öffnung eingeblasen, wodurch die Luftsäule im Tunnel mit fortgerissen wird.

Da die Versuche bis jetzt nur bei einem verhältnismässig kurzen Tunnel (3600 m) mit allerdings günstigem Ergebnisse durchgeführt wurden, so mussten noch weitere Versuche abgewartet werden, welche die Möglichkeit der Verwendung dieser Einrichtung für lange Tunnel darthun. Es wurde daher in zweiter Linie einstweilen auch eine Luftzufuhr an einzelnen Stellen im Tunnel in Erwägung gezogen, und diesbezüglich das Einführen von Luftreservoirs mit bis auf 10 atm gespannter Luft versucht. Diese Behältnisse wurden an einzelnen Stellen im Tunnel (den grossen und kleinen Kammern) vertheilt, damit derart Stellen im Tunnel geschaffen werden, wo im Bedarfsfalle eine wenn auch verhältnismässig geringe Menge guter, athembarer Luft zur Verfügung steht. Dieser Massnahme liegt die Erfahrung zu Grunde, dass nur wenig bessere Luft genügt, um eine Erholung der Erkrankten zu bewirken oder wenigstens die schlimmsten Folgen der Erkrankung soweit hintan zu halten, dass das Per-

sonale oder ein Theil desselben noch aktionsfähig bleibt, und die nöthigen Vorkehrungen zur Sicherung treffen kann.

Weiters wurde im Mai 1894 die Einrichtung einer Locomotive Serie 73, welche für den Arlbergdienst bestimmt war, mit dem Petroleumfeuerungsapparat System Holden angeordnet, um auch Versuche in dieser Richtung zu ermöglichen.

Die ersten Fahrten, bei welchen Blauöl und überhaupt Rückstandsöle von der Petroleumraffinerie in Verwendung gelangten, erfolgten im September 1894 und hatten auch in ökonomischer Beziehung ein derart günstiges Ergebnis gegenüber der Feuerung mit Coaks, dass die allmälige Einrichtung der sämtlichen den Arlberg-tunnel durchfahrenden Locomotiven für Petroleumfeuerung beschlossen wurde, was auch mit Ende des Jahres 1896 durchgeführt sein wird.

Die Beschreibung des Petroleumfeuerungsapparates und seiner Thätigkeit erscheint an anderer Stelle gegeben; hier kann nur noch hinzugefügt werden, dass sowohl die Handhabung des Apparates eine äusserst einfache und leichte ist, als dass auch das bis jetzt verwendete Blauöl eine Dampfentwicklung gibt, welche für alle Leistungen ohne besondere Anstrengung der Locomotivkessel eine genügende Dampfentwicklung gewährleistet. Es sind daher die Bedingungen zu einer leichten und vollkommenen Verbrennung im Tunnel vorhanden.

Der Wichtigkeit der Sache entsprechend wurden nun vor dem Beschlusse zum vollständigen Übergange auf Blauölfeuerung auch eingehende Untersuchungen der Einflüsse dieser Feuerung auf die Tunnelluft veranlasst und diese wurden durch den Professor für Chemie an der k. k. Universität in Innsbruck Herrn K. Senhofer durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind gleichfalls im Anhang angeführt.

Das betreffende Gutachten kommt zu dem Schlusse, dass durch die Einführung der Verwendung flüssigen Brennmaterials ein bedeutender Fortschritt in gesundheitlicher Beziehung erzielt werden würde.

Es können jedoch die betreffenden Studien trotzdem nicht als abgeschlossen bezeichnet werden. Insbesondere wird den Ventilationsverhältnissen in Verbindung mit den Witterungsverhältnissen fortgesetzt die grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen. Ferner wird auch in Erwägung gezogen, für die Arbeitertransporte in den Tunnel, zu und von den Arbeitsstellen electriche Traction anzuwenden, was ermöglichen soll, dass die Arbeiter die Mittagspause ausserhalb des Tunnels verbringen können; gleichzeitig soll ein leichter und sicherer Transport der erwähnten Luftreservoirs ermöglicht werden.

Die Frage der electricischen Traction für den gesammten Zugsdienst konnte verschiedener Umstände halber und hauptsächlich wegen der in Frage kommenden bedeutenden Kräfte bis jetzt nicht in ernste Erwägung gezogen werden; es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass vielleicht schon die nächste Zukunft eine radicale Lösung der Frage in dieser Richtung bringen wird.

Bis dahin wird jedoch eine stete Verbesserung der bestehenden Verhältnisse in gesundheitlicher Beziehung und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit angestrebt, um auch in diesem Kampfe mit den Elementen den Sieg auf die Seite des Menschen zu bringen.

---