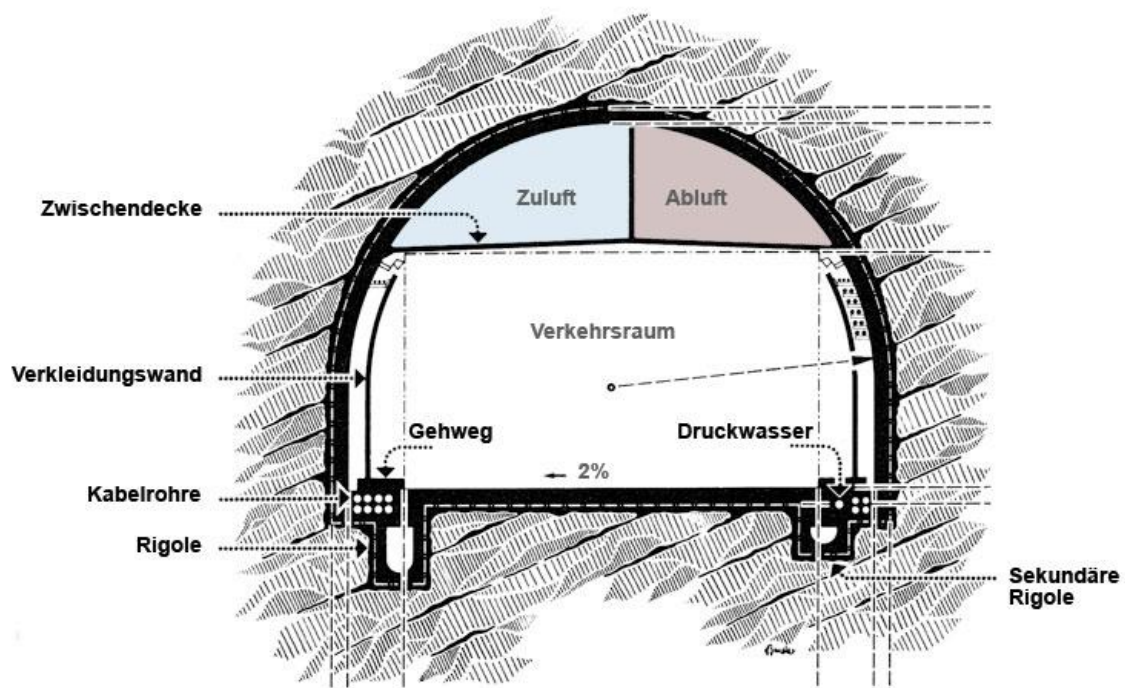


Sanierung des Gotthard- Strassentunnels unter Berücksichtigung der Energiestrategie 2050 des Bundesrates

Tunnelquerschnitt: Gotthardtunnel



Autoren:

Domenico Zucchetti, lic. iur HSG, Vizepräsident RailValley
Stefan Krebs, Präsident RailValley

Übersetzung:

Rolf Kaufmann

5. März 2014

Inhalt

1	Kurzdarstellung	3
2	Vorbemerkung	4
3	Tunnelsanierung und Anpassung an die Normen	4
3.1	Sanierungskonzept	4
3.2	Fehlende Berücksichtigung der technologischen Entwicklung und der Energiestrategie 2050	5
3.3	Neubeurteilung des Sanierungskonzepts	5
3.4	Bauliche Erneuerung bis 2025	6
3.5	Annähern an Normen- und Richtlinienkonformität	6
3.5.1	Die aktuelle Situation des Strassentunnels	6
3.5.2	Beurteilung der einzelnen Massnahmen für die Anpassung an die Normen	7
3.6	Betriebstauglichkeit oder Anpassung an die Normen ?	10
4	Energie und Technologie: neue Szenarien	10
4.1	Eine neue Generation Fahrzeuge	11
4.1.1	Fahrzeuge mit geringerer Umweltbelastung	11
4.1.2	Der Einsatz der Elektronik im Fahrzeugbau	12
4.2	Mögliche Szenarien	13
4.3	Konsequenzen für das Sanierungskonzept	13
4.4	Tiefere Kosten	14
5	Tunnelsanierung 2040	15
5.1	Vergleich: Organisation und Kostenrechnung	15
5.2	Den Entscheid zur Anpassung an die Normen zurückstellen	15
5.3	Sanierung und Energiestrategie 2050	16
5.4	Innovation fördern	16

1 Kurzdarstellung

2013 präsentierte der Bundesrat die neue Energiestrategie 2050, welche vorsieht, dass die 40 Millionen Tonnen CO₂-Austoss von 2010 für das Jahr 2050 reduziert werden sollen auf 8,1 Millionen Tonnen. Das Transportwesen beansprucht ungefähr einen Drittel der verfügbaren Energie und es ist leicht vorauszusehen, dass das Reduktionsziel hauptsächlich durch den Einsatz von elektrischen oder Hybridfahrzeugen erreicht werden wird.

Die Sanierung des Gotthard-Strassentunnels (GST) unter Berücksichtigung der neuen Technologien kann einen wichtigen Baustein zur Erreichung der Ziele der neuen Energiestrategie 2050 darstellen.

Energie und Technologie: neue Szenarien

Die Sanierung des GST fällt in eine Zeit, in der im Bereich der Mobilität ein grosser technischer Wandel bevorsteht. In den nächsten Jahrzehnten werden mit hoher Wahrscheinlichkeit neue Technologien wie Elektrofahrzeuge und Fullhybrid eingeführt sein. Dies wird zu einer drastischen Verringerung der Emissionen führen.

Tunnelsanierung unter Berücksichtigung der neuen Technologien nach 2040

Die Möglichkeit, dass in ein paar Jahrzehnten der grössere Teil der Fahrzeuge in der Lage sein wird, den Tunnel ohne jeglichen Abgasausstoss zu durchqueren, hat wichtige Auswirkungen auf den Betrieb und die Sanierung des GST. Dies hat insbesondere auf das Lüftungssystem Einfluss, welches einen wichtigen Bestandteil des gesamten Sanierungsprojekts darstellt.

Tiefere Kosten

Das Konzept der Sanierung des GST wurde 2009 ohne Einbezug der noch nicht existierenden Energiestrategie entwickelt. Die neue Energiestrategie 2050 heute nicht einzubeziehen kann zu extrem teuren Investitionen führen, die zudem Gefahr laufen, in kürzester Zeit technologisch zu veralten. Sollten sich die anvisierten Szenarien der Energiestrategie verwirklichen lassen, kann der GST unter völlig neuen Bedingungen und nach neuen Normen saniert werden, welche

- 1) eine Einsparung von 2 Mia. Franken gegenüber der vom Bundesrat vorgeschlagenen Variante einer 2. Tunnelröhre bringt,
- 2) längere Schliessungszeiten verhindert, und
- 3) eine vollständige Anpassung an die Normen erlaubt.

RailValley lädt die Politik ein, die Entscheidung über den Bau der zweiten Röhre zurückzustellen und zuerst die notwendigen technischen Abklärungen vorzunehmen sowie die in der Energiestrategie 2050 geforderten Zielwerte aktiv zu fördern.

2 Vorbemerkung

Das Thema der Sanierung des GST und des alpenquerenden Verkehrs ist umfangreich und komplex. Dazu gibt es bereits eine Vielfalt von Dokumenten, Meinungen und Vorschlägen. Es liegt nicht in der Absicht der Autoren, die ganze Problematik aufzurollen und auf die Einzelheiten der verschiedenen Vorschläge einzutreten. Das vorliegende Dokument betrachtet in erster Linie die geplanten Sanierungsarbeiten vertieft unter dem Aspekt der möglichen technologischen Entwicklungen. Als Basis für die technischen und finanziellen Fragen halten wir uns an die Angaben und Projektvorschläge des Bundesrates. Im Übrigen beschränken wir uns auf kurze zusammenfassende Angaben der Aspekte, die in den Vordergrund gerückt werden, in der Annahme, dass die Personen, an welche diese Ausführungen gerichtet sind, in voller Kenntnis der betreffenden Fragen und Probleme sind.

3 Tunnelsanierung und Anpassung an die Normen

3.1 Sanierungskonzept

Das Konzept zur Sanierung des GST basiert auf einer Studie, welche 2009 im Auftrag des Bundesamts für Strassen (ASTRA) erstellt wurde „Globales Erhaltungskonzept Gotthard“ und welche die folgenden Elemente berücksichtigt:

- Analyse des aktuellen Zustands des Tunnels
- Erfüllung der Normen und Vorschriften SIA 197 und SIA 197/2, SIA 261 und 262, respektive der [Euronorm EU 2004/54](#).
- Durchführung der Sanierungsarbeiten bis und mit 2025
- Anschliessend an die Sanierung soll der GST für 25 Jahre ohne Einschränkungen im Betrieb sein.
- Die Sanierung muss dem aktuellen Stand der Technik entsprechen sowie den aktuell gültigen Vorschriften und Normen genügen.
- Kostenschätzung mit einem Spielraum von $\pm 30\%$.
- Ausarbeitung von zwei/drei Vorzugsvarianten als Basis für zukünftige Entscheidungen

Der Bundesrat hat am 10. Dez. 2010 in Beantwortung des [Postulats 09.3000](#) der Kommission für Verkehr und Fernmeldewesen (KVF) des Ständerates die notwendigen Massnahmen für die Sanierung sowie die Anpassungen an die neuesten Vorschriften vorgestellt. Dies alles wird in den folgenden Kapiteln 3 und 5 zusammengefasst. Da für die Durchführung dieser Massnahmen eine längere Schliessung des Tunnels notwendig wird, schlug der Bundesrat zwei Realisierungsvarianten vor:

- Totalsanierung des Tunnels bis 2025 mit Schliessung für 3 Jahre
- Bau eines zweiten Tunnels und anschliessend Sanierung der bestehenden Röhre

In einem ersten Moment befürwortete der Bundesrat die erste Variante. Am 13. Sept. 2013 präsentierte er den Räten dagegen die Botschaft zugunsten der zweiten Variante, ohne weitere vertiefte Abklärungen vorgenommen zu haben.

3.2 Fehlende Berücksichtigung der technologischen Entwicklung und der Energiestrategie 2050

Nach der Nuklearkatastrophe in Fukushima 2011 beschlossen Bundesrat und Parlament eine wichtige Änderung der Energiepolitik. Am 4. September 2013 präsentierte der Bundesrat das erste Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050. Demzufolge sollen die Emissionen von 40 Mio Tonnen CO₂ im Jahr 2010 bis 2050 um 31,9 Mio Tonnen reduziert werden.

In seiner [Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050](#) (Seite 44) schreibt der Bundesrat:

“Der Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch der Schweiz beträgt mehr als einen Drittel. Deshalb sind Massnahmen im Mobilitätsbereich (z. B. CO₂-Emissionsvorschriften für Fahrzeuge) von zentraler Bedeutung. [...] Um auch in Zukunft ein Angebot von hoher Qualität zu gewährleisten, sind weitere Investitionen ins Verkehrsnetz nötig. Die Folgen des Infrastrukturausbaus sind nicht zwingend kompatibel mit den Zielen der Energiestrategie. Zudem sind sowohl Bau, Betrieb und Unterhalt als auch die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur energierelevant. Deshalb besteht hier ein grosser Abstimmungs-, Koordinations- und Optimierungsbedarf.”

Für den Transportsektor ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 42.3% bis 2035 und von 57 % bis 2050 vorgesehen. Dabei sollen die CO₂-Grenzwerte für Personenwagen von den aktuellen 130 g/km (2015) auf 35 g/km gesenkt werden (2050). Die Energiestrategie 2050 geht also davon aus, dass die Fahrzeuge dannzumal dank innovativer Technologien sehr viel weniger Abgase erzeugen.

Beim Konzept zur Sanierung des GST sind weder die Energiestrategie 2050 noch die absehbaren technischen Entwicklungen im Automobilbau berücksichtigt worden. Dieses Dokument zeigt im Folgenden auf, dass es zwingend notwendig ist, diese Elemente mit in Betracht zu ziehen und das Konzept zur Sanierung des GST zu revidieren.

3.3 Neubeurteilung des Sanierungskonzepts

Die folgende Bewertung des Sanierungskonzepts berücksichtigt die Neuorientierung der Energiepolitik sowie die technische Weiterentwicklung des Fahrzeugparks. Um zu einer sachgerechten Beurteilung zu gelangen, war es notwendig, die Daten zu den einzelnen Vorgehensschritten, welche der Bundesrat als Paket vorgestellt hatte, herauszuziehen und zu zerlegen. Leider war es nicht immer möglich, bis zu den letzten Einzelheiten, vor allem bezüglich Kosten, vorzustossen.

Immerhin war es möglich, die Massnahmen für Unterhalt und Sanierung einzeln aufzulisten und abzutrennen von den notwendigen Massnahmen für die Anpassung an die Normen, welche im Sanierungskonzept alle zu einem einzigen Paket geschnürt worden waren.

3.4 Bauliche Erneuerung bis 2025

Bis 2025 sind die folgenden Massnahmen unbedingt durchzuführen:

- Sanierung und Verstärkung der Zwischendecke in den beiden Portalbereichen
- Erneuerung des Fahrplanbelags bei den Tunneleinfahrten
- Verbesserungen der technischen und elektrischen Anlagen

Diese Arbeiten können mit einem Aufwand von 250 Mio. Franken und einer zweimaligen kompletten Schliessung des Tunnels während 140 Tagen insgesamt durchgeführt werden. Nach diesem Eingriff bleibt der Tunnel für mindestens 10 Jahre betriebsfähig.

3.5 Annähern an Normen- und Richtlinienkonformität

Die Expertengruppe hatte Massnahmen vorgeschlagen, die es erlaubten, den Tunnelbetrieb für mindestens weitere 25 bis 30 Jahre aufrechtzuerhalten. Die Annahmen des Bundesrates gehen davon aus, dass die Anforderungen an die Infrastruktur für die nächsten Jahrzehnte nicht ändern. Deswegen wird vorgeschlagen, neben den Massnahmen für die Gesamtsanierung auch die Anpassungen an die aktuell gültigen Normen durchzuführen, und zwar insbesondere:

- Erhöhung des verkehrstechnischen Nutzraums um 30 cm von aktuellen 4,50 m auf 4,80 m (die Normen sehen eine Gesamthöhe von 5,20 m vor)
- Höhere Anforderungen an die Tunnelentlüftung seit dem Bau des Tunnels
- Trennung von Berg- und Betriebswasser
- Erhöhung des Fahrbahnquergefälles von 2% auf 2,5% (der Fahrplanbelag wird somit auf einer Seite um 4 cm erhöht)
- Verbreiterung des seitlichen Bankettes von 70 cm auf 100 cm
- Erhöhung der Anzahl der Austellbuchten unter Verringerung der Distanz (statt alle 1500 m alle 600-900 m)

3.5.1 Die aktuelle Situation des Strassentunnels

Der aktuelle Gotthard-Strassentunnel ist bezüglich Betrieb und Sicherheit auf der Höhe der Zeit. Nach dem schweren Unfall 2001 sind zusätzliche wichtige Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit eingebaut worden.

Hier ein Vergleich mit dem Mont Blanc-Tunnel:

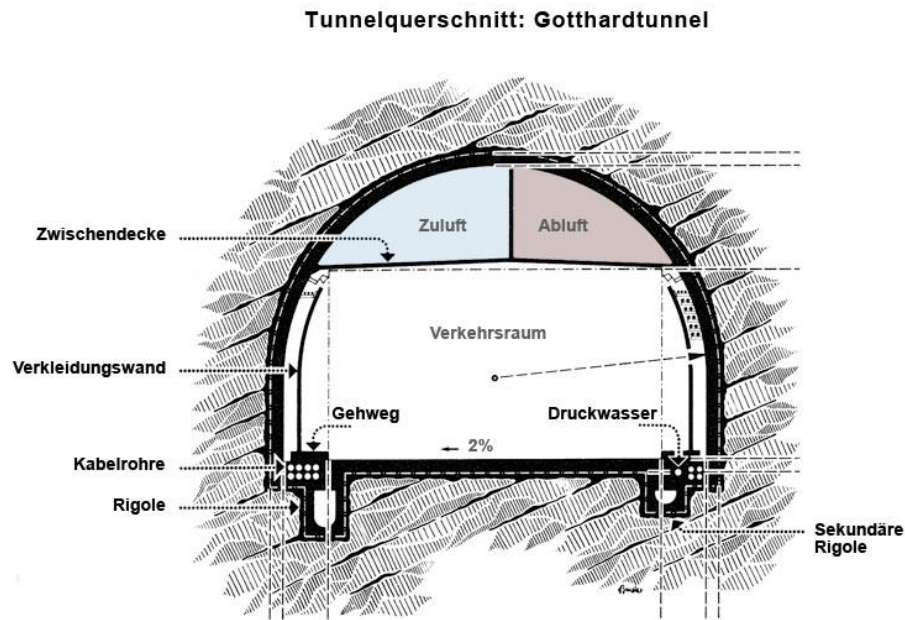
Objekt:	Gotthard	Mont Blanc
Länge:	16.9 km	11.6 km
Sicherheitsstollen:	Vorhanden, alle 250 m gibt es Verbindungstüren zum Sicherheitsstollen, er dient sowohl als Fluchtweg wie zur Zufahrt der Hilfsfahrzeuge	Nicht vorhanden, jedoch alle 300 m Fluchtnischen (37 insgesamt)
Verkehrsnutzraum Breite:	7.80 m	7.00 m
Verkehrsnutzraum Höhe:	4.50 m	4.35 m
Breite seitliche Bankette:	70 cm	50 cm
Jährliche Fahrzeugdurchfahrten:	6.7 Mio. (2009)	ca. 2 Mio.
Lüftungssystem:	6 Lüftungszentralen Querbelüftungssystem zur Abgasevakuation und Frischluftzufuhr	76 Ventliatoren lassen die Luft im Tunnel in die gewünschte Richtung zirkulieren

3.5.2 Beurteilung der einzelnen Massnahmen für die Anpassung an die Normen

Der Bundesrat hat ein Konzept für die Gesamtsanierung vorgelegt mit dem Ziel, die Betriebssicherheit für den Strassentunnel bis etwa zum Jahr 2060 zu garantieren. In den Berichten gibt es Hinweise auf die verschiedenen geplanten Massnahmen, allerdings ohne Detailangaben zu Umsetzungszeiten und Kosten der einzelnen Elemente.

Im Sanierungskonzept wird Bezug genommen auf die europäische [Norm EU 2004/54](#). Diese Normvorschriften geben - im Gegensatz zu den schweizerischen - keine präzisen Angaben zur Höhe oder anderen Konstruktionsmerkmalen. Es ist schwer nachvollziehbar, wie diese Vorschriften in schweizerisches Recht eingebaut werden und welcher Variationsspielraum besteht. Es handelt sich um einen höchst technischen Bereich, auf dessen spezifische Details wir hier nicht eintreten. Wir begnügen uns deswegen, die wichtigsten Massnahmen zur Normenanpassung zu beschreiben.

- **Erneuerung der Zwischendecke mit Anpassung der Höhe auf 4,80 m**
Die Zwischendecke ist das Element, das man bei der Durchfahrt als 'Tunneldach' wahrnimmt. Im Raum oberhalb dieser Zwischendecke befinden sich die Zu- und Abluftkanäle.



Die Normen verlangen eine Höhe von 5,20 m. Um diese Höhe zu erreichen, müsste die Fahrbahn tiefer gelegt werden, weswegen der Bundesrat eine Anpassung des Verkehrsnutzraums auf 4,80 m beschlossen hat. Die Installationen für die Signalisation bleiben seitlich. Aus baustatischen Gründen muss die Zwischendecke vor Ort in Beton gegossen und im Tunnelprofil verankert werden. Um die Zwischendecke zu erneuern ist es folglich notwendig, die aktuelle Decke abzubrechen und komplett neu zu bauen. Damit sollten bis 2060 keine weiteren Interventionen nötig sein. Obwohl hier keine genaueren Angaben zum Zeitaufwand gemacht werden, dürfte dieser Umbau die totale Schliessung des Tunnels für drei Jahre bedeuten. Da bei diesem Eingriff die Lüftungskanäle ausser Betrieb gesetzt werden müssen, könnten schon aus diesem Grund keine Fahrzeuge zirkulieren. Das Höherlegen der Zwischendecke um 30 cm rechtfertigt sich nur im Falle der Notwendigkeit einer Gesamtüberholung derselben. [Dem Bericht entnehmen wir](#) (Seiten 17 – 18):

“Die Zwischendecke genügt den heutigen Anforderungen bezüglich Brandbelastung nicht mehr und muss entsprechend saniert werden. Für Tunnelbenutzer besteht heute im Ereignisfall aber keine unmittelbare Gefahr, weil die Tragfähigkeit der Zwischendecke während der Selbstrettungsphase gewährleistet ist. Das potentielle Sachschadenausmass ist jedoch sehr gross. Die anschliessend notwendigen Instandstellungsarbeiten würden deshalb viel

*Zeit beanspruchen, was die Verfügbarkeit des GST stark einschränken würde.
[..]*

Der Bauwerkszustand der Zwischendecke ist bereits heute teilweise schadhaft, wobei festzuhalten ist, dass ihr Zustand in den beiden Portalbereichen schlechter ist als in den übrigen Abschnitten des GST. In diesen Bereichen wurde eine fortgeschrittene Korrosion der unteren Armierung festgestellt und die Tragsicherheit weist in diesen Bereichen keine Reserven mehr auf. Bei fortschreitender Korrosion ist die Tragsicherheit mittelfristig nicht mehr gewährleistet."

Der Bundesrat führt weiter aus, dass es möglich ist, mit beschränkten Sanierungsmassnahmen, die bis 2025 ausgeführt sein sollten, die Betriebssicherheit des Tunnels für weitere 10 Jahre sicherzustellen. Langfristig allerdings ist die Zwischendecke komplett zu erneuern, doch gibt es für eine Erhöhung um 30 cm vor 2025 weder Dringlichkeit noch andere Gründe.

- **Erhöhung der Querneigung der Fahrbahn von 2% auf 2,5%.**

Die Querneigung dient dem Abfluss von Flüssigkeiten von der Fahrbahn. Die jetzige Neigung von 2% soll um 4 cm auf 2,5% vergrössert werden. Dafür muss das gesamte Fahrbahnbett auf 17 km in Beton erneuert werden. Diese Erhöhung der Querneigung um 4 cm bringt keine besonderen Vorteile. Sie durchzuführen ist nur sinnvoll, wenn aus andern Gründen sich die komplette Belagserneuerung der Fahrbahn aufdrängt. Im Bericht lesen wir dazu (Seite 17):

"Der Fahrbahnbelag im GST wurde seit der Inbetriebnahme 1980 nicht ersetzt. Die Deckschicht muss im Rahmen der Sanierungsarbeiten ersetzt werden. Ihre Nutzungsdauer wurde ursprünglich auf 20 Jahre angesetzt, wäre also im 2000 erreicht worden. Dennoch ist die Deckschicht heute grundsätzlich, insbesondere in Bezug auf die Ebenheit, in einem guten Zustand. Die Griffigkeit nimmt jedoch ab, sodass die Deckschicht mittelfristig ersetzt werden muss. In den beiden Portalbereichen ist der Zustand der Deckschicht allerdings schlechter als in den übrigen Abschnitten des GST. Es kann daher nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass schon vor der Sanierung des GST, beispielsweise im Rahmen der jährlichen Unterhaltsarbeiten, Überbrückungsmassnahmen notwendig werden."

Bis 2025 werden Eingriffe zur Aufrechterhaltung der Funktionalität notwendig werden. Mittel- oder langfristig wird eine Totalerneuerung der Fahrbahn unausweichlich, aber zur Zeit gibt es dafür weder Dringlichkeit noch andere Gründe.

- **Trennung von Berg- und Betriebswasser**

Zur Zeit existiert eine einzige Leitung für alle Abwasser. Die Trennung des Betriebswassers vom Bergwasser wäre ein Beitrag zum Umweltschutz. Im Bericht wird nicht auf die Tragweite der Massnahme eingetreten, und es wird auch nicht klar, ob die Intervention ohne Schliessung des Tunnels durchgeführt werden könnte.

Sicher hat die Massnahme keine Bedeutung für Sicherheit oder Funktionalität. Sie kann durchgeführt werden im Falle einer Totalsanierung der Fahrbahn.

- **Tunnelbelüftung**

Im Bericht wird die Anpassung der Tunnelbelüftung angesprochen, jedoch ohne weitere technische Ausführungen. Aufgrund dieser Informationslage ist es nicht möglich, sich dazu zu äussern.

- **Anzahl Ausstellbuchten**

Praktisch soll die Anzahl der Ausstellbuchten verdoppelt werden. Als Entscheidungsgrundlage wären statistische Angaben nützlich über mögliche problematische Situationen, welche ihre Ursache in der Distanz von 1,5 km zwischen zwei Ausstellbuchten haben. Immerhin ist festzuhalten, dass dank den neuesten Systemen der Videoüberwachung der Sicherheitsaspekt durch angepasste Interventionsmöglichkeiten sich stark verbessert hat.

Die Verwirklichung neuer Ausstellbuchten scheint nicht von prioritärer Dringlichkeit. Sollten sie notwendig sein, lassen sich neue Ausstellbuchten sicher mit sehr beschränkten Tunnelschliessungen realisieren.

3.6 Betriebstauglichkeit oder Anpassung an die Normen ?

Im Postulat 09.3000 vom 12. Januar 2009 formulierte die KVF des Ständerates die Frage "*Welche baulichen Sanierungsarbeiten müssen vorgenommen werden, damit der Tunnel den neuesten Vorschriften entspricht?*".

In seiner Antwort präsentierte der Bundesrat ein Sanierungskonzept, das hauptsächlich die Anpassung an die neuesten Normen beinhaltet. Tatsächlich nehmen die beiden am meisten einschneidenden Massnahmen, welche eine langfristige Tunnelschliessung erfordern, nämlich das Anheben der Zwischendecke um 30 cm und der Fahrbahnquerneigung um 4 cm, Bezug auf die Normenanpassung, ohne wesentliche Vorteile für Betrieb und Sicherheit.

In Anbetracht der zukünftigen Entwicklungen im Fahrzeugbau und der für die Normenanpassung benötigten Schliessungszeiten ist es angezeigt, ein alternatives Sanierungskonzept auszuarbeiten, das mögliche zukünftige Entwicklungen sowie eine bessere Kosten-/Nutzenrechnung in die Überlegungen miteinbezieht.

4 Energie und Technologie: neue Szenarien

Über zukünftige Szenarien der Mobilität gibt es die widersprüchlichsten Meinungen. Es gibt die Ansicht, dass gewisse Technologien nur sehr langsam Fuss fassen werden; ihr gegenüber stehen Meinungen, dass die elektronische Revolution auch den Automobilbau umkrepelt, und dass er, ähnlich wie bei der Telefonie und bei der Computerindustrie geschehen, ein hohes Entwicklungstempo einschlägt.

Der Bericht "[U.S. Energy Information Administration Annual Energy Outlook report for 2014](#)" prognostiziert, dass im Jahr 2040 in den USA nur 1% der Neuwagen elektrisch

angetrieben werden und dass nur 5% Hybridvehikel zirkulierten, gegenüber 3% im Jahr 2012. Entsprechend soll die Verminderung des CO₂-Ausstosses gegenüber 2005 höchstens 7%-9% betragen.

Andere Studien sehen komplett andere Tendenzen, offensichtlich ausgehend von andern Überlegungen. [L'International Energy Agency](#) hält fest: *"To achieve this scenario [Anm.d.A. Beschränkung der globalen Temperatur auf 2°C], analysis shows that 70% of global car sales will need to be of advanced vehicles by 2035. Advanced vehicles include hybrid (gasoline and diesel vehicles with an internally charging battery), electric (which are battery powered) and plug-in hybrid models (which uses two sources of power – most commonly gasoline, and batteries that can be charged from an electricity grid)."*

In der Energiestrategie 2050 führt der Bundesrat im Kapitel 2.5.4 aus: *"Der Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch der Schweiz beträgt mehr als ein Drittel. Deshalb sind Massnahmen im Mobilitätsbereich (z. B. CO₂-Emissionsvorschriften für Fahrzeuge von zentraler Bedeutung".* Die Verwirklichung dieser Ziele wird mit Sicherheit dazu führen, dass Fahrzeuge verkehren, die nicht nur von Explosionsmotoren angetrieben sein werden.

4.1 Eine neue Generation Fahrzeuge

Rupert Stadler, Präsident von Audi hat kürzlich [während der Präsentation](#) des neuen Hybrid- Modells e-tron, das über eine Autonomie von 50 km verfügt, erklärt: "Ich bin überzeugt, dass wir im nächsten Jahrzehnt die grössten Umwälzungen in der Geschichte des Automobilbaus erleben werden."

4.1.1 Fahrzeuge mit geringerer Umweltbelastung

Es gibt bereits Millionen Hybridfahrzeuge die in der Lage sind, einige Kilometer nur mit dem elektrischen Antrieb zurückzulegen. Zur Zeit erleben wir die Markteinführung von Modellen, die so 50 Kilometer mit Tempo 100 km/h schaffen (plug-in oder extended range). Solche Autos, ausgerüstet mit den Sicherheitselementen, die zur Zeit in Entwicklung sind, könnten im Tunnel abgasfrei zirkulieren. Die Technologie existiert bereits. Einer Einführung in Massen solcher Fahrzeuge stehen zur Zeit die hohen Kosten für Bauteile und Batterien entgegen.

Diese Fahrzeuge haben unbestreitbare Vorteile:

- sie verkehren mit tieferem Treibstoffverbrauch als andere Fahrzeuge
- beim Bremsen und Bergabfahren gewinnen sie Energie zurück
- sie haben weniger Motoren- und Bremsenverschleiss
- im Elektromodus produzieren sie keine Abgase
- sie sind viel leiser

- wenn wir den statistischen Durchschnittswert eines Schweizer Autos nehmen, das im Tag weniger als 30 Kilometer fährt, so könnte ein Hybridfahrzeug den täglichen Fahrtweg abgasfrei und verbrauchsarm zurücklegen
- das Aufladen kann in günstigen Momenten geschehen, wenn überschüssige Energie im Netz verfügbar ist
- ihre Technologie basiert auf elektronischen Bauteilen, deren Preise im Sinken sind.

Die Einführung dieser Technologien auch für Busse und Lastwagen steht kurz bevor. Ein Beispiel für diese Möglichkeit zeigt die Firma [E-FORCE ONE AG](#), deren elektrischer Lastwagen interessante Resultate liefert ([vedi servizio di 10 vor 10](#)).

Es gibt eine ganze Reihe von andern Gründen, die vermuten lassen, dass diese neuen Technologien sich im Transportwesen durchsetzen könnten:

- In vielen Ländern streben die Regierungen eine drastische Reduktion des CO₂-Ausstosses an.
- Der Einsatz von Hybridfahrzeugen bringt weitere wichtige Vorteile: Reduktion der Umweltbelastung, Reduktion des Verbrauchs nicht-erneuerbarer Energien, höhere Sicherheit.
- Selbst im Bereich des Sports werden Energierückgewinnungssysteme eingesetzt: ab 2014 verfügen die Wagen der Formel 1 über die fortschrittlichsten Systeme diesbezüglich.

4.1.2 Der Einsatz der Elektronik im Fahrzeugbau

Der Prozess der Miniaturisierung in der Elektronik hat zum Bau von handgrossen und immer erschwinglicheren Geräten geführt. Auch im Fahrzeugbau hat die Elektronik Fuss gefasst, es gibt einen starken Marktimpuls in Richtung Elektronik.

Im Durchschnitt verbringt ein Fahrer täglich eine Stunde am Steuer. Immer mehr artikuliert sich das Bedürfnis, die Zeit im Fahrzeug mit Hilfe von Telefon und Tablets produktiv zu nutzen. Die Automobilhersteller sind bemüht, sich selbst steuernde Fahrzeuge auf den Markt zu bringen, welche es dem Fahrer erlauben, die Aufmerksamkeit von der Strasse zu nehmen um zu telefonieren, zu lesen und zu schreiben.

Diese Entwicklungen haben sehr grossen Einfluss auf die Sicherheit. Die neuen Fahrzeuge erhalten Informationen von Leitsystemen über Strassenzustand, Staus und zur Verhinderung von Unfällen. Systeme, welche die Spur automatisch halten und Auffahrunfälle verhindern falls der Fahrer ausfällt, werden in Serie eingebaut sein.

Eines der Argumente, das zur Unterstützung des Baus einer zweiten Röhre vorgebracht wird, ist jenes der Sicherheit. Man muss sich jedoch überlegen, dass im Jahr 2035, sollten dann beide Röhren im Betrieb stehen, die Mehrheit der Fahrzeuge genau mit solchen Systemen ausgerüstet sein werden, welche die Spur automatisch

halten, sich der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs anpassen und automatisch Meldungen entgegennehmen wie z.B bei Brand oder Unfall im Tunnel. Dank solcher Systeme wird eine Tunneldurchfahrt selbst mit Gegenverkehr um ein Vielfaches sicherer.

4.2 Mögliche Szenarien

Entscheidend ist nun die Frage, wann mit neuen Technologien ausgerüstete Fahrzeuge eine Marktdurchdringung erreichen, die eine Neuprüfung des Sanierungskonzepts und des Projekts der zweiten Röhre möglich macht.

Aus www.gotthard-strassentunnel.ch entnehmen wir: *"Bei schwachem Verkehr wird die natürliche Kaminsogwirkung der Schächte genutzt, sodass mit geringem Energieaufwand belüftet werden kann."* Daraus lässt sich auf alle Fälle festhalten, dass von dem Moment an, da in einem Tunnel nur noch ein Bruchteil der heutigen Abgase anfallen, der Betrieb einfacher wird.

Der Zeitpunkt, ab welchem der Tunnel grossmehrheitlich von abgasfreien Fahrzeugen befahren werden kann, hängt von den folgenden Faktoren ab:

- von möglichen technischen Entwicklungen
- vom Erreichen der Ziele der Energiestrategie 2050

Unter Einbezug dieser Überlegungen hält RailValley für möglich, dass um 2040 mehrheitlich abgasfreie Fahrzeuge im Gotthardtunnel zirkulieren. Somit kann das Lüftungssystem zu jenem Zeitpunkt den neuen Kriterien angepasst werden.

Es ist absolut wichtig, diese Szenarien in Betracht zu ziehen, da sonst die Gefahr besteht, dass enorme Investitionen getätigt werden für den Bau einer zweiten Röhre einerseits und die Totalsanierung mit Anpassung an die gültigen Normen des bestehenden Tunnels andererseits, und dass diese Infrastrukturen dann nach wenigen Jahren als überholt abgeschrieben werden müssen.

4.3 Konsequenzen für das Sanierungskonzept

Können einmal viele Fahrzeuge den Tunnel abgasfrei durchqueren hat dies für den Tunnelbetrieb wichtige Konsequenzen:

- **Grössere Sicherheit**
Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren emittieren verschiedene schädliche Gase, unter ihnen Kohlenmonoxid. Kohlenmonoxid ist farb- und geruchlos und tödlich für den Menschen. Fallen die Emissionen grösstenteils weg, verbessert sich nicht nur grundsätzlich die Luftqualität (wie beim Rauchverbot im Restaurant), sondern es fällt damit auch ein sehr gefährliches Element weg. Es ist leicht vorstellbar, dass Unterhaltsarbeiten in einem Tunnel ohne potentiell tödliches Gas wesentlich einfacher sind.

- **Tunneldurchlüftung nach neuem Konzept**
Solange Abgas produzierende Fahrzeuge in einem Autotunnel dieser Länge zirkulieren, steht und fällt die Sicherheit mit der Lüftungsanlage, welche Abgase wegbefördert und durch Frischluft ersetzt. Es ist einleuchtend, dass auch das Belüftungskonzept radikal ändert, sollte die Menge an gefährlichen Abgasen wesentlich abnehmen. Wahrscheinlich brauchte es keine gesonderte Frischluftzufuhr mehr und das Belüftungskonzept könnte sich konzentrieren auf Situationen wie Unfall oder Brand (Absaugkanal). Es ist wahrscheinlich, dass das Belüftungssystem, wie es heute konzipiert ist (Dimensionen, Luftumsatz), nicht mehr notwendig sein wird. Es ist folglich nicht sinnvoll, die Zwischendecke um 30 cm anzuheben, wenn in Zukunft die Möglichkeit besteht, die Höhe von 5.20 m zu erreichen.
- **Schliessung des Tunnels nicht für alle Arbeiten nötig**
Unterhaltsarbeiten in einem Tunnel ohne gefährliche Gase sind wesentlich sicherer und einfacher. Statt den Tunnel für Unterhaltsarbeiten ganz zu schliessen, ist es denkbar, die Durchfahrt für abgasfreie Fahrzeuge zu erlauben, während für Fahrzeuge älterer Bauart die rollende Strasse zwischen Göschenen und Airolo eingerichtet wird.
- **Mehr Raum für die Fahrbahn**
Zur Zeit sind in die Verkleidungswände Lüftungsschächte integriert, welche möglicherweise ebenfalls überflüssig werden. Es ist denkbar, dass bei ihrem Wegfall Raum in der Breite frei wird, der für die Verbreiterung der Gehwege oder der Fahrbahn benützt werden könnte.
- **Weniger Wartungsarbeiten**
Staub und Abgase der Fahrzeuge verschmutzen den Tunnel und greifen die Infrastruktur an. Mit abgasfreien Fahrzeugen dürfte sich der Aufwand für Reinigung und Unterhalt verringern, die Infrastrukturen gewännen an Lebensdauer.

4.4 Tiefere Kosten

Aufgrund der obenstehenden Ausführungen ist eindeutig, dass eine Tunnelsanierung und eine Anpassung an die Normen mit weniger Schwierigkeiten und mit tieferen Kosten durchgeführt werden kann, wenn mehrheitlich Fahrzeuge mit geringen Emissionen den Tunnel passieren.

Im Bericht des Bundesrates gibt es keine detaillierten Hinweise auf die Kosten für die Fahrbahnerneuerung, für die Erneuerung der Zwischendecke und die Erneuerung der Querbelüftung. Diese Arbeiten, sicher die komplexesten und aufwendigsten im ganzen Paket, machen bestimmt den Hauptteil der vom Bundesrat veranschlagten 650 Millionen für das ganze Werk aus. Nur schon für den Fall, dass das Lüftungskonzept geändert würde, wären beträchtliche Einsparungen möglich. Wie erwähnt, fehlen im Bericht Detailangaben. Sollte jedoch das Projekt zur Erneuerung

der Zwischendecke aufgegeben werden, so würde vermutlich das aufwendigste Element dahinfallen. In diesem Moment ist die Annahme von rund 50% Einsparungen vernünftig, die Kosten für die Tunnelsanierung würden sich auf etwa 325 Millionen Franken verringern.

5 Tunnelsanierung 2040

Sollten sich die entworfenen Szenarien soweit bewahrheiten, dass im Jahr 2040 der Tunnel nur von einer geringen Anzahl von Fahrzeugen mit Explosionsmotoren befahren wird, bietet unsere Annahme interessante Aspekte, sowohl organisatorisch wie finanziell.

5.1 Vergleich: Organisation und Kostenrechnung

Sanierung 2040	2. Röhre	Sanierung 2025
Sanierungsarbeiten bis 2025 Zwei Totalschliessungen von 50 und 90 Tagen unter Offenhaltung des Gotthardpasses	Sanierungsarbeiten bis 2025 Zwei Totalschliessungen von 50 und 90 Tagen unter Offenhaltung des Gotthardpasses	Totalsanierung mit Anpassung an die Normen, auszuführen bis 2025.
2040 Anpassungen an die neuen Normen. Tunneltransit für eine geringe Anzahl von Fahrzeugen mit Abgasausstoss.	2030 Eröffnung der zweiten Röhre. Ab 2030 Sanierung und Normenanpassung des aktuellen Tunnels, während der Verkehr in der 2. Röhre zirkuliert. Um 2035 Inbetriebnahme beider Tunnels je einspurig.	Tunnelschliessung für 3 Jahre. Angebot einer 'Rollenden Strasse' durch den Eisenbahntunnel.
Fr. 600 Millionen	Fr. 2.8 Milliarden	Um Fr. 1.7/1.9 Milliarden

5.2 Den Entscheid zur Anpassung an die Normen zurückstellen

Für Tunnels, in welchen abgasfreie oder abgasarme Fahrzeuge verkehren, werden wesentlich tiefere Kosten sowohl für den Bau wie für den Unterhalt anfallen. Es ist demzufolge wenig sinnvoll, Anpassungsarbeiten für Normen vorzunehmen, welche letztlich weder für den Betrieb noch für die Sicherheit grosse Vorteile bieten. Und noch viel weniger sinnvoll ist es, auf der aktuellen technischen Basis den Bau einer zweiten Röhre in die Wege zu leiten. Sonst riskiert auch diese, wenige Jahre nach Betriebsaufnahme bereits veraltet zu sein.

Im Moment scheint die sinnvollste Option, bis 2025 die Sanierungsarbeiten für 250 Millionen Franken durchzuführen. Mit etwas grösserem Aufwand liesse sich der Tunnel sogar bis 2040 funktionstüchtig erhalten.

Im Übrigen haben die Kammern dem Bundesrat den Auftrag erteilt, einen *"Masterplan für elektrische Mobilität"* zu schaffen, mit dessen Erarbeitung das ASTRA betraut wurde. Auf der Basis dieser Elemente lässt sich ein Sanierungskonzept und vielleicht auch ein Projekt für den Bau einer zweiten Röhre erstellen, das weniger kosten wird und besser den zukünftigen Anforderungen entspricht.

5.3 Sanierung und Energiestrategie 2050

Die Ziele der Energiestrategie 2050 lassen sich erreichen durch die Umsetzung einer ganzen Reihe von Massnahmen in den verschiedensten Sektoren. Entscheidend für den Erfolg der Energiestrategie ist die Koordination bei der Umsetzung der verschiedenen Massnahmen. Ebenso wichtig ist allerdings, dass mittel- und langfristig in allen Bereichen der Zielsetzungen und der praktischen Auswirkungen der neuen Politik Rechnung getragen wird. Der Sanierungsplan für den GST ist ein augenfälliges Beispiel dafür, dass das Nicht-Einbeziehen der Ziele der Energiestrategie zu extrem teuren Investitionen führen kann, die zudem Gefahr laufen, in kürzester Zeit technologisch zu veralten.

Ein Sanierungskonzept, das unter Einbezug der Energiestrategie 2050 entwickelt wird, weist mehrere Vorteile auf:

- es erlaubt beträchtliche Einsparungen bei den Unterhaltsarbeiten
- es erlaubt die Anpassung der Infrastrukturen an die neuen technologischen Entwicklungen
- es erlaubt das Verständnis der Tatsache, dass die Energiestrategie spürbare Vorteile bringt hinsichtlich Kosten, Sicherheit und Umwelt
- es gibt der Automobilindustrie ein starkes Signal, auf welche Zukunftsperspektiven hin die Politik tendiert
- es gibt dem privaten wie dem gewerbsmässigen Strassenbenützer ein Zeichen, auf ein abgasfreies Fahrzeug umzusteigen

Die Sanierung des GST unter Einbezug der Energiestrategie 2050 bringt Vorteile für ihre Durchführung und schafft die Voraussetzungen für das Erreichen der strategischen Ziele.

5.4 Innovation fördern

Der Zeitrahmen, innerhalb welchem sich die technologischen Szenarien abspielen, hängt weitgehend davon ab, inwieweit die Politik die Innovation fördert. Das ist nicht zuletzt auch eine finanzielle Frage. Mit der Einsparung eines Teils der Mittel zur Tunnelsanierung (der Gotthard ist nicht der einzige!) liessen sich innovative Projekte finanzieren und damit die Chancen, die Ziele zu erreichen, erhöhen.

RailValley ist der Meinung, es sei höchst notwendig, zu überdenken, wie die Politik die Innovation im Bereich des professionellen Transportwesens wie auch der privaten Transporte fördern könne. Wir machen Beispiele:

- Förderung des Güterschienentransports über kurze und mittlere Distanzen (siehe auch die Dokumentation "[Konkurrenzfähiger Schienengütertransport auf Mittel- und Kurzstrecken](#)".)
- Massnahmen, welche die technologische Innovation im Automobilbau ankurbeln können. Wir denken zum Beispiel an Fahrzeuge der Spitzenklasse, für welche, vor allen andern, ein Hybridantrieb für obligatorisch erklärt werden sollte. Die Innovation würde so von den vermögenden Konsumenten finanziert und käme in Fahrzeugen zum Zug, in welchen der relative Aufpreis geringer ins Gewicht fällt. Ausserdem ist es sinnvoll, dass Autos mit einem breiteren ökologischen Fussabdruck als erste mit energiesparenden Systemen ausgerüstet werden. Es macht Eindruck, wenn grosszylindrige Boliden ihren Motor im Stillstand oder im Schrittempo laufen haben und dabei wichtige nichterneuerbare Energie verpuffen, wo doch in diesen Momenten ein kleiner Elektromotor genügte, sie in Bewegung zu halten.