

**Gerichtskreis XII Frutigen-Niedersimmental
Gerichtspräsident 2
3752 Wimmis**

Vorsorgliche Beweisführung iS Lawinenschutzunnel Mitholz

Medienkonferenz vom 11. April 2006

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

**Laboratoire de construction en béton (IS-BETON)
Prof. Dr. Aurelio Muttoni
(Mandat 04.23)**

**Laboratoire de mécanique des sols (LMS)
Prof. Dr. Laurent Vulliet
(Mandat S6003)**

Bericht R4

10 April 2006

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<i>1 Einführung.....</i>	<i>3</i>
<i>2 Chronologischer Ablauf der Ereignisse (Synthese).....</i>	<i>3</i>
<i>3 Parteien</i>	<i>5</i>
<i>4 Beschreibung der Schäden</i>	<i>6</i>
<i>5 Schlussfolgerungen der Sachverständigen zu den Schadensursachen</i>	<i>7</i>
<i>6 Aktueller Stand der Tunnelkonstruktion</i>	<i>8</i>
<i>7 Mögliche Sanierungsmassnahmen</i>	<i>8</i>

1 Einführung

Das Verfahren betreffend vorsorglicher Beweisführung in Sache Lawinenschutzunnel Mitholz ist abgeschlossen. Eine Information bezüglich der festgestellten Schäden und deren Ursachen wird von verschiedenen Seiten als angebracht empfunden. Die vorliegende Medienkonferenz erfolgt nach Zustimmung des Auftraggebers (Gerichtspräsident 2, Gerichtkreis XII, Frutigen-Niedersimmental) und sämtlicher Parteien.

2 Chronologischer Ablauf der Ereignisse (Synthese)

Projekt und Ausführung

- | | |
|------|--|
| 1996 | Auflageprojekt eines Lawinenschutzdamms mit den Aushubmaterialien aus dem Lötschbergtunnel. |
| 1999 | Nach den Lawinen im Winter 1998-1999 wird das Projekt umgeändert. Ein Lawinenschutzdamm wird als ungenügend betrachtet und ein Lawinenschutztunnel wird vorgeschlagen. Dieser Vorschlag wird am 12.12.1999 durch den Grossen Rat des Kantons Bern genehmigt. |
| 2000 | Am 1.3.2000 wird das neue Projekt durch BLS AlpTransit AG und Bau-Verkehr und Energiedepartement des Kantons Bern aufgelegt. Am 16.10.2000 wird dieses Projekt vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation genehmigt. |
| 2001 | Im März 2001 werden die Bauarbeiten begonnen; im Oktober 2001 wird der Rohbau fertig gestellt. |
| 2002 | Anfangs 2002 fragt BLS AlpTransit AG an, ob die Deponie vergrössert werden kann. Im Mai und Juni 2002 wird die Machbarkeit dieser Vergrösserung durch die Ingenieurgemeinschaft Kandertal untersucht. Aufgrund vermeintlicher genügender Sicherheit wird dann die Geländegeometrie geändert.

Am 31.10.2002 wird der Tunnel im Betrieb genommen. |

Schäden und provisorische Verstärkungsmassnahmen

- | | |
|------|---|
| 2002 | Im Januar 2002 werden relativ grosse Setzungsgeschwindigkeiten festgestellt (bis 1.5 mm Setzung pro Woche). Seit Juni 2002 werden die Risse aufgezeichnet. |
| 2003 | Im Sommer 2003 beträgt die maximale Setzung der Tunnelkonstruktion 30 cm. Es entstehen neue Risse und die Rissöffnungen nehmen zu. Im Juni 2003 geben die Projektingenieure eine Studie zur Beurteilung der Setzungen ab. |

- 2004 Im Juni 2004 beträgt die maximale Setzung 35 cm; die Rissöffnungen haben weiter zugenommen.
- Am 15. Juli 2004 werden die erste Betonabplatzungen am Tunnelgewölbe entdeckt. Es wird festgestellt, dass die Tunnelkonstruktion sich in Querrichtung verformt. Die Bergspur wird sicherheitshalber gesperrt.
- Am 23. Juli 2004 wird ein Schubriss entdeckt. Die Tunnelkonstruktion ist damit einsturzgefährdet und der Tunnel wird sofort vollkommen gesperrt. Für den Verkehr wird eine provisorische Fahrspur eröffnet.
- Seit Anfang August werden die Verschiebungen automatisch gemessen. Die ersten Messungen zeigen eine grosse Verformungsgeschwindigkeit in Querrichtung (bis 0.5 mm pro Tag).
- Im September 2004 wird die Tunnelkonstruktion über etwa 130 m mit einer provisorischen Holzkonstruktion verstärkt.

Gutachten

- 2004 Am 19. Juli 2004 wird Prof. Aurelio Muttoni (Lehrstuhl für Massivbau an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) gebeten, sich über das Gefährdungspotential der Schäden zu äussern. In den darauffolgenden Tagen wird auch Prof. Laurent Vulliet (Lehrstuhl für Grundbau an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) konsultiert.
- Im September 2004 wird versucht ein Schiedsgutachterverfahren einzuleiten. Dieser Versuch scheitert, weil nicht sämtliche Parteien einverstanden sind.
- 2005 Am 11. Januar 2005 werden die Professoren A. Muttoni und L. Vulliet von Peter Ehrbar (Gerichtspräsident 2, Gerichtkreis XII, Frutigen-Niedersimmental) als Sachverständiger eingesetzt.
- Am 30. September 2005 wird ein erster Bericht abgegeben (Bericht R1). Dieser enthält eine Beschreibung der Konstruktion, eine Beschreibung der festgestellten Schäden, eine Analyse der Projektierung und der Ausführung, eine Beschreibung der Schadensursachen sowie die Beantwortung der Fragen, die von den Parteien gestellt wurden.
- Am 25. November 2005 wird ein zweiter Bericht mit der Beantwortung von dringenden Ergänzungsfragen abgegeben (Bericht R2). Die Ergänzungsfragen, gestellt vom Kanton Bern, betreffen provisorischen Verstärkungsmassnahmen und mögliche Sanierungslösungen.
- Am 31 März 2006 wird ein dritter Bericht abgegeben (Bericht R3). Dieser enthält die Beantwortung der Ergänzungsfragen, die von sämtlichen Parteien gestellt wurden. Damit ist das Verfahren betreffend vorsorglicher Beweisführung abgeschlossen.
- Es ist hervorzuheben, dass die Gutachter nur für eine technische Expertise zur Beschreibung der Schäden und zur Erklärung der Ursachen beauftragt wurden. Vertragliche, organisatorische sowie administrative Aspekte sind absichtlich

nicht behandelt worden. Die Gutachter sind auch nicht über die Verantwortlichkeiten befragt worden.

3 Parteien

Gesuchsteller:

***Staat Bern**, handelnd durch die Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Tiefbauamt. Reiterstrasse 11, 3011 Bern, vertreten durch Fürsprecher Gerhard Schnidrig, Bahnhofplatz 5, Postfach 6233, 3001 Bern.*

Gesuchsgegner:

- 1. **Kellerhals & Haefeli AG**, Büro für Geologie, Kapellenstrasse 22, 3011 Bern vertreten durch Rechtsanwalt Dr. Urs Hess-Odoni, Bellerivematte 5, 6006 Luzern (Gesuchsgegnerin 1);*
- 2. **Ingenieurgemeinschaft E + B und IUB** (Gesuchsgegnerin 2), bestehend aus a) **Emch + Berger AG**, Gartenstrasse 1, Postfach 6025, 3001 Basel, und b) **IUB Ingenieur-Unternehmung Bern AG**, Thunstrasse 2, Postfach 213, 3000 Bern, vertreten durch Fürsprecher Daniel Bögli, Schanzenstrasse 1, Postfach 8464, 3001 Bern;*
- 3. **Ingenieurgemeinschaft Kandertal** (Gesuchsgegnerin 3), bestehend aus a) **Grunder Ingenieure AG**, Lützelflühstrasse 35, Postfach 239, 3415 Hasle-Rüegsau, und b) **Gruener AG**, Ingenieure und Planer, Gellerstrasse 55, Postfach, 4020 Basel, vertreten durch Advokat Raymond Marti, Hauptstrasse 15, 4102 Binningen 1;*
- 4. **ARGE LST Mitholz** (Gesuchsgegnerin 4), bestehend aus a) **Batigroup AG**, Wabernstrasse 40, Postfach, 3000 Bern 23, und b) **Frutiger AG Bauunternehmung**, Frutigenstrasse 37, Postfach 2160, 3601 Thun, vertreten durch Rechtsanwalt Dr. Anton Henninger, Freiburgstrasse 10, Postfach 75, 3280 Murten;*
- 5. **Geotechnisches Institut AG** (Gesuchsgegnerin 5), Ingenieurbüro Geologie, Gartenstrasse 13, Postfach 6258, 3001 Bern, vertreten durch Fürsprecher Dieter Haas, Aarberggasse 14, Postfach, 3001 Bern;*
- 6. **BLS Alp Transit AG** (Gesuchsgegnerin 6), Aarestrasse 38 B, Postfach, 3601 Thun, vertreten durch Fürsprecher Dr. Claude Thomann, Kapellenstrasse 1, Postfach 6916, 3001 Bern.*

4 Beschreibung der Schäden

Bei der Tunnelkonstruktion Mitholz sind zwei Familien von Schäden festgestellt worden. Diese zwei Schadensfamilien haben grundsätzlich verschiedene Ursachen.

Schäden infolge zu grosser Setzungen

- a) Im nördlichen und südlichen Teil des Tunnels sind grosse Setzungen festgestellt worden (bis 35 cm im nördlichen Teil). Im mittleren Teil sind hingegen die Setzungen deutlich kleiner. Aus diesen unterschiedlichen Setzungen entsteht eine Verbiegung der monolithischen Tunnelkonstruktion. Daraus resultieren Querrisse. Diese Risse übersteigen jedoch nur leicht die definierten zulässigen Grenzen.

Unterschiedliche Setzungen entstanden vor allem, weil der Untergrund stark variabel ist. Im nördlichen und südlichen Teil ist der Boden weicher als im mittleren Teil.

Schäden infolge zu grossem seitlichem Erddruck

Da die Aufschüttung stark asymmetrisch ist (Deponie vor allem auf der West-Seite des Tunnels), ist die Tunnelkonstruktion sehr grossen Erddrücke in Querrichtung ausgesetzt. Da die Tunnelkonstruktion im mittleren Teil auf einem festen Boden fundiert ist, ergaben sich grosse Verformungen und Beanspruchungen der Betonkonstruktion in Querrichtung. Daraus resultierten folgende Schäden.

- b) Längsrisse mit Rissöffnungen, die die festgelegten Grenzen stark übersteigen. Diese Risse sind für die Dauerhaftigkeit problematisch (Korrosion der Bewehrungen), stellen aber kurzfristig keine Beeinträchtigung der Sicherheit dar.
- c) Betonabplatzungen im grossen Ausmass. Sie entstehen, weil die innere Bewehrung stark überbeansprucht ist und weil die daraus resultierenden Betonzugspannungen die Betonzugfestigkeit übersteigen. Infolge Abplatzens der Betonüberdeckung wird die Hauptbewehrung unwirksam. Daraus folgen eine Zunahme der Verformungen und eine Reduktion der Tragsicherheit. Diese stellen eindeutig den Hauptschaden dar.
- d) Im mittleren Bereich sind sehr breite geneigte Risse entstanden (so genannte Schubrisse, Rissöffnung bis 40 mm). Obwohl dies nur über eine Länge von 12 m festgestellt wurde, ist dieser Schaden sehr gefährlich. Vor der provisorischen Verstärkung im September 2004 befand sich der Tunnel in diesem Bereich knapp vor dem Einsturz.

Im mittleren Bereich des Tunnels war zum Teil auch eine Behinderung der Tunnelverdrehung infolge differentieller Setzungen für diese Schäden verantwortlich. Diese Ursache spielt jedoch eine untergeordnete Rolle.

5 Schlussfolgerungen der Sachverständigen zu den Schadensursachen

Setzungsunterschiede

Die Setzungen im südlichen und nördlichen Bereich sind zu gross, weil der Baugrund unterhalb des Tunnels nicht genügend steif ist und weil provisorische Aufschüttungen zum Teil zu hoch waren. Als Ursachen sind folgende Hypothesen zu erwähnen:

- die Bodensteifigkeiten ist unterschätzt worden,
- der schlechte Boden unterhalb des Tunnelfundaments ist nicht wie vorgeschrieben ersetzt oder verdichtet worden.

Die Gutachter konnten diese Hypothesen nicht eindeutig abklären. Auf eine teure Untersuchung mit zusätzlichen Sondierungen ist jedoch verzichtet worden, weil die damit verbundenen Schäden eine untergeordnete Rolle spielen.

Zu grosser seitlicher Erddruck

Die Ermittlung des Erddruckes auf die Tunnelkonstruktion ist ein schwieriges Boden-Tragwerk-Interaktionsproblem. Dieses Problem ist von den Projektierenden nicht richtig erfasst worden. Die Erddrücke sind somit unterschätzt worden. Hierbei sind folgende Punkte zu erwähnen:

- die angenommene Bodenkennwerte der Aufschüttung (Bemessungswerte) sind zum Teil nicht genügend vorsichtig (vor allem die Querdehnungszahl),
- dasselbe gilt auch für das gewählte Sicherheitskonzept
- die statische Modellierung der Aufschüttung und der Tunnelkonstruktion ist unzutreffend (der untersuchte Bereich ist zu klein, die Kontaktzone Boden-Beton wurde nicht berücksichtigt und die Modellierung der Betonkonstruktion ist ungünstig).

Betonabplatzungen

Die Betonabplatzungen, die den Hauptschaden darstellen, haben stattgefunden, weil:

- die Erddrücke unterschätzt wurden,
- der Nachweis der Betonbeanspruchung nicht richtig durchgeführt wurde und
- die Bewehrung ungünstig geplant wurde (Bewehrungsstösse im ungünstigen Bereich).

Schubriss

Die Ursachen des Schubrisses, der für die Einsturzgefahr verantwortlich war, sind primär die unterschätzte Erddrücke. Die Bewehrung, die in diesem Bereich nicht plankonform verlegt wurde, hat die Entstehung des Schubrisses begünstigt.

6 Aktueller Stand der Tunnelkonstruktion

Seit Ende Juli 2004 ist der Tunnel total gesperrt.

Die Setzungen haben sich mit der Zeit stabilisiert.

Zur Gewährleistung der nötigen Sicherheit sind seit der provisorischen Verstärkung im September 2004 folgende Massnahmen ergriffen worden:

- Systematische Inspektionen mit Aufnahme der Schäden
- Kontinuierliche Messungen der Verschiebungen und der Spriesskräfte

Die Verformungen in Querrichtung sowie die Spriesskräfte haben allmählich zugenommen. Aus diesem Grund muss entweder die Abspriesskonstruktion ergänzt werden oder die Tunnelkonstruktion entlastet werden, indem die Aufschüttung in Tunnelnähe teilweise entfernt wird.

7 Mögliche Sanierungsmassnahmen

Die Tunnelkonstruktion ist mit einem vernünftigen Aufwand sanierbar. Im Rahmen der Expertise sind mögliche Sanierungslösungen nur skizziert worden. Dabei kämen in Frage:

- 1) Entlastung des Tunnels durch Entfernung eines Teils der Aufschüttung.
- 2) Anpassung der Aufschüttungsgeometrie.
- 3) Reduzierung der Einwirkung mit einer verankerten Stützwand,
- 4) Reduzierung der Einwirkung mit einer Jet-Grouting-Konstruktion,
- 5) Verstärkung der Tragkonstruktion mit einer äusseren Scheibenaussteifung.

- 6) Verstärkung der Tragkonstruktion mit Ankern.
- 7) Verstärkung des Tragwerks mit einer tragenden Innenschale.

Die Kosten der Lösung Nummer 1 sind stark von den Deponiekosten abhängig. Sollte das entfernte Material im Raum Mitholz mit nicht zu grossen Kosten deponiert werden können, ist diese Lösungsmöglichkeit aus technischen, wirtschaftlichen und terminlichen Gründen sehr interessant.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Dauerhaftigkeit müssen die geschädigten Oberflächen instand gesetzt werden, und sehr weit geöffnete Risse sind zu injizieren. Aus diesem Grund ist eine Kombination mit Lösung 7 angebracht.