

I. Theil.

Grundlagen für das Project.

Die Uebereinkünfte, welche betreffend den Bau und Betrieb einer Gotthardeisenbahn in den Jahren 1869, 1870 und 1871 zwischen der Schweiz, Italien und Deutschland abgeschlossen worden sind, enthalten die folgenden für die Bahnanlage massgebenden Bestimmungen:

Das Bahnnetz umfasst folgende Linien, deren Gesamtlänge mit ungefähr 263 Kilometer angenommen ist.

1. Luzern-Küssnacht-Immensee-Goldau.
2. Zug-St. Adrian-Goldau.)
3. Goldau-Flüelen-Biasca-Bellinzona.
4. Bellinzona-Lugano-Chiasso.
5. Bellinzona-Magadino-Pino mit Zweigbahn nach Locarno, (s. Staatsvertrag Artikel 1).

Der Culminationspunkt der Bahn über den Gotthard soll nicht höher als 1162 $\frac{1}{2}$ Meter über dem Meere liegen. (s. Staatsvertrag Artikel 2)

Der kleinste Radius der Curven darf nicht unter 300 Meter betragen (s. Staatsvertrag Artikel 2).

Das Maximum der Steigungen soll nicht über 25‰ gehen; sollte es nöthig sein, so kann nach Ermächtigung des Bundesrathes für die Strecke Biasca und Lavorgo eine Erhöhung derselben auf 26‰ eintreten. (s. Staatsvertrag Artikel 8)

Der zwischen Göschenen und Airolo zu bauende Tunnel ist in gerader Linie zu erstellen. (s. Staatsvertrag Artikel 2)

Die Linie von Flüelen nach Biasca soll doppelspurig gebaut werden. (s. Staatsvertrag Artikel 2)

Auf dem übrigen Theile der Linie Goldau-Bellinzona sind die Tunnels für eine zweispurige Bahn zu erstellen, dagegen brauchen die Kunstbauten und die Erdarbeiten einer bloss einspurigen Anlage zu entsprechen. (s. Staatsvertrag Artikel 2)

Alle übrigen Linien dürfen einspurig gebaut werden. (s. Staatsvertrag Artikel 2)

Die Dauer der Bauzeit der einzelnen Linien wird folgendermassen festgesetzt:

1. 2 $\frac{1}{2}$ Jahr für die Linien:
 - Luzern-Küssnacht-Goldau;
 - Zug-St. Adrian-Goldau;
 - Biasca-Bellinzona;
 - Lugano-Chiasso;
 - Bellinzona-Magadino-Pinomit Zweigbahn nach Locarno.
2. 4 $\frac{1}{2}$ Jahr für die Linien:
 - Goldau-Flüelen;
 - Flüelen-Göschenen;
 - Airolo-Biasca;
 - Bellinzona-Lugano.

Bestimmungen des internationalen Vertrages über die Anlage der Gotthardbahn.

A. Linien des Netzes.

B. Culminationshöhe der Bahn.

C. Minimalradius der Curven.

D. Maximalsteigung.

E. Haupttunnel.

F. Doppelspurige Bahnstrecke.

G. Einspurige Bahnstrecke mit zweigleisigen Tunnels.

H. Einspurige Bahnstrecken.

I. Dauer der Bauzeit.

3. 9 Jahre für den zwischen Airolo und Göschenen zu erstellenden Tunnel.

4. Die Linien:

Biasca-Bellinzona-Langensee
und Lugano-Chiasso

sollen 3 Jahre nach Constituirung der Gesellschaft vollendet sein. (s. Staatsvertrag Artikel 3)

K. Allgemeine
Beschaffenheit
der Bahnen.

Die Beschaffenheit der Gotthardeisenbahn soll derart sein, dass, Fälle höherer Gewalt vorbehalten, der Betrieb gegen jede Unterbrechung sicher gestellt ist, und in allen Theilen den Anforderungen entspricht, welche man an eine grosse internationale Linie zu stellen berechtigt ist. (s. Staatsvertrag Artikel 6 und 2)

L. Anzahl der
mindestens in
Verkehr zu
setzenden Züge.

Auf der Gotthardlinie sollen im Sommer mindestens drei, im Winter mindestens zwei tägliche Personenzüge in jeder Richtung verkehren. Diese Züge sollen ohne Unterbrechung fahren und es soll einer derselben ein Schnellzug sein. (s. Staatsvertrag Artikel 7 und 4)

Gegenwärtiger
Stand der Aus-
führung.
Vollendete
Strecken.

Am 20. Dezember 1874 wurden die Linien:

Biasca-Bellinzona, lang	19.0 Kilometer
Bellinzona-Cadenazzo, lang	9.5 „
mit Zweigbahn nach	
Locarno, lang	12.5 „
am 6. Dezember 1874	
die Linie Lugano-Chiasso, lang	26.0 „
zusammen	67.0 Kilometer

vollendet und dem öffentlichen Betriebe übergeben.

Der Tunnel zwischen Göschenen und Airolo, dessen Länge auf 14,900 Meter festgesetzt ist, wurde im September 1872 in Angriff genommen.

Feste Punkte,
welche durch
die ausgeführ-
ten Bauten für
die noch aus-
zuführenden Li-
nien geschaffen
sind.

Durch diese Bauausführungen sind mehrere Punkte der noch auszuführenden Linien fixirt und zwar:

1. Für die nördliche Rampe Flüelen-Göschenen der obere Endpunkt in der Station Göschenen mit 1109 Meter über dem Meere.
2. Für die südliche Rampe Airolo-Biasca beide Endpunkte, und zwar der obere in der Station Airolo mit 1145 Meter und der untere in der Station Biasca mit 296 Meter über dem Meere.
3. Für die Linie Bellinzona-Lugano beide Endpunkte, und zwar der Bahnhof Bellinzona mit 244 Meter, und der Bahnhof Lugano mit 336.40 Meter über dem Meere.
4. Für die Fortsetzung der Linie Bellinzona-Magadino-Pino der Ausgangspunkt in der Station Cadenazzo mit 211.3 Meter über dem Meere.

Zusammenhang
der Principien,
welche bei Wahl
und Bearbei-
tung der Bahn-
trace, sowie bei
Berechnung des
Kostenvoran-
schlages zur
Geltung kom-
men, mit dem
später zur An-
wendung gelan-
genden Betriebs-
systeme.

Durch die Eingangs verzeichneten Bestimmungen des internationalen Vertrages werden nur die äussersten Grenzen der Steigungs- und Richtungs-Verhältnisse, welche bei den Linien der Gotthardbahn einzuhalten sind, gezogen, und in Bezug auf die bauliche Herstellung bestimmen dieselben nur allgemein, dass der Betrieb der Bahn gegen jede Unterbrechung gesichert werden und in allen Theilen den Anforderungen entsprechen soll, welche man an eine grosse internationale Linie zu stellen berechtigt ist.

Es ist aber nothwendig, schon beim Studium einer Eisenbahntrace eine Anzahl grundsätzlicher, theils den Bahnbetrieb, theils das System der Zugskraft, theils die Construction des Bahnkörpers betreffende Bestimmungen festzustellen, weil dieselben wesentlich auf die Wahl und Bearbeitung des Bahnprojectes und namentlich auf die Berechnung der Baukosten Einfluss üben.

Beschränkun-
gen, welche
durch die Situa-
tion der Gott-
hardbahn und
durch die Bau-
ökonomie der
Traceführung
auferlegt sind.

Wenn dies bei Bahnen gewöhnlicher Art der Fall ist, so gilt es bei der Gotthardbahn — vorzugsweise bei den Gebirgsstrecken derselben — in ganz hervorragender Weise.

Bei der Beschränktheit der Länge, welche zur Gewinnung der Höhe an den Portalen des grossen Tunnels zur Verfügung steht, — bei der Gebundenheit, in welcher sich die Bahn an vielen Orten durch geologische und elementare Erscheinungen und locale Hemmnisse unabweislicher Natur, sowohl ihrer Höhenlage wie ihrer Richtung nach, befindet, — bei der Abnormität der Profile der beiden Flussthäler, welche die Bahn durchzieht, — bei der grossen Unregelmässigkeit und der gewaltigen Plastik der Berggehänge, an welchen sie emporsteigt, — greift jede auch noch so geringe Modification in den für die Trace geltenden Steigungs- und Richtungsverhältnissen, in den Dimen-

sionen des Bahnkörpers, in Lage und Ausdehnung der Stationen und dgl. tief in die Bauökonomie ein, und es bedarf daher der sorgfältigsten Abwägung, wie weit in allen derartigen Beziehungen zu Gunsten eines erleichterten und vortheilhaften Betriebes, Erschwernisse des Baues übernommen werden müssen, und in wie weit zum Zwecke der Herabminderung der Kosten der ersten Anlage dem Betriebe die Uebernahme bleibender Nachteile nicht erspart werden kann.

Nachdem das Maximum der Steigungen, welches in Anwendung kommen darf, festgesetzt, und damit die Leistungsgrenze der Zugskraft im Allgemeinen gegeben ist, so ist es nur noch die Geschwindigkeit der Zugsbewegung, welche auf die Elemente der Anlage und der Construction der Bahn, sowie die Baukosten einwirkt.

Einfluss der Dispositionen über die Zugskraft und die Fahrgeschwindigkeit auf die Bahnanlage.

Die Anwendung der Steigungen, der Radius und die Uebergänge der Curven, die Vertheilung der Stationen, die Construction der Objecte, die Stärke des Oberbaues, die Construction der Fahrbetriebsmittel setzen der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Züge sicher über eine Bahn bewegen können, bestimmte Grenzen, durch deren Einhaltung sodann mehr oder weniger der Leistungswerth einer Bahn bezeichnet ist.

Es erscheint daher gerechtfertigt, dass man bei Aufstellung des Programms für die Bahnanlage von dem Systeme der Zugkraft und der Geschwindigkeit, bis zu welcher die Bewegung der Züge soll gesteigert werden können, ausgeht.

Um in dieser Hinsicht ein Dispositiv zu erhalten, bedarf es in erster Linie einer Klarlegung des Charakters und der Verkehrsverhältnisse der Bahn.

Das Netz der Gotthardbahn begreift zwei Bahngruppen ganz verschiedenen Charakters in sich:

Gliederung des Bahnnetzes.

1. die eigentliche Gebirgsbahn, und
2. die Anschlussbahnen.

Die eigentliche Gebirgsbahn bilden die beiden: — im Norden im Reussthal, im Süden im Tessinthal — zum Gotthard ansteigenden Rampen mit dem grossen, dessen Gebirgsstock durchbrechenden Tunnel.

Die Anschlussbahnen im Norden beginnen von den beiden Endpunkten Luzern und Zug, vereinigen sich bei Arth am südlichen Ende des Zuger See's, und gehen von da in einem Strang bis zu dem Ausgangspunkte der nördlichen Rampe. Der Luzerner Strang nimmt bei Immensee die Aargauer Südbahn auf.

Im Süden bestehen die Anschlussbahnen aus 3 Strängen, welche von Locarno, Pino (Grenzort am linken (östlichen) Ufer des Lago maggiore) und Chiasso (Grenzort zwischen dem Lago di Lugano und Lago di Como) ausgehen, sich südlich von Bellinzona vereinigen, und ebenfalls in einem Strang bis zum Ausgangspunkte der südlichen Rampe fortlaufen.

Die Verzweigungen der nördlichen Anschlussbahnen haben drei, je für sich günstig alimentirte Verkehrsströmungen.

Bedeutung der in Arth zusammenstreichenden nördlichen Verzweigungen.

Der Luzerner Zweig fasst den Verkehr aus der Westschweiz in sich zusammen, welchen die Linien von Bern und Olten dahin führen, — in Immensee mündet der von der Nordwestschweiz und über Basel von dem grossen Verkehrsrayon des Rheins kommende Verkehr ein, — in Zug endlich fliesst auf dem Wege über Zürich der Verkehr der Nordostschweiz zu, und vom Bodensee her derjenige Nord- und Mitteldeutschlands. Es ist daher darauf zu rechnen, dass erst an dem Vereinigungspunkte dieser drei selbstständigen Verkehrslinien, — in Arth — die Componirung und Decomponirung der über die Gotthardbahn passirenden Züge stattfinden wird, und es ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Leistungsfähigkeit der von da ausgehenden Linie für die Bewältigung des Verkehrs der drei Zweige genüge.

Dieses Verhältniss bringt es ferner mit sich, dass der Verkehr der Züge von Luzern, — von Immensee und von Zug nach Arth, wenn die Zugskraft auf denselben ökonomisch ausgenützt werden soll, je für sich mehr oder weniger selbstständig gestaltet werden muss, und es ist kaum zu vermeiden, dass die Bauanlage der Endstationen und der ganze Betriebsapparat danach eingerichtet werde. — Zur Vereinfachung der Anlage und des Betriebsdienstes würde es aber wesentlich beitragen, wenn zwei dieser Zweige, nämlich Immensee-Arth und Zug-Arth, von den Bahnen, welchen sie als Fortsetzung dienen, in ihren Betrieb einbezogen würden, oder wenn man sich dahin einigen könnte, die Züge der Gotthardbahn über diese ihre Endpunkte hinaus, bis zu den eigentlichen Sammelpunkten des Verkehrs, Basel und Zürich fortzusetzen.

Bedeutung der südlichen Ver-
zweigungen.

Die drei Bahnzweige, in welche sich die Gotthardbahn südlich von Bellinzona theilt, sind ihrer Bedeutung nach sehr verschieden; — der Flügel, welcher seinen Endpunkt in Locarno hat, ist eine Localbahn, welche keine andere Fortsetzung hat, als den Schiffsverkehr über den Lago maggiore; und dieser ist sehr unbedeutend, weil am entgegengesetzten Seeufer die Fortsetzung der Bahn liegt, also von dem Transitogüterverkehre auf diese Linie gar nichts, und von dem Localgüterverkehre des Seeufers nur dasjenige gelangen wird, was nicht an weiter südlich gelegene Bahnstationen günstiger abgegeben werden kann; dagegen wird ein Theil des Touristenverkehrs, insofern die Fahrt über den See auf dem Dampfschiffe jener am Rande desselben auf der Eisenbahn nicht vielfach vorgezogen werden dürfte, diesem Flügel zufallen.

Die beiden anderen Zweige Bellinzona-Pino und Bellinzona-Chiasso können im Transitoverkehre nur als derselben Aufgabe dienstbar angesehen werden. Südlich der Seen durchkreuzen sich nämlich beide Verkehrsrichtungen derart, dass die Weglängen zu den Handelsknotenpunkten Norditaliens: Mailand und Genua, den blossen Entfernungen nach, sich auf beiden Linien annähernd gleichkommen; während der virtuellen Länge nach der Weg über Pino, nach beiden Punkten hin, weitaus den Vorrang behauptet, denn diese Linie hat nur locale Erhebungen, welche mit mässigen Steigungen gewonnen werden können, zu überwinden, liegt aber im wesentlichen in gleichem Niveau: — die Linie gegen Chiasso hat dagegen zwischen Bellinzona und Lugano unter Anwendung bedeutender Steigungen den Rücken des Monte Ceneri mit ungefähr 210 Meter Höhe, und zwischen Lugano und der Grenze eine Wasserscheide von 55 Meter Höhe, sodann auch noch jenseits derselben bedeutende Höhen zu gewinnen, welche sie, ganz abgesehen von noch mehreren unbedeutenderen lokalen Höhenverlusten, alle wieder verliert.

Der Zweig Bellinzona-Chiasso ist also unzweifelhaft als eine untergeordnete, nur supplementäre Linie zu betrachten, da er neben dem Localgüter- und einem, vielleicht frequenten Personen-Verkehre, von dem Transitohandelsverkehre nur so viel erhalten wird, als es der Gotthardbahn, zur Sicherung ihres Einflusses auf die Tarife und zu Gunsten ihrer längeren Linie, unter Umständen dienlich sein wird.

Arth-Pino (resp.
Luino) Haupt-
linie für den
durchgehenden
Verkehr.

Bei dieser Gestaltung der Bahnlinien kann es wohl kaum fraglich sein, dass auf der Bahnstrecke von Arth bis Pino (Luino), ungefähr 145 (respective 160) Kilometer lang — für den grossen Durchgangsverkehr, dem die Gotthardbahn dienen soll, ein ununterbrochener einheitlicher Zugverkehr ermöglicht werden muss, welcher eine so vollständige Ausnützung der Zugskraft zulässt, wie es die Umstände überhaupt gestatten. Da zudem auf dieser ganzen Strecke keine Ortschaften vorkommen, welche durch ihren Verkehr eine wesentliche Vermehrung oder Verminderung der Zuglast herbeiführen, oder Anlass zu längeren Aufenthalten geben werden, so hängt es nur davon ab, dass die Unterschiede im Effecte des Bahnbetriebes, welche durch die ungleiche Steigung und durch die verschiedenen klimatischen und sonstigen auf die Adhäsion einwirkenden Einflüsse entstehen, in Anlage und Ausrüstung der Bahn günstig paralysirt werden, um für den Betrieb das relativ vortheilhafteste Resultat zu erzielen.

In Bezug auf die Verbindung mit der in Pino einmündenden Bahn italienischer Seite besteht die Annahme, dass an dem Grenzorte selbst, der Oertlichkeit wegen, ein Betriebswechsel nicht stattfinden kann, sondern dass die Züge der Gotthardbahn erst in Luino ihren Abschluss finden. Sollte dies Vorhaben nicht aufrecht erhalten werden, so bliebe nur die Anordnung übrig, dass die italienischen Züge bis Cadenazzo oder besser bis Bellinzona fortgeleitet werden.

Allgemeine
Grundlagen für
die Organisation
des Betriebes
der Gotthard-
bahn, soweit die-
selben die Bahn-
anlage beein-
flussen.

Auf vorstehende Annahmen, betreffend die Bedeutung der einzelnen Linien der Gotthardbahn, stützen sich die nachstehenden bei der Wahl und der Bearbeitung der Trace im Auge gehaltenen allgemeinen Grundlagen für die zukünftige Organisation des Betriebes:

1. Im Norden werden die Linien:

Luzern-Arth,

Immensee-Arth (der Zugsanschluss findet nicht in Immensee statt, sondern in Arth),

Zug-Arth,

im Süden die Linien:

Chiasso-Bellinzona,

Locarno-Cadenazzo,

(resp. Bellinzona)

als supplementäre betrachtet, und je nach dem Verkehrserfordernisse unabhängig, aber im innigen Anschlusse an den Verkehr der Hauptbahn betrieben.

2. Auf der Hauptlinie Arth-Luino soll der Durchgangsverkehr der Güterzüge möglichst mit geschlossener Zuglast und ohne Theilung oder neue Rangirung unterwegs, — bewältigt werden.
3. Der Verkehr der durchgehenden Personenzüge, namentlich des Schnellzuges, welcher im Norden von den Endpunkten: Luzern (Immensee) und Zug ausgeht, wird in Arth, — derjenige, welcher im Süden von den Endpunkten: Chiasso, Luino und Locarno ausgeht, wird in Bellinzona in einen Zug vereinigt.
4. Der Localgüter-, sowie der Localpersonenverkehr wird nach Bedarf auf allen Linien durch gemischte Züge besorgt.
5. Die Steigungen und Krümmungen der Bahnlinien werden unter Berücksichtigung der Verschiedenheit der präsumtiven Adhäsionscoefficienten so gewählt, dass die Güterzüge, welche auf den Anschlussbahnen bis zum Ausgangspunkte der Rampen, mit einer Locomotive von entsprechendem Adhäsionsgewichte (Thalocomotiven mit drei gekuppelten Achsen) bei mittlerer Zugsgeschwindigkeit bewegt werden, bei der Fortsetzung auf den Rampen die Zugskraft zweier Locomotiven des grössten Adhäsionsgewichtes (Berglocomotiven mit 4 gekuppelten Achsen) bei entsprechend gemässigter Geschwindigkeit absorbiren.

Entsprechend soll die Bewegung ein und desselben Personenzuges, welcher auf den Anschlussbahnen bei Anwendung der den heutigen Ansprüchen grosser Haupt-Verkehrslinien angemessenen Geschwindigkeit, eine leicht construirte Eilzugslocomotive erforderlich macht, auf den Rampen, bei entsprechender Verminderung der Geschwindigkeit, durch die für die Beförderung der Güterzüge auf den ersteren dienenden Locomotiven — in günstiger Weise erfolgen können.

6. Die Beförderung der Züge durch den grossen Tunnel soll, falls dafür nicht eine ganz besondere Zugskraft in Anwendung kommt, durch eine Locomotive bewältigt werden.

Bei Durchführung dieser Grundsätze ergeben sich des Weiteren folgende functionäre Grenzen für die Steigungen, Zuglasten und Adhäsionsgewichte der Locomotiven auf den verschiedenen Strecken, auf welche die weiteren Anordnungen sich vornehmlich basiren.

Elemente der
Zugförderung.

Maximalsteigung der Bahn ‰	Durchschnitts- Adhäsions- Coefficient	Anzahl der Locomotiven	Adhäsions- gewicht der Locomotiven ohne Tender Tonnen	Brutto-Zugs- last ohne Locomotiven und Tender Tonnen	Maximal- geschwindig- keit Kilometer per Stunde
1. Für die Güterzüge:					
10 ‰ (Anschlussbahnen)	$\frac{1}{6}$	1	38	350	17
25 ‰ (Rampen).	$\frac{1}{7}$	2	52	350	12
5.82 ‰ (grosser Tunnel)	$\frac{1}{10}$	1	52	350	15
2. Für die Personenzüge:					
10 ‰ (Anschlussbahnen)	$\frac{1}{6}$	1	25	100	45
25 ‰ (Rampen).	$\frac{1}{7}$	1	38	100	22
5.82 ‰ (grosser Tunnel)	$\frac{1}{10}$	1	38	100	30

Da in langen Tunnels die Schienen meist schlüpfriger sind, als in der offenen Bahn, so muss, wenn die Zugskraft im Stande sein soll, dieselbe Zuglast, welche sie in der offenen Strecke fortbewegt, auch in solchen Tunnels anstandslos zu fördern, die Steigung in diesen, der Abnahme des Adhäsionscoefficienten entsprechend, — vermindert werden. Den praktischen Erfahrungen am Brenner, Semmering und Mont Cenis gemäss, sinkt der Adhäsionscoefficient, welcher auf offenen Bahnstrecken von 25 ‰ Steigung und Curven von 300 Metern Radius $\frac{1}{7}$ beträgt, in grossen Tunnels auf $\frac{1}{7.5}$ bis $\frac{1}{8}$ herab, so dass daselbst die Leistung einer achtkuppigen Berglocomotive häufig von 175 auf 150 Tonnen abgemindert wurde.

Ermässigung
der Steigung
in den Tunnels
grösserer Länge.

Um nun die Adhäsionsverhältnisse auf der Gotthardbahn auf allen Theilstrecken möglichst gleich zu gestalten und damit für den Durchgangsverkehr eine constante Zugbelastung statthaft zu machen, soll in allen Tunnels beträchtlicher Länge, welche in Bahncurven von weniger als 400 Meter Radius liegen, die Bahnsteigung und zwar in den Anschlussbahnen von 10‰ auf mindestens 8½ bis 9‰ und in den Rampen von 25 auf 22 bis 23‰ reduziert werden.

Anwendung der Steigung von 26‰ auf der Strecke von Biasca bis Lavorgo.

Da andererseits unter Verhältnissen, wo sich eine Zunahme des Adhäsionscoefficienten bis zu 1/6.7 ergibt, die Leistung einer Locomotive zur Bewältigung der für die Bergstrecken der Gotthardbahn als constant angenommenen Zuglast von 175 Tonnen, — noch auf einer Maximalsteigung von 26‰ vollkommen genügt, so kann wohl ohne Anstand zu der schon durch die internationale Uebereinkunft als eventuell zulässig erklärten Erhöhung der Steigung auf 26‰ in der Strecke Biasca-Lavorgo geschritten werden; denn es ist die Lage dieser Strecke klimatisch so günstig, dass man mit Sicherheit auf entsprechend günstigere Adhäsionsverhältnisse daselbst Rechnung machen kann.

Es lässt sich sonach, ohne die gleichmässige Leistungsfähigkeit der Bahn dadurch zu beeinträchtigen, das Steigungsmaximum dieser Theilstrecke auf 26‰ steigern und dadurch (wie später bei Beschreibung dieser Linie hervorgehoben werden wird) an den Baukosten ansehnlich ersparen; für die Tunnels soll auch auf dieser Strecke relativ die gleiche Ermässigung der Steigung, d. i. auf 23‰, Platz greifen.

Uebergangscurven und Einschaltung gerader Linien zwischen Curven entgegengesetzter Richtung.

Um den Widerstand der Wagen bei Durchfahrung der Curven, — auch mit der angenommenen Maximalzugsgeschwindigkeit, — möglichst zu beheben, soll der Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges und der Herstellung einer entsprechenden Strecke normalen Geleises zwischen den Curven entgegengesetzter Richtung besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Für den Minimalradius der Curven von 300 Meter wird die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in den Anschlussbahnen 150 Millimeter und in den Rampen 100 Millimeter betragen; die Hälfte dieser Höhendifferenz beider Schienen soll durch Senkung des inneren, die andere durch Hebung des äusseren Stranges erzielt werden, damit durch die localen Schienenerhöhungen die Lage des Schwerpunktes zur Bahngefällslinie nicht alterirt, und die nicht unwesentliche Erschwerniss der Zugsbewegung in den Curven möglichst vermieden wird.

Der Uebergang der Curven in die Gerade wird durch parabolische Linien vermittelt, welche für 300 Meter Radius bei den Thalbahnen eine Länge von 80 Meter und bei der Gebirgsbahn von 40 Meter erhalten. Bei Curven mit grösserem Radius nimmt die Länge dieser Uebergänge entsprechend ab, und bei ersteren hört ihre Anwendung bei 1500 Meter Radius, bei letzteren bei 2200 Meter Radius gänzlich auf. Zwischen zwei Curven des Minimalradius, die sich in entgegengesetzter Richtung aneinanderreihen, wird ausser der Uebergangscurve eine Gerade von 40 Meter eingeschaltet; — die Länge dieser einzuschaltenden Geraden nimmt bei Curven grösserer Radien ab, und kann bei Curven von mehr als 2000 Meter Radius ganz wegfallen.

Länge, Niveau und Anzahl der Bahnstationen.

Den früher nachgewiesenen Bruttolasten der Züge entsprechend, können diese in voller Belastung nicht mehr als 50 Achsen vollbeladener Waggons (à 5 Tonnen Eigengewicht und 10 Tonnen Ladegewicht) enthalten und nehmen dann sammt Locomotive und Tender eine Länge von 230 Meter in Anspruch; — wenn man aber in Betracht zieht, dass die Ausnutzung der Wagen, durch die in einer Richtung leer gehenden Fahrzeuge, unter Umständen bis auf circa 40 % herabsinkt, so kann die Länge der Züge auf 75 Achsen à 4,5 Tonnen anwachsen und damit ergibt sich als äusserste Grenze der Länge eines Zuges sammt 2 Locomotiven und Tendern 340 Meter.

Das war massgebend, die freie Länge der Stationsgeleise in den Zwischenstationen kleinster Classe auf mindestens 350 Meter festzusetzen.

Die Einschaltung der Stationsniveaus in die meist gebundenen Steigungslinien der Bahn wirkt — bei der Schwierigkeit des Terrains der Gotthardbahn — natürlich wesentlich auf die günstige Situation der Trace und auf die Bauökonomie ein, denn sie erfordert eine entsprechende Vergrösserung der Entwicklungslänge, welche zur Gewinnung der gegebenen Höhe nöthig ist; sie vermehrt aber auch die Betriebslänge und die Betriebskosten der Bahn.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, ist einestheils die Länge der Zwischenstationen überall, wo eine solche Einwirkung fühlbar Platz greift — und wo es die Verkehrsinteressen zulassen, — auf das geringste zulässige Mass eingeschränkt, andererseits ist durch Einführung einer sanften

Steigung in die Station, bis zu 2,5 ‰, die Unterbrechung in der Höhengewinnung der ansteigenden Bahntrasse möglichst gemildert.

Was die Anzahl der einzuschaltenden Zwischenstationen anbelangt, so kann man bei den Thallinien den localen Interessen vorwiegend Folge geben; bei den Gebirgslinien aber müssen für den Abstand der Stationen in erster Linie die Betriebsrücksichten massgebend sein.

Anzahl und Lage der Stationen.

Nach Erfahrungen, welche beim Betriebe der Semmering- und Brennerbahn gemacht wurden, hat sich ergeben, dass die dort in Anwendung stehenden 8 Kuppler-Bergmaschinen mit 52 Tonnen Adhäsionsgewicht und 200 qm Meter Heizfläche und einem Tender mit 8½ cub. Meter Wasserfassungsraum — die für die constante Zuglast erforderliche Dampfspannung höchstens auf 10 Kilometer Bahnlänge erhalten können. Es musste also als Regel gelten, dass in den Rampen die Stationsentfernungen unter dieser Masse bleiben, und dass alle Stationen zur Wassernahme geeignet sind.

In solchen Strecken, in welchen die Bahn elementaren Zufällen besonders ausgesetzt ist, wo also Störungen und Aufenthalte in der Zugsbewegung nicht ganz vermieden werden können, und wo die Adhäsionsverhältnisse zu Zeiten auf ganz abnorm geringe Coefficienten herabsinken, dürfen die Stationsentfernungen diese Grenze bei weitem nicht erreichen, oder wo die Umstände eine Herabminderung nicht zulassen, muss in anderer Weise vorgesorgt werden, dass der aufwärtsfahrende Zug zwischen den Stationen Halt machen und den Wasservorrath ergänzen kann, — auch sollte in solchen Strecken auf die Eventualität der Aufstellung eines Arbeitszuges, einer Schneepflugmaschine oder eines zu überholenden Güterzuges Bedacht genommen werden. Um allen diesen Anforderungen zu genügen, wurden Reservewasserstationen eingeschaltet, welche die continuirliche Bahnsteigung nicht unterbrechen; dieselben bestehen aus einem horizontalen Nebengeleise, welches an Seite des für den aufwärtsfahrenden Zug bestimmten Geleises gelegt und mit diesem durch eine nur in der Zugsrichtung sich öffnende Weiche verbunden wird.

Einschaltung von Reservewasserstationen.

Nördlich und südlich sind an den Ausgangspunkten der Rampen grössere Stationen erforderlich, für welche eine Länge von 800—1000 Meter für nothwendig erachtet worden ist.

Ausgangsstationen der Rampen.

Es ist zwar bei den im Auge gehaltenen allgemeinen Dispositionen für den zukünftigen Betrieb die Nothwendigkeit, in diesen Stationen eine Zugsrangirung vorzunehmen, behoben, es soll daselbst für den constanten Zug vielmehr nur ein Ersatz der Zugskraft nach Erforderniss der wechselnden Bahnconstruction stattfinden; da jedoch in diesen Stationen, ausser der Ab- und Zuführung der Locomotiven, die Regelung der Zugfolge, die Ordnung der Bremsen, die Revision der Fahrzeuge, und die dadurch hervorgerufene Ein- und Ausstellung von Wagen und dgl. Raum und Aufenthalt erfordernde Manipulationen vorzunehmen sind, so ist immerhin das Bedürfniss zu einer grösseren Anzahl von Geleisen vorhanden und daher die genannte Stationslänge nothwendig.

Die Stationen, welche vor den beiden Eingängen des grossen Tunnels angeordnet wurden, sind schon an und für sich unerlässlich, da der durch die Länge des Tunnels bedingte Abstand derselben von 15,200 Meter die äusserste Grenze für die Entfernung zweier Stationen bildet; sie haben aber auch noch die specielle Bedeutung, dass in ihnen voraussichtlich eine Aenderung der Zugkraft stattfinden wird, sei es nun, dass dieselbe durch einen stehenden oder beweglichen neuen Motor, sei es, dass sie durch eine Auswechslung oder Reduction der auf den Rampen angewendeten Zugförderungskraft bewerkstelligt wird. Eine Entscheidung dieser Frage dürfte wohl gegenwärtig noch nicht opportun sein, da sie bei Wahl und Bearbeitung der Bahntrasse noch nicht in Betracht kommt, und es nur erwünscht sein kann, noch Zeit und Gelegenheit zu weiteren Erfahrungen und Beobachtungen darüber zu gewinnen.

Stationen Göschenen und Airolo als obere Endstationen der Rampen.

In Berücksichtigung dieser Umstände ist für die Stationen Göschenen und Airolo eine Länge von 500 Meter bei entsprechender Breite vorgesehen, aber die Möglichkeit der Erweiterung, namentlich die Anlage von Material-Dépôtplätzen und dergleichen nicht ausser Auge gelassen worden, wozu die entsprechende Disposition über das Tunnelaushubmaterial noch jederzeit getroffen werden kann.

Als die Haupt- und Rangirstationen des Netzes müssen die Endstationen der vereinigten Hauptlinie — im Norden Arth, im Süden Luino (respective Bellinzona oder Cadenazzo) — betrachtet werden, denn in diesen werden die Züge im Transito-Verkehre einerseits übernommen und componirt, anderseits nach den einzelnen Verzweigungen respective für die Abgabe an die einmündenden Bahnen decomponirt.

Haupt- und Rangirstationen Arth und Luino.

Diesen Stationen muss in Anbetracht dieser ihrer Bedeutung eine Länge von mindestens 900 Meter und eine ausreichende Breite gegeben werden.

Hieher werden auch am passendsten die Hauptanlagen der Zugsförderung, die Heizhäuser, Magazine und Werkstätten verlegt *).

Im Süden fällt die Anlage der Hauptstation Luino in fremdes Gebiet, es ist daher nur Sorge zu tragen, dass der Gotthardbahn die Mitwirkung bei Bestimmung der Anordnungen und Baulichkeiten derselben gesichert werde.

Uebrige End-
und Anschluss-
stationen.

Für die End- und Anschlussstationen an der nördlichen Seite: Luzern, Immensee, Zug, sind bei der Aufstellung des Traceprojectes der Gotthardbahn naturgemäss diejenigen Situationen gewählt, und nur diejenigen Anlagen und Dimensionen bestimmt worden, welche diese Stationen nach ihrer örtlichen Bedeutung und nach Massgabe des Umfanges des in dieselben eintretenden Verkehrs für die eigene Bahn erhalten müssen. Was an Anlagen durch den Anschluss der einmündenden Bahnen zu speciellen oder gemeinsamen Zwecken noch erforderlich wird, kann wohl nur im Verhandlungswege und nach den jeweiligen Umständen festgestellt und muss von diesen Letzteren bestritten werden.

Es wurde jedoch neben der Berücksichtigung des eigenen Bedürfnisses, bei der Situirung und Anordnung dieser Stationen Vorsorge getroffen, dass eine Erweiterung und Ausbildung einer Station, den weiteren Anforderungen entsprechend, anstandslos vorgenommen werden und der Anschluss der einmündenden Bahnen günstig erfolgen kann, ohne solche Herstellungen jetzt schon speciell zu behandeln.

Das Nähere erscheint in der später folgenden Behandlung der einzelnen Linien.

Rangordnung
der Zwischen-
stationen.

Stationen, deren Anlage vorwiegend durch die oben erwähnten Anforderungen des Betriebes bedingt ist (VI. Classe), sollen, um sie dem, wenn auch spärlich und häufig nur in den Sommermonaten zu gewärtigenden Localverkehre dienstbar zu machen, in der Regel neben den beiden durchgehenden Geleisen, nur mit einem kurzen Stockgeleise zur Aufnahme von Frachten ausgerüstet werden.

Ihre Länge ist mindestens 350 Meter.

Die nächstgrösseren Stationen (V. Classe) erhalten ausser den beiden durchgehenden und einem nur dem Localfrachtverkehr dienenden, nur ein Nebengeleise für Zugskreuzungen. Diese Stationen sind 450 Meter lang angeordnet.

Stationen IV. Classe erhalten zwei Nebengeleise und eine Länge von 500 Meter.

Stationen III. Classe, welche mit drei Nebengeleisen und zwei Stockgeleisen versehen werden sollen, erfordern eine Länge von 550 Meter.

Als Stationen II. Classe rangiren diejenigen, welche ausser den für den Local- und Zugverkehr erforderlichen Geleisen noch specielle Anlagen für den Locomotivdienst erfordern; die Länge richtet sich nach der Disposition der Geleise.

Für Stationen ausserordentlichen Erfordernisses, wie die End- und Anschluss- und die Ausgangsstationen der Rampen (I. Classe) ist eine Länge von 800—1000 Meter in Aussicht genommen.

Bei der Bestimmung der Classe einer Station sind immer in erster Linie die Rücksichten des Betriebserfordernisses, wohl aber nach Möglichkeit auch die Erfordernisse des Localverkehrs in Betracht gezogen.

Umfang und
Bauweise der
Stations-
gebäude.

Für die Bahnhofs- und Stationsgebäude sind vorläufig diejenigen Dimensionen in Rechnung gezogen, welche erfahrungsgemäss für den entsprechenden Verkehr erfordert werden. Die Bauausführung soll je nach dem Zwecke des Gebäudes massiv oder in Holz erfolgen, und sich den durch Klima und Höhenanlagen bedingten landesüblichen Constructionen möglichst anschliessen, immer aber den Charakter der Industriebauten einhalten und das Gepräge äusserster Einfachheit und Oeconomie an sich tragen.

Stellung der
Weichen in den
Stationen der
doppelgleisigen
Bahn.

In allen Stationen der doppelgleisigen Gebirgsbahn wird als ein für die Sicherheit des Zugverkehrs unabweisliches Princip angesehen, die Weichen der durchlaufenden Geleise so anzuordnen, dass sie sich nicht gegen den einfahrenden Zug öffnen.

Anordnung der
Wärterhäuser.

Es ist angenommen, dass im Allgemeinen auf je einen Kilometer Bahn ein Wärter komme und dass die Häuser für Unterbringung der Wärter in möglichst gleichmässiger Vertheilung an der Bahn erbaut werden, wobei jedoch auf die leichte Bedienung der Wegschraken gehörige Rücksicht genommen worden ist; an denjenigen Strecken des Bahnnetzes aber, welche dem Schneefalle in

*) Aus diesem Grunde wird auch in diesem Berichte angenommen, dass die Hauptwerkstätte in Arth anzulegen sei, wodurch jedoch der von der Direction der Gotthardbahn bereits gefasste Beschluss, dieselbe in Luzern auszuführen, zunächst nicht alterirt werden kann.

grösserem Masse ausgesetzt sind, oder welche durch Steinstürze, Murgänge, Lawinen oder andere Unbilden des Hochgebirges bedroht erscheinen, sollen die Wächterhäuser wohl auch nur in solchen Abständen, aber für zwei Wächter hergestellt werden, weil ein einzelner Mann solchen elementaren Vorfällen gegenüber leicht in hilflose Lage gerathen könnte und auch ausser Stande sein würde, plötzlich eintretende Hindernisse allein zu bewältigen; — in diesen Doppel-Wärterhäusern ist auch eine Kaserne für die Unterbringung von Hilfsarbeitern in Fällen länger dauernder Störungen, sowie für ein Magazin zur Aufbewahrung von Arbeits- und Hilfswerkzeugen vorzusorgen.

Zwischen je zwei Wärterhäusern, namentlich in den scharfen Bahnkrümmungen und an den Tunnels, sind isolirte Glockensignalstationen für das Avertissement der Arbeiter auf der Strecke erforderlich.

Wenngleich es wohl nicht notwendig erscheint, in Anbetracht der langen Bauzeit der Gotthardbahn, schon bei der Bearbeitung des Traceprojectes über die Konstruktion des Oberbaues feste Entschliessungen zu fassen, so müssen doch die principiellen Bestimmungen für denselben im Zusammenhange stehen mit dem Systeme der Bahnanlage und dem präsumtiven Betriebe; auch sind dieselben zur Vorausberechnung der Baukosten erforderlich.

Construction
des Oberbaues.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind folgende Grundlagen für den Oberbau ins Auge gefasst: Die normale Tragkraft der Schiene soll — entsprechend der Radbelastung der Locomotiven, und den nun fast allgemein beanspruchten Sicherheitscoefficienten — 140 Zoll-Zentner betragen. Diese Tragkraft wird aber auf den Rampen auf 160 Zoll-Zentner gehoben, damit einerseits den auf diesen Linien vorauszu sehenden Zufälligkeiten und Missständen und der abnormalen Inanspruchnahme überhaupt und anderseits der dadurch gesteigerten Mahnung zur Vorsicht Rechnung getragen werde.

Demgemäss wird eine breitbasige 125 Millimeter hohe Stahlschiene mit dem Gewichte von 34 Kilogramm per laufenden Meter gewählt, welche auf allen Linien des Netzes in Anwendung kommen soll, aber auf den Bergstrecken durch eichene Schwellen in Abständen von 0.89 Meter und auf den Thal- linien durch hölzerne Schwellen in Abständen von 1.01 Meter unterstützt wird; dadurch erhält sie bei Zugrundelegung einer Anstrengung des Materials von 10 Kilogramm per Quadratmillimeter Quer- schnitt, jeweilig die oben angegebene Tragkraft. Für die Nebengeleise in den Stationen sollen Eisenschienen leichteren Calibers verwendet werden.

Stahlschienen.

Weiteren Studien und Erfahrungen muss es vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob es nützlich sein wird, in den grossen Tunnels, in denen die Holzschwelle der Vergänglichkeit sehr ausgesetzt ist, — in denen aber eine möglichst unveränderliche und sichere Lage des Oberbaues besonders wünschenswerth ist, — sowie auf offenen Strecken ähnlicher Beschaffenheit, deren Unterlage unnach- giebig ist, zur Unterstützung der Schienen Eisen oder Stein zu wählen.

Eventuelle Ei-
sen- oder Stein-
Unterlagen.

Auch bezüglich des Unterbaues kann es bei der Aufstellung des Generalprojectes noch nicht darauf ankommen, die Bau-Normalien im Detail festzustellen, aber es ist doch notwendig, die Haupt- Dimensionen und Constructionsformen des Bahnkörpers voraus zu bestimmen, soweit dieselben von Einfluss auf den Umfang der Bauausführung und auf die Oekonomie der ganzen Anlage, also auch auf die Wahl der Trace sind; — es soll daher nicht unterlassen werden, hier schon die wichtigsten Angaben darüber zu machen.

Haupt-Dimen-
sionen des Un-
terbaues.

Die obere Breite des Unterbauplanums (Kronenbreite unter der Schotterbettung) soll betragen:
bei einspuriger Bahn

im Damm	5.2 Meter
im Einschnitt (incl. Bahngrabensohle von 0.35 Breite)	6.8 „

NB. Diese Breite wächst bei hohen und steilen Einschnittsböschungen durch Anordnung grösserer Bahngrabenbreiten bis zu 9.0 Meter;

bei doppelspuriger Bahn,

unter Annahme eines Geleisabstands von	3.5 Meter
im Damm	8.7 „
im Einschnitt	10.3 bis 12.5 „
Damm- und Einschnittsböschungen sollen in erdigem Terrain ein Neigungsverhältniss von 1 : 1½ erhalten.	

Die Böschungen in Felseinschnitten werden der Beschaffenheit des Gebirges angepasst, — bei festem Gestein sollen dieselben vertical sein.

Futtermauern werden nach den örtlichen Bedingungen aus Trocken- oder Mörtel-Mauerwerk angeordnet. Trockenmauern werden jedoch nur dort angewendet, wo kein Druck zu gewärtigen ist.

Dämme im beschränkten Terrain sollen, wo Steinmaterial aus den Einschnitten gewonnen wird, bis zu 15 Meter Dammhöhe aus geschichteten Steinen hergestellt und im Verhältnisse 1:1 abgeböschet werden.

In grösseren Höhen und bei steilerem Terrain treten Stützmauern an die Stelle der Böschungen, welche je nach der Oertlichkeit aus trockenem oder Mörtelmauerwerk hergestellt werden; Trockenmauern können nur in Höhen von weniger als 5 Meter in Anwendung kommen, und erhalten einen Anlauf bis zu $\frac{1}{3}$, — Mörtelmauern erhalten in der Regel keinen Anlauf.

Alle Steinsätze und Stützmauern werden durch eine Erdschüttung von mindestens 1 Meter Höhe überdeckt, um sie einerseits gegen die Einwirkung der Erschütterung des Bahnzuges zu schützen, und um anderseits die Unterlage des Oberbaues elastischer zu gestalten.

Der freie Raum der Tunnels soll in geraden Strecken der eingleisigen Bahn 4.6 Meter, in der Höhe von 1.9 Meter über der Schwelle gemessen, — in der zweigleisigen Bahn 8.0 Meter betragen; in Tunnels, welche in Curven von weniger als 500 Meter liegen, soll, der Schiefele der Fahrzeuge wegen, diese Dimension in der einspurigen Bahn auf 4.8 Meter, in der doppelspurigen Bahn auf 8.2 Meter erhöht werden.

Die Scheitelhöhe beträgt bei einspurigen Tunnels 5.3 Meter, bei doppelspurigen 6 Meter.

Dimensionen
der Schotter-
bettung.

Die obere Fläche der Schotterbettung soll bei einspuriger Bahn 3.6 Meter, bei doppelspuriger 7.1 Meter betragen. Die Höhe der Bettung beträgt auf Dämmen 0.35 Meter, in Einschnitten erdigen Materials 0.4 Meter, in solchen felsigen Materials 0.5 Meter.

Höhenlage der
Bahnoberfläche
über dem Was-
serspiegel be-
nachbarter See-
en und Flüsse.

Das Bahnplanum wird in der Regel 1.5 Meter über das Niveau des bekannten höchsten Wasserstandes benachbarter Seen und Flüsse gelegt.

Ausserordent-
liche dem Terrain
der Gotthard-
bahn eigen-
thümliche
Schwierigkeiten
und Hinder-
nisse.
Ungünstige Ge-
staltung und
Verhältnisse des
Reuss- und
Tessinthaales.

Es erübrigt nun noch kurz die örtlichen, klimatischen und elementaren Schwierigkeiten und Naturereignisse zu schildern, welche dem Terrain der Gotthardbahn besonders eigenthümlich sind, und welche bei Ermittlung der Trace zur Anwendung abnormaler tief in die Oekonomie des Baues eingreifender Mittel nöthigen.

Schon a priori setzen die Thäler der Reuss und des Tessin durch ihre Gestaltung und Eigenschaften der Führung einer Bahntrace die grössten Schwierigkeiten entgegen.

Das Gebiet, aus welchem sie ihre Zuflüsse erhalten, reicht bis in die höchsten Regionen der Alpenwelt hinein und umfasst eine grosse Anzahl Gletscher und Schneeefilde, welche sehr beträchtliche, ständige, aber auch häufige und massenhafte temporäre Wasserergüsse ins Thal senden.

Die oberen Wasserläufe beider Stromgebiete sind äusserst kurz und stürzen jäh ab; aber auch noch in den unteren, von der Bahn zu durchschneidenden Zonen sind sie wild und ihre Gefällsverhältnisse unregelmässig; sanft abfallende Thalstrecken wechseln mit gewaltigen Katarakten ab, bald wälzen sich die Fluthen breit in flachem Bette, bald graben sie sich in enge Schluchten ein und nach verhältnissmässig kurzem Laufe erreichen sie die Tiefebene. Hier und in ihren flacheren Stufen lagern sie ihr Geschiebe ab, verlegen damit häufig ihr Bett, so dass sie über die Ufer gedrängt werden und weite Gebiete durch ihre Hochwässer gefährden und verwüsten.

Durch diese Verhältnisse wird beiden Strömen selbst in ihren unteren und ebenen Thalflächen der Charakter der wildesten Bergwässer erhalten.

Schwierige Ge-
fällsverhältnisse
dieser Thäler.

Die Gefällsverhältnisse der Thäler schliessen von vornherein die Möglichkeit aus, mit der Eisenbahntrace, — dem ansteigenden Niveau des Thalbodens zu folgen.

Eine von den Tunnelportalen herabgezogene, den Neigungswinkel der Bahn einhaltende Gefällsline divergirt so gewaltig mit der Thalbodenlinie, dass sie nur hoch an den Bergabhängen Boden fasst und in eine äusserst schwierige, durch ihre relative Höhenlage unpraktikable und die Bauausführung kaum ermöglichende Situation gerathen, und auch allen Verkehrsbeziehungen gänzlich entrückt werden würde. Es entsteht daher, trotzdem die Thäler ihrer Totallänge nach für die continuirliche Ansteigung der Bahn genügende Ausdehnung haben, das Gebot, die Bahnlinie möglichst

mit der Gefällslinie des Thales ansteigen zu lassen, und im Bereiche der Thalstufen und grösserer Steigungen die Bahnlänge durch Entwicklungen zu vermehren.

Nun tritt in beiden Thälern eine weitere eigenthümliche Ungunst der Gestaltung entgegen; es fehlen die Seitenthäler, in welche die Bahn zu diesem Zwecke hineingeleitet werden könnte, — die Entwicklung muss daher in den Hauptthälern selbst gesucht werden, und es bleibt nun kein Mittel, als mit der Trace in eine gegen die Steigungslinie zurückkehrende Richtung umzuwenden und in die Felsgehänge der Thalwände einzudringen, um das Bahnniveau in verschlungenen Spirallinien zu heben und so eine Höhenlage zu gewinnen, aus der sie in der Thalrichtung weiter vorzuschreiten vermag.

Fehlen der Seitenthäler zur Entwicklung.

Wenn man nun unter diesen Verhältnissen schon zu den abnormalsten Mitteln zu greifen genöthigt ist, um nur überhaupt auf einen die Bedingungen einer Eisenbahn erfüllenden Weg zu gelangen, so ist auch dieser beschränkte Weg noch durch örtliche Schwierigkeiten und elementare Hindernisse vielfach in die engsten Schranken gewiesen.

Einflüsse der Nähe des Hochgebirges.

Um die Rücksichten einigermassen zu begründen und erklärlich zu machen, welche bei Bearbeitung des Projectes auf diese die freie Benutzung des Terrains beschränkenden Gefahren genommen werden mussten, soll hier eine generelle Schilderung der im Gebiete der Bahnlinien häufig vorkommenden Naturerscheinungen und ihrer Einwirkungen versucht und ein Nachweis der dagegen anzuwendenden Mittel gegeben werden.

Generelle Schilderung der elementaren Gewalten in den Alpenthälern.

Diese Naturerscheinungen sind durch die Form und das Material des Bodens und das von der Höhenlage der Gegend abhängige Klima bedingt.

Die letzten nachweisbaren Hebungen der Alpen gehören der Tertiärperiode an, d. h. einer verhältnissmässig so nahe liegenden Epoche, — dass eine Abrundung und Verflachung der aufgerichteten und zerrissenen Gebirgsschichten nur noch unvollständig hat erfolgen können. Das bisher zur Nivellirung wirksamste Agens waren die Gletscher der sogenannten Eiszeit, welche die schroffen Gebirgswände abhobelten und mit dem weggeführten Material Vertiefungen planirten, während sie andererseits selbst erodirten und bei ihrem Rückzuge die abgerundeten Thäler mit Moränenwällen wieder verlegten. Das Wasser setzte die Arbeit der ehemaligen Gletscher fort; das Resultat seiner Wirkung sind einerseits Runsen in den Klippwänden, Schluchten in den Felsböden der ehemaligen Gletscherbetten, Rinnen und Auskesselungen in den Moränen; andererseits aber die Auffüllung von Seeböden, das Abböschchen ehemaliger Seeufer (Strandterrassen) und das Aufthürmen von Schuttkegeln.

So ist die Bahntrace durch ein Terrain zu führen, dessen noch nicht abgerundete Spitzen, Kämme und Wände ständiger Verwitterung unterworfen sind, daher ständig Material liefern, welches sich unmittelbar an ihrem Fusse in Schutthalden ablagert oder welches von den jetzigen Gletschern des Hochgebirges und den Wässern des Mittelgebirges mitgeführt, tiefere, flacher geneigte Thalböden überschüttet, während dieselben Wässer an anderen Punkten langsam die Thalschwellen durchnagen, die Ueberbleibsel der Moränen, die Schutthalden und ihre eigenen Schuttkegel durchfurchen und auskesseln; — mit einem Wort durch ein Terrain, dessen Oberfläche sich von der Alpenspitze bis zum Alpensee in dem Zustande fortwährender greifbarer Bewegung befindet.

Und selbst zur Winterszeit, wenn sich der Boden verhältnissmässiger Ruhe erfreut, finden an seiner Oberfläche Massenbewegungen von Eis und Schnee, in Eisfällen, Lawinen und Schneewehen statt, welche, hervorgerufen durch die strenge aber oft umschlagende Temperatur, durch eigenthümliche Luftströmungen (Föhn) und Niederschlagsverhältnisse, sowie durch die Steile der Gehänge, dieselben hindernden und zerstörenden Wirkungen äussern, wie gleichgrosse bewegte Erd- oder Steinmassen.

Die Tobel und Wildbäche des Reuss- und Tessinthales sammeln ihr Wasser meist oberhalb der Baumgränze in kahlen, von schroffen Felswänden eingefassten Auskesselungen. Sie schwellen deshalb nach jedem starken Regensturz auch ausserordentlich rasch an, überschütten und verheeren, was sie erreichen, um ebenso rasch wieder zu versiegen. Es ist jedoch ein merklicher Unterschied zwischen den Betten der Wildbäche des Reussthalles und vielen des südlichen Tessinthales.

Wildbäche, Schuttkegel, Ueberschüttungen.

In Folge der schwebenden Schichtung des Gneisses zwischen Dacio grande und Biasca haben viele Wildbäche im Tessinthale einen ganz eigenthümlichen Charakter.

Frei abstürzende Wildbäche im Tessinthale.

Ihre Betten sind keine tief eingeschnittenen Schluchten, sondern flache Erosionsmulden am Abhange der von Gletschern gerundeten und abgeschliffenen Thalwände. Desshalb erscheinen die kleineren dieser Wildbäche zur Fluthzeit auch oft als Wasserscheier vor den überhängenden Klipp-

wänden; sie ändern sehr häufig ihre Richtung und entkleiden die untenliegenden glatten Klippen ihrer dünnen, hie und da bewaldeten und cultivirten Erddecke, um damit die Weingärten des Thalbodens zu überschütten. Solche Wildbäche sind namentlich häufig zwischen Faido und Poleggio; ein verheerendes hierher gehöriges Beispiel liefert der Ausbruch des Dragone bei Bodio, welcher 1868 links von seinem eigentlichen Bette einen breiten und hohen Klippstreif entblösste und einen Theil des Dorfes und seiner Weingärten verwüstete.

Sämmtliche Klippwände, an welchen zur Regenzeit Wasserschleier herabhängen, sind im Winter mit Gehängen von Eis inkrustirt, welches in kleineren Brocken fortwährend niederbricht, sich aber schnell wieder ersetzt und bei rasch eintretendem Thauwetter plötzlich und massenhaft niederstürzt.

Technische Mittel gegen diese Wildbäche.

Gegen solche Wasserläufe, selbst wenn ihr Niederschlagsgebiet nur ein geringes ist, und sich ihre grösste Gesamtwassermasse ohne Schwierigkeit in einer mässigen Durchflussöffnung durch die Bahn ableiten liesse, findet man kaum andere Schutzmittel als die Ueberschreitung auf viaductartigen von der Bergwand weit entfernt stehenden Brücken oder aber die unterirdische oder gedeckte Führung der Bahn in ihrem ganzen Bereiche; denn bei der Vehemenz, mit welcher sie einherströmen und im Winter ihre Eiskrusten abwerfen, würde jeder Versuch, sie bleibend in ein festes Bett zu weisen oder falls sie neben dem für sie bestimmten Durchlasse gegen die Bahn stossen, aufzufangen, vergeblich sein.

Die Schuttkegel der Wildbäche.

Anders verhält es sich mit den aus Klüften und Rufen der Thalabhänge in das Hauptthal hereinbrechenden Wildbächen. Dieselben können ihren Lauf nicht wohl verändern, aber sie bringen bei ihren Ergüssen meistens grosse Schutt- und Geschiebemassen mit sich herab, welche sie vor ihren Mündungen in grossen Kegeln ablagern, deren halbkreisförmige Basis nach jedem neuen Ergüsse ihre Peripherie erweitert, und deren Spitze sich gleichzeitig stetig hebt. Hat sich das befreite Wasser das eine Mal in irgend einer Richtung in der Oberfläche des Kegels ein vertieftes Rinnsal eingegraben, oder haben die durch immer weiter greifende Eruptionen des Wildbaches gefährdeten Menschen ein Gerinne künstlich hergestellt und eingefasst, so mangelt doch allezeit die Sicherheit, dass sich nicht im nächsten Male das Gerinne mit Schutt verlegt, und dass das ungestüme Element sodann seinen Lauf in irgend einer anderen Richtung über die Kegeloberfläche hinab einschlägt.

Die fast mathematisch regelmässige Kegelform aller dieser Schuttablagerungen gibt den besten Beweis dafür, dass das Element seine Herrschaft unerbittlich über sein ganzes Gebiet ausübt.

Wildbäche dieser Art kommen nicht nur in den höheren Regionen beider Hauptthäler und auf beiden Thalseiten derselben in grosser Zahl vor, sondern erreichen das Bahngelände auch in den Ebenen der Anschlusslinien.

Technische Mittel.

Es ist nur wenigen derselben ganz auszuweichen, da sie sich gewöhnlich weit in die Thalebene vorschieben.

Unterirdische Führung der Bahn.

Nur selten ist es praktisch, diese Schuttkegel mit Tunnel zu unterfahren, denn entweder bleiben, wenn man denselben nur unter dem Hauptgerinne durchführt, die Einschnitte, welche beiderseits vor den Tunnelmündungen gemacht werden müssen, um in die für einen Tunnel erforderliche Tiefe zu gelangen, durch die jederzeit möglichen seitlichen Ausbrüche unablässig gefährdet, oder es muss, um volle Sicherheit zu erlangen, die Tunnelachse so gewählt werden, dass sie ganz in den gewachsenen Untergrund, auf welchem der Schuttkegel ruht, oder in die Felswand, an welche er anlehnt, fällt. Eine solche Lage ist aber sehr kostspielig, denn sie erfordert selbstverständlich grosse Tunnellängen und führt in den meisten Fällen auch noch zu beträchtlicher Vermehrung der benachbarten Arbeiten; trotzdem ist aber anzunehmen, dass sich die Ausführungskosten eines bis in den festen Grund verlegten, wenn auch längeren Tunnels geringer stellen, als die eines kürzeren Tunnels, welcher in den Bereich der Schuttmassen fällt, denn die Zufälligkeiten, welchen ein Bau in dem lose aufgehäuften mit Wasser durchfilterten Bachgeschiebe ausgesetzt ist, sind unberechenbar und wachsen — wie dies durch odiose Beispiele zur Genüge belegt wird, — oft unversehens auf das drei- und vierfache normaler Tunnelpreise an.

Umgehung oder Uebersetzung derselben.

Wenn der Schuttkegel eines Wildbaches offen überschritten wird, so ist es am günstigsten, wenn dies an einem Punkte geschehen kann, der womöglich über, oder doch möglichst nahe an der Spitze des Kegels gelegen ist, einem Punkt also, wo der Lauf des Baches noch eine geringe Ausdehnung in die Breite annehmen kann, und ohne Pfeilereinbauten zu überbrücken ist; — aber auch dort bleibt es geboten, auf ein continuirliches Wachsthum des Kegels in Breite und Höhe gehörig Bedacht zu nehmen.

Ist eine solche Lage nicht zu gewinnen, so ist es rathsam, mit der Bahn an die äusserste Peripherie des Kegelfusses zu gelangen, damit dieselbe entweder erst nach entsprechend langer Zeit oder doch nur durch die am weitest vorgeschobenen und deshalb in ihrer Kraft gebrochenen Schuttmassen erreicht werden kann.

Am gefährlichsten ist eine Uebersetzung der Schuttkegel in der Mitte. In einer solchen Lage bleibt die Bahn am stärksten und in grösster Länge den wechselnden Ausbrüchen ausgesetzt, abgesehen davon, dass sie daselbst auf zweifelhaftem Untergrunde ruht.

Wenn es unvermeidlich ist, die Trace mitten über einen Schuttkegel zu führen, so entsteht damit die Nothwendigkeit, durch Regulirungen und Eindämmungen des Gerinnes des Wildbaches seitliche Ausbrüche möglichst abzuhalten.

Schwierigkeit
directer Schutz-
bauten gegen
Wildbäche.

Wer aber die Natur der Wildbäche in verwitterndem Gebirge und die tückische Gewalt derselben in ihren Verwüstungen beobachtet und kennen gelernt hat, der wird die grosse Schwierigkeit solcher Aufgabe ermessen.

Meistens nöthigt ein derartiges Beginnen neben den unmittelbar erforderlichen Schutzbauten noch zu umfangreichen bis an die Ursprünge hinaufgreifenden Anlagen, zum Einbau von Thalsperren, zu Bestockungen der verwitternden Berglehnen etc. etc.

Für eine Eisenbahn aber ist es, will man selbst von der Weitläufigkeit und dem problematischen Nutzen ganz absehen, immer sehr unerwünscht, Bauten in ihren Bereich einzubeziehen, welche sich weit ausserhalb ihrer eigentlichen Anlage befinden, und welche nicht nur fortwährende sorgsame Beobachtung und Pflege, sondern auch fortgesetzte, von Zufälligkeiten abhängige Arbeiten und Herstellungen im Gefolge haben.

Ausser den Schuttkegel bildenden Wildbächen durchschneidet die Bahnlinie — namentlich in ihren unteren Strecken — eine Anzahl anders gearteter Wildwässer; solche nämlich, die in erhöhtem Bette fliessen. Dieselben lagern ihr Geschiebe, welches sie bald in geringerer, bald in grösserer Menge mit sich führen, in den unteren Strecken ihres Laufes im eigenen Bette ab, oder schütten es, falls das Bett selbst keinen Raum mehr bietet, der ganzen Länge nach über die Uferränder aus; dabei bleibt ihr Lauf und ihr Gefälle unverändert, nur ihr Bett hebt sich auf immer breiter werdender Basis stetig höher über die Thalfläche empor.

Wildwässer
mit erhöhtem
Bett.

Das Bett eines solchen Wildbaches zu unterfahren, ist nur selten gerathen oder vortheilhaft, entweder ist dazu ein langer und kostspieliger Tunnel erforderlich, oder es kann mittelst eines Einschnittes geschehen, über den ein Aquaduct führt, und dann ist die Sicherheit der Bahn precär.

Die Uebersetzung verdient in der Regel den Vorzug, jedoch bedingt sie die Hebung des Bahn-Niveaus in sonst günstigem Terrain in weit grössere Höhe, als es diesem nach nöthig wäre, — und auch wohl die Ablenkung der Trace aus ihrer Hauptrichtung zu niederen Uebersetzungspunkten.

Lawinen fallen in den oberen Zonen der Rampen, — im Norden bis unter Amsteg, d. i. bis zu 500 Meter über Meereshöhe, im Süden bis gegen Faïdo, d. i. bis zu 800 Meter — bis zur Thalsole herab.

Lavinengänge.

Grundlawinen brechen alljährlich aus den Wildbachschluchten des Reussthal, zwischen Göschenen und Wasen besonders aus den linksseitigen, zwischen Wattingen und Amsteg aus den rechtsseitigen.

Neben denselben aber giebt es noch muldenförmige Lawinenbette an den Wiesengehängen der Thalwände, deren Schneemassen nur nach sehr bedeutendem Schneefalle unter besonderen Witterungsverhältnissen in Bewegung kommen, und sich am flacheren Thalgehänge aufwallen; und endlich ist der Staublawinen zu gedenken, welche bei heftigen Schneestürmen an allen steilen freien Gehängen herabkommen können, und von Schneewehen wesentlich nur durch ihre Dimensionen verschieden sind.

Sie kommen alljährlich ziemlich regelmässig im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze, mitunter aber auch schon im Herbst oder bei plötzlicher Witterungsänderung im Winter, — und nehmen jedes Jahr dieselben Wege (Gänge), vielfach in den Betten der Wildbäche, aber auch in eigenen, im Sommer trockenen Rinnen oder Runsen. Ihre Ausdehnung und die Dimensionen der Schneemassen wechseln je nach dem Schneereichthum der Jahre und den Umständen, unter denen der Witterungswechsel stattfindet. Die Nachrichten darüber sind spärlich und unzuverlässig.

Gegen Lawinen lässt sich die Bahn, wenn sie ihre Gänge überschreiten muss, kaum anders, als durch unterirdische Führung in Sicherheit bringen.

Schutz gegen
die Lawinen.
Tunnel.

Galerien oder
Schutzdächer.

Die Erbauung von Gallerien oder Schutzdächern ist nur in ganz vereinzelt Fällen und nur als Ergänzung von Tunnels an den Portalen oder in den Falten des Terrains auf kurze Strecken möglich; denn die Schnittkurve des Bahniveaus mit der Oberfläche des Terrains ist in der Regel zu unregelmässig, um die Bahnachse im gleichförmigen Abstände an derselben hinzuführen, und nur vereinzelt gestattet die Situation, die Bahn nur so tief in das zu unterfahrende Terrain zu versenken, dass anstatt eines bergmännisch getriebenen, ein im Einschnitt gewölbter und wieder zugedeckter Tunnel hergestellt werden kann.

Ueber-
brückung.

Eine freie Ueberbrückung von Lawinengängen ist auch dann kaum rathsam, wenn man sie in einer für den Umfang der Schneemassen genügenden Höhe und Weite bewerkstelligen könnte; denn durch den vehementen Sturz aus grosser Höhe erzeugen die Lawinen, namentlich die sogenannten Staublawinen, eine so gewaltige Compression der Luft, dass dadurch, wie bei einer Explosion, weit über ihren unmittelbaren Bereich hinaus alle Gegenstände fortgeschleudert, überstürzt und zerknickt werden.

Nur selten ist ein Lawinengang so gestaltet, dass sich die Gewalt der Lawine in ihrem Falle bricht, und dass dadurch hinlänglich geschützte Stellen gebildet werden, an denen eine Ueberschreitung in freier Lage statthaft wird.

Bergstürze,
Sturzhalden und
Steinfälle.

Ebenso gefährlich für die Sicherheit der Bahn und durch künstliche Schutzmittel kaum abzuwehren sind die Bergstürze. Der Verwitterungsprozess, der — in der Regel — je höher das Gebirge, desto rascher vorwärtsschreitet, und die crystallinischen kaum weniger als die sedimentären Formationen erfasst, ist ein Naturereigniss, welches die Sicherheit der meisten Linien des Gotthardbahnnetzes in mehr oder weniger bedeutendem Umfange bedroht.

Die Steinablosungen sind wesentlich gleicher Natur, unterscheiden sich aber durch die in Bewegung gesetzten Massen und durch die acute oder chronische Bewegungsart derselben.

Bergstürze, welche die Tracirung der Gotthardbahnstrecke namentlich zu Goldau, Stutzegg, Evibach, Schöni, Lavorgo, Bodio beeinflussen, verdanken ihren Ursprung dem Vorhandensein von Rutschflächen, auf welchen durch Querklüfte abgeschnittene Keile der Berggehänge abgleiten, um mit ihren Trümmern den Bergfuss zu überschütten. Es lässt sich ziemlich sicher beurtheilen, ob ein Bergsturz zur Ruhe gekommen ist, oder ob er noch — in welcher Richtung und zu welchem Umfange, — um sich greifen werde. Sturzhalden sind die Folge kleiner Bergstürze, d. h. des periodischen Abgleitens einzelner Blöcke von verwitterten oder stark zerklüfteten Felswänden; sie bieten dem Bahnkörper eine steil geböschte, labile, unsichere Unterlage, während die daselbst noch fortdauernden Steinfälle die Sicherheit des Betriebes gefährden. Diese Steinfälle, durch welche viele Schutthalden ständig anwachsen, erfolgen übrigens meist periodisch, im Frühling zur Zeit der Eislösung, und nach anhaltendem Regen. An der Gotthardbahnstrecke treten sie besonders an der Axenstrasse, auf beiden Gehängen des Reusstales von Göschenen bis unterhalb Amsteg hervor; am linken Tessinufer zwischen Stalvedro und Piotta, unterhalb der Fossaschlucht, am Vallone rosso, im Sturzgebiet von Osco; am rechten zwischen Ponte di Palmengo und Piumogna.

Unterhalb Faido sind Schutthalden am Fusse des rechten Tessinthalgehanges zwar am häufigsten, Abschlüpfen einzelner Blöcke auf den Piottinen des rechten Klippgehanges aber auch nicht selten.

Ueberall daher, wo die Trace unter steilen Bergabhängen und Felswänden hinzieht, ist das Vorkommniss solcher Ablösungen zu gewärtigen.

Meist geben die am Fusse derselben vorfindlichen Trümmer über den Bereich der Abstürze und über die Grösse und Gewalt der einzelnen Stücke Zeugniss, auch wissen die Landbewohner, die Strassenarbeiter oder andere ortskundige Personen Auskunft darüber gut zu ertheilen.

Je nach diesen Beobachtungen ist nun die Gefahr zu schätzen und sind die Mittel zum Schutze gegen sie zu wählen.

Entfernung der
Trace von den
Sturzhalden.

In Strecken, wo die Ablösungen selten auftreten und nur in kleinen Brocken erfolgen, wird der Bahn hinreichend Sicherheit gewährt, wenn man sie in entsprechender Entfernung von der gefahrbringenden Bergwand frei vorbeiführt; wo die Trace an der Lehne liegt, muss durch Vorziehen der Achse und Aufdämmungen oder auch durch Erbreiterung des inneren Grabens eine genügende Entfernung geschaffen werden. An Einschnitten kann ausserdem durch Schutzdämme oder Mauern über der bergseitigen Böschung geholfen werden.

Kann man mit der Bahn Felsstürzen grösseren Umfanges nicht weit genug ausweichen, oder sind deren einzelne Trümmer so gross und massenhaft, dass sie durch Schutzdämme nicht mehr aufgehalten werden können, oder in den Bahngräben nicht mehr Platz finden, so bleibt nur das Auskunftsmittel übrig, die Bahn im Tunnel zu führen.

Tunnels.

Eine Einwölbung oder Eindeckung der Bahn in offener Strecke ist nur selten ökonomischer als ein Tunnel, da die Unregelmässigkeit des Terrains in den meisten Fällen complicirte Constructionen und allzugrosse Dimensionen für dieselben erfordert.

Einwölbung
oder
Eindeckung.

Auch die Anlage halboffener Gallerien in steilen Felswänden verdient keinen Vorzug vor ganz geschlossenen Tunnels, da die Berechnungen ergeben, dass entweder das Ausbruchprofil grösser wird, als das eines Tunnels, oder dass der Schutz der stehenbleibenden Pfeiler und die Quer-Gewölbe mehr Mauerwerk erfordern und erswertere Ausführung mit sich bringen, als dies in einem Tunnel nöthig ist.

Halboffene
Gallerien oder
Tunnels.

Ganz unnahbar für die Bahn sind einige Abschnitte der Thalabhänge, in denen Felsbrüche und Erdschlüpfe in grossem Umfange auftreten (Parthie des Wyler Waldes im Reussthal, Lehne von Osco im oberen Tessinthal etc.).

Gänzliche Ver-
meidung des
gefährdeten
Terrainabschnittes.

Es würde in solchem in Auflösung und massenhaft in Bewegung befindlichem Gebirge auch nicht einmal die Führung der Bahn im Tunnel Gewähr der Sicherheit bieten, abgesehen davon, dass in demselben die Herstellung eines Tunnels mit gar nicht vorauszusehenden Schwierigkeiten und unberechenbaren Kosten verbunden ist.

Die Klugheit gebietet also unbedingt, bei der Traceführung die Thalseiten absolut zu vermeiden, in welchen das Terrain schon der Formation nach unsicher erscheint.

Zu den Erschwernissen der Erbauung der Gotthardbahn, — wenn auch hauptsächlich nur auf die Zeit und die Baukosten einwirkend, — muss auch die geringe Bevölkerung jener Länderstriche bezeichnet werden, in welche die schwierigsten Bahnbauten fallen.

Mangel an
Unterkunft für
die Arbeiter
und Schwierig-
keit der Ver-
pflegung.

Das Reussthal hat von Altorf aufwärts nur mehr wenige kleine Ortschaften mit je 500 bis 1000 Einwohnern, und eine Gesamtbevölkerung von 5—6000 Seelen.

Nach ganz generellem Ueberschlage wird nun auf der nördlichen Rampe Erstfeld-Göschenen durch 4 Jahre in den Sommermonaten eine Arbeiterzahl von mindestens 6000 Köpfen beschäftigt werden müssen, und da bedarf es selbstverständlich ausserordentlich ausgedehnter Vorkehrungen zu deren Unterbringung und Verpflegung.

Aehnlich wie im Reussthale, wenn auch nicht ganz so schwierig, sind die Verhältnisse im Canton Tessin. Hier werden etwa auf 6—7000 Einwohner 5—6000 Arbeiter kommen.

Es ist klar, dass die Kosten der dazu erforderlichen Mittel, mögen dieselben nun von Seite der Gesellschaft direct, oder durch Vermittlung der Unternehmer oder durch Privatspeculation ergriffen werden, die Bauausgaben mittelbar oder unmittelbar belasten, und den ganzen Apparat des Baues erschweren und vertheuern.

Selbst wenn man einigermaßen darauf rechnen kann, dass gegenwärtig die Arbeitskraft, — sowohl die intelligente, wie die rohe, — durch andere grosse Bauten nicht wesentlich abgezogen, und dadurch eine Steigerung der Arbeitspreise nicht von vornherein hervorgerufen wird, so wird doch durch den grossen Umfang des Baues der Gotthardbahn selbst in ihren verschiedenen Linien und unter den einzelnen Unternehmungen im Laufe der Zeit eine bedeutende Arbeiterconcurrentz entstehen und auf die Preise einwirken.

Die künstlichen Aufbote in den Preisen entstehen zumeist aus den Benachtheiligungen, in welchen sich einzelne Baustrecken den anderen gegenüber in Folge ihrer ungünstigeren Lage, des Mangels an Wohnungen etc., oder auch wegen der grösseren Schwierigkeit der auszuführenden Arbeiten befinden. Um trotz solcher Nachtheile Arbeiter herbeizuziehen, giebt es nur das Mittel, die Löhne in solchen, meist die grösste Arbeiterzahl erfordernden Strecken zu erhöhen, und um der Verlockung, welche in diesem Mittel, unbeachtet der damit auszugleichenden Umstände, für die in besseren Baustrecken befindlichen geringer bezahlten Arbeiter liegt, entgegenzuwirken, wird hier wieder nur dasselbe Mittel angewendet, und es wachsen so unversehens die Löhne und Preise auch auf denjenigen Strecken, wo die niederen bisher gegülten.



Vorsorge für
Wohnungen und
Lebensmittel.

Um solchen, den Bahnbau im Ganzen wesentlich vertheuernden Missständen thunlichst vorzubeugen, ist es unerlässlich, systematisch für die Anlage von Arbeiterwohnungen und die Besorgung von guten und billigen Lebensmitteln Vorsorge zu treffen, und dabei hauptsächlich sowohl die durch äussere Verhältnisse benachtheiligten, als auch diejenigen Positionen zu berücksichtigen, an denen der grösste Bedarf an Arbeitskräften erfordert wird. Beim Baue des Mont Cenis hat man durch Errichtung von Lebensmittelmagazinen mit bestem Erfolge auf die Erhaltung der Löhne in mässiger Höhe eingewirkt.

Möglichste An-
wendung von
Maschinenkraft.

Ein anderes wirksames Mittel, sich gegen die künstliche Auftreibung der Löhne zu schützen, ist die möglichst ausgedehnte Anwendung von Maschinenkraft.

Die neuesten Erfahrungen, welche man am Gotthardtunnel macht, weisen mit Evidenz dahin, dass, namentlich bei Tunnelbauten, die Abhängigkeit von den Arbeitern, je schwieriger die Arbeitsverhältnisse werden, und je mehr die Zeit und Kraft zu Rath zu halten ist, desto empfindlicher wird; und wenn die Berechnung im einzelnen Falle auch nicht immer einen günstigen ökonomischen Effect der Maschinenkraft ergibt, so sind die Vortheile, welche im Ganzen durch die ausgedehnteste Anwendung derselben erzielt werden, doch unverkennbar.

Umfang der
Anwendung von
Maschinenkraft.

Beim Baue der Gotthardbahn sind vielfache Arbeitsleistungen so umfangreich und werden durch die Verhältnisse so erschwert und complicirt, dass sie ohne Maschinenkraft überhaupt nicht gut zu bewerkstelligen sind, z. B. der Aufzug der Baumaterialien auf hoch gelegene und unzugängliche Baustellen, die Versetzung der Werksteine der hohen Objecte, — der Betrieb von Schachtbauten, die Ventilation der Tunnels, etc. etc. —

Ganz besonders fordert aber die Ausdehnung, welche der Tunnelbau und die Felsbewegungen bei der Gotthardbahn annehmen, angesichts der günstigen Erfolge im grossen Tunnel, zur Anwendung von Maschinenkraft beim Betriebe von Bohrmaschinen auf.

Ausser dem grossen Haupt-Tunnel, bei dessen Ausführung man gerade jetzt zu einer Vermehrung der Maschinenkraft auf das doppelte schreitet, sind im Ganzen noch fast 30,000 Meter Tunnel auszuführen; das ergibt bei der Annahme, dass deren Herstellung auf die ganze übrige Bauzeit gleichmässig vertheilt wird, eine tägliche Leistung von reichlich 20 Meter Tunnel. Die hiezu erforderliche Zahl geübter und geeigneter Arbeiter ist kaum herbeizuschaffen, jedenfalls aber würde deren Aufgebot nur zu hohem Preise erfolgen können. Schon diese Arbeit allein macht also die Maschinenkraft fast unentbehrlich.

Ausnützung der
Wasserkraft.

Die Natur, welche der Arbeit, die zu ihrer Bezwingung erfordert wird, so grosse Dimensionen giebt, ist es aber auch, welche die Mittel darbietet, ihre Lösung zu erleichtern.

Die Naturkraft des Wassers wird bei der Durchbohrung des Gotthardtunnels in grossem Masse dienstbar gemacht, sie muss auch noch ferner in Anspruch genommen werden, um die Menschen zu unterstützen, wo deren Hände zu schwach und unzureichend sind, oder wo die Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu grosse Kosten verursacht.

Es kann daher als ein deutlicher Fingerzeig angesehen werden, dass gerade dort, wo durch Naturgewalten Zustände geschaffen sind, welche der Erbauung der Eisenbahn die grössten Schwierigkeiten darbieten, — im Bereiche der mächtigen Katarakte des Tessin und der Reuss, (dort bei Airolo, bei Dazio grande und Lavorgo, hier bei Göschenen, bei Wasen und am Pfaffensprung) — wo in Folge dessen die grössten Bauwerke herzustellen und die längsten Tunnels zu durchbrechen sind, auch die Naturkraft des Wassers in grösster Nähe und in fast unermesslichem Umfange vorhanden ist.

Unter solchen Verhältnissen kann es kaum eine Frage sein, dass bei Aufstellung des Arbeitsprogramms auf die Benützung der Wasserkraft in grosser Ausdehnung Rechnung gemacht werden muss. Die bis nun gesammelten Erfahrungen lassen die Schwierigkeiten, welche früher der praktischen Uebertragung der Elementarkraft auf die speziell beim Baue eines Tunnels zu verwendenden Maschinen und zu leistenden anderen Arbeiten entgegenstanden, beträchtlich geringer erscheinen, als sonst gemeinlich angenommen wurde, — es ist nun auch die Gewissheit gewonnen, dass sich die Kosten der Arbeit bei Anwendung dieser Kraft, selbst unter Einrechnung des Aufwandes für die Installationsanlage, mindestens nicht höher herausstellen, als unter gleichen Umständen die Kosten der Menschenarbeit, ganz abgesehen von den Ersparnissen, welche sich durch den ausserordentlichen Zeitgewinn am Baukapital indirect einbringen lassen.

Die Benützung der Wasserkraft zu der Herstellung der längeren Tunnels ist demnach ernstlich in Betracht gezogen, und es wurde bei Bestimmung der Tunnellängen nicht mehr ausschliesslich die Rücksicht auf die Bauzeit, — welche denselben sonst bestimmte Grenzen steckte, — beobachtet, sondern es haben bei Führung der Trace lediglich die Bau-Oekonomie und sonst zu erreichende bauliche Vortheile den Ausschlag geben können.

Nachdem im Vorausgehenden alle wichtigen Momente berührt sind, welche bei der Bearbeitung der Trace für die Gotthardbahn und die generelle Kostenberechnung des Baues derselben, — sei es in Bezug auf die allgemeinen technischen Regeln für die Gestaltung der Bahn, sei es in Bezug auf deren Sicherstellung gegen die Angriffe elementarer Ereignisse und sonstiger Schwierigkeiten, — Beachtung gefunden und Einfluss geübt haben, — wird nun zu der Darstellung und Begründung der Linie selbst geschritten.

Später