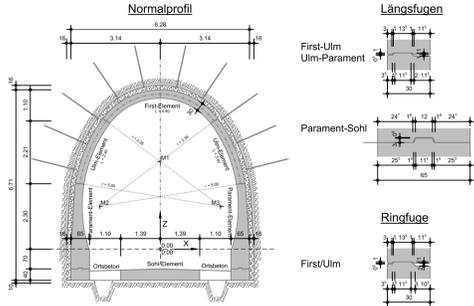


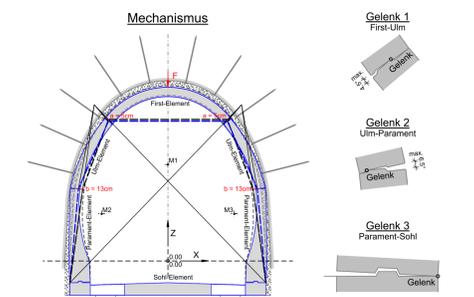
Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

Tragfähigkeit von Tübbing-Elementen aus Stahlfaserbeton

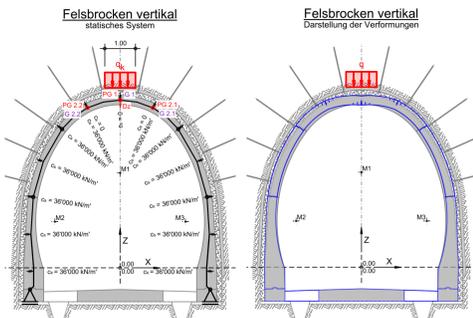
Normalbauweise



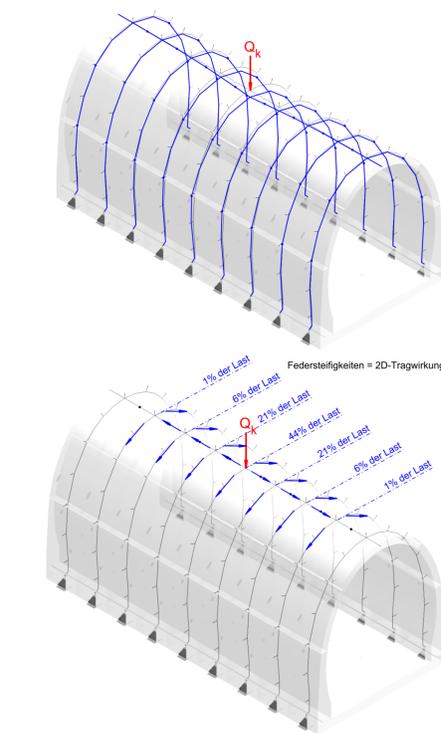
Randbedingungen



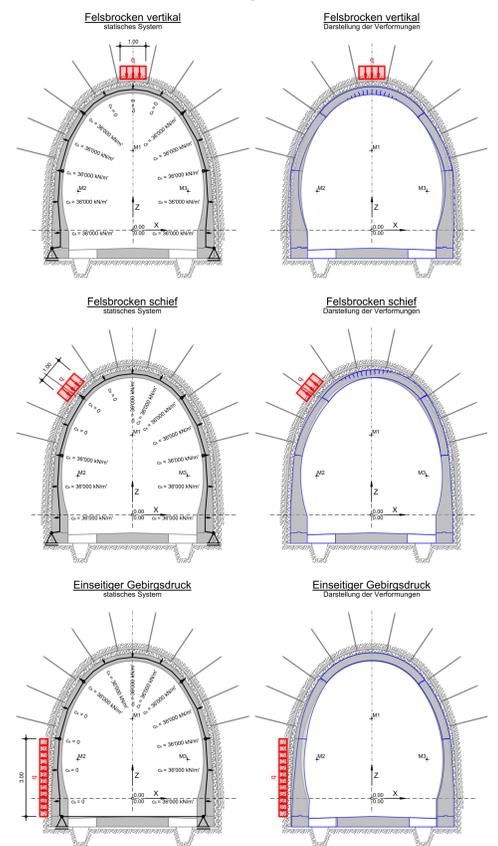
Unterer Grenzwert der Traglast



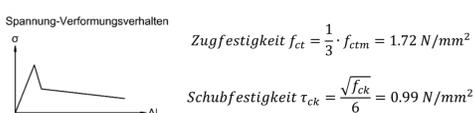
Tragwirkung in Tübbing-Längsrichtung



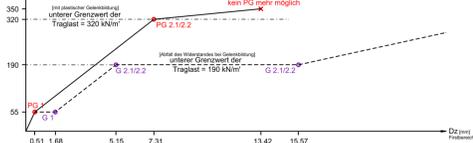
Nachweis der Tragsicherheit



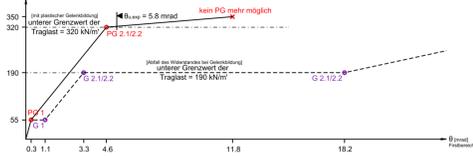
Baustoffeigenschaften



Last-Verformungsdiagramm



Last-Rotationsdiagramm



Bettungsmodul

Bettungsmodul $k_s = (0.5 \dots 1.5) \cdot \frac{E_s}{r}$

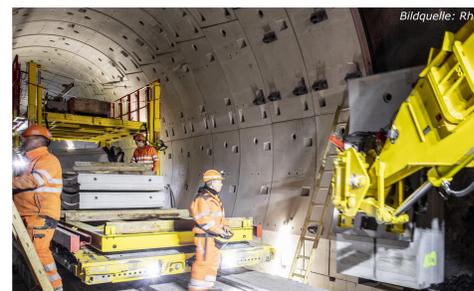
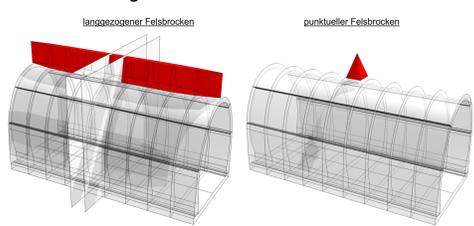
Es-minimal	Bettungsmodul k_s (N/m ³)		Es-maximal
	r_{20}	r_{10}	
0.50	21277	10700	20700
0.75	31915	15000	30000
1.00	42553	20000	40000
1.25	53191	25000	50000
1.50	63830	30000	60000

Federsteifigkeit $c_s = a \cdot b \cdot k_s$

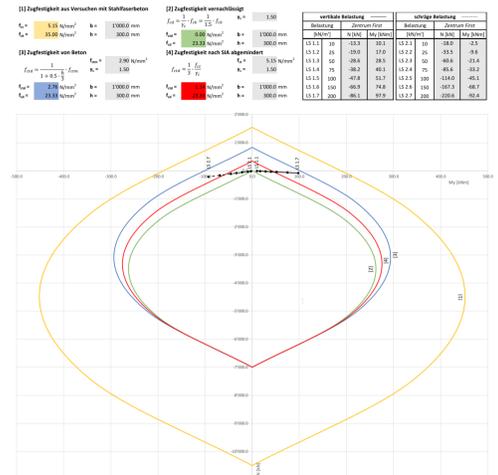
Es-minimal	Federsteifigkeit c_s (N/m)		Es-maximal
	r_{20}	r_{10}	
0.50	23404	12000	46809
0.75	35106	18000	70213
1.00	46809	24000	93617
1.25	58511	30000	117021
1.50	70213	36000	140426

■ Einschätzung durch Setzungsrechnung
■ Berechnungsbeispiel der ASTRA

Modellbildung



Moment-Normalkraftdiagramm



Problemstellung

Im alpinen Kanton Graubünden erstreckt sich ein weites Bahnnetz der Rätischen Bahn „RhB“. Es beinhaltet 115 Tunnels, welche nach über hundertjähriger Nutzung instand gesetzt werden müssen. Dafür hat die RhB die Normalbauweise entwickelt, wobei vorfabrizierte Tübbing-Elemente aus Stahlbeton eingesetzt werden.

Für eine Weiterentwicklung der Normalbauweise strebt die RhB der Einsatz von Stahlfasern, als Ersatz von Bewehrung, an. Damit kann in der Herstellung Zeit eingespart werden, was eine erhebliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit bewirken soll. Im europäischen Raum wird reiner Stahlfaserbeton jedoch noch wenig eingesetzt und Erfahrung in der Herstellung sowie die normativen Grundlagen fehlen.

Zudem zeigen vorhandene Versuche von Stahlfaserbeton auf, dass im Vergleich zum herkömmlichen Beton nur minimale Steigerungen der Zugfestigkeiten vorkommen.

Wie grosse aussergewöhnliche Einwirkungen können somit mit einem Tunnelgewölbe aus Stahlfaserbeton aufgenommen werden?

Lösungskonzept

Das Ziel der Arbeit ist es die Tragfähigkeit des geschlossenen Ringes aus Stahlfaserbeton-Elementen zu überprüfen.

Durch eine Abminderung der Festigkeiten werden die Unsicherheiten des Stahlfaserbetons minimiert und mit einer Gefährdungsbildanalyse sollen die massgebenden Einwirkungen gefunden werden.

Anschliessend wird mit Berechnungen für die Nachweise der Tragsicherheit der massgebende Lastfall ermittelt. Zudem kann mit dem Moment-Normalkraftdiagramm eine erste Abschätzung der maximalen Einwirkungen gemacht werden.

Mit einer Beschränkung der Rotation und der Verformungen wird mit dem massgebenden Lastfall, anhand einem Traglastverfahren, ein unterer Grenzwert der Traglast ermittelt. Diese Modellbildung beschränkt sich auf die Tiefe eines Laufmeters. Das bedeutet, die errechnete Einwirkung darf sich theoretisch über die gesamte Tübbing-Längsrichtung ausdehnen.

Wird die Einwirkung auf eine lokale Fläche beschränkt, kann der untere Grenzwert der Traglast anhand der Tragwirkung in Tübbing-Längsrichtung erhöht

werden. Daher wird zum Schluss diese Tragwirkung etwas genauer unter die Lupe genommen.

Die errechnete maximale Einwirkung soll als Grundlage für die RhB dienen, um das Risiko von zu grossen Felsbrocken abzuschätzen womit ein Einsatz von Stahlfaserbewehrten Tübbing-Elementen möglich ist.

Nino Fanger

Betreuer:
Prof. Dr. Daniel Heinzmann

Experte:
Dr. Thomas Jäger

Industriepartner:
Rätische Bahn RhB