



**Ausbau Eisenbahnachse München-Verona**  
**BRENNER BASISTUNNEL**

**Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona**  
**GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO**

**TEIL E 4.2– GEOMECHANISCHER BERICHT**  
**KONTINUIERLICHER VORTRIEB, ERKUNDUNGSSTOLLEN - AHRENTAL.**  
**AP164 BAULOS TULFES PFONS**

**SEZIONE E 4.2 – RELAZIONE GEOMECCANICA**  
**AVANZAMENTO CONTINUO, CUNICOLO ESPLORATIVO AHRENTAL.**  
**AP164 LOTTO PRINCIPALE TULFES PFONS**



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt  
der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

*Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea  
attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee*

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO - BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Piazza Stazione 1 • I-39100 Bolzano  
Tel.: +39 0471 0622-10 • Fax: +39 0471 0622-11  
Part. IVA IT02431150214 • Registro delle Imprese Bolzano 02431150214  
Cap. sociale / Ges.-Kap. € 10.240.000 v.e. / i.v

Amraser Str. 8 • A-6020 Innsbruck  
Tel.: +43 512 4030 • Fax: +43 512 4030-110  
UID Nr.: ATU 61270868 • FN 367729d • Landesgericht Innsbruck • DVR Nr.: 1034707  
E-mail: bbt@bbt-se.com • www.bbt-se.com

<b>0</b>	<b>BEARBEITUNGSSTAND .....</b>	<b>4</b>
<b>0</b>	<b>STATO DI ELABORAZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>5</b>
1.1	AUFGABENSTELLUNG.....	5
1.1	ATTIVITÀ OGGETTO DELL'APPALTO.....	5
1.2	METHODIK .....	6
1.2	METODOLOGIA.....	6
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>DATI DI BASE .....</b>	<b>7</b>
2.3	PROJEKTUNTERLAGEN / PLÄNE.....	7
2.3	DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE / ELABORATI GRAFICI .....	7
2.4	WEITERE LITERATUR .....	7
2.4	ULTERIORE BIBLIOGRAFIA .....	7
2.5	GEBIRGSARTEN, BERGWASSER UND GEBIRGSVERHALTEN .....	7
2.5	TIPOLOGIE DI AMMASSO ROCCIOSO, ACQUE SOTTERRANEE E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO .....	7
<b>3</b>	<b>TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT UND SYSTEMVERHALTEN .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>METODO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO E COMPORTAMENTO DEL SISTEMA.....</b>	<b>8</b>
3.6	TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT .....	8
3.6	METODO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO .....	8
3.7	EINFLUSSFAKTOREN .....	8
3.7	FATTORI DI INCIDENZA .....	8
3.7.1	Stützmittel.....	8
3.7.1	Misure di sostegno .....	8
3.7.2	Bergwassereinfluss .....	9
3.7.2	Incidenza delle acque sotterranee.....	9
3.8	KENNLINIENVERFAHREN FÜR GEBIRGE UND STÜTZUNG .....	9
3.8	METODO DELLE LINEE CARATTERISTICHE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI E SISTEMI DI SOSTEGNO .....	9
3.9	KINEMATISCHES VERFAHREN ZUR ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH .....	10
3.9	PROCEDIMENTO CINEMATICO PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO.....	10
<b>4</b>	<b>SYSTEMVERHALTENSTYPEN .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>TIPOLOGIE DI COMPORTAMENTO DEL SISTEMA ROCCIOSO .....</b>	<b>11</b>
4.10	METHODIK ZUR BEURTEILUNG DES SYSTEMVERHALTENS.....	11
4.10	METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA .....	11
4.11	WARNWERTE .....	11
4.11	VALORI DI ATTENZIONE .....	11
<b>5</b>	<b>VORTRIEBSKLASSEN .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CLASSI DI AVANZAMENTO.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>20</b>

<b>6</b>	<b>ALLEGATO.....</b>	<b>20</b>
6.12	HOMOGENES GEBIRGE .....	20
6.12	AMMASSO OMOGENEO.....	20
6.13	STÖRUNGSZONEN.....	20
6.13	AREE DI FAGLIA .....	20
6.14	ÜBERSETZUNGSMATRIX .....	20
6.14	MATRICE DI TRADUZIONE .....	20
<b>7</b>	<b>ANLAGE – TUNNELBAUTECHNISCHER RAHMENPLAN .....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>ALLEGATO – PROGRAMMA QUADRO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO .....</b>	<b>21</b>

0 BEARBEITUNGSSTAND

0 STATO DI ELABORAZIONE

Revision	Änderungen	Verantwortlicher Dokument	Datum
Revisione	Cambiamenti	Responsabile documento	Data
00	Erste Ausgabe		
	Prima versione	GJe	29.7.2013

## **1 ALLGEMEINES**

Die BBT SE Brenner Basistunnel / Galleria di Base del Brennero beabsichtigt für die geplante Eisenbahnstrecke Innsbruck - Franzensfeste die Errichtung des Baulos AP164 – Tulfes Pfons. Dieses Baulos unterteilt sich in folgende Abschnitte, siehe auch Abschnittsdefinition gem. Teil D „Baulosbeschreibung“:

- Rettungsstollen Tulfes
- Verbindungstunnel Ost und West
- Zugangstunnel Nothaltestelle Innsbruck und Querkaverne
- Querkaverne
- Erkundungstunnel im kont. Vortrieb EKS

Die Projekts- und Bauwerksbeschreibung wird im Teil D – Baulosbeschreibung näher behandelt.

Der hier vorliegende Bericht umfasst die geomechanische Beurteilung vom Erkundungstunnel Ahrental mit kontinuierlichem Vortrieb.

### **1.1 AUFGABENSTELLUNG**

Gegenstand des Ausschreibungsprojektes ist, anhand der Bewertung und Zusammenstellung vorhandener Unterlagen (Einreichplanung) die geotechnischen Verhältnisse im Bereich des geplanten Baulos AP164 – Tulfes Pfons zu beschreiben.

Das daraus gewonnene geotechnische Baugrundmodell bildet die Basis für die Bestimmung des Systemverhaltens im ungestützten Ausbruchsbereich. Hieraus werden die Baumethoden und die dazu gehörenden bautechnischen Maßnahmen festgelegt.

Die Basis für das geotechnische Baugrundmodell bilden das baugeologische und das hydrogeologische Modell, die jeweils in einem eigenen Kapitel dargestellt sind (siehe Teil E).

Im geomechanischen Bericht werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Wahl des tunnelbautechnischen Konzeptes

## **1 GENERALITÀ**

La Galleria di Base del Brennero - BBT SE Brenner Basistunnel intende realizzare lungo la progettata linea ferroviaria Innsbruck - Fortezza il lotto AP164 – Tulfes Pfons. Questo lotto si suddivide nei tratti seguenti, vedi anche la definizione dei tratti di cui alla sezione D “Descrizione dei lotti”:

- Cunicolo di soccorso Tulfes
- Gallerie di collegamento est ed ovest
- Fermate di emergenza Innsbruck e camerone trasversale
- Camerone trasversale
- Cunicolo esplorativo in avanzamento continuo

La descrizione del progetto e dell'opera è trattata nella sezione D “Descrizione dei lotti”.

La presente relazione è incentrata sulla valutazione geomeccanica del cunicolo esplorativo Ahrental con avanzamento continuo.

### **1.1 ATTIVITÀ OGGETTO DELL'APPALTO**

Il progetto in appalto ha per oggetto la descrizione, a fronte della raccolta e valutazione della documentazione esistente (progettazione definitiva), delle condizioni geotecniche nell'area del progettato lotto AP164 – Tulfes Pfons.

Il modello geotecnico del sottosuolo che ne deriva costituisce la base per la determinazione del comportamento del sistema nell'area di scavo non consolidata e consente di stabilire i metodi di costruzione e i relativi interventi tecnico-costruttivi.

La base del modello geotecnico del sottosuolo è rappresentata dai modelli geologico-costruttivo e idrogeologico, descritti in una sezione a sé stante (vedi sezione E).

Nella relazione geomeccanica vengono trattati i seguenti temi:

- scelta del metodo per la realizzazione delle

- Abschätzung des Systemverhaltens im Vortriebsbereich
- Detailfestlegung bautechnischer Maßnahmen und Ermittlung des Systemverhaltens
- Erstellung des Tunnelbautechnischen Rahmenplanes

#### 1.2 METHODIK

Die vorliegende Methodik basiert auf den folgenden Grundlagen:

- Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik: Richtlinie für die Geotechnische Planung von Untertagebauten mit kontinuierlichem Vortrieb (Entwurf 27.03.2013).
- ÖNORM B2203 – 2: Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb, Ausgabe Jänner 2005

opere in sotterraneo

- valutazione del comportamento del sistema nell'area di scavo
- individuazione dettagliata di interventi tecnico-costruttivi e rilevazione del comportamento del sistema
- redazione del programma quadro per la realizzazione delle opere in sotterraneo

#### 1.2 METODOLOGIA

La presente metodologia si basa sui seguenti dati di base:

- Società austriaca di geomeccanica (Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, ÖGG): Direttiva per la progettazione geotecnica di lavori in sotterraneo con avanzamento continuo (bozza del 27.03.2013)
- Norma austriaca ÖNORM B2203 – 2: Lavori in sotterraneo – Norma sul contratto d'opera, parte 2: avanzamento continuo, edz. gennaio 2005

## **2 GRUNDLAGEN**

### **2.3 PROJEKTUNTERLAGEN / PLÄNE**

- [1] D0154 TB 00021 10 - Haupttunnel Technischer Bericht G 1.2b-01 Geotechnik
- [2] D0154 TB 00022 10 - Haupttunnel Technischer G 1.2b-02 Bericht, Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen, Störzone – Haupttunnel
- [3] D0154 LS 00061 10 - geotechnischer Längenschnitt Haupttunnel
- [4] GTB 00001 06 - Gebirgsarten, Gebirgsverhaltenstypen - Erkundungsstollen Ahrental – Wolf
- [5] D0642 19701 00 - geotechnischer Längenschnitt Erkundungsstollen

### **2.4 WEITERE LITERATUR**

- [6] Hoek, Caranza-Torres & Corkum (2002): Hoek-Brown criterion – 2002 edition; Proc. NARMSTAC Conference, Toronto
- [7] Panet, M (1995): Calcul des tunnels par la method Convergence Confinement; Presses Ecole Nationale Ponts Chausses
- [8] Software UNWEDGE User Manual, Version 3.0, [www.rocscience.com](http://www.rocscience.com)

### **2.5 GEBIRGSARTEN, BERGWASSER UND GEBIRGSVERHALTEN**

Die Gebirgsarten und Bergwasserverhältnisse sind dem entsprechenden Geologischen Bericht zu entnehmen, siehe Teil E.

Das Gebirgsverhalten mit den zugehörigen Gebirgsverhaltenstypen ist im entsprechenden Geotechnischen Bericht näher beschrieben, siehe Teil E.

## **2 DATI DI BASE**

### **2.3 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE / ELABORATI GRAFICI**

- [1] D0154 TB 00021 10 – Galleria principale relazione tecnica G 1.2b-01 Geotecnica
- [2] D0154 TB 00022 10 - Galleria principale relazione tecnica G 1.2b-02, Tipi di ammasso, tipi di comportamento dell'ammasso, aree di faglia – galleria principale
- [3] D0154 TB 00061 10 – Profilo longitudinale geotecnico galleria principale
- [4] GTB 00001 06 - Tipi di ammasso, tipi di comportamento dell'ammasso - Cunicolo di prospezione Ahrental – Wolf
- [5] D0642 19701 00 - Profilo longitudinale geotecnico del cunicolo esplorativo

### **2.4 ULTERIORE BIBLIOGRAFIA**

- [6] Hoek, Caranza-Torres & Corkum (2002): Hoek-Brown criterion – 2002 edition; Proc. NARMSTAC Conference, Toronto
- [7] Panet, M (1995): Calcul des tunnels par la method Convergence Confinement; Presses Ecole Nationale Ponts Chausses
- [8] Software UNWEDGE User Manual, Version 3.0, [www.rocscience.com](http://www.rocscience.com)

### **2.5 TIPOLOGIE DI AMMASSO ROCCIOSO, ACQUE SOTTERRANEE E COMPORTAMENTO DELL'AMMASSO**

Le tipologie di ammasso roccioso e la presenza di acque sotterranee si possono desumere dalla corrispondente Relazione Geologica, sezione E.

Il comportamento dell'ammasso roccioso e le relative tipologie sono descritte in dettaglio nella Relazione Geotecnica, sezione E.

### **3 TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT UND SYSTEMVERHALTEN**

#### **3.6 TUNNELBAUTECHNISCHES KONZEPT**

Mit den Gebirgsverhaltenstypen wurden die möglichen Vortriebsszenarien definiert. Durch das tunnelbautechnische Konzept, die Zuordnung von Maßnahmen für Ausbruch und Stützung für jeden charakteristischen Bereich, wird diesem Versagen entgegengewirkt. Aus dem Gebirgsverhalten überlagert mit den zugeordneten Maßnahmen resultiert das Systemverhalten. Das Systemverhalten muss folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Generelle Standsicherheit des Hohlraumes zu jedem Zeitpunkt
- Sicherheit gegen Herauslösen einzelner Blöcke
- Vermeidung schädlicher Gebirgsauflockerung und Entfestigung
- Erhalt der Gebrauchstauglichkeit

#### **3.7 EINFLUSSFAKTOREN**

Der maschinelle Vortrieb ist weniger anpassungsfähig an die lokalen geologischen Gegebenheiten und ist entsprechend im überwiegend kompetenten Gebirge vorgesehen. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass in den überwiegend prognostizierten Gebirgsarten diese Voraussetzung gegeben ist. Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass das Gebirgsverhalten überwiegend den Typen 2 - 3 gemäß ÖGG Richtlinie zugeordnet werden kann. Der prognostizierte Anteil an Gebirgsverhaltenstyp 2 und 3 beträgt zusammen rd. 70%.

##### **3.7.1 Stützmittel**

Als Stützmittel sind für den Vortrieb vor allem Stahleinbauten zur Firstsicherung in Form von Bögen, Bogenteile, Baustahlgittermatten und Ankern vorgesehen. Bei Bedarf können diese mit Spritzbeton ergänzt werden. Zur Sicherung von Blöcken und in Hinblick auf die Sicherheit der Vortriebsmannschaft wird zumindest ein Kopfschutz, bestehend aus einer Firstkappe UNP 140 je 1,7 Meter

### **3 METODO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO E COMPORTAMENTO DEL SISTEMA**

#### **3.6 METODO PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN SOTTERRANEO**

Sulla base dei tipi di comportamento dell'ammasso roccioso si sono definiti i possibili scenari di avanzamento. Con il metodo per la realizzazione delle opere in sotterraneo, l'attribuzione a ciascuna area caratteristica delle misure per lo scavo e i sostegni si contrasta l'instabilità. Dall'incrocio del comportamento dell'ammasso roccioso con le misure attribuite risulta il comportamento del sistema, che deve rispettare i seguenti requisiti:

- generale stabilità della cavità in ogni momento
- sicurezza contro l'allentamento di blocchi isolati
- nessuna pericolosa disgregazione dell'ammasso roccioso e perdita di compattezza
- mantenimento dell'idoneità all'impiego

#### **3.7 FATTORI DI INCIDENZA**

L'avanzamento meccanico si adatta meno alle caratteristiche geologiche locali ed è pertanto previsto per un ammasso roccioso prevalentemente competente. Le indagini condotte indicano che tale requisito è presente nella maggior parte delle tipologie di ammasso pronosticate. I calcoli eseguiti dimostrano che il comportamento del sistema può essere associato per lo più ai tipi 2 - 3 della direttiva ÖGG (Società austriaca di geomeccanica) per una percentuale pronosticata che ammonta complessivamente (tipi 2 e 3) a ca. il 70%.

##### **3.7.1 Misure di sostegno**

Le misure di sostegno previste per lo scavo consistono soprattutto in armature in acciaio per il consolidamento del colmo della calotta quali centine, parti di centina, reti elettrosaldate ed ancoraggi. Se necessario anche con ulteriore utilizzo di calcestruzzo proiettato. Per il consolidamento dei blocchi ed in vista della sicurezza delle squadre di lavoro si prevede almeno un intervento



Stollenlänge, einer Lage AQ 60 und 3 Rohrreibungsanker vorgesehen. Im standfesten Gebirge ohne Potential für schwerkraftbedingte Nachbrüche ist in Abstimmung mit der ÖBA, dem Geologen und dem Geotechniker vor Ort ein Vortrieb ohne Stützmittel bzw. nur mit Einzelblocksicherungen möglich.

Bei Gefahr von Sargdeckeln sind längere Anker zu verwenden. Sollte es wider Erwarten durch das Bohren der Anker verstärkt zum Ablösen von größeren Blöcken kommen, ist auch der Einbau von geschlossenen Bögen möglich.

Die Ausbauklassen A und B benötigen aus geomechanischer Sicht keinen Spritzbeton bzw. nur eine Versiegelung im Firstbereich. Da z.Z. keine Innenschale eingebaut wird, ist eine vollflächige Spritzbetonschale,  $ds = 10\text{cm}$  vorgesehen.

### **3.7.2 Bergwassereinfluss**

Es ist z.T. mit Störzonen und vorübergehenden Wasserandrang von bis zu  $10\text{ l/s/10 m}$  zu rechnen. Bei der Durchörterung dieser Bereiche sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Diese beinhalten regelmäßige Vorausbohrungen zur Erkundung des unmittelbaren Vortriebsbereichs. Die Bohrungen sind dabei möglichst flach und unmittelbar hinter dem Firstschild anzusetzen. Die Bohrungen werden einerseits als Vorausbohrung mit kontinuierlichem Kerngewinn bis zu einer maximalen Länge von  $200\text{ m}$  und andererseits als kernlose Bohrung (Vollbohrung) mit einer Tiefe von bis zu  $80\text{ Meter}$  ausgeführt. Zusätzlich kommen geophysikalische Messungen zur Anwendung kommen.

Angebohrte Schichten mit starker Wasserführung sind wenn möglich „ausbluten“ zu lassen, während dieser Zeit ist die Schüttung genau zu protokollieren. Je nach Ganglinie dieser Schüttung sind in Abstimmung mit dem AG der Vortrieb fortzusetzen bzw. weitere Erkundungen zu tätigen.

a protezione della volta con la posa di una centina per calotta UNP 140 ogni  $1,7\text{ m}$  di lunghezza cunicolo, uno strato AQ 60 e 3 bulloni ancorati per attrito (tipo swellex o simile). In roccia stabile senza potenziale di franamenti gravitativi è possibile, in accordo con la Direzione Lavori, il geologo ed il geotecnico, uno scavo in loco senza misure di sostegno o meglio soltanto con consolidamenti di blocchi isolati.

In caso di rischio delle strutture portanti della copertura si devono utilizzare ancoraggi più lunghi. Se, contro le aspettative, con le perforazioni degli ancoraggi si arrivasse al distacco di blocchi di maggiore dimensione, si possono posare anche centine chiuse.

Dal punto di vista geomeccanico le classi di rivestimento A e B non richiedono l'uso di calcestruzzo proiettato o meglio soltanto di un consolidamento nell'area del colmo della calotta. Dato che al momento non è applicato alcun rivestimento interno, si prevede un rivestimento a tutta parete in spritzbeton dello spessore  $ds = 10\text{ cm}$ .

### **3.7.2 Incidenza delle acque sotterranee**

Al momento sono previste faglie ed una venuta temporanea d'acqua fino a  $10\text{ l/s/10 m}$ . Nell'attraversamento di queste aree sono necessarie misure accessorie, quali regolari perforazioni in avanzamento per la prospezione dell'area di scavo immediatamente successiva. In questo caso le perforazioni devono essere previste il meno inclinate possibile e direttamente antistanti lo scudo in calotta. Le perforazioni sono condotte, da un lato, come perforazioni in avanzamento a carotaggio continuo fino ad una lunghezza massima di  $200\text{ m}$  e, dall'altro, come perforazione a distruzione di nucleo (senza obbligo di carotaggio) fino ad  $80\text{ metri}$ . Si ricorre inoltre a misurazioni geofisiche.

Strati con intensa circolazione idrica sotterranea, se perforati, devono essere, possibilmente, fatti scaricare e per il periodo di tempo interessato devono essere registrati i dati della portata. A seconda dell'andamento temporale della portata sono da concordare con il committente la continuazione dello scavo oppure ulteriori prospezioni.

## **3.8 KENNLINIENVERFAHREN FÜR GEBIRGE UND**

## **3.8 METODO DELLE LINEE CARATTERISTICHE DEGLI AMMASSI**

### **STÜTZUNG**

Zur Berechnung der Gebirgskennlinie wird für eine idealisierte ebene Scheibe ein vordefinierter isotroper Spannungszustand ermittelt. Unter Voraussetzung eines kreisrunden Tunnelquerschnittes und eines elastischen Gebirgsverhaltens, erhält man beim Auftragen der Radialdeformation eine lineare Funktion. Wenn das Mohr-Coulomb'sche Bruchkriterium erreicht ist, baut sich eine plastische Zone um den Tunnelhohlraum auf.

Der Spritzbetonausbau mit dem Elastizitätsmodul  $E$  und der Dicke  $d$  baut den Ausbaudruck vom Beginn seines Einbaus über die Verformung auf. Die Vorverformungen werden nach Panet [7] ermittelt. Vernachlässigt wird beim vorliegenden Verfahren die Wirkung der weiteren Ausbaumittel.

Somit kann dieses Verfahren nur zu einer groben Abschätzung des plastischen Verhaltens herangezogen werden.

Das Kennlinienverfahren wird zur Festlegung der geeigneten Stützmittel, speziell in Gebirgsverhältnissen mit hohlraumnaher bis tiefreichender Überbeanspruchung verwendet.

#### **3.9 KINEMATISCHES VERFAHREN ZUR ABSCHÄTZUNG DES SYSTEMVERHALTENS IM AUSBRUCHBEREICH**

Zur Abschätzung der Block-Kinematik beim Vortrieb wurde das Software Programm UNWEGDE verwendet. Mit diesem Programm wurden die möglichen Key-Blöcke ermittelt (Blöcke die ein Potential für Fallen aus Firste und Ulme, Gleiten entlang von Trennflächen und Gleiten entlang der Schnittgerade von zwei Trennflächen).

Das kinematische Verfahren wird zur Festlegung der geeigneten Stützmittel, in Gebirgsverhältnissen mit gravitativen Versagensmechanismen eingesetzt.

### **ROCCIOSI E SISTEMI DI SOSTEGNO**

Per il calcolo della linea caratteristica dell'ammasso roccioso viene determinato lo stato tensionale isotropo predefinito di una lastra piana ideale. Assumendo una sezione circolare della galleria e un comportamento elastico dell'ammasso roccioso, con l'applicazione della deformazione radiale si ottiene una funzione lineare. Al raggiungimento del punto di rottura secondo il criterio di Mohr-Coulomb, si forma una zona plastica al contorno della cavità.

Dal momento della sua posa, il rivestimento in calcestruzzo proiettato con il modulo di elasticità  $E$  e lo spessore  $d$  genera una pressione che predomina sulla deformazione della roccia. Le deformazioni precedenti vengono rilevate secondo Panet [7]. Questo metodo non considera l'effetto degli altri elementi di rivestimento.

Con questo procedimento si può così pervenire soltanto a una valutazione approssimativa del comportamento plastico.

Il metodo delle linee caratteristiche viene impiegato per la definizione del sistema di sostegno adatto, in particolare modo in ammassi rocciosi con sovrassollecitazione in prossimità dello scavo fino in profondità.

#### **3.9 PROCEDIMENTO CINEMATICO PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA NELL'AREA DI SCAVO**

Per la valutazione della cinematica dei blocchi durante l'avanzamento è stato utilizzato il software UNWEGDE. Con questo programma sono stati rilevati i possibili blocchi chiave (quelli, cioè, che presentano un potenziale di caduta dal colmo della calotta e dai piedritti, di scivolamento lungo i piani di discontinuità e lungo la linea di taglio tra due piani di discontinuità).

Il procedimento cinematico è utilizzato per la definizione del sistema di sostegno adatto, in ammassi rocciosi con meccanismi di instabilità gravitativa.

## 4 SYSTEMVERHALTENSTYPEN

Zur einfacheren Handhabung wird das sich aus den vielen möglichen Kombinationen von Ausbruch, Stützung und Gebirge resultierende Systemverhalten in eine überschaubare Reihe von Systemverhaltenstypen zusammengefasst.

### 4.10 METHODIK ZUR BEURTEILUNG DES SYSTEMVERHALTENS

Der Nachweis des Systemverhaltens im Festgestein basiert auf dem bereits erläuterten Kennlinienverfahren. Als Berechnungsmethode wurde das vereinfachte Kennlinienverfahren, und für ausgewählte Bereiche das Verfahren nach Carranza-Torres verwendet.

### 4.11 WARNWERTE

Gemäß ÖGG Richtlinie werden Warnwerte definiert, die als Grenze für den Einsatz von Zusatzmaßnahmen heranzuziehen sind. Die Warnwerte samt den erforderlichen Maßnahmen sind am tunnelbautechnischen Rahmenplan angeführt. Es wird darauf hingewiesen, dass Zusatzmaßnahmen nicht unbedingt erforderlich sind, wenn der Warnwert im Einzelfall (z.B. ein Überschreiten der Deformationsgrenze an einem Messquerschnitt) überschritten wird und das Zeit-Setzungsdiagramm schon soweit abgeflacht ist, dass keine maßgeblichen Verschiebungszunahmen mehr erwartet werden.

Bei gefügebedingten Nachbrüchen und hohlraumnaher Überbeanspruchung ist das Ausmaß der Nachbrüche, das unmittelbar nach dem Hub abgeschätzt werden muss, maßgebend für die Ausbaufestlegung. Weitere Warnzeichen sind z.B. Risse in der Spritzbetonschale und die Beanspruchung der Ankerplatten. Diese sind neben den Radialdeformationen, die einen laufenden Vergleich (Soll-Ist-Vergleich) mit den Grenzwerten zulassen, der Festlegung der Stützmaßnahmen zu beachten.

Besonderes Augenmerk ist auf Anzeichen von hohem Wasserandrang zu legen. Dies beinhaltet vor allem die

## 4 TIPOLOGIE DI COMPORTAMENTO DEL SISTEMA ROCCIOSO

Per maggiore praticità, il comportamento del sistema roccioso, risultante dalle molte differenti combinazioni di scavo, misure di sostegno ed ammasso roccioso, viene riassunto in una chiara serie di tipologie di comportamento.

### 4.10 METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA

La dimostrazione del comportamento del sistema in ammasso roccioso stabile si basa sul metodo delle curve caratteristiche, illustrato sopra. Come metodo di calcolo è stato utilizzato quello delle curve caratteristiche semplificato e per aree selezionate il metodo di Carranza-Torres.

### 4.11 VALORI DI ATTENZIONE

I valori di attenzione sono definiti dalla direttiva ÖGG (Società austriaca di geomeccanica) come quelli da adottare quale soglia di riferimento per l'applicazione delle misure accessorie. I valori di attenzione, insieme alle misure necessarie, sono inseriti nel Programma quadro per la realizzazione delle opere in sotterraneo. Si fa notare che le misure accessorie non sono necessariamente obbligatorie se il valore soglia viene superato in un caso singolo (ad es. il superamento del limite di deformazione in una sezione di misurazione) ed il diagramma tempo-cedimento è così appiattito da non far più attendere alcun aumento dello spostamento.

In caso di franamenti riconducibili a strutture preesistenti e di sovrasollecitazione in prossimità dello scavo, l'entità dei franamenti, che deve essere stimata subito dopo la fase di scavo, è decisiva per la determinazione del rivestimento. Ulteriori segnali di avvertimento sono, per es., fessure nel rivestimento in calcestruzzo proiettato e la tensione delle piastre di ancoraggio. Si deve conto di queste come pure delle deformazioni radiali, che permettono un confronto continuo (previsione-effettività) con i valori di attenzione, e della determinazione delle misure di sostegno.

Particolare attenzione deve essere prestata a tracce di venute d'acqua intense, che comportano, in particolar

Kontrolle der Wasserzutritte im Vortriebsbereich und aus den Vorausbohrungen, die Kontrolle des Ausbruchsmaterials auf breiige Komponenten und die Besichtigung der Ortsbrust in verkürzten Intervallen. Ebenfalls sind Hinweise aus den geophysikalischen Messungen und aus der Beurteilung des Bohrkleins der Vorausbohrungen zu berücksichtigen.

modo, il controllo delle infiltrazioni d'acqua nell'area di scavo e dalle perforazioni in avanzamento, la verifica della presenza di componenti poltigliosi nel materiale di scavo e il sopralluogo a brevi intervalli di tempo sul fronte di scavo. Si deve inoltre tenere conto dell'esito delle misurazioni geofisiche e dell'esame dei detriti di perforazione degli scavi in avanzamento .

<b>EKS-Ahrental</b> <b>Cunicolo esplorativo</b> <b>Ahrental</b>	<b>GVT 2 und GVT 3</b> <b>Tipo      comportamento</b> <b>roccioso 2 e 3</b>	<b>TBM-A</b> <b>ammasso</b> <b>TBM-A</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b> <b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>		
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b> <b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>	<b>Vollausbruch</b> <b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen Misure idrogeologiche	keine nessuna	
Sonstige Maßnahmen Altre misure	keine nessuna	
Lösemethode Metodo di scavo	Mechanisch (TBM-O) Meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen Misure preliminari	Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis Geophysikalische Erkundungen Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1 (Mindeststützmittel) Piano sistema di rivestimento in A1 (misure di rivestimento minime)	Firstkappen, 100° – Bereich 1 Lage AQ 60 Rohrreibungsanker, L= min. 3,0 m Centine per calotta, area 100° 1 strato AQ 60 bulloni ancorati per attrito, L = min. 3,0m	
Ausbaukonzept in A2 Piano sistema di rivestimento in A2	Diese Ausbauklasse benötigt aus geomechanischer Sicht keinen Spritzbeton. Da derzeit keine Innenschale geplant ist, wird eine vollflächige Spritzbetonschale, ds= 10cm vorgesehen Dal punto di vista geomeccanico questa classe di rivestimento non richiede l'uso di calcestruzzo proiettato. Dato che al momento non è applicato alcun rivestimento interno, si prevede un rivestimento a tutta parete in calcestruzzo proiettato ds = 10 cm	
Erwartete Verformung nach Einbau der Stützmittel Deformazione attesa dopo la posa in opera delle misure di sostegno	im Bereich VA 1: < 2,0 cm im Bereich VA 2: < 2,0 cm Nell'area tratto di avanzamento 1: < 2,0 cm nell'area tratto di avanzamento 2: < 2,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b> <b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li></ul>	

<b>EKS-Ahrental</b>		<b>GVT 2 und GVT 3</b>	<b>TBM-B</b>
<b>Cunicolo</b>	<b>esplorativo</b>	<b>Tipo</b>	<b>ammasso</b>
<b>Ahrental</b>		<b>roccioso 2 e 3</b>	<b>TBM-B</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b>			
<b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>			
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b>		<b>Vollausbruch</b>	
<b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>		<b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen		keine	
Misure idrogeologiche		nessuna	
Sonstige Maßnahmen		keine	
Altre misure		nessuna	
Lösemethode		Mechanisch (TBM-O)	
Metodo di scavo		Meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen		Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis	
Misure preliminari		Geophysikalische Erkundungen	
		Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità	
		prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1		Firstkappen, 120° – Bereich, 1 Lage AQ 60	
(Mindeststützmittel)		Rohrreibungsanker, L= min. 3,0 m	
Piano sistema di rivestimento in A1		Centine per calotta, area 120°, 1 strato AQ 60	
(misure di rivestimento minime)		bulloni ancorati per attrito, L = min. 3,0m	
Ausbaukonzept in A2		Diese Ausbauklasse benötigt aus geomechanischer Sicht	
Piano sistema di rivestimento in A2		eine lokale Spritzbetonsicherung im Firstbereich, ds= 5 cm.	
		Da derzeit keine Innenschale geplant ist, wird eine	
		vollflächige Spritzbetonschale, ds= 10 cm vorgesehen	
		Dal punto di vista geomeccanico questa classe di	
		rivestimento richiede un consolidamento locale in	
		calcestruzzo proiettato nell'area della calotta, ds= 5 cm.	
		Dato che al momento non è applicato alcun rivestimento	
		interno, si prevede un rivestimento a tutta parete in	
		calcestruzzo proiettato, ds=10cm	
Erwartete Verformung		im Bereich VA 1: < 3,0 cm	
nach Einbau der Stützmittel		im Bereich VA 2: < 4,0 cm	
Deformazione attesa dopo la posa in opera		Nell'area tratto di avanzamento 1: < 3,0 cm	
delle misure di sostegno		nell'area tratto di avanzamento 2: < 4,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b>			
<b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li><li>Sargdeckel durch ungünstige Trennflächen</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li><li>Struttura portante copertura attraverso discontinuità sfavorevoli</li></ul>	

<b>EKS-Ahrental</b> <b>Cunicolo esplorativo</b> <b>Ahrental</b>	<b>GVT 3</b> <b>Tipo      comportamento</b> <b>roccioso 3</b>	<b>TBM-C</b> <b>ammasso</b> <b>TBM-C</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b> <b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>		
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b> <b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>	<b>Vollausbruch</b> <b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen Misure idrogeologiche	keine nessuna	
Sonstige Maßnahmen Altre misure	keine nessuna	
Lösemethode Metodo di scavo	Mechanisch (TBM-O) meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen Misure preliminari	Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis Geophysikalische Erkundungen Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1 (Mindeststützmittel) Piano sistema di rivestimento in A1 (misure di rivestimento minime)	Bogen (½ bis ¾ Umfang), 1 Lage AQ 60 Rohrreibungsanker, L= min. 3,0 m Centina (perimetro da ½ fino a ¾), 1 strato AQ 60 bulloni ancorati per attrito, L = min. 3,0m	
Ausbaukonzept in A2 Piano sistema di rivestimento in A2	Diese Ausbauklasse benötigt aus geomechanischer Sicht eine Spritzbetonsicherung im Firstbereich, ds= 5 cm. Da derzeit keine Innenschale geplant ist, wird eine vollflächige Spritzbetonschale, ds= 10 cm vorgesehen Dal punto di vista geomeccanico questa classe di rivestimento richiede un calcestruzzo proiettato nell'area della calotta, ds= 5 cm. Dato che al momento non è applicato alcun rivestimento interno, si prevede un rivestimento a tutta parete in calcestruzzo proiettato, ds=10cm	
Erwartete Verformung nach Einbau der Stützmittel Deformazione attesa dopo la posa in opera delle misure di sostegno	im Bereich VA 1: < 5,0 cm im Bereich VA 2: < 6,0 cm Nell'area tratto di avanzamento 1: < 5,0 cm nell'area tratto di avanzamento 2: < 6,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b> <b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li><li>Sargdeckel durch ungünstige Trennflächen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li><li>Struttura portante copertura attraverso discontinuità sfavorevoli</li></ul>	

<b>EKS-Ahrental</b> <b>Cunicolo esplorativo</b> <b>Ahrental</b>	<b>GVT 3</b> <b>Tipo      comportamento</b> <b>roccioso 3</b>	<b>TBM-D</b> <b>ammasso</b> <b>TBM-D</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b> <b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>		
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b> <b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>	<b>Vollausbruch</b> <b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen Misure idrogeologiche	keine nessuna	
Sonstige Maßnahmen Altre misure	keine nessuna	
Lösemethode Metodo di scavo	Mechanisch (TBM-O) Meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen Misure preliminari	Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis Geophysikalische Erkundungen Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1 (Mindeststützmittel)  Piano sistema di rivestimento in A1 (misure di rivestimento minime)	Bogen (bis zum Sohlübbing) 1 Lage AQ 60  SN-Anker, L= min. 3,0 m Spritzbeton, ds= 5 cm  Centina (fino al concio di arco rovescio) 1 strato AQ 60  ancoraggi SN, L= min. 3,0 m calcestruzzo proiettato, ds= 5 cm	
Ausbaukonzept in A2  Piano sistema di rivestimento in A2	Spritzbetonsicherung ds= 15 cm (5+10) Consolidamento in calcestr. proiettato, ds=15 cm (5+10)	
Erwartete Verformung nach Einbau der Stützmittel  Deformazione attesa dopo la posa in opera delle misure di sostegno	im Bereich VA 1: < 5,0 cm im Bereich VA 2: < 6,0 cm  Nell'area tratto di avanzamento 1: < 5,0 cm nell'area tratto di avanzamento 2: < 6,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b> <b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li><li>Sargdeckel durch ungünstige Trennflächen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li><li>Struttura portante copertura attarverso discontinuità sfavorevoli</li></ul>	



<b>EKS-Ahrental</b> <b>Cunicolo esplorativo</b> <b>Ahrental</b>	<b>GVT 3 und GVT 4</b> <b>Tipo      comportamento</b> <b>roccioso 3 e 4</b>	<b>TBM-E</b> <b>ammasso</b> <b>TBM-E</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b> <b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>		
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b> <b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>	<b>Vollausbruch</b> <b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen Misure idrogeologiche	keine nessuna	
Sonstige Maßnahmen Altre misure	keine nessuna	
Lösemethode Metodo di scavo	Mechanisch (TBM-O) Meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen Misure preliminari	Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis Geophysikalische Erkundungen Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1 (Mindeststützmittel) Piano sistema di rivestimento in A1 (Misure di rivestimento minime)	Geschlossener Bogen, 1 Lage AQ 60 Firstkappen zwischen den geschlossenen Bögen Spritzbeton, ds= 10 cm Anm.: Baustahlgitter und Spritzbeton bis zum Sohlübbing Centina chiusa, 1 strato AQ 60 Centine per calotta tre centine chiusa calcestruzzo proiettato, ds= 10 cm Nota: rete elettrosaldada e calcestruzzo proiettato fino al concio di arco rovescio	
Ausbaukonzept in A2 Piano sistema di rivestimento in A2	2 Lagen AQ60 (1+1) SN-Anker, L= min. 4,0 m Spritzbetonsicherung ds= 20 cm (10+10) 2 strati AQ60 (1+1) ancoraggi SN, L= min. 4,0 m consolidamento in calcestr. proiettato ds= 20 cm (10+10)	
Erwartete Verformung nach Einbau der Stützmittel Deformazione attesa dopo la posa in opera delle misure di sostegno	im Bereich VA 1: < 10,0 cm im Bereich VA 2: < 10,0 cm Nell'area tratto di avanzamento 1: < 10,0 cm nell'area tratto di avanzamento 2: < 10,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b> <b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li></ul>	

<b>EKS-Ahrental</b> <b>Cunicolo esplorativo</b> <b>Ahrental</b>	<b>GVT 3 und GVT 4</b> <b>Tipo      comportamento</b> <b>roccioso 3 e 4</b>	<b>TBM-F</b> <b>ammasso</b> <b>TBM-F</b>
<b>Systemverhalten im Ausbruchsbereich</b> <b>Sistema di comportamento del sistema nell'area di scavo</b>		
<b>Tunnelbautechnisches Konzept</b> <b>Metodo realizzazione opere in sotterraneo</b>	<b>Vollausbruch</b> <b>Scavo a piena sezione</b>	
Hydrogeologische Maßnahmen Misure idrogeologiche	keine nessuna	
Sonstige Maßnahmen Altre misure	keine nessuna	
Lösemethode Metodo di scavo	Mechanisch (TBM-O) Meccanico (TBM aperta)	
Vorausseilende Maßnahmen Misure preliminari	Vorauserkundung durch Bohrungen nach Erfordernis Geophysikalische Erkundungen Prospezioni preliminari con perforazioni secondo necessità prospezioni geofisiche	
Ausbaukonzept in A1 (Mindeststützmittel) Piano sistema di rivestimento in A1 (misure di rivestimento minime)	Geschlossener Bogen 1 Lage AQ 60 Spritzbeton, ds= 10 cm Anm.: Baustahlgitter und Spritzbeton bis zum Sohlübbing Centina chiusa 1 strato AQ 60 calcestruzzo proiettato, ds =10 cm Nota: rete elettrosaldada e calcestruzzo proiettato fino al concio di arco rovescio	
Ausbaukonzept in A2 Piano sistema di rivestimento in A2	2 Lagen AQ60 (1+1) Selbstbohranker, L= min. 6,0 m Spritzbetonsicherung ds= 25 cm (10+15) 2 strati AQ60 (1+1) Bulloni autoperforanti, L= min. 6,0 m consolidamento in calcestr. proiettato ds= 25 cm (10+15)	
Erwartete Verformung nach Einbau der Stützmittel Deformazione attesa dopo la posa in opera delle misure di sostegno	im Bereich VA 1: < 20,0 cm im Bereich VA 2: < 20,0 cm Nell'area tratto di avanzamento 1: < 20,0 cm nell'area tratto di avanzamento 2: < 20,0 cm	
<b>Maßgebende Einflussfaktoren für das Systemverhalten</b> <b>Fattori di incidenza determinanti per il comportamento del sistema</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Bergwasser</li><li>Zerlegungsgrad, Verwitterung und Trennflächengefüge</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Acque sotterranee</li><li>Livello di frammentazione, alterazione e sistemi di discontinuità</li></ul>	

## 5 VORTRIEBSKLASSEN

Die Ermittlung der Vortriebsklassen basiert auf der ÖNORM B 2203-2. Die Grenzen der Gültigkeit der Stützmittelzahl sind auf den jeweiligen Stützmittelplänen angegeben.

## 5 CLASSI DI AVANZAMENTO

L'analisi delle classi di avanzamento si basa sulla norma austriaca ÖNORM B 2203-2. L'ambito di validità per il numero delle misure di sostegno è indicato nei rispettivi elaborati grafici del sistema di sostegno.

Vortriebsklasse Classe di avanzamento	1. Ordnungszahl Vortriebsabschnitt  1. Numero ordinale tratto di avanzamento	Regelabstand (m) der Stützmittel  Distanza di norma (m) delle misure di sostegno	2. Ordnungszahl Stützmittel  2. Numero ordinale misure di sostegno
TBM-A	1-2	1,7	1,7
TBM-B	1-2	1,7	1,9
TBM-C	1-2	1,7	3,4
TBM-D	1-2	1,7	5,7
TBM-E	1-2	1,7	8,1
TBM-F	1-2	0,85	14,5

## 6 ANHANG

Abschätzung der Verformungen nach dem Kennlinienverfahren

### 6.12 HOMOGENES GEBIRGE

### 6.13 STÖRUNGSZONEN

### 6.14 ÜBERSETZUNGSMATRIX

#### Geotechnische Voruntersuchung

Kennlinienverfahren  
Überl. (Überlagerung)  
Ausbau  
Homogenbereich  
Gebirgsart

#### Allgemeines

Radius  
Überlagerung  
Spez. Gewicht

#### Gebirge

Reibungswinkel  
Köhäsion  
E-Modul Gebirge  
Druckfestigkeit  
Querdehnzahl  
Dilatanzfaktor  
Schubmodul

#### Ausbau

Dicke SpB (Spritzbeton)  
Druckfestigkeit SpB  
Ankerkraft  
Längsabstand Anker  
Abstand Wirkung vom Rand  
E-Modul Ausbau  
Ausbauwiderstand  
Spritzbeton  
Anker  
Gesamt

## 6 ALLEGATO

Valutazione delle deformazioni secondo il metodo delle curve caratteristiche

### 6.12 AMMASSO OMOGENEO

### 6.13 AREE DI FAGLIA

### 6.14 MATRICE DI TRADUZIONE

#### Indagine preliminare geotecnica

Metodo delle curve caratteristiche  
Copert. (Copertura)  
Rivestimento  
Area omogenea  
Tipo ammasso roccioso

#### Dati generali

Raggio  
Copertura  
Peso specif.

#### Ammasso roccioso

Angolo d'attrito  
Coesione  
Ammasso roccioso modulo elasticità E  
Resistenza a compressione  
Coefficiente Poisson  
Fattore di dilatanza  
Modulo di spinta

#### Rivestimento

Spessore SpB (calcestruzzo proiettato)  
Resistenza a compressione SpB  
Forza trazione ancoraggi  
Distanza longitudinale ancoraggi  
Distanza dal contorno con inizio effetto  
Rivestimento modulo elasticità E  
Resistenza rivestimento  
Calcestruzzo proiettato  
Ancoraggi  
Totale

**Verformungen des Hohlraumrandes**

mit Ausbauwiderstand

ohne Ausbauwiderstand

**Beanspruchung des Gebirges**

plast. (plastischer) Radius

Ausbauwiderstand bei Beginn plast. Materialverhalten

Beanspruchung

- Elastisch
- "elastisches" Gebirgsverhalten
- Spannung am Hohlraumrand im Bereich der Gebirgsfestigkeit
- Gebirge in Hohlraumnähe deutlich überbeansprucht
- Gebirge in Hohlraumnähe generell überbelastet
- Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen

**Deformazioni contorno cavità**

con resistenza rivestimento

senza resistenza rivestimento

**Sollecitazione ammasso roccioso**

Raggio plast. (plastico)

Resistenza rivestimento a inizio comportamento plast. materiali

Sollecitazione

- elastica
- Comportam. "elastico" ammasso roccioso
- Tensione al contorno cavità nell'area resistenza ammasso roccioso
- Ammasso roccioso in vicinanza cavità fortem. sovrasollecitato
- Ammasso roccioso in vicinanza cavità generalm. sovrasollecitato
- Ammasso roccioso ampiam. sovrasollecitato con deformazioni di lunga durata

7 ANLAGE – TUNNELBAUTECHNISCHER  
RAHMENPLAN

7 ALLEGATO – PROGRAMMA QUADRO  
PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE  
IN SOTTERRANEO

**Homogenes Gebirge - Abschätzung der Verformungen  
nach dem Kennlinienverfahren**

**Ammasso omogeneo – Valutazione delle deformazioni  
secondo il metodo delle curve caratteristiche**

Analysis No. **1** Überl. **max** Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-1QP-1a
		934		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	32,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.400,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	383,75

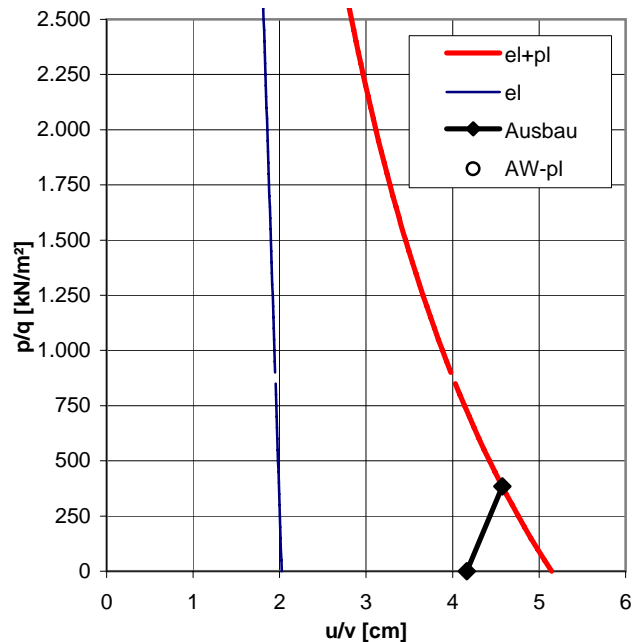
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,58
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,14

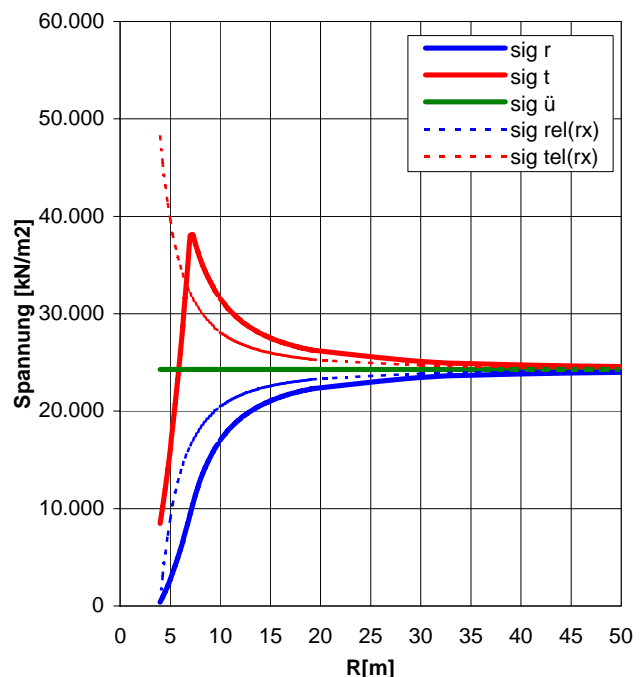
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.719,34
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 2 Überl. max Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-1D-1a
		934		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	12.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.800,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55

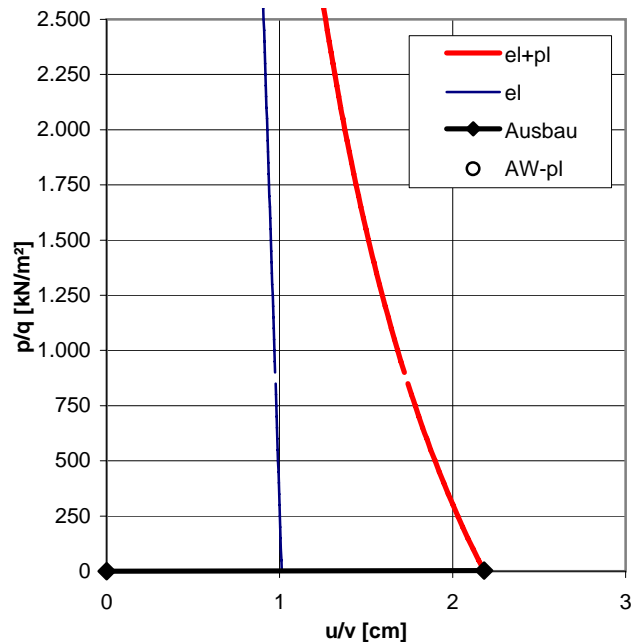
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,18
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,18

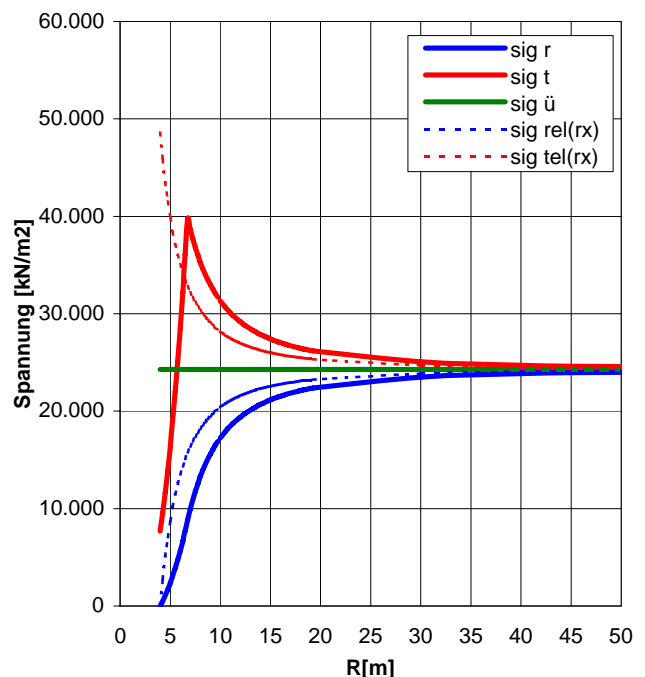
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,73
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8.716,97
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **3** Überl. **max** Ausbau TBM- B

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-1G-1a
		934		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	7.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.800,00

### Ausbau TBM-B

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	3,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46

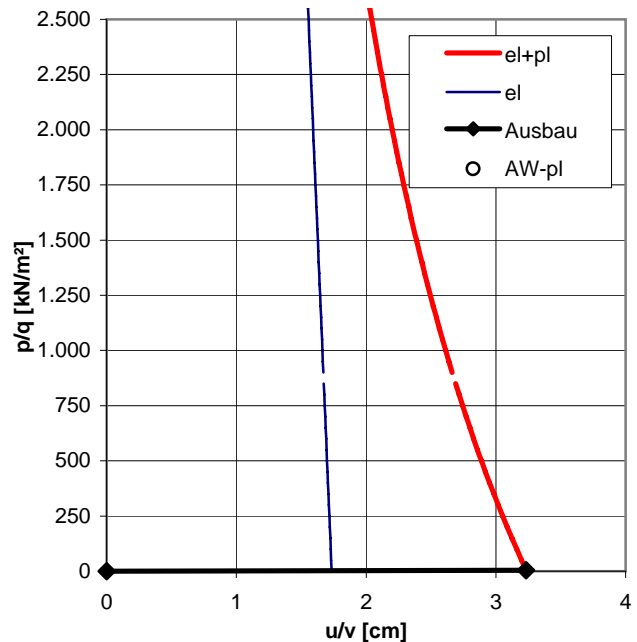
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,23
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	3,24

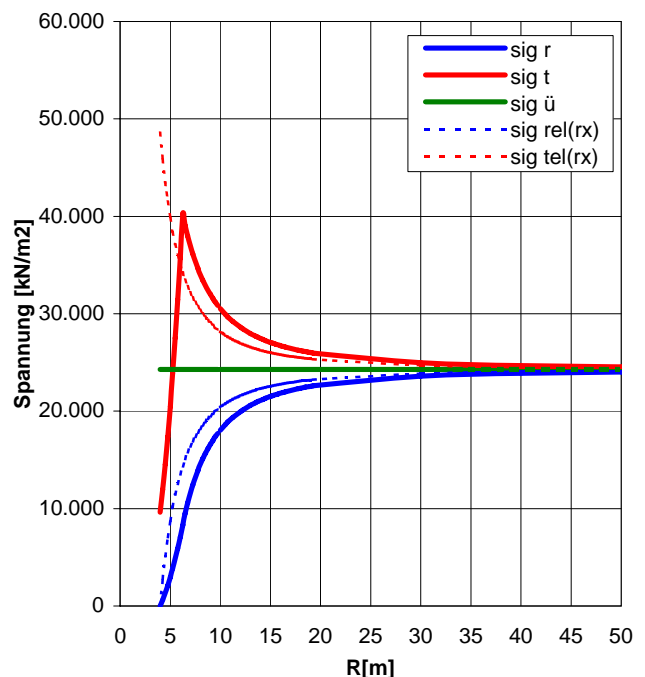
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,25
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8.307,39
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **13** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-2GS-1a
		965		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	4.000,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	2,55

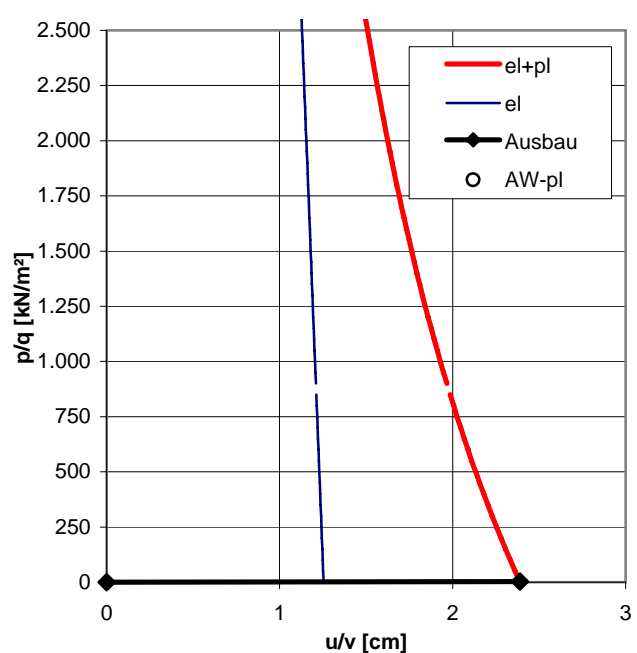
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,39
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,39

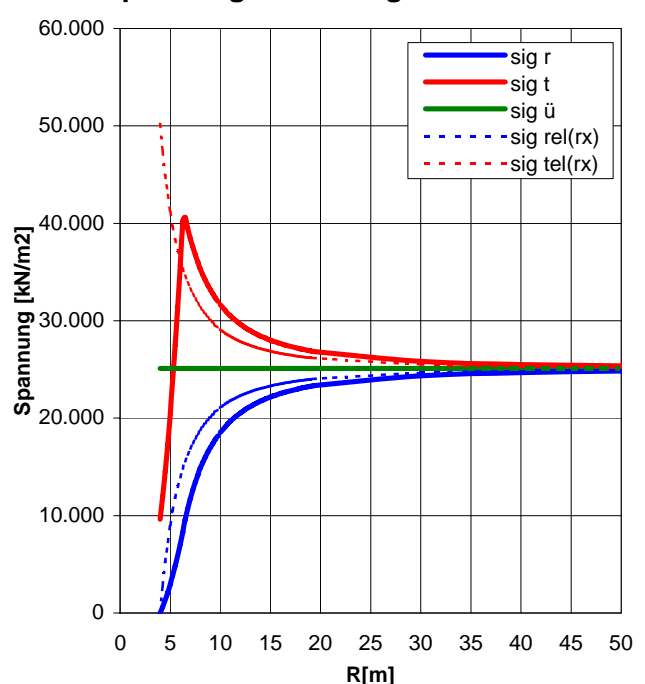
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,32
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	8.651,09
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **23** Überl. **max** Ausbau TBM- B

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-2GS-2a
		883		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.200
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	7.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.800,00

### Ausbau TBM-B

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	3,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46

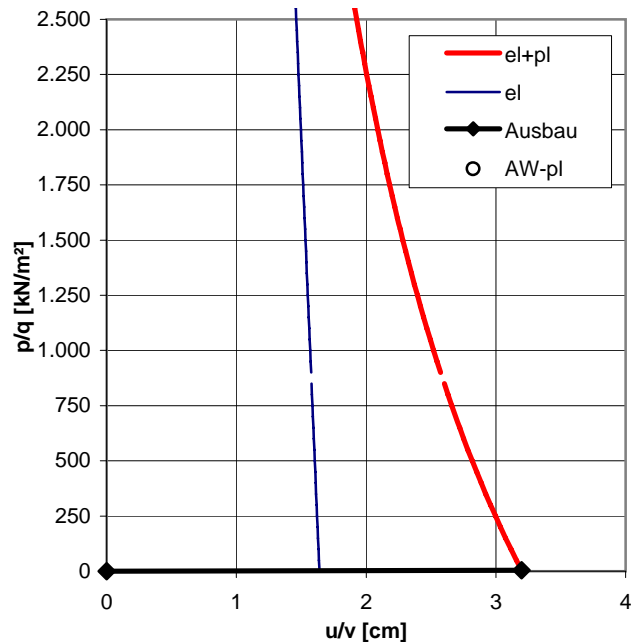
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,20
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	3,20

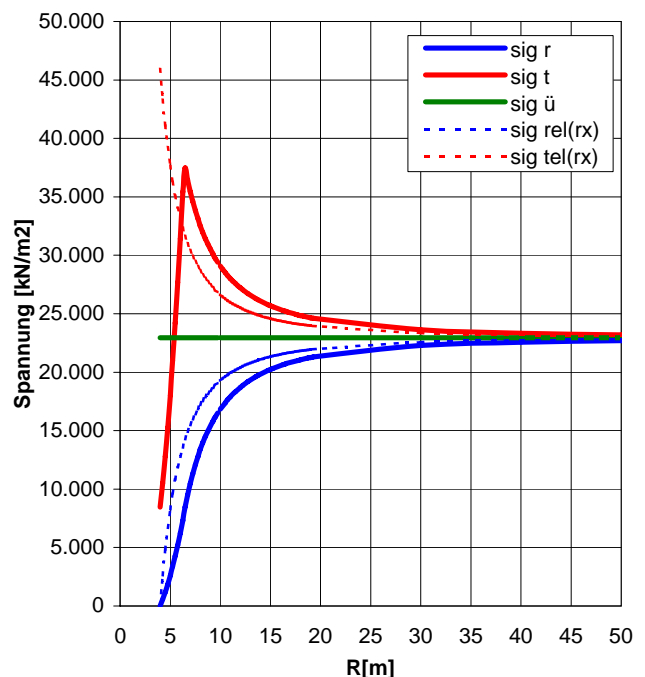
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,40
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	7.987,70
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **33** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-3QP-2b
		966		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	32,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.400,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

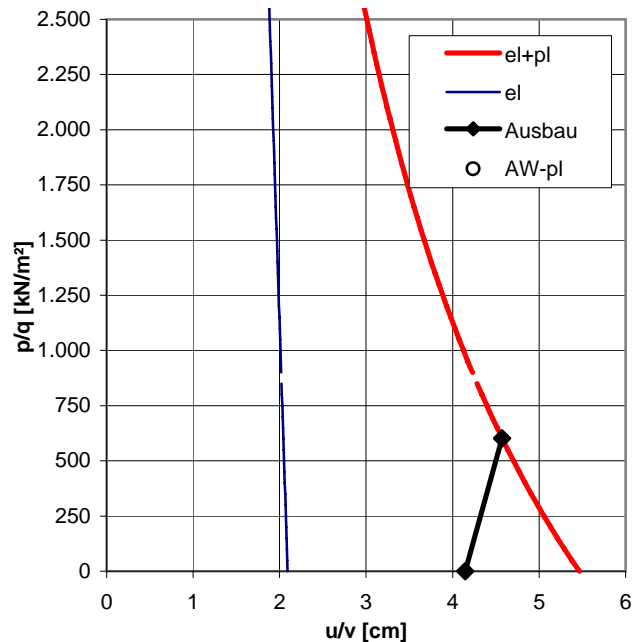
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,57
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,47

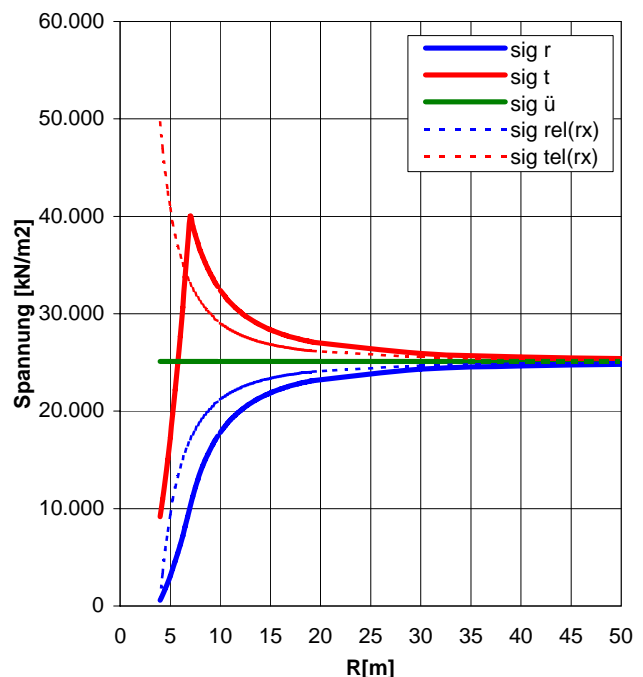
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,97
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.110,45
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **34** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-3D-2b
		966		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	12.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.800,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55

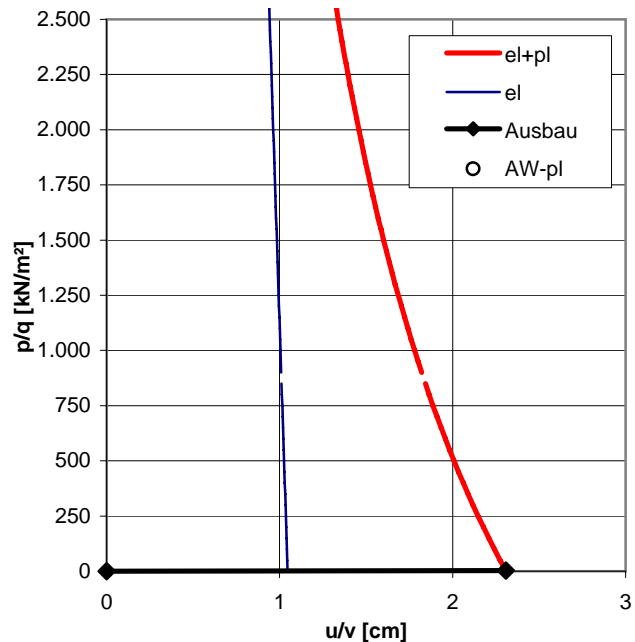
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,31
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,31

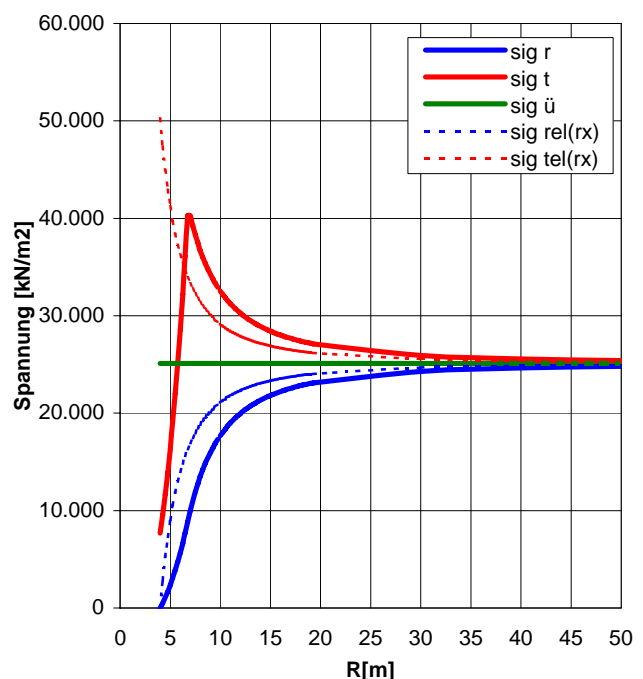
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.071,75
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **35** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-3G-2b
		966		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	36,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.800
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	4.000,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	2,55

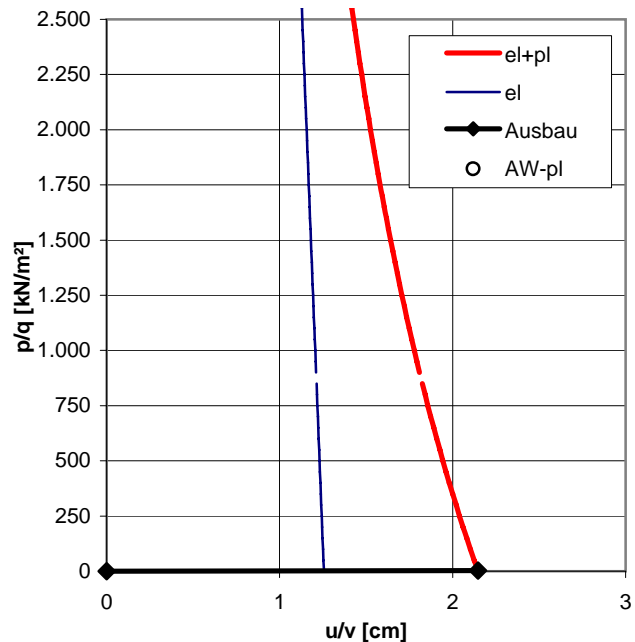
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,15
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,15

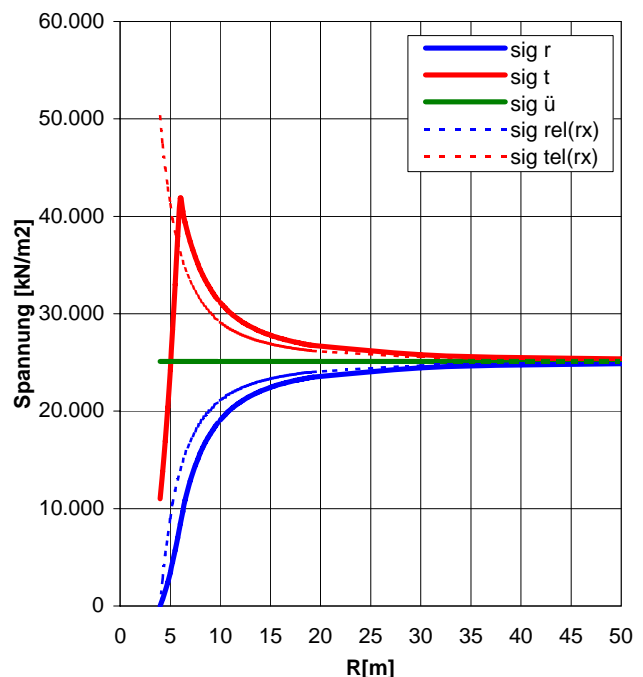
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	5,95
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	8.087,94
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe deutlich überbeansprucht		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **45** Überl. **max** Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-4QP-2b
		940		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	33,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.600
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.400,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	383,75

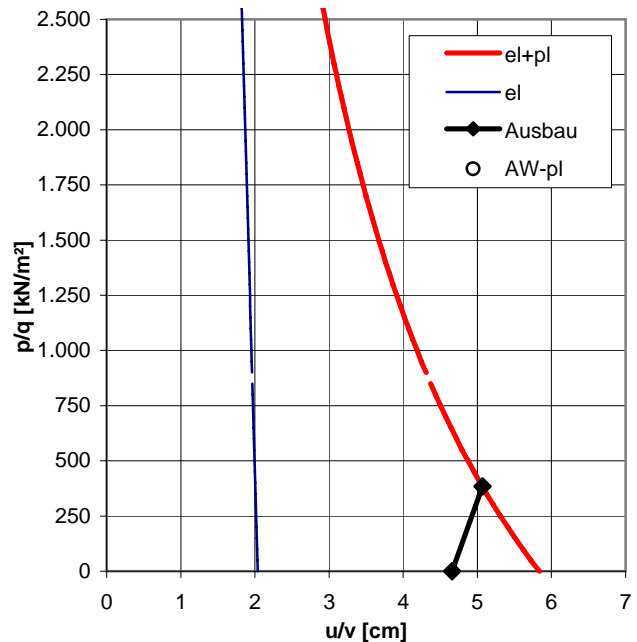
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	5,07
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,84

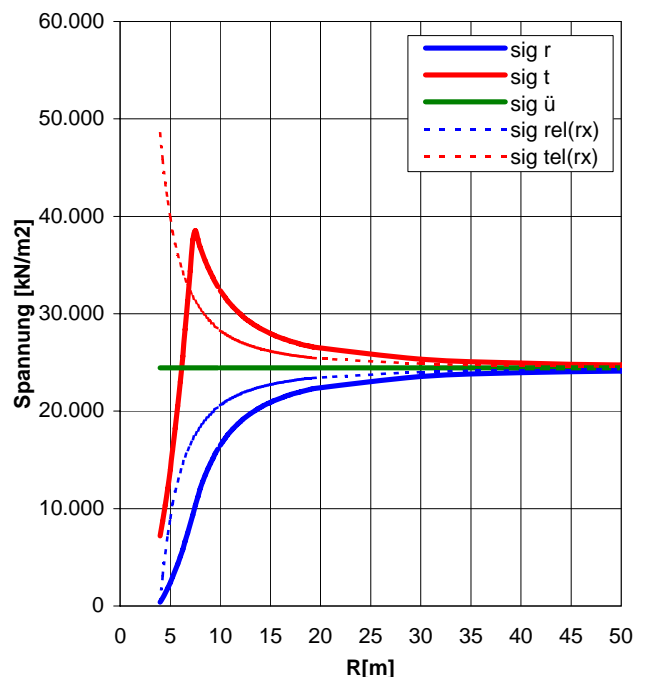
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.787,15
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **55** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-4QP-3b
		865		

GVT 4-1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.400
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

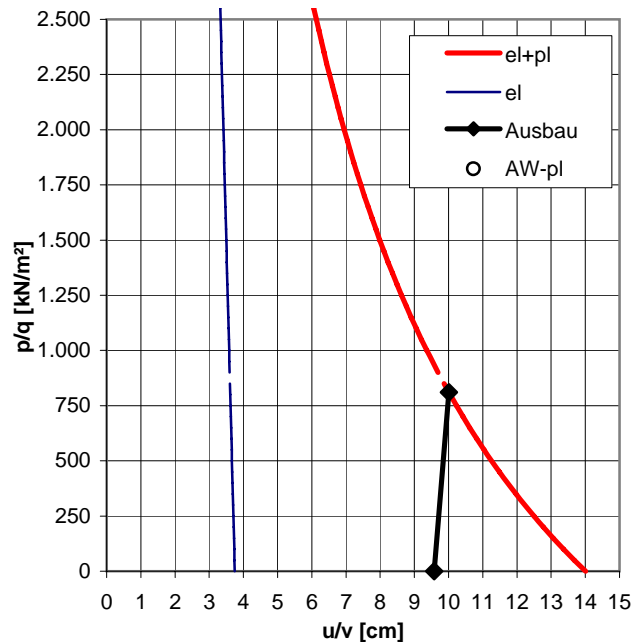
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,01
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	14,01

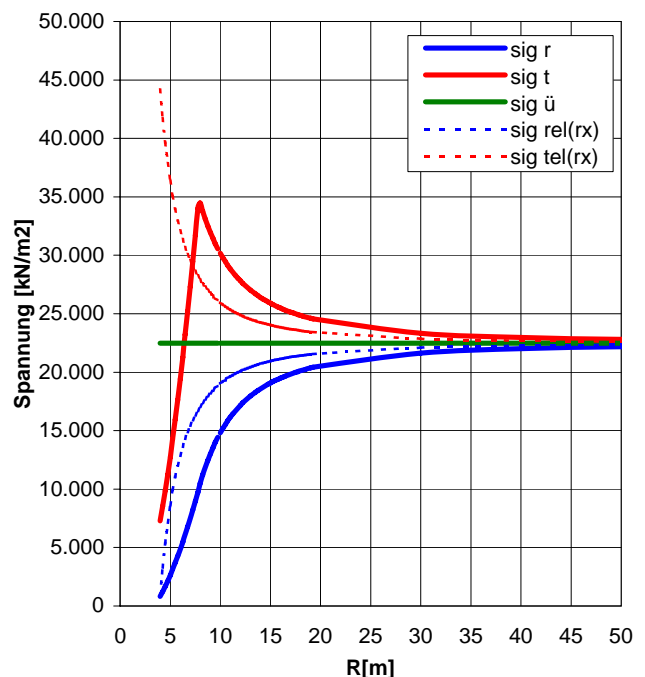
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,85
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.032,56
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **65** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-4QP-3c
		998		

GVT 4-2

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.400
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

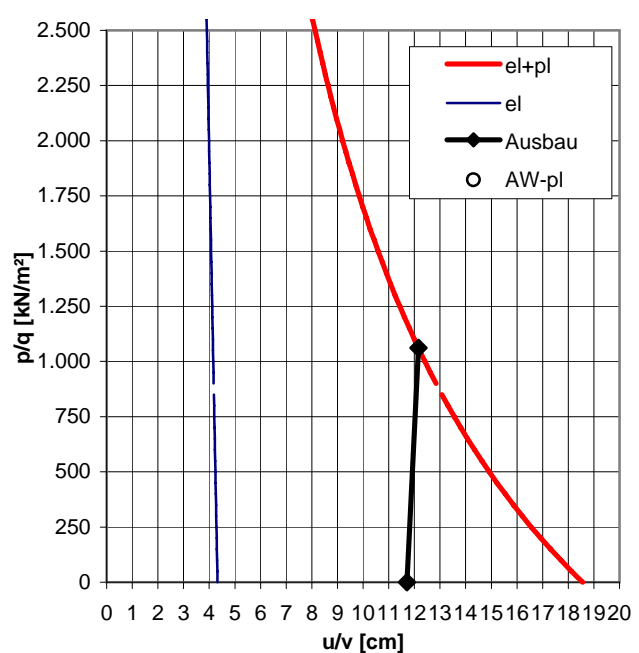
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	12,16
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	18,57

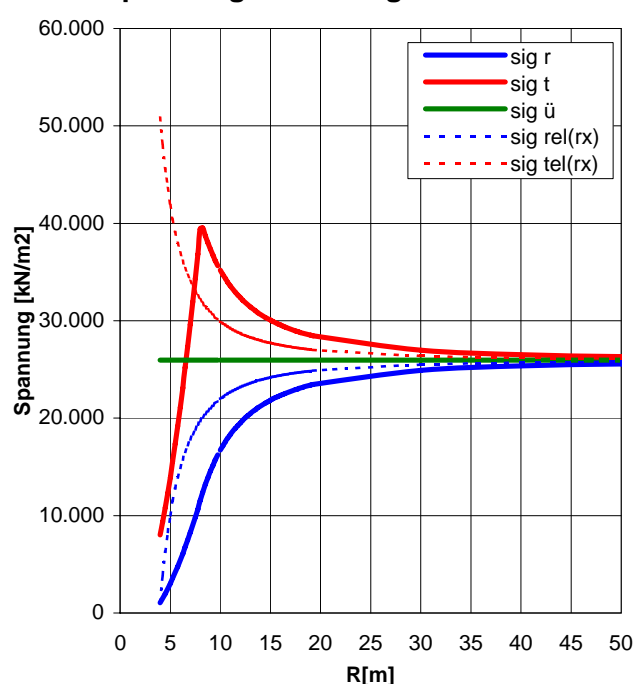
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,07
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.761,56
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **75** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-1d
		1.077		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

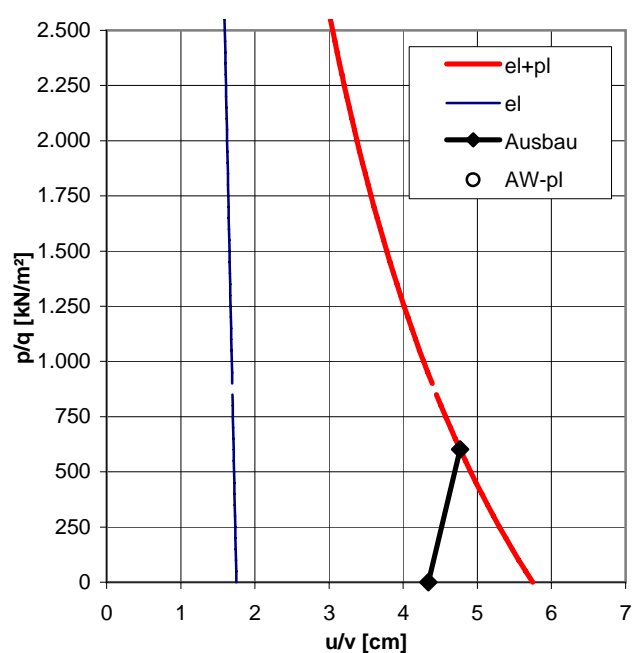
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,77
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,75

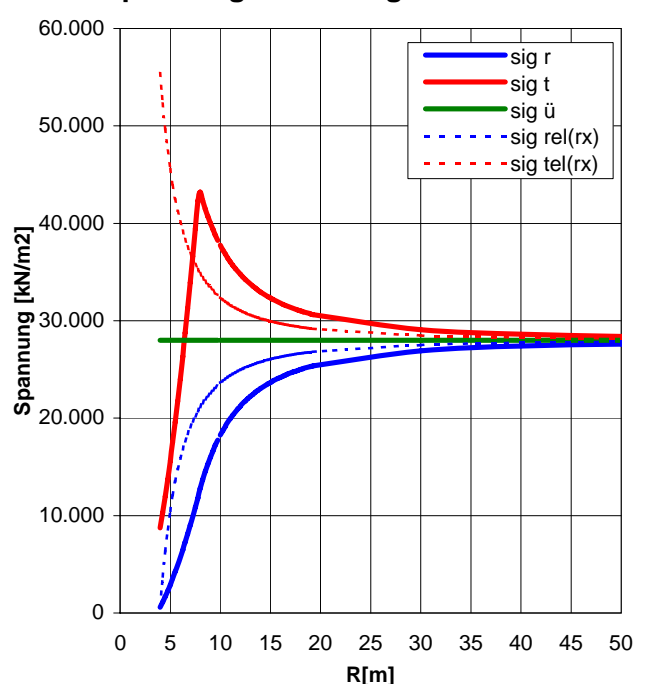
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,87
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.268,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **76** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-1d
		1.077		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

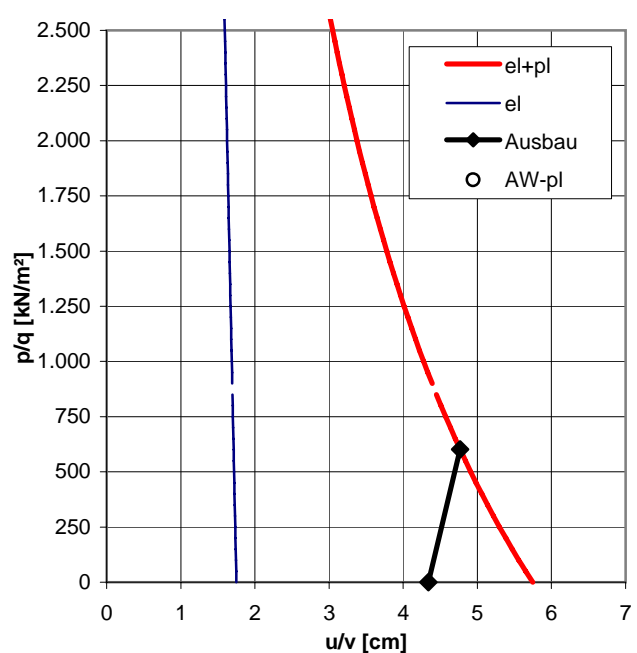
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,77
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,75

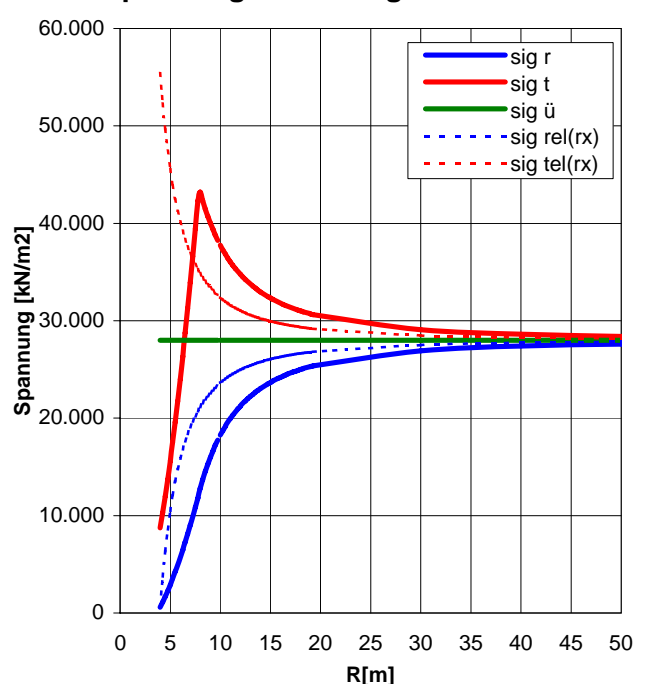
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,87
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.268,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **86** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	IQP-4QP-3c
		1.093		

GVT 4-1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.400
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

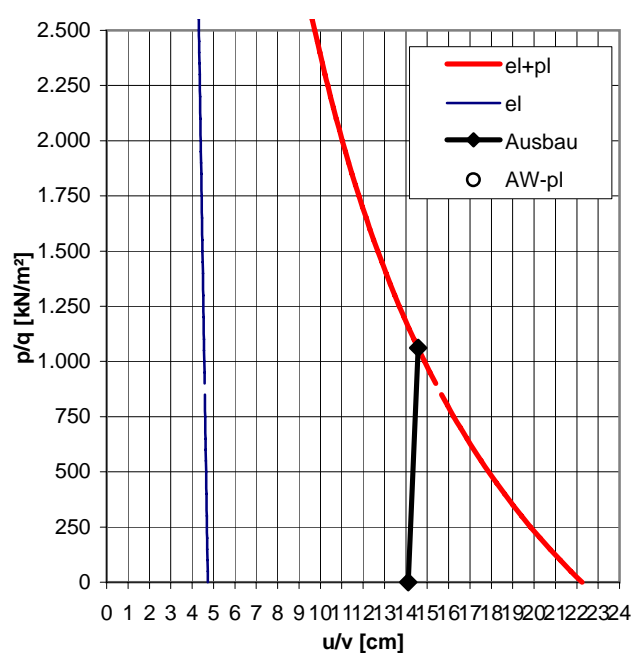
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	14,57
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,25

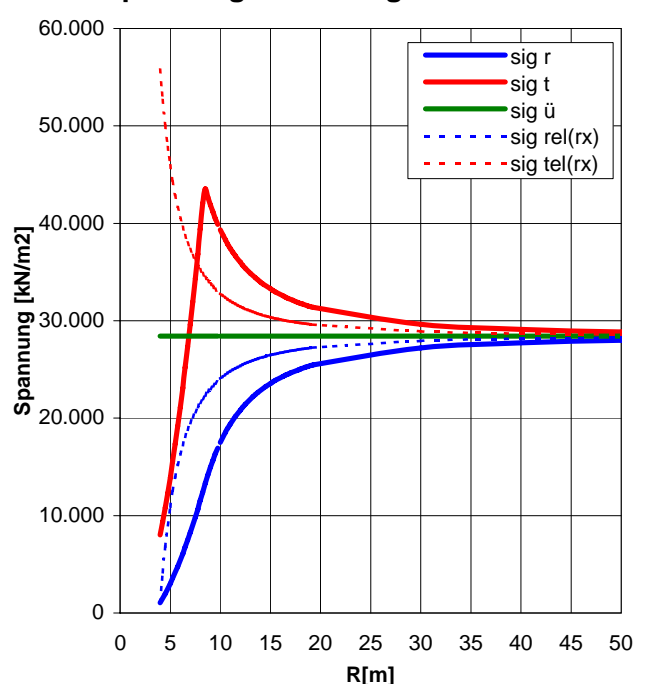
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,41
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.996,56
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **96** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N12	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-1d
		1.188		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.188
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	602,29

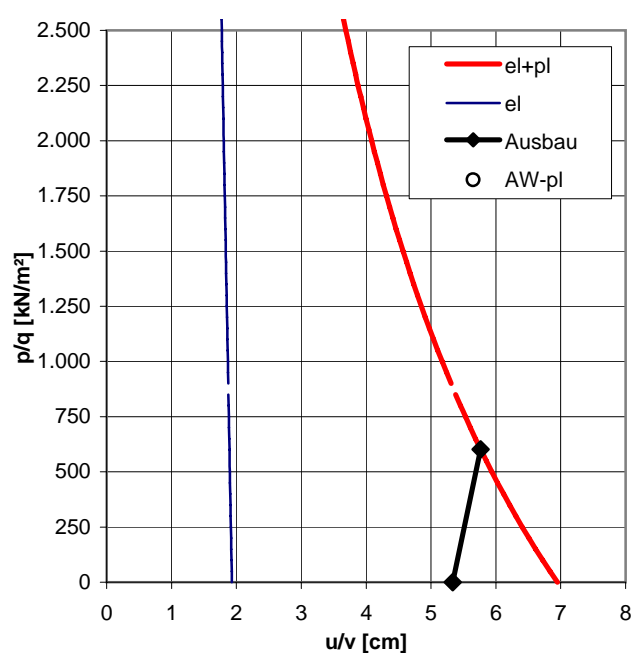
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	5,77
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	6,95

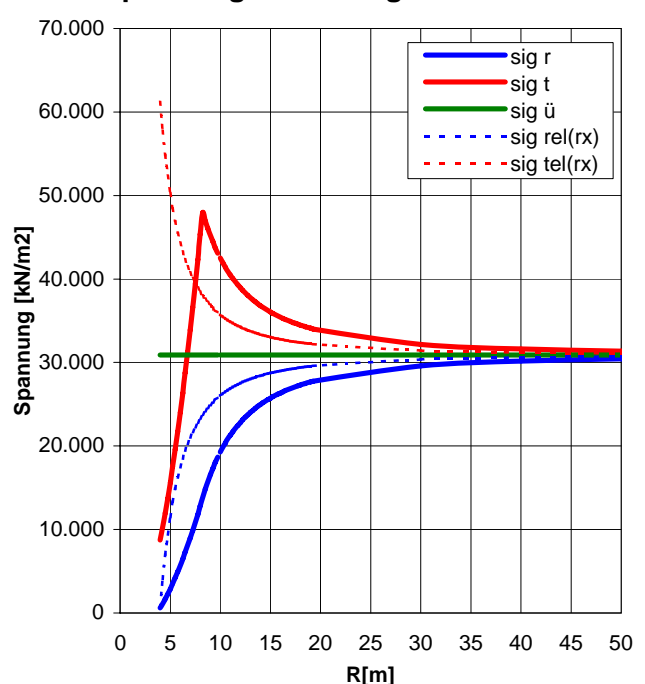
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,22
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	13.711,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **98** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N12	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-1d
		1.188		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.188
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

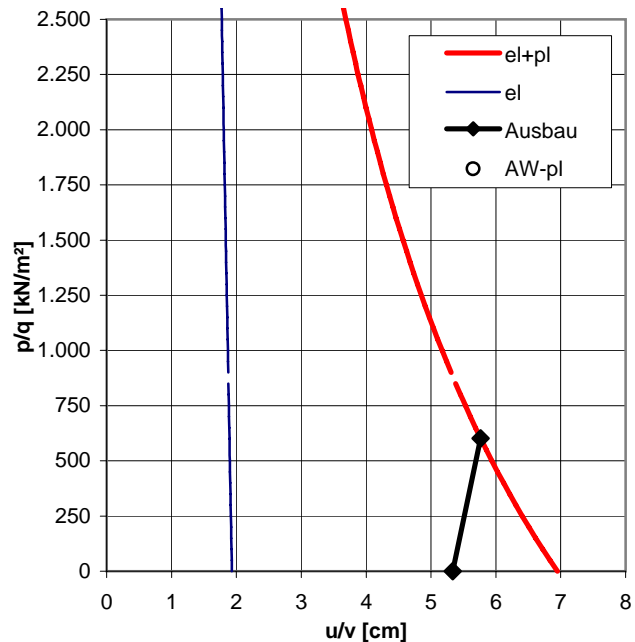
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	5,77
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	6,95

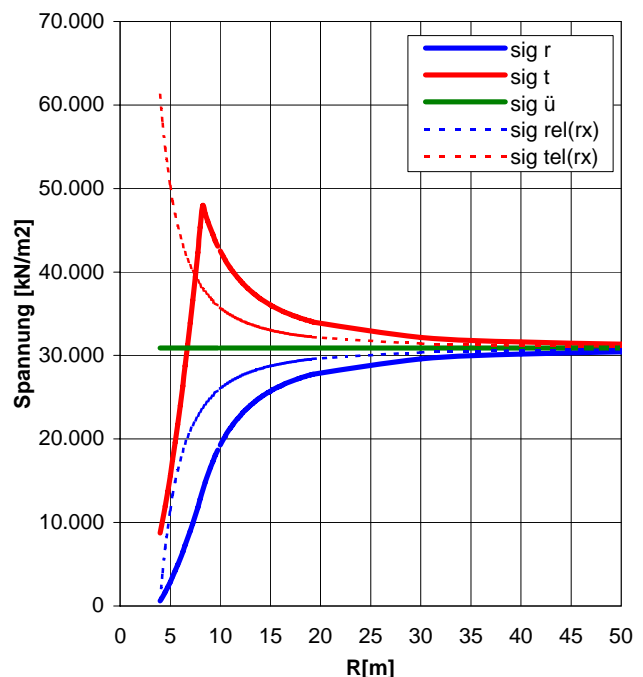
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,22
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.711,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 108 106 max

Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-1d
		1.199		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

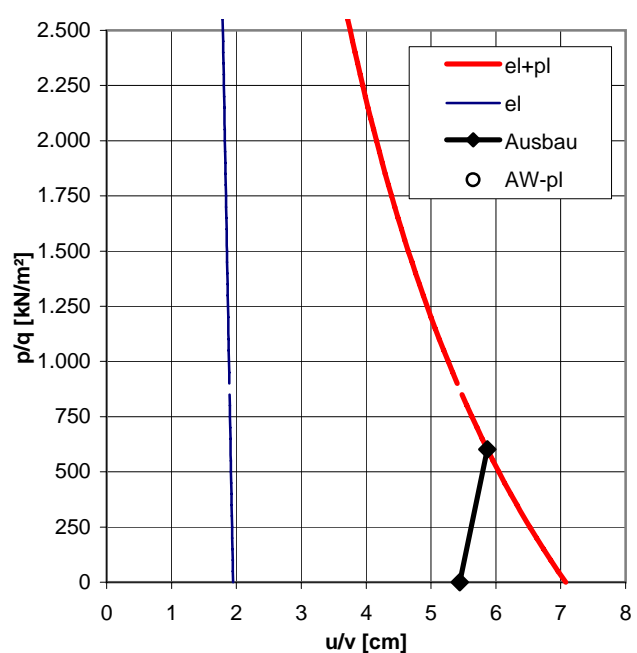
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	5,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	7,08

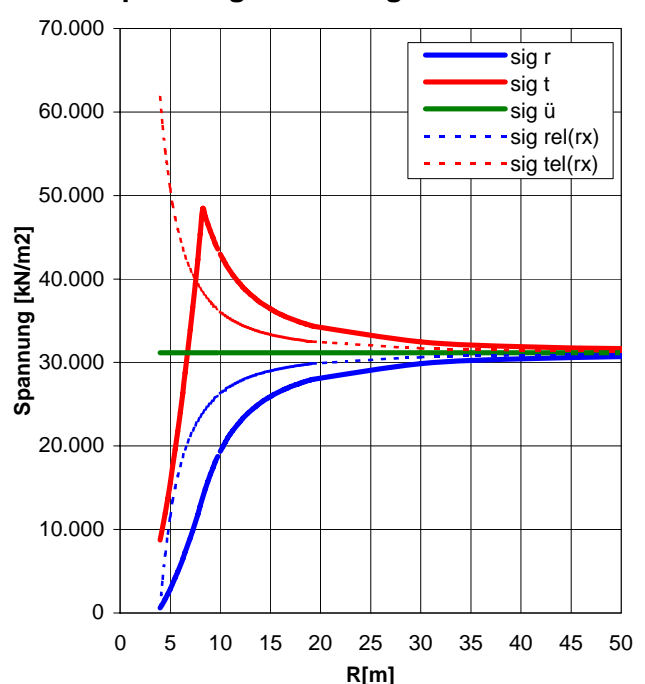
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,26
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.854,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **110** 106 **max**

Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-1d
		1.199		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	602,29

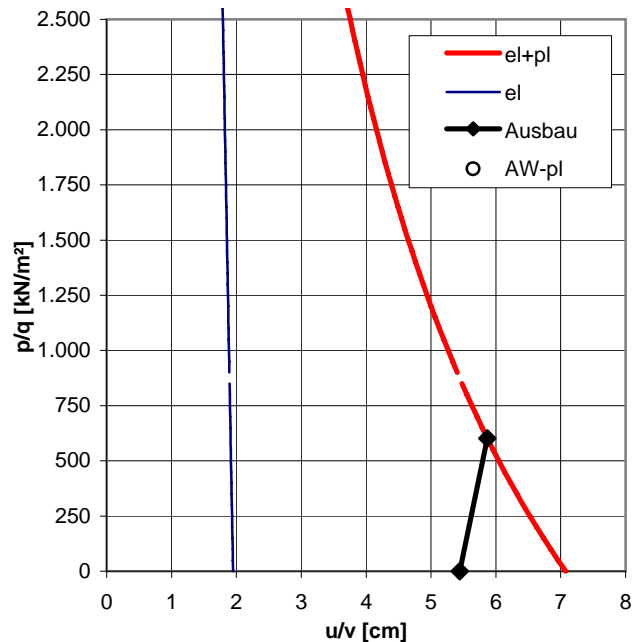
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	5,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	7,08

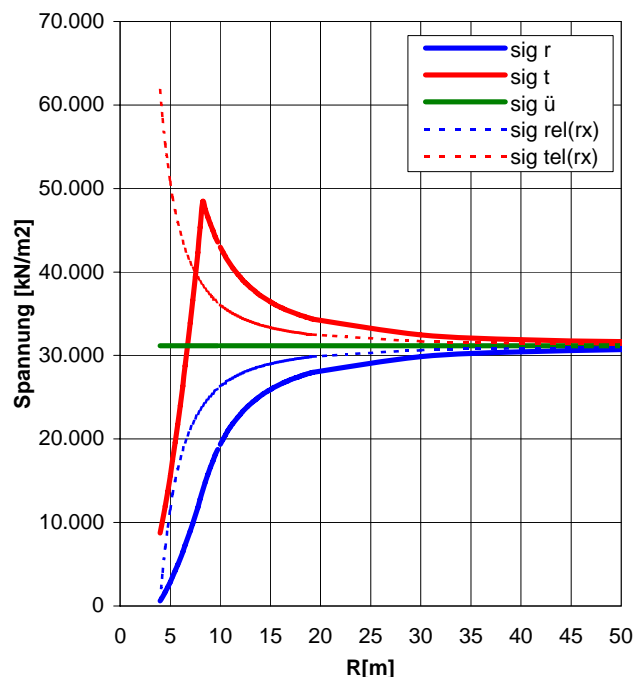
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,26
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.854,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. 120 106 max

Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N14	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-2b
		992		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	992
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	383,75

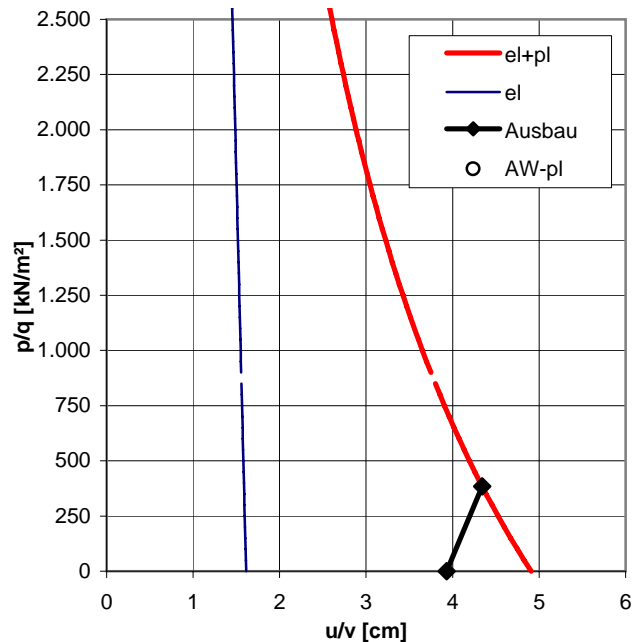
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,34
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	4,91

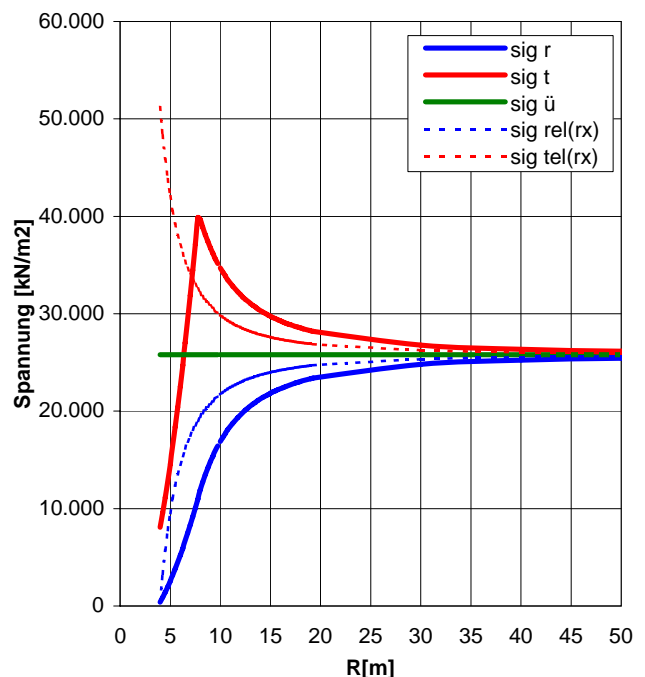
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.163,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **130** Überl. **max** Ausbau TBM- B

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N15	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-2b
		800		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	800
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	3.200,00

### Ausbau TBM-B

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	3,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	4,46
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	4,46

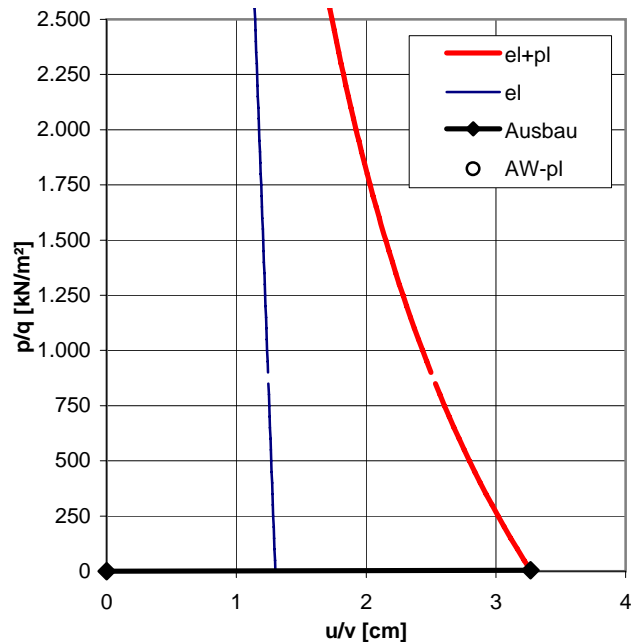
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	3,27

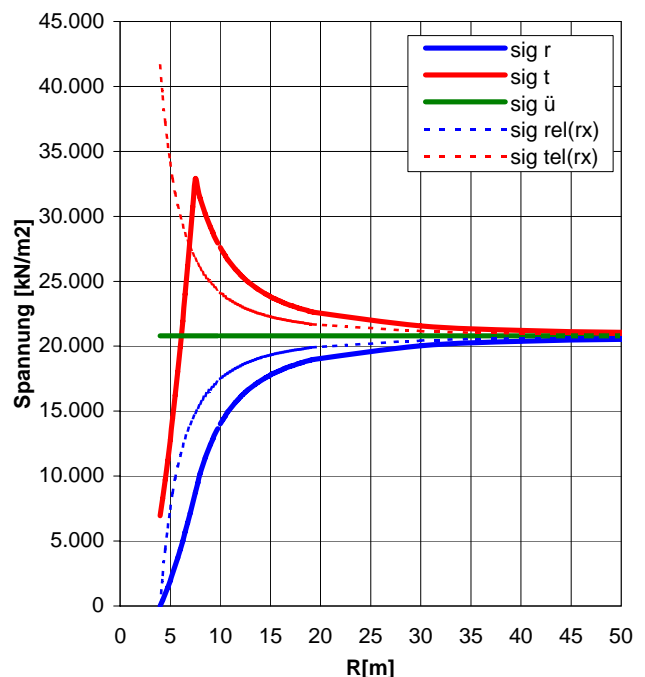
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,48
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	8.667,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **132** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N15	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-2b
		800		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	800
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	4.000,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	2,55

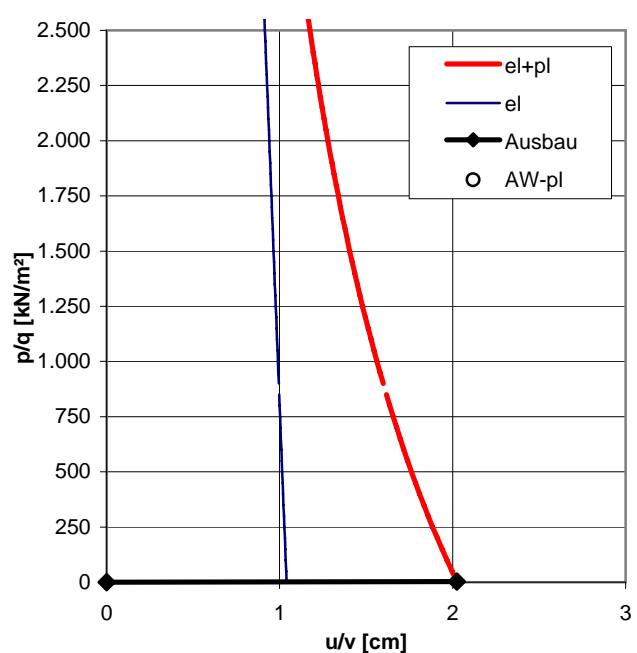
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,03

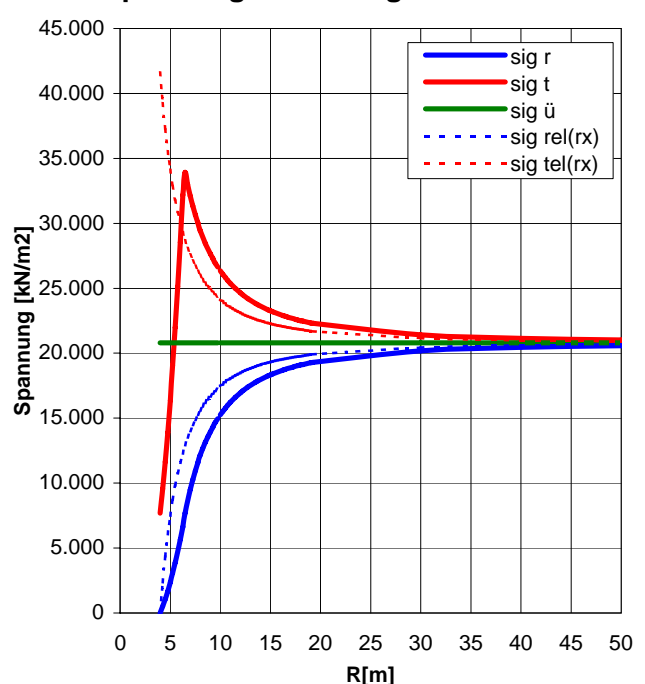
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,39
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	7.231,31
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 142 Überl. max Ausbau TBM- B

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N16	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-3b
		689		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	689
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.800
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.400,00

### Ausbau TBM-B

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	3,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46

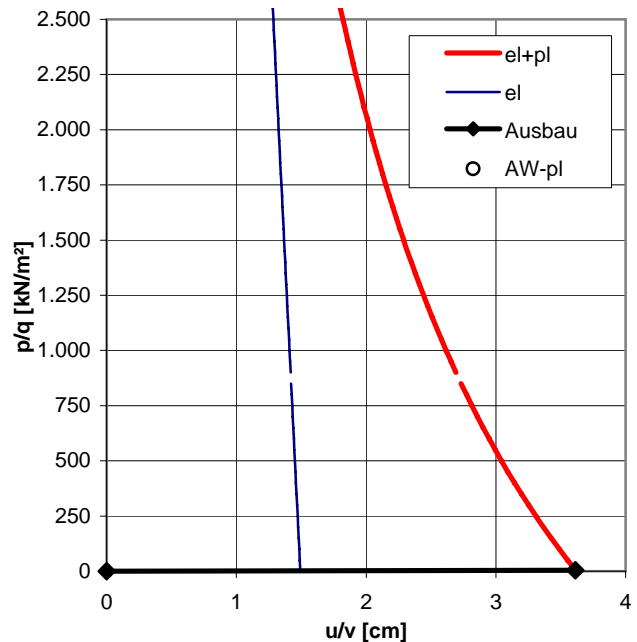
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,61
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	3,62

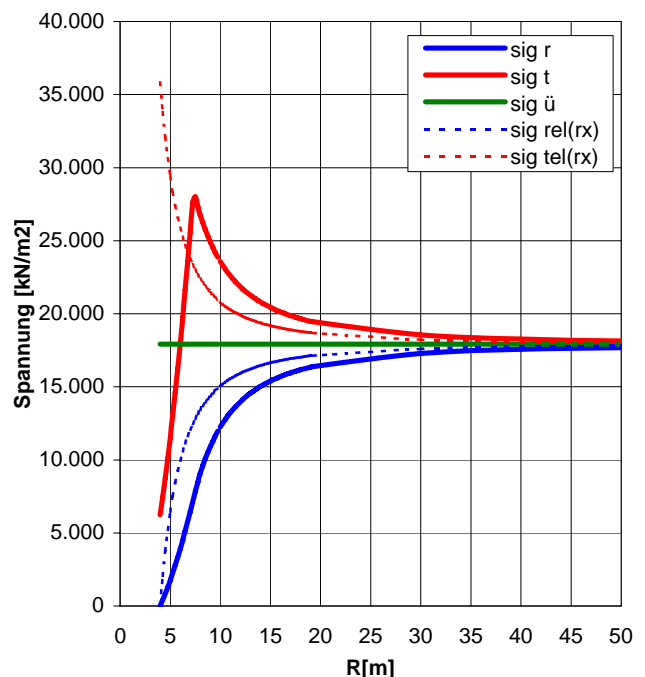
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,34
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	7.398,15
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **144** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N16	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-3b
		689		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	689
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	4.000,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	2,55

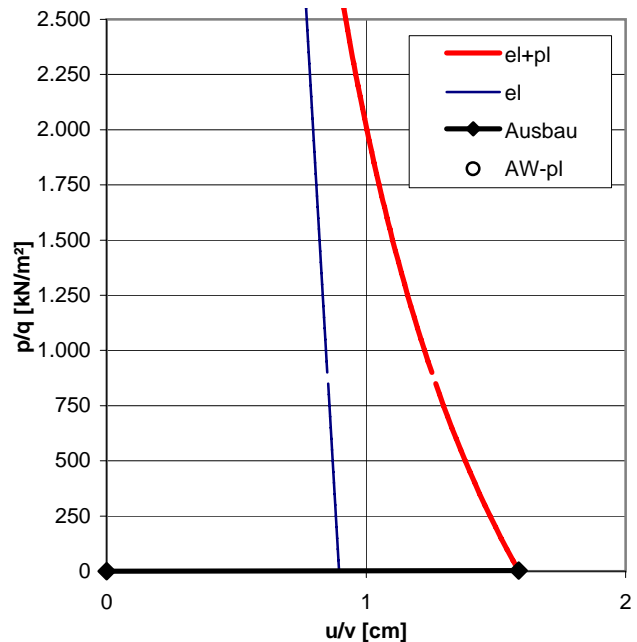
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	1,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	1,59

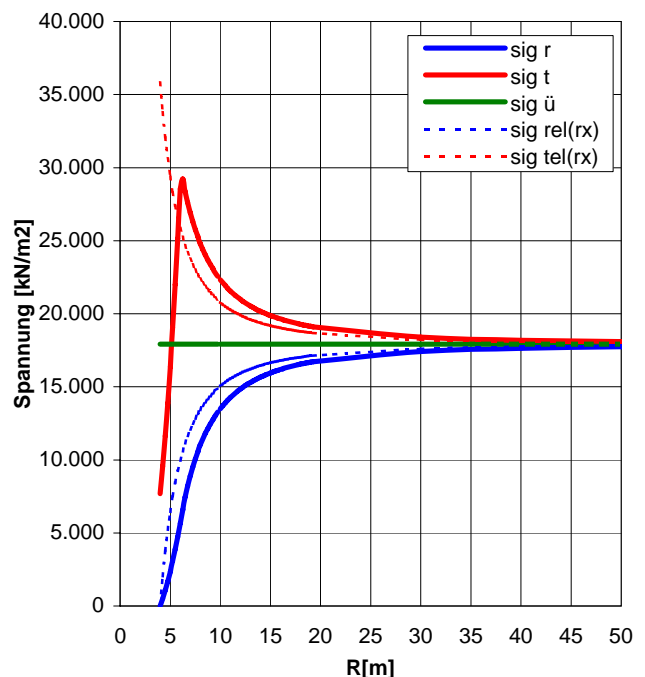
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,09
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	6.000,65
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **155** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N17	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-3b
		1.018		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.018
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.800
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	2.400,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	602,29

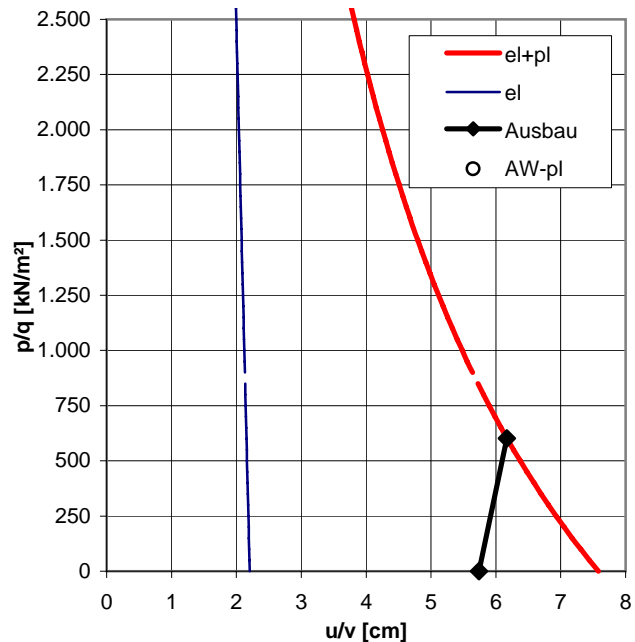
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	6,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	7,58

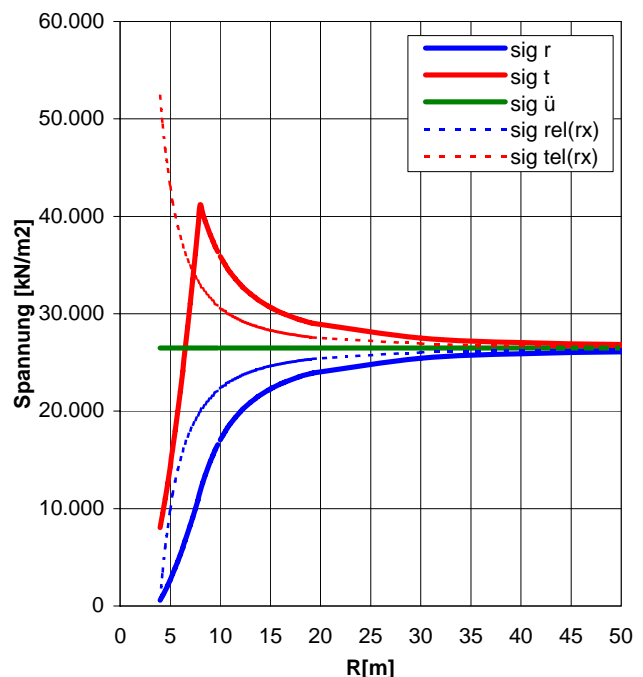
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,98
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.675,15
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **165** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N18	Überlagerung	Gebirgsart	SH-Ph-3b
		1.200		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.200
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.800
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	6.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	2.400,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

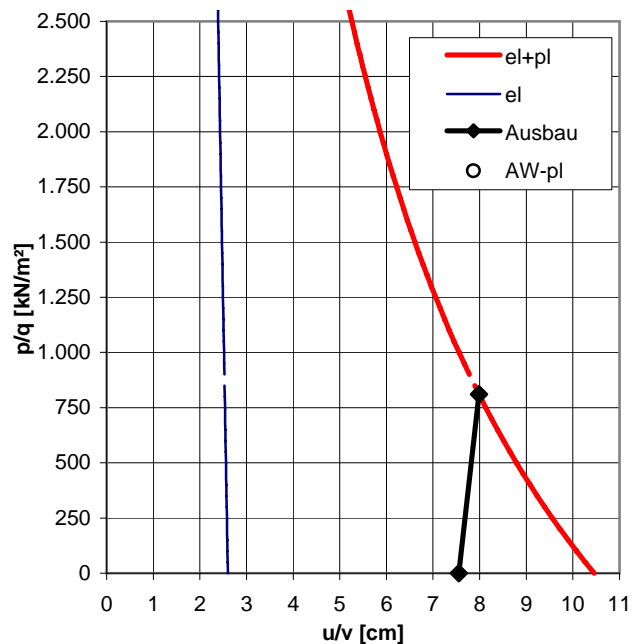
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,98
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	10,46

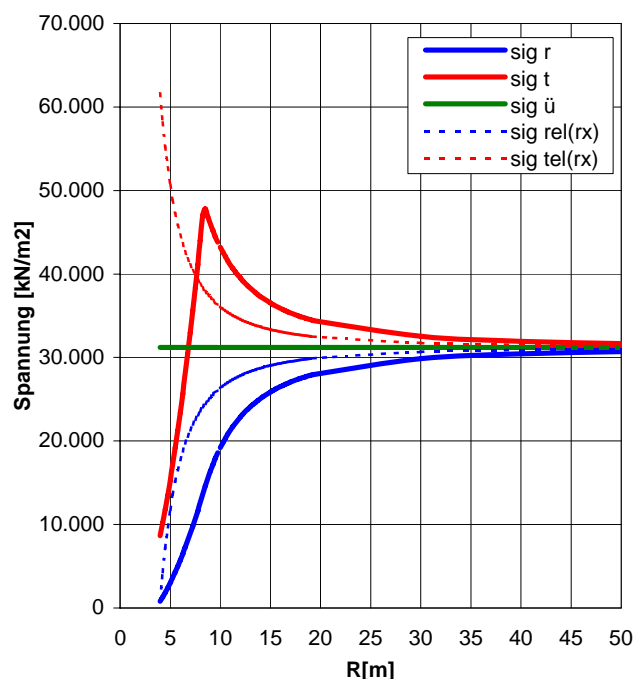
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.041,15
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **166** Überl. **max** Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N18	Überlagerung	Gebirgsart	SH-CAS-3b
		1.200		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.200
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	35,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	383,75

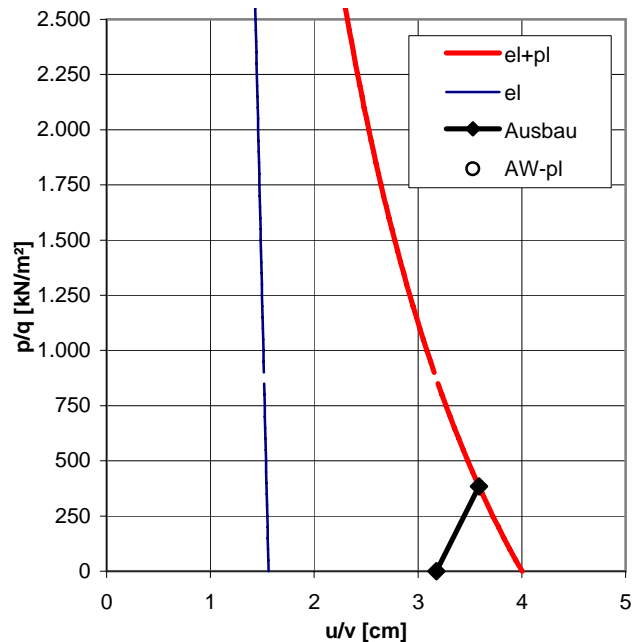
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	4,00

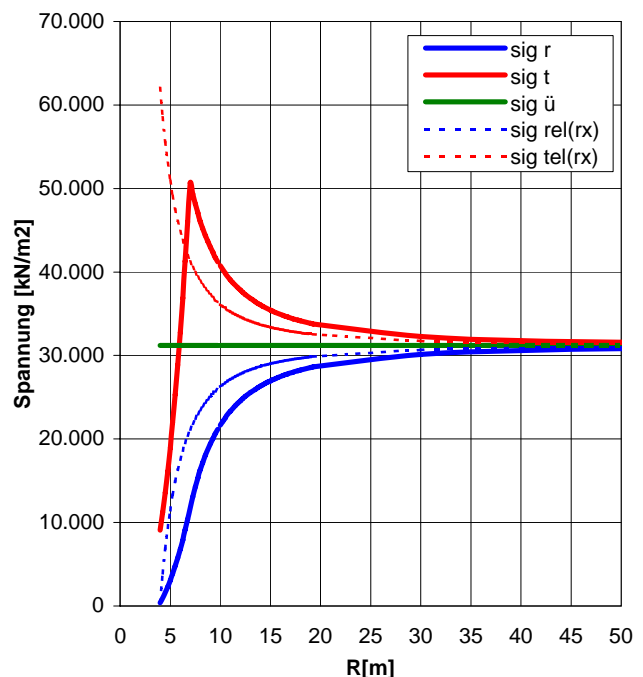
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	6,99
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.666,11
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **175** Überl. **max** Ausbau TBM- D

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N19	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KS-3b
		1.273		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	4.000,00

### Ausbau TBM-D

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,15
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	7,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	562,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	39,79
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	602,29

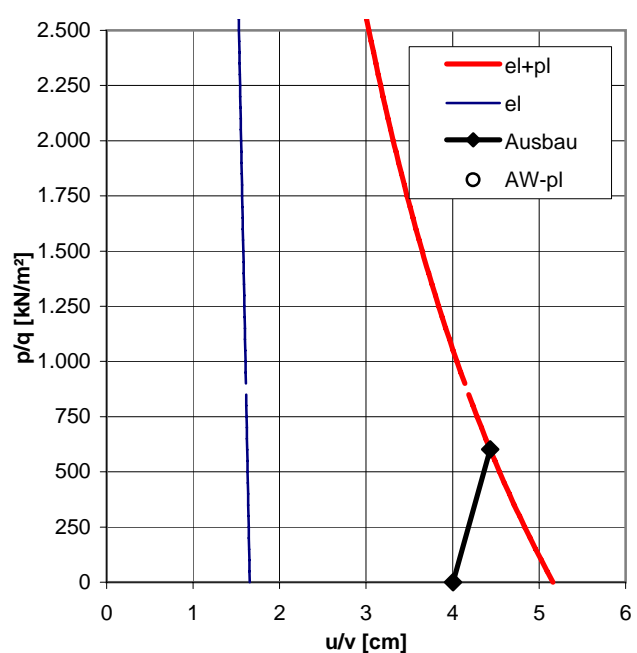
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,16

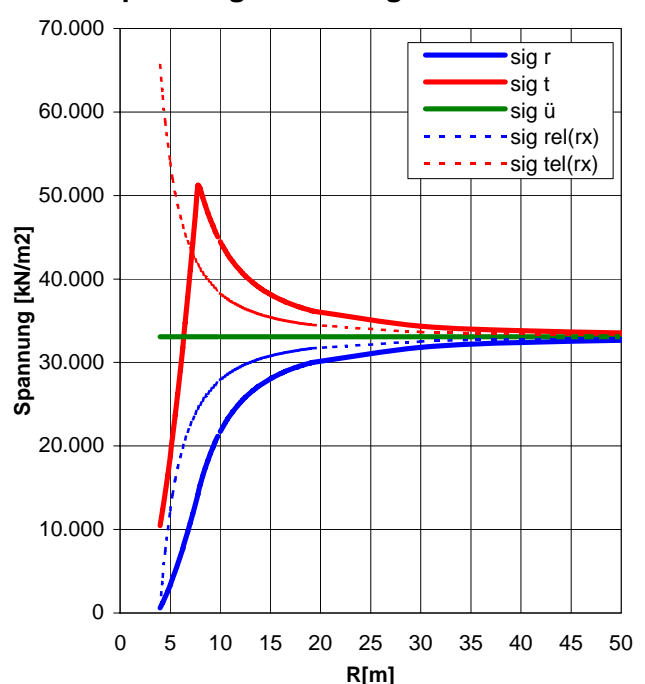
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,79
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.383,94
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **184** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N20	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KPH-3b
		1.299		

GVT 4-1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.299
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

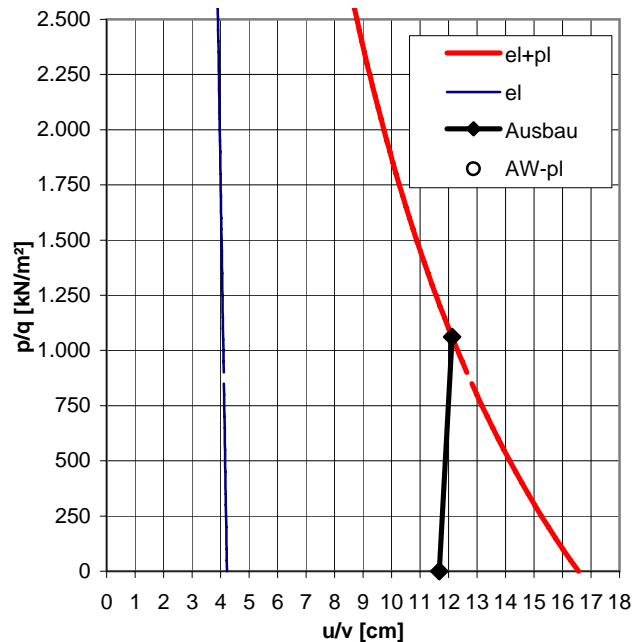
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	12,12
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	16,56

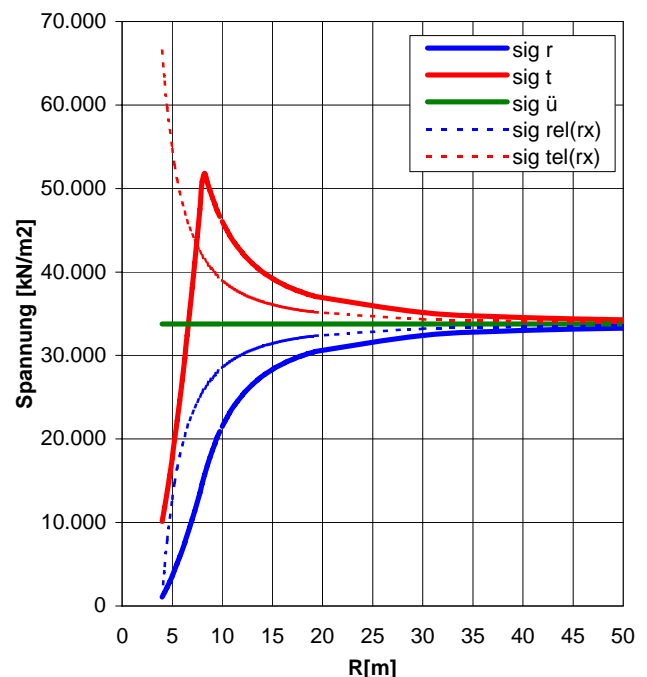
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,11
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	15.154,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **195** Überl. **max** Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N21	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KS-3b
		1.273		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	383,75

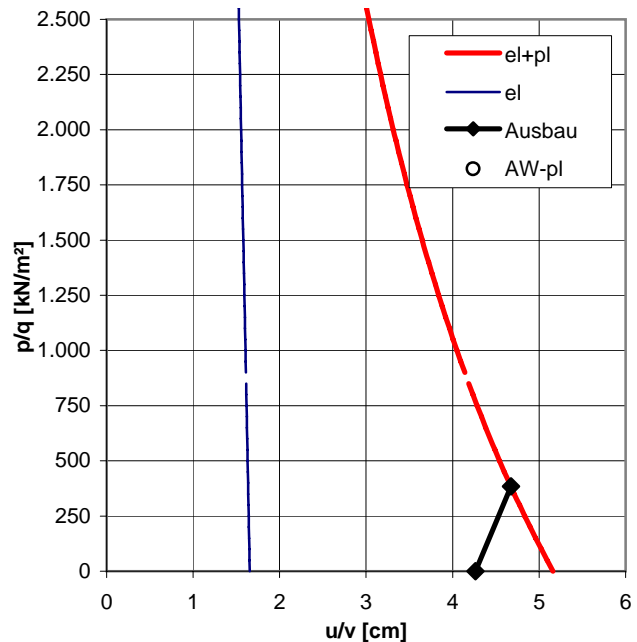
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	4,67
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	5,16

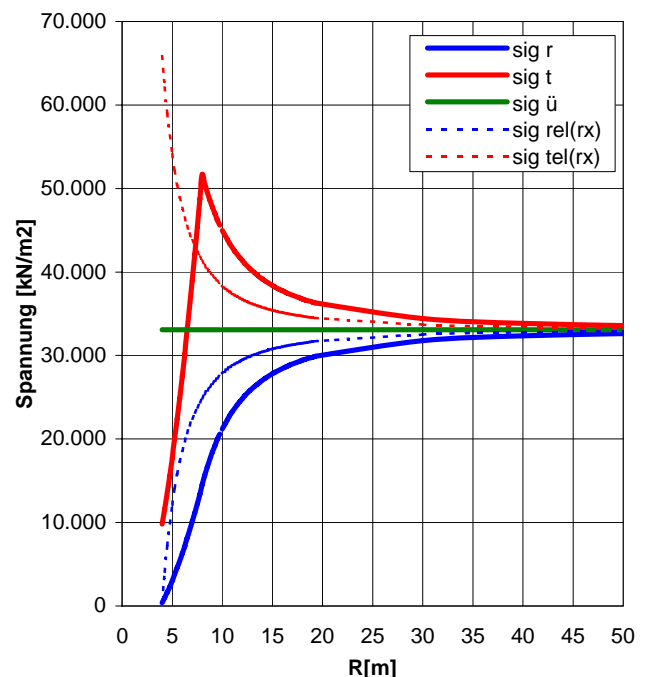
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,97
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.383,94
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **204** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N22	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KPH-3b
		1.049		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.049
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

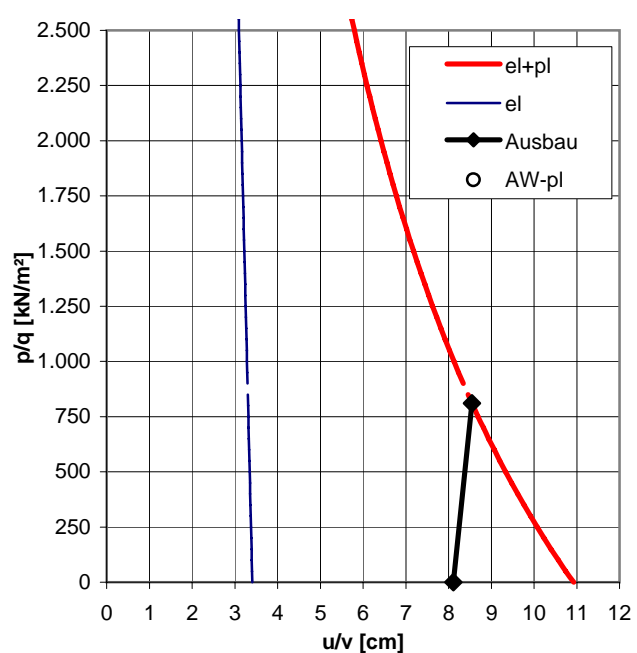
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,55
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	10,93

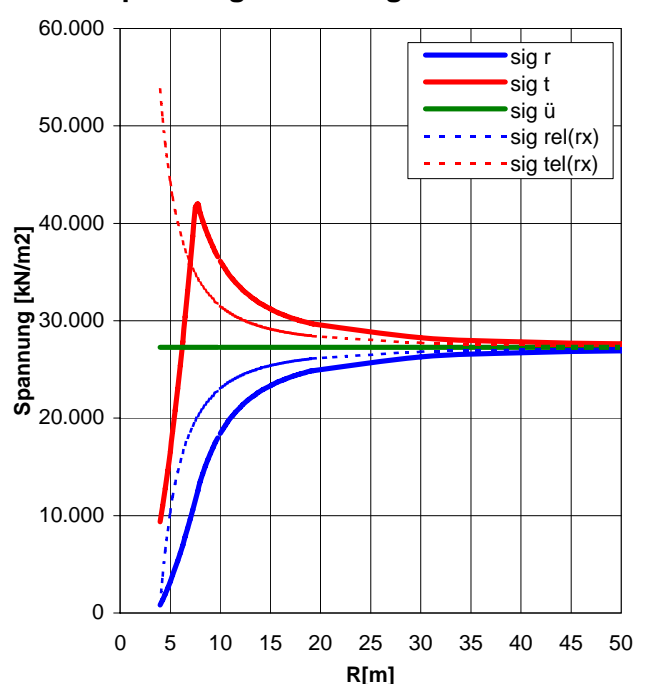
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,58
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.904,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **213** Überl. **max** Ausbau TBM- A

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N23	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KS-3b
		898		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	10.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000,00

### Ausbau TBM-A

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	0
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	2,0
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	0

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,55

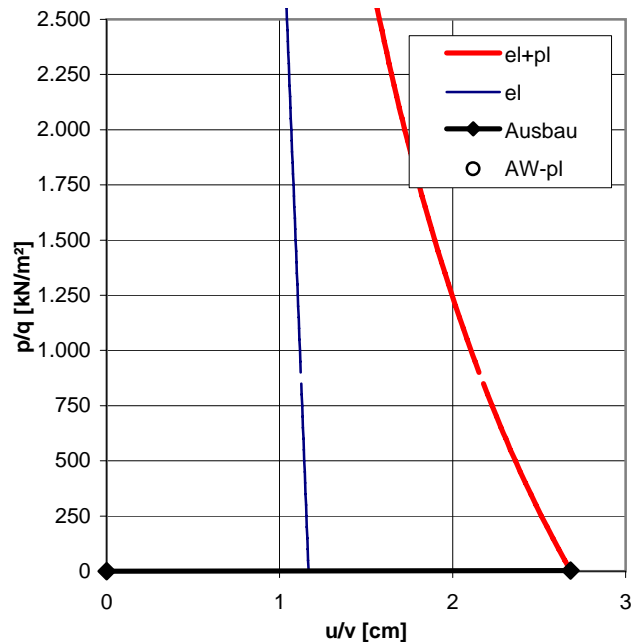
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	2,68
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	2,68

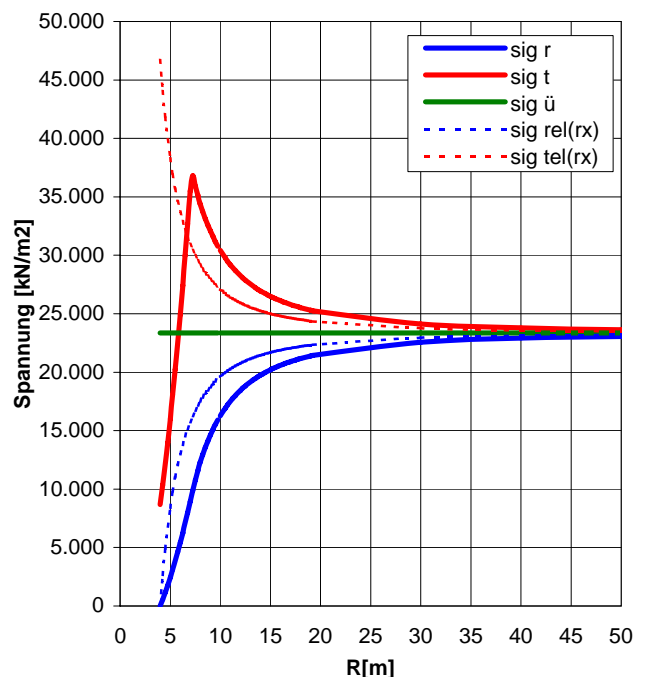
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,15
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.508,94
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **222** Überl. **max** Ausbau TBM- B

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N24	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KS-4b
		898		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	32,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	8.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.200,00

### Ausbau TBM-B

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,00
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	3,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4,46

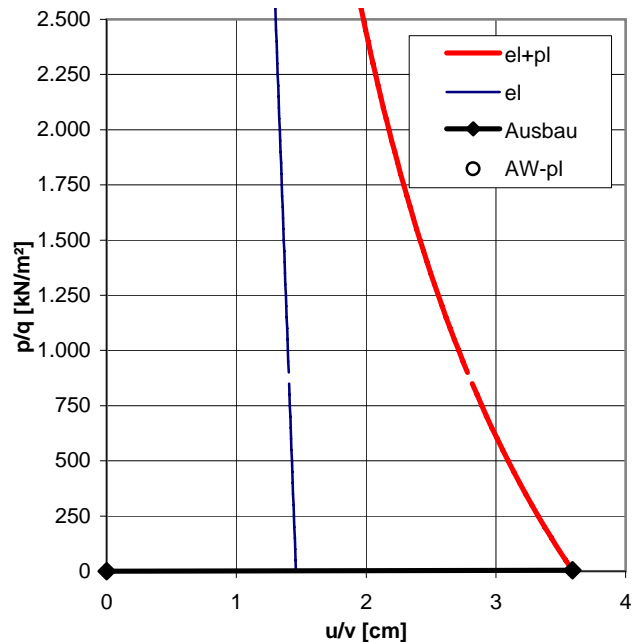
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	3,60

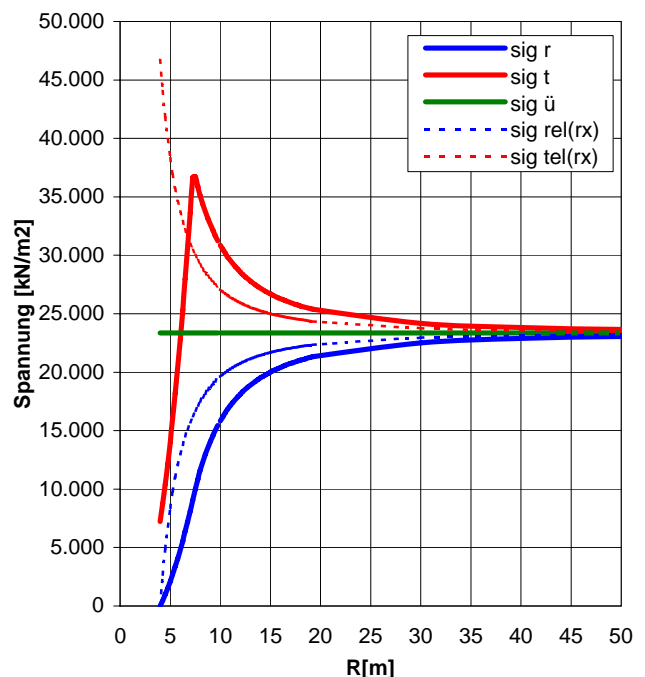
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,31
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.279,35
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **231** Überl. **max** Ausbau TBM- C

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N25	Überlagerung	Gebirgsart	SH-KS-4c
		870		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	870
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	2.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	7.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	2.800,00

### Ausbau TBM-C

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,10
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	100
Ankeranzahl	n	[-]	5,5
Längsabstand Anker	a	[m]	2,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	375,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	8,75
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	383,75

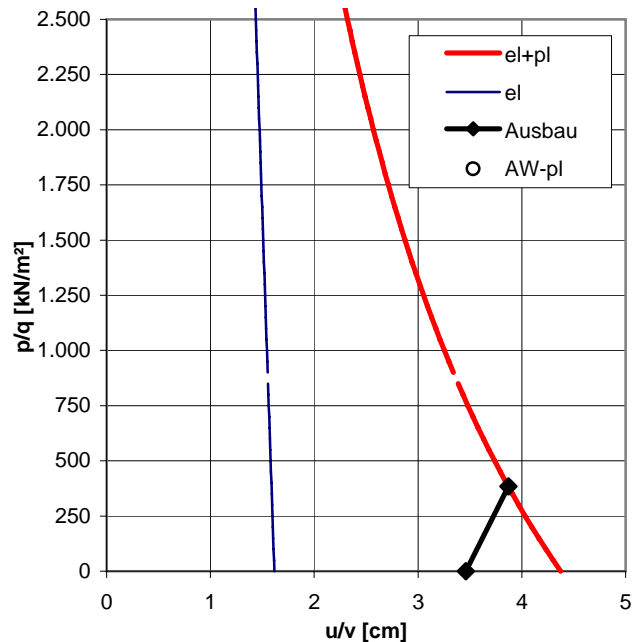
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	3,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	4,37

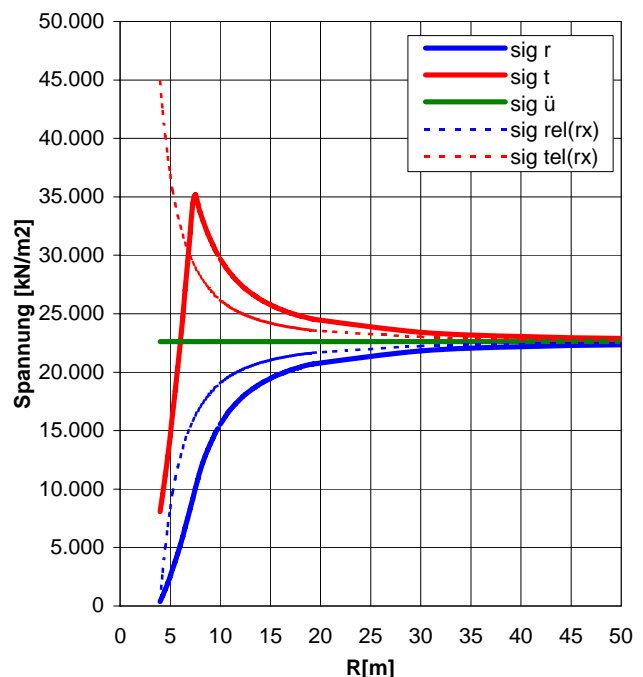
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	9.577,95
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



**Störungszonen - Abschätzung der Verformungen nach  
dem Kennlinienverfahren**

**Zone di faglia - Valutazione delle deformazioni con il  
metodo delle curve caratteristiche**



Analysis No. 5 Überl. max Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

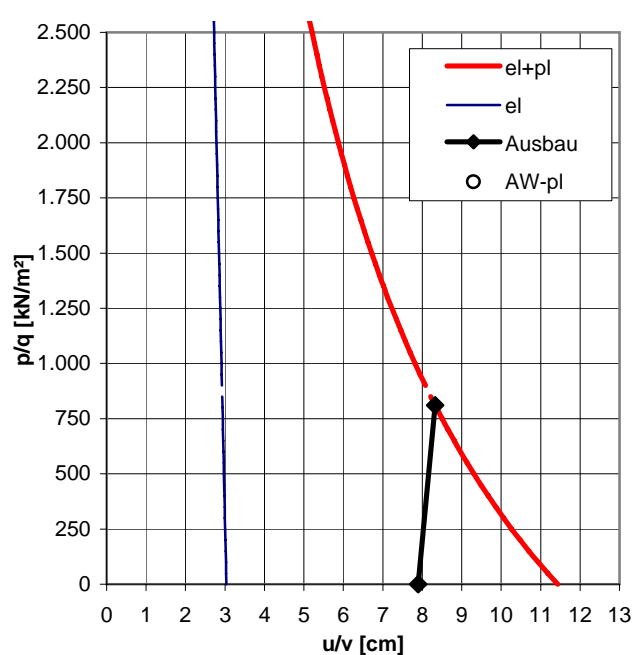
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,33
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	11,43

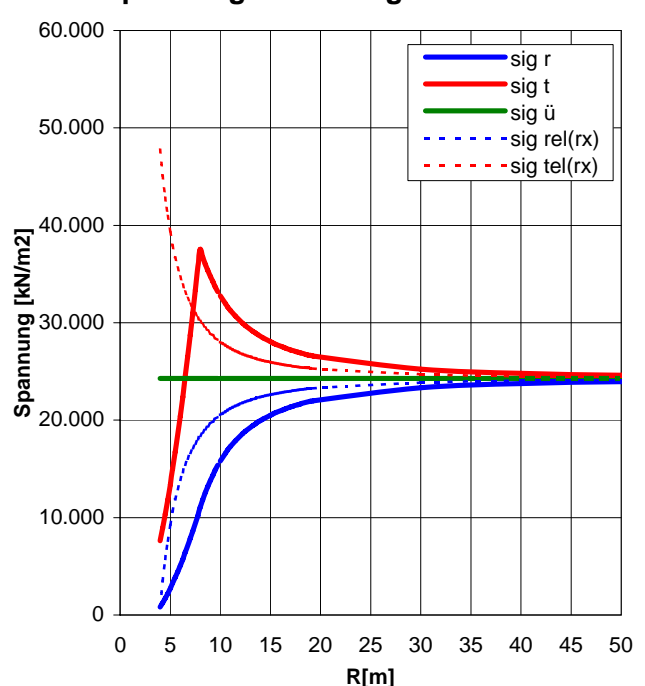
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,94
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.842,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **6** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

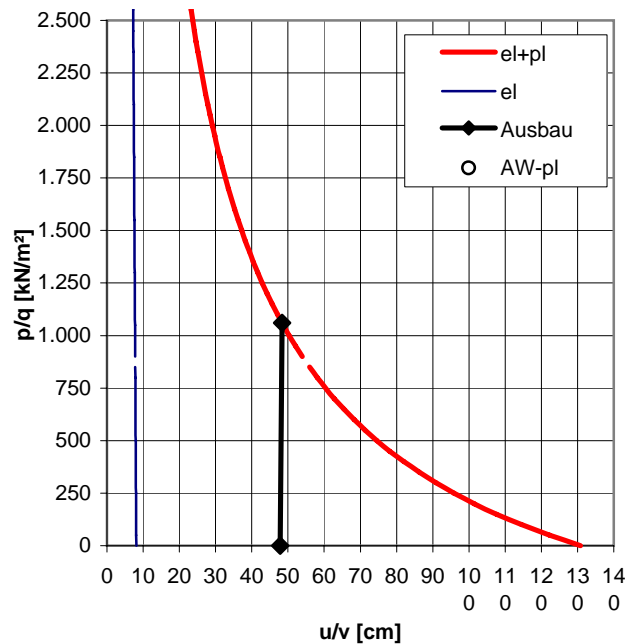
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	48,34
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	130,84

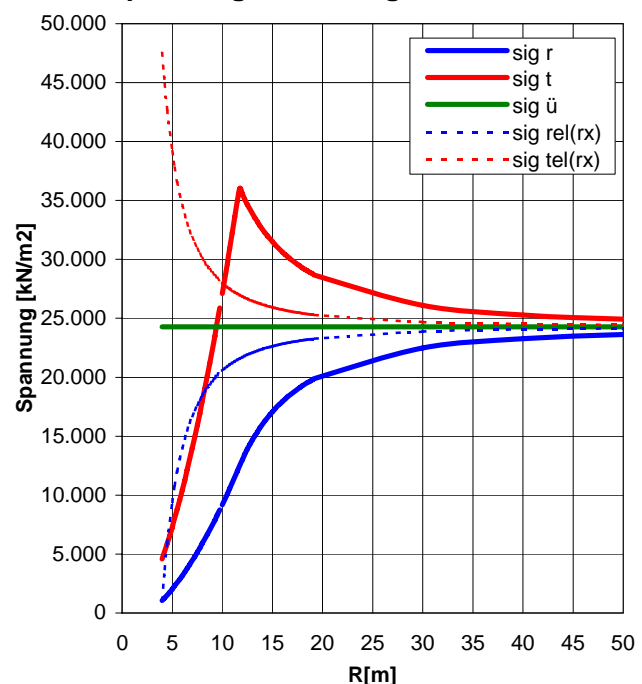
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,70
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.441,88
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **7** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

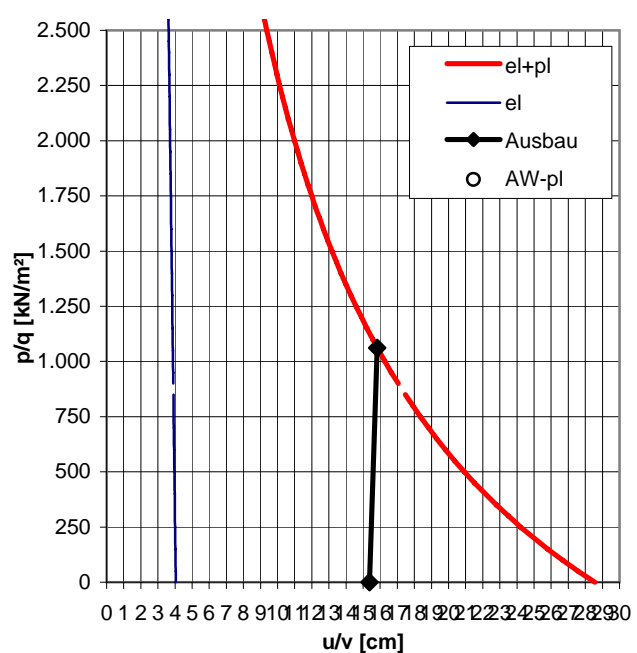
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,83
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,55

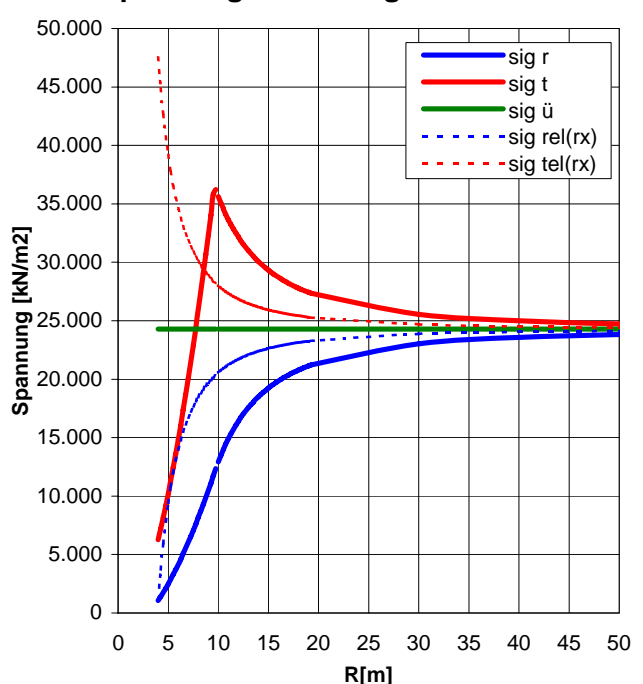
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,61
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.000,40
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 8 Überl. max Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

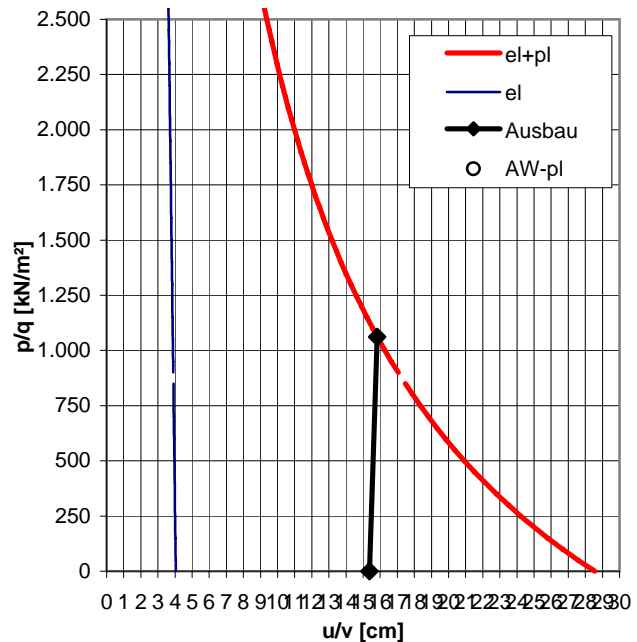
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,83
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,55

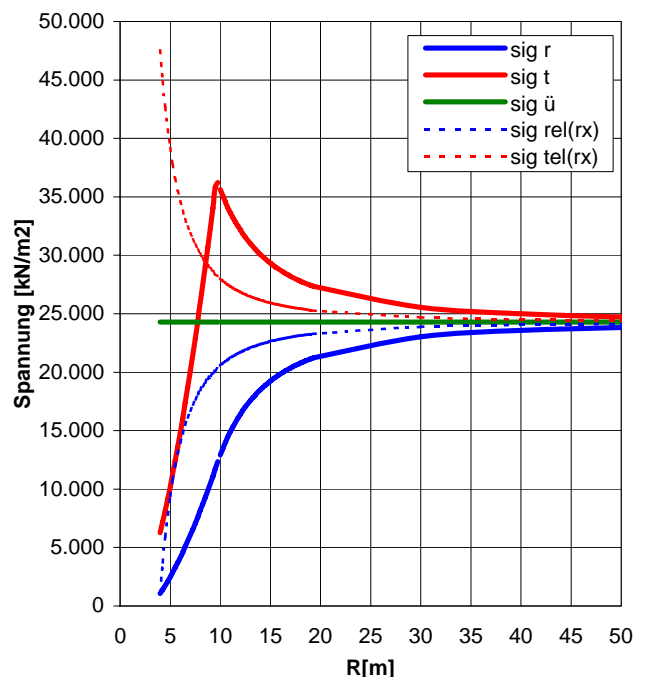
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,61
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.000,40
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 9 Überl. max Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

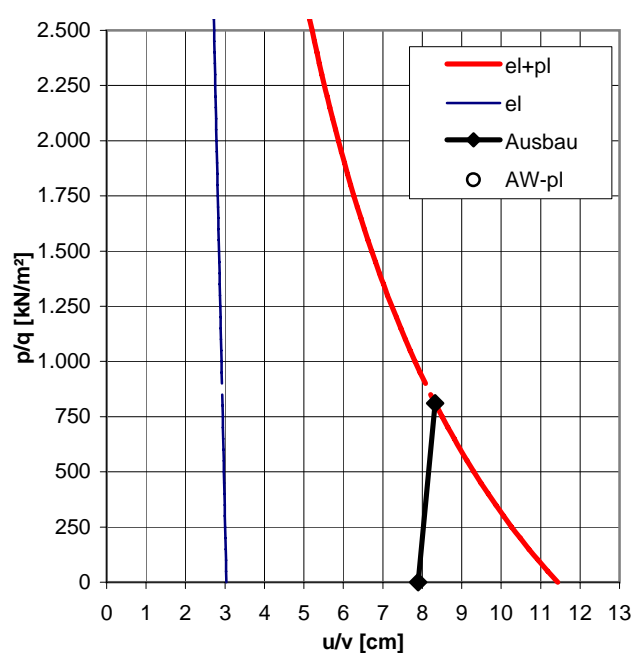
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,33
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	11,43

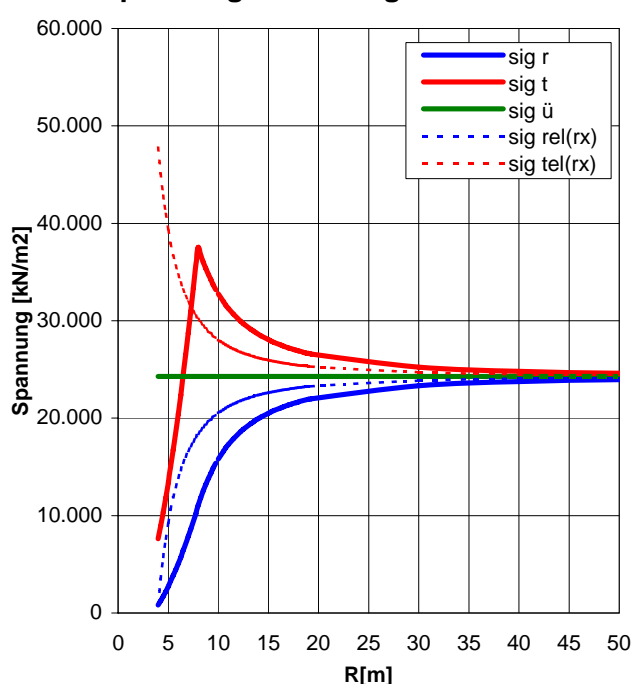
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,94
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	10.842,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 10 Überl. max Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N3	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		934		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	934
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

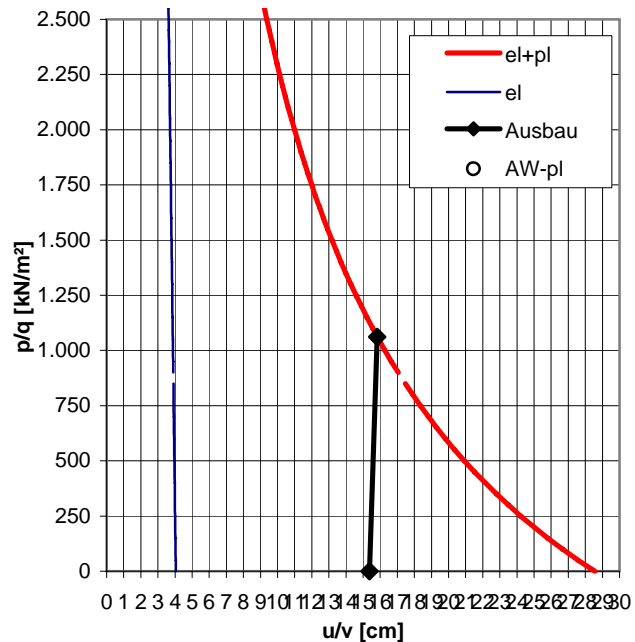
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,83
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,55

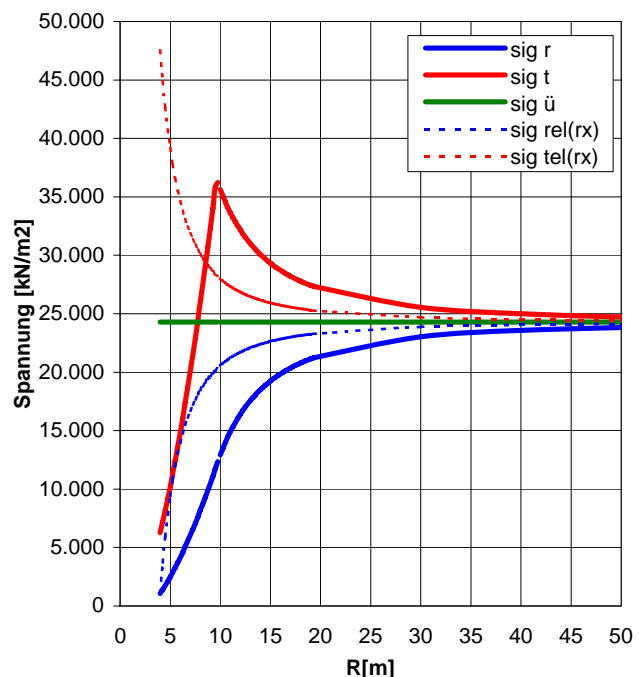
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,61
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.000,40
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **15** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

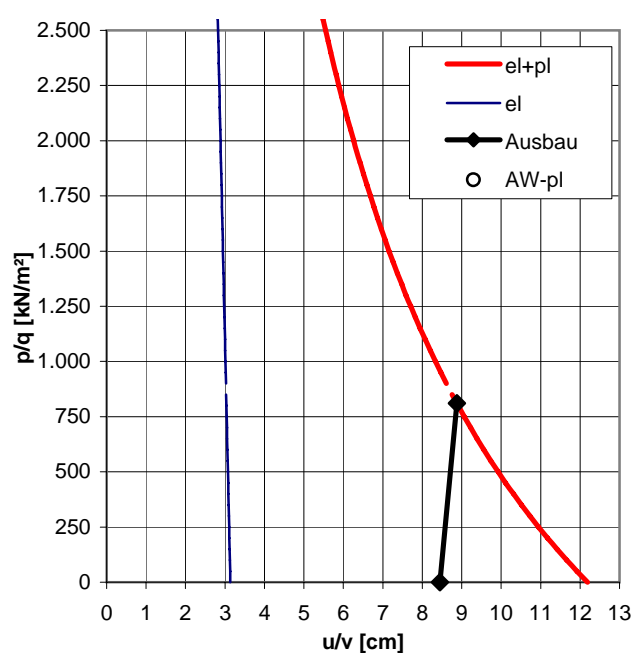
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,88
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	12,19

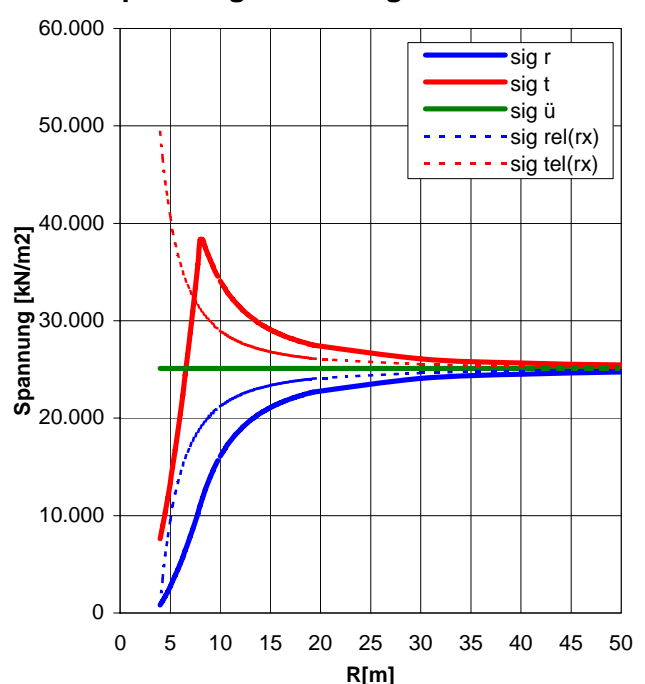
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.245,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **16** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

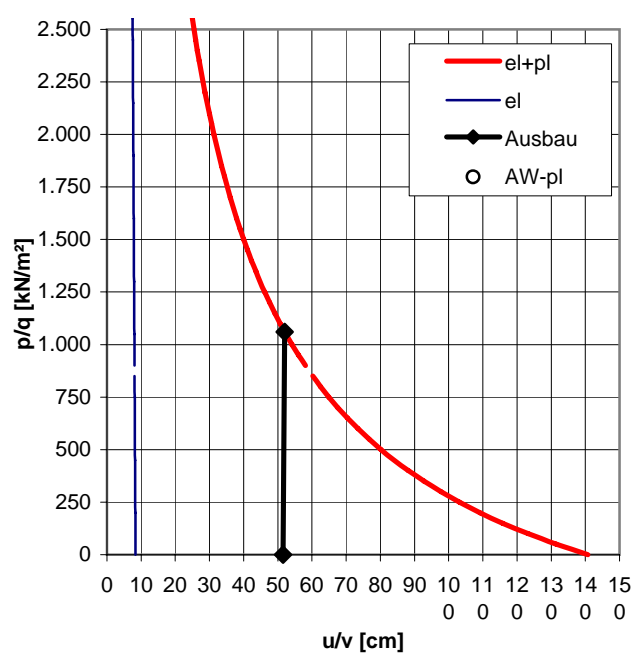
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	52,00
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	140,73

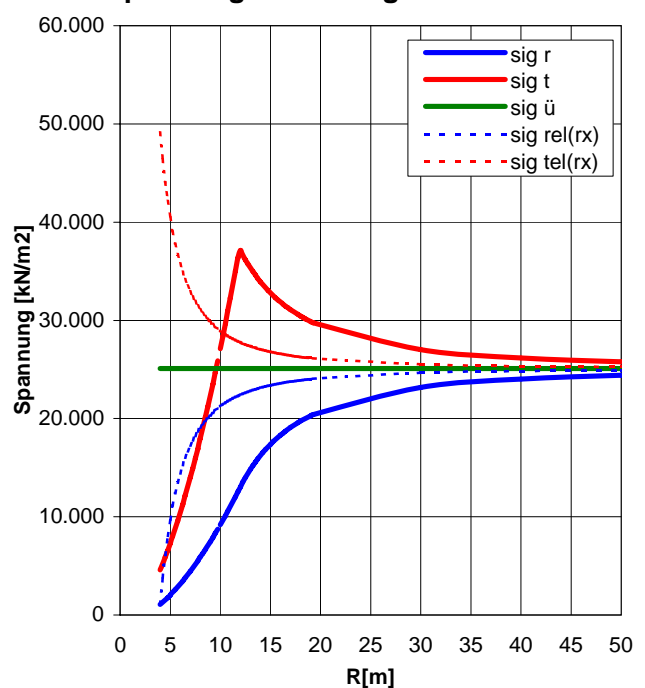
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,91
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.869,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **17** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

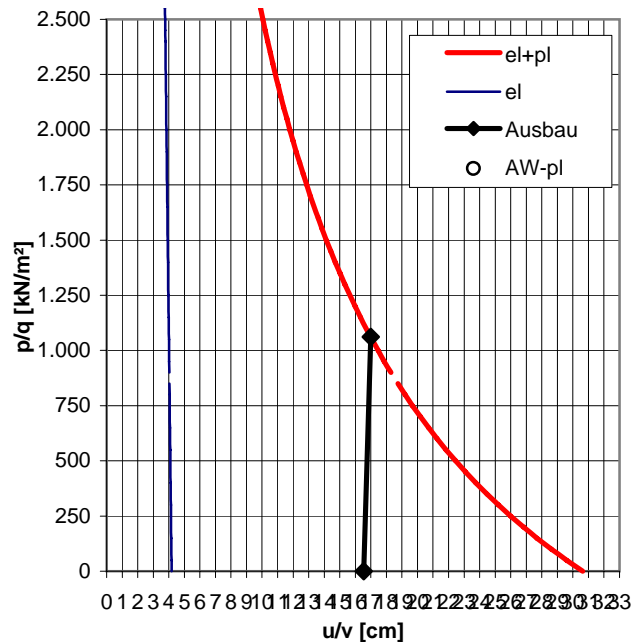
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,99
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,64

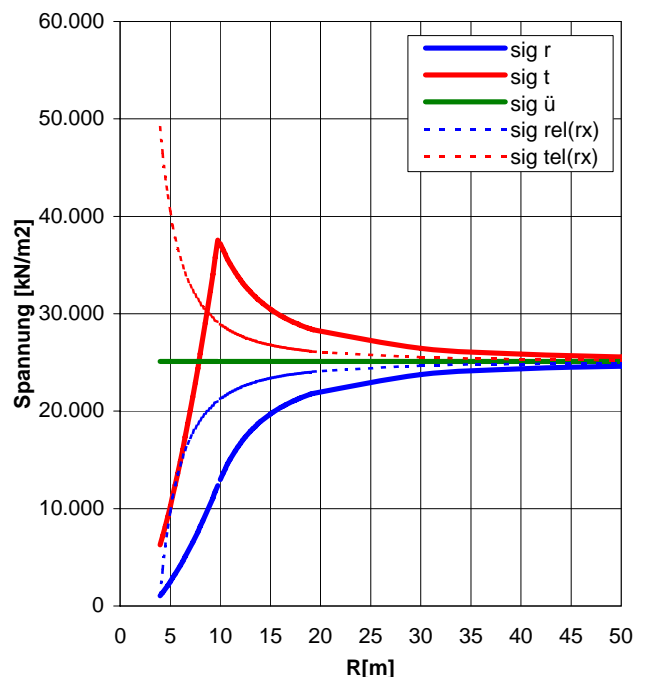
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.428,01
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **18** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

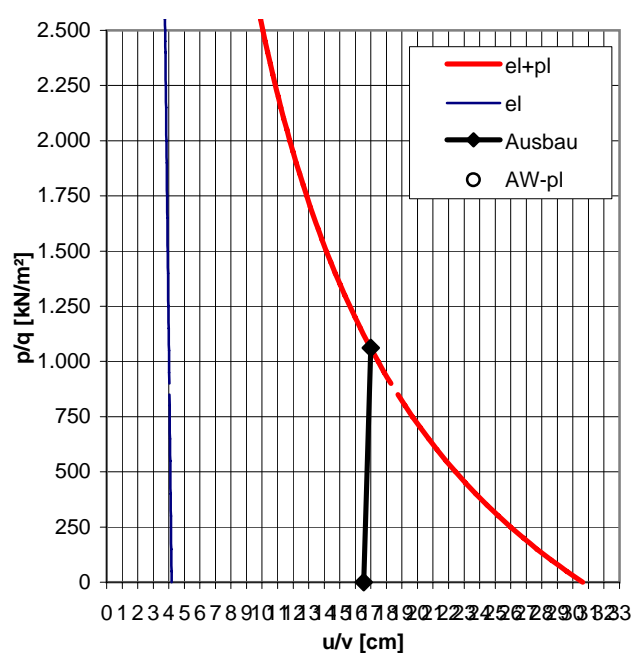
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,99
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,64

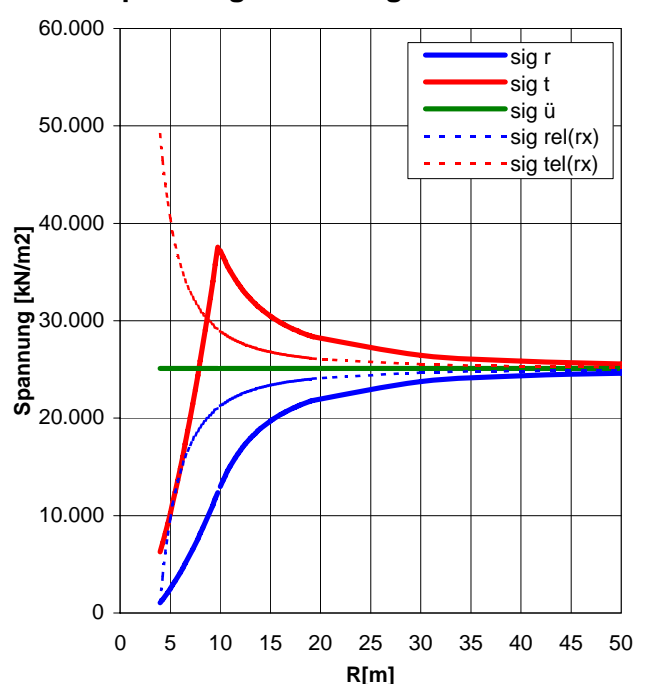
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.428,01
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **19** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

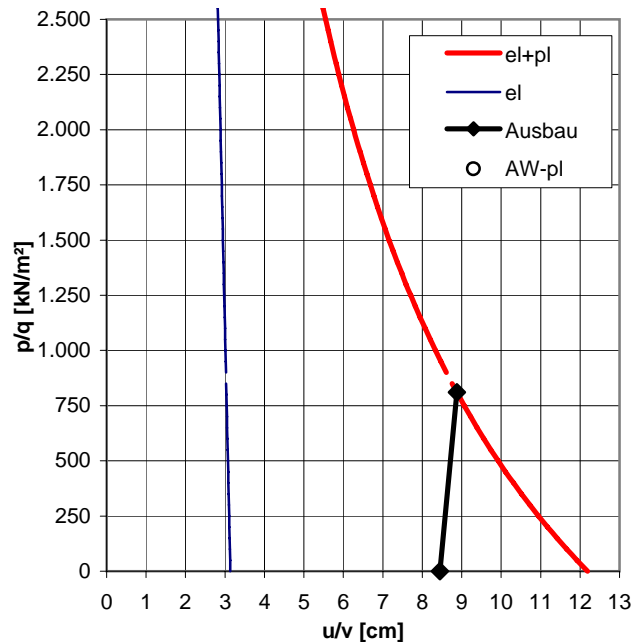
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,88
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	12,19

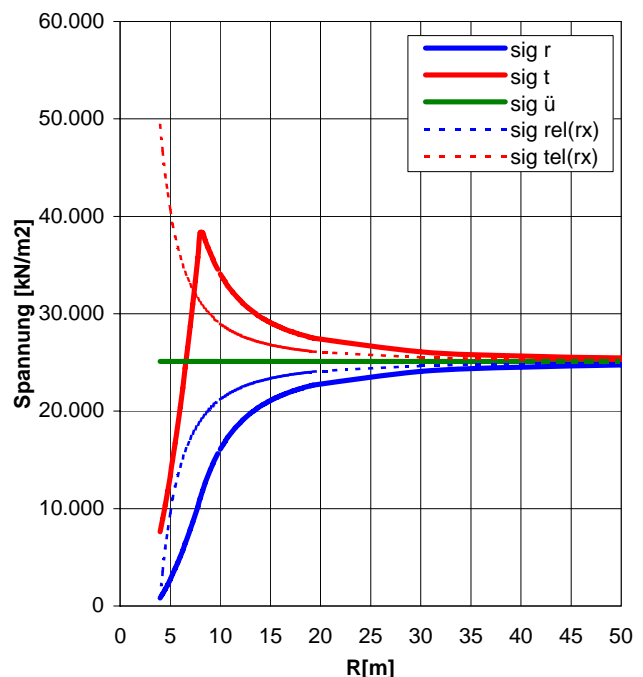
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.245,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **20** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N4	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		965		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	965
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

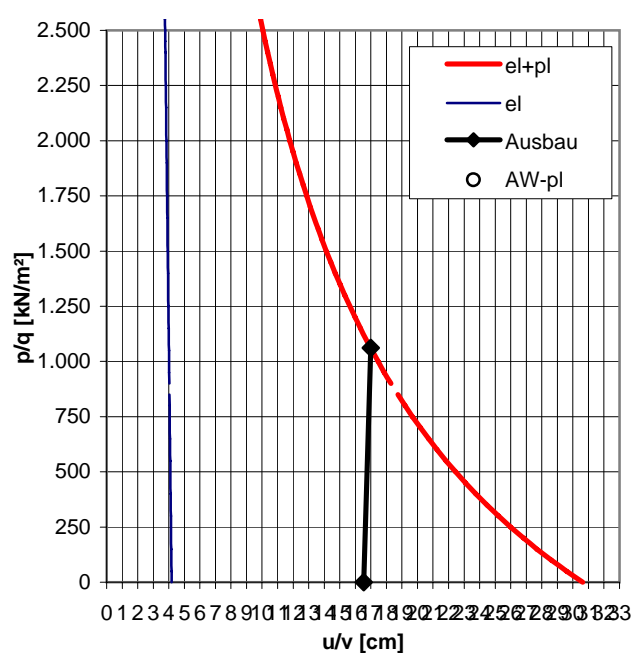
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,99
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,64

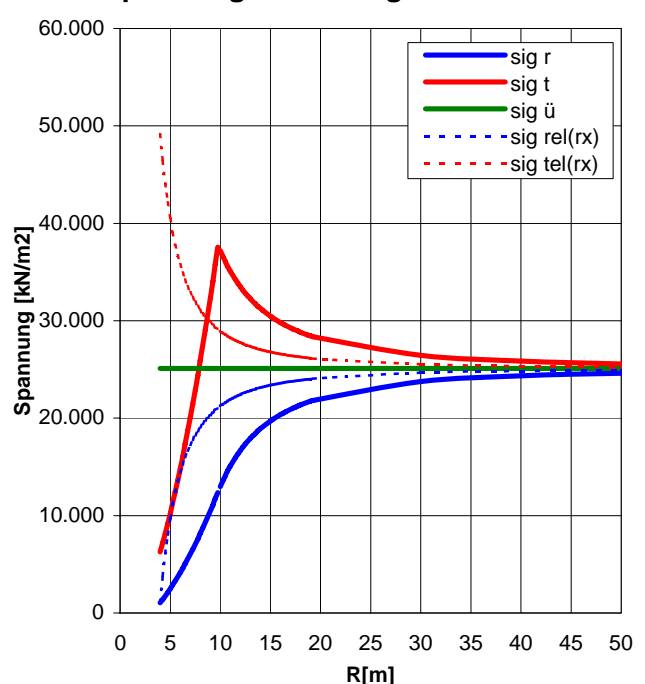
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.428,01
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **25** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

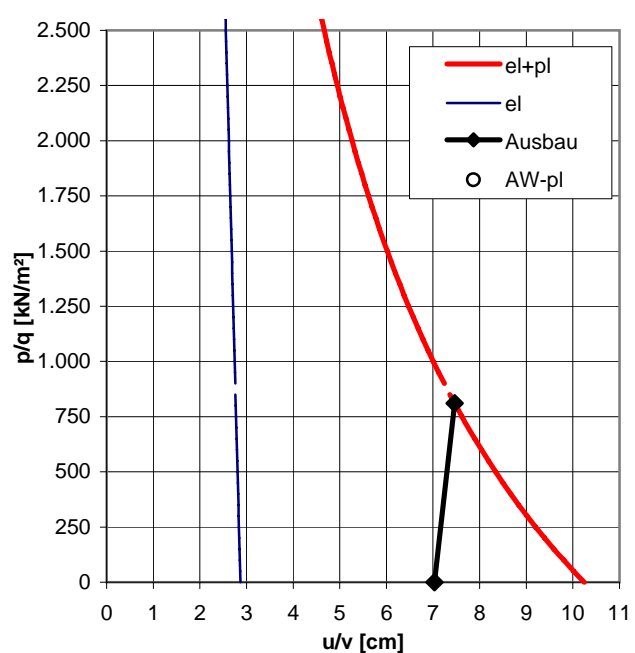
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,46
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	10,24

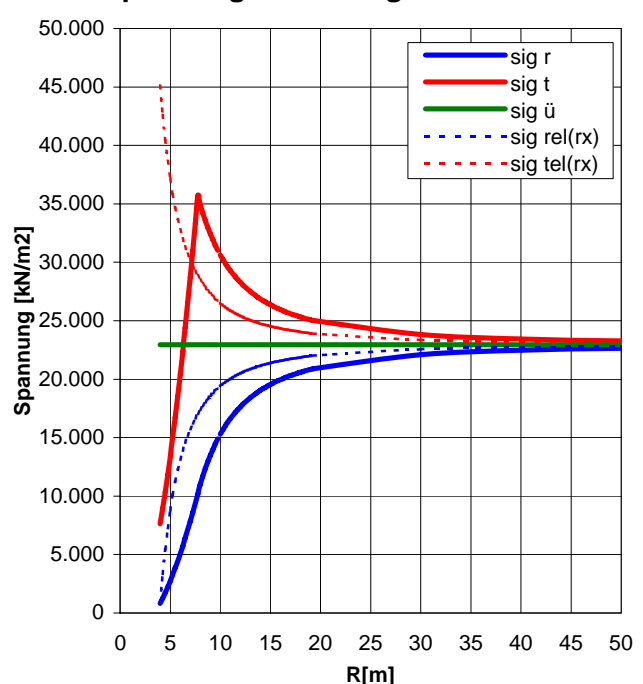
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,74
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	10.179,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **26** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

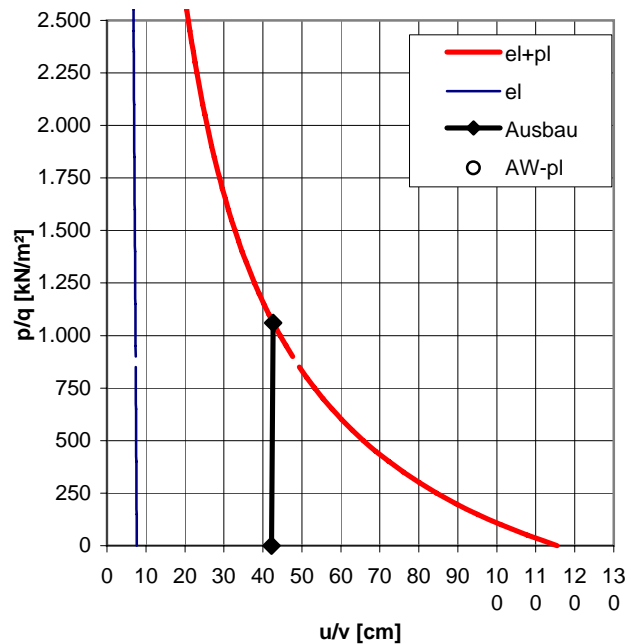
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	42,65
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	115,44

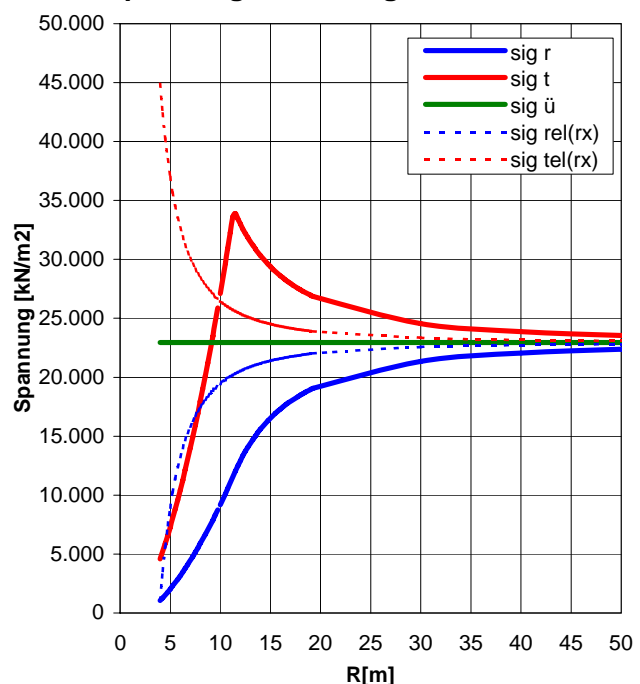
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,35
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.738,40
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **27** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

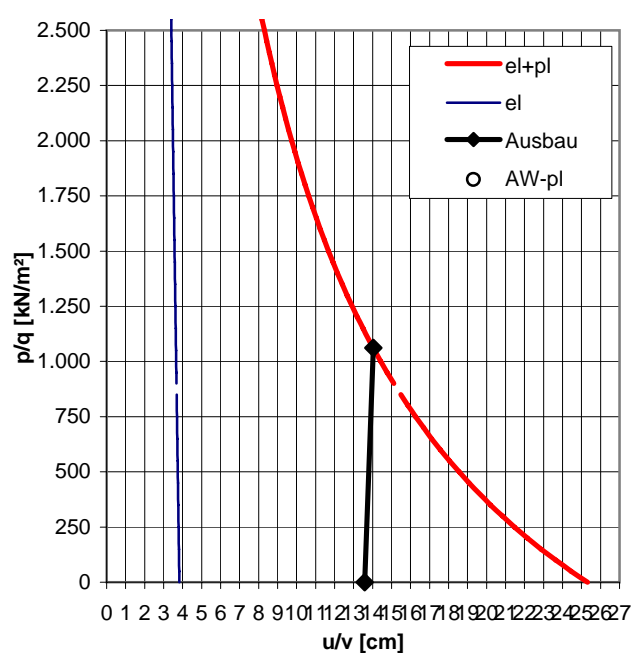
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	14,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	25,31

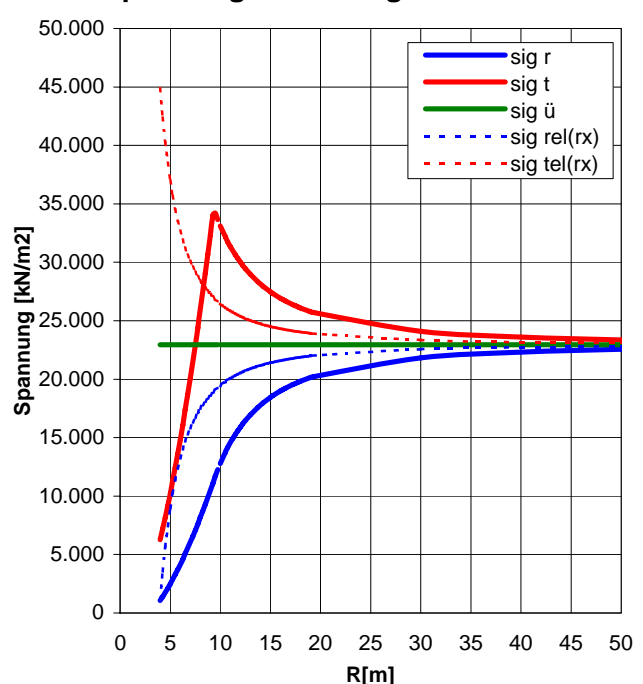
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,33
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.296,92
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **28** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

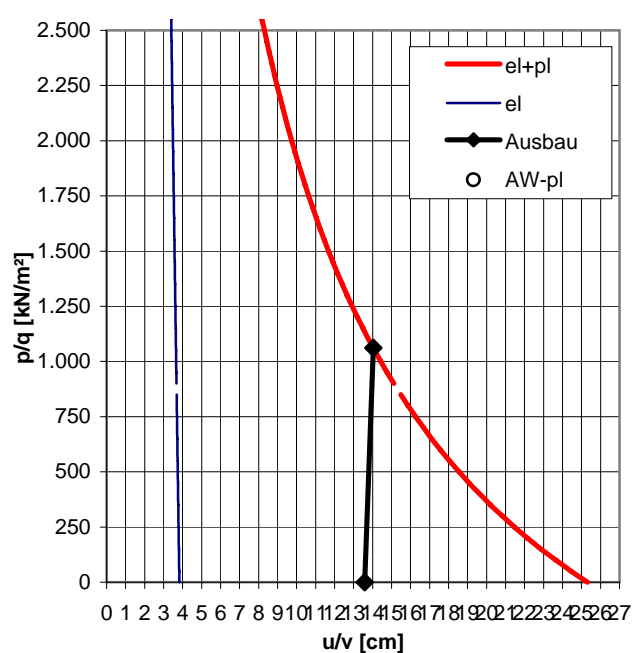
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	14,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	25,31

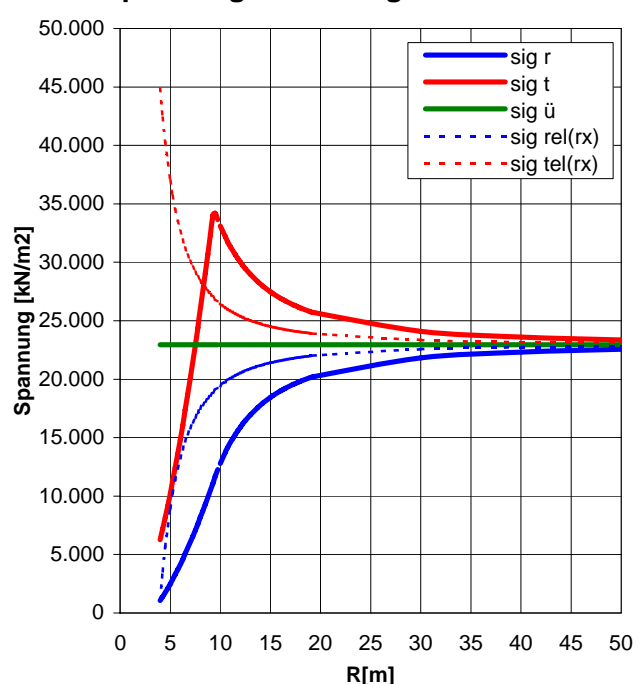
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,33
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.296,92
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **29** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

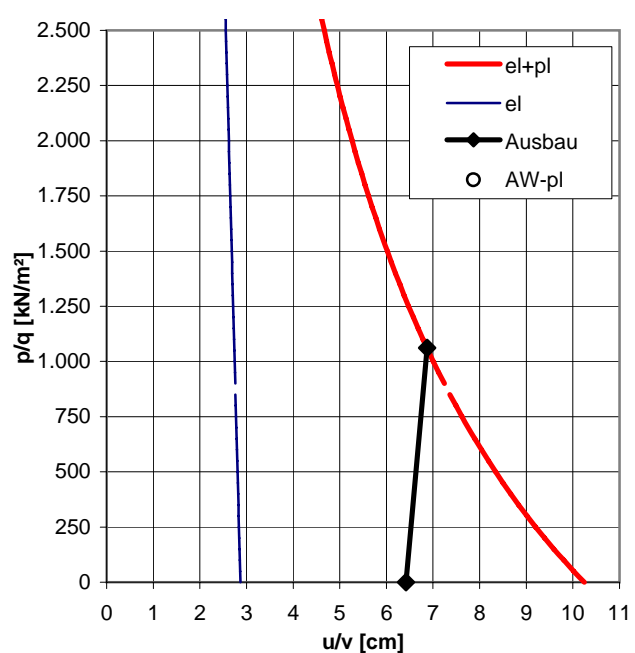
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	6,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	10,24

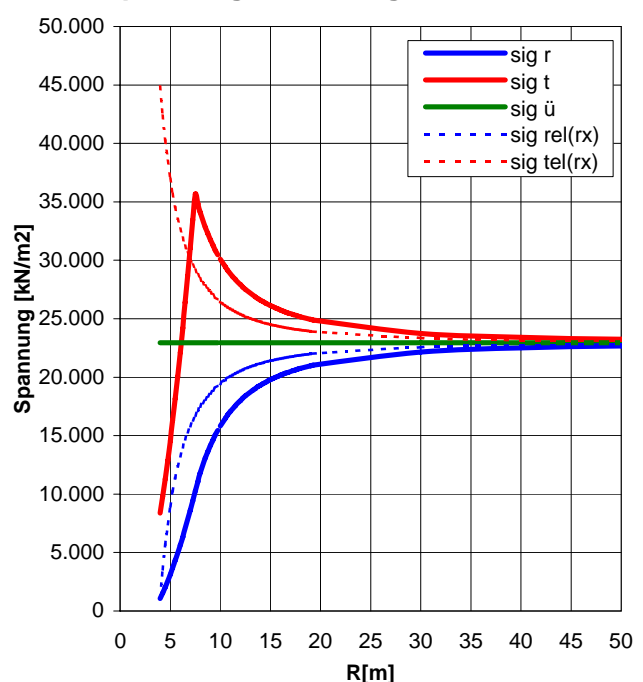
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,48
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.179,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **30** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N5	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		883		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	883
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

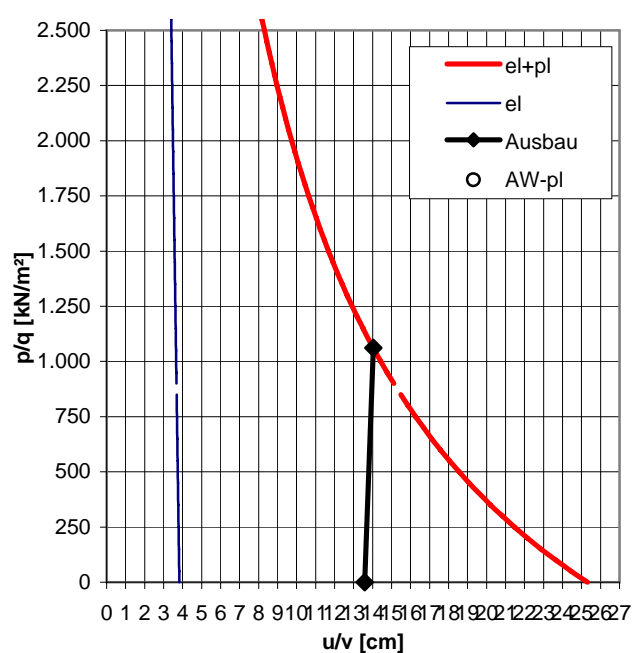
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	14,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	25,31

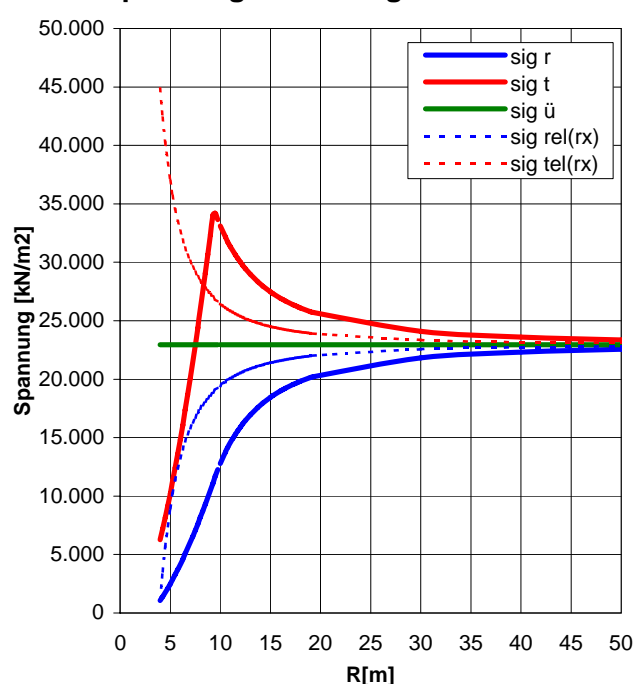
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,33
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.296,92
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **36** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

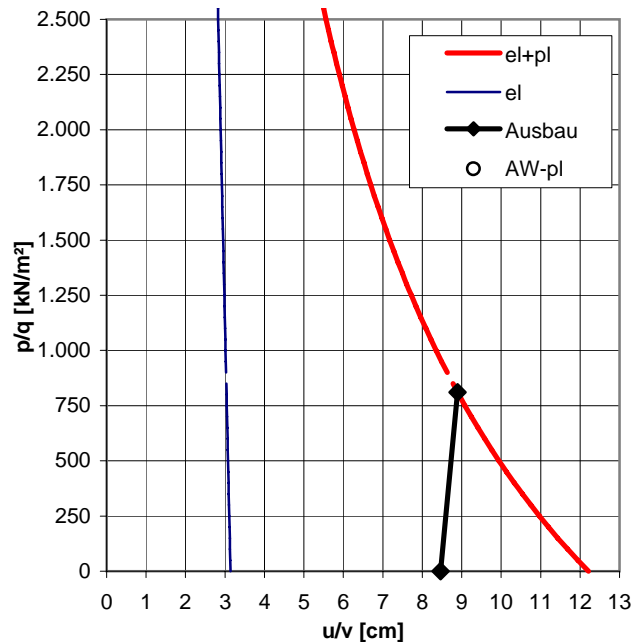
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,89
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	12,21

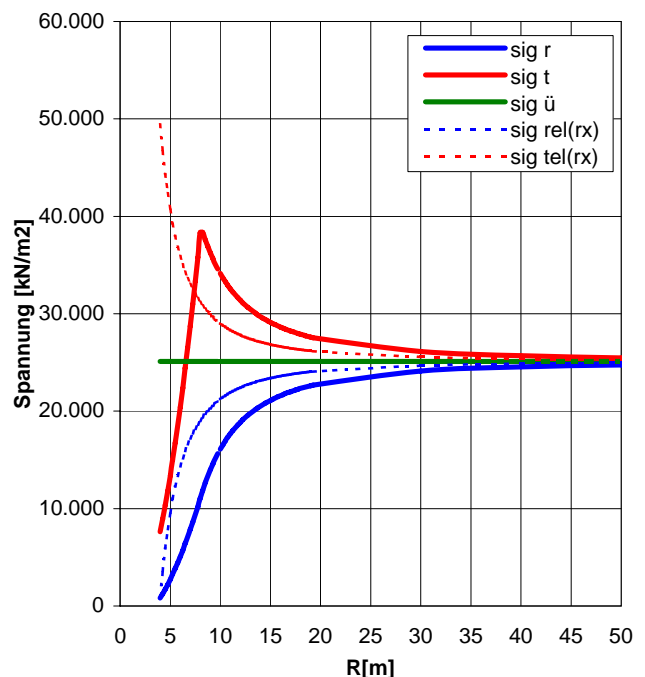
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.258,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **37** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

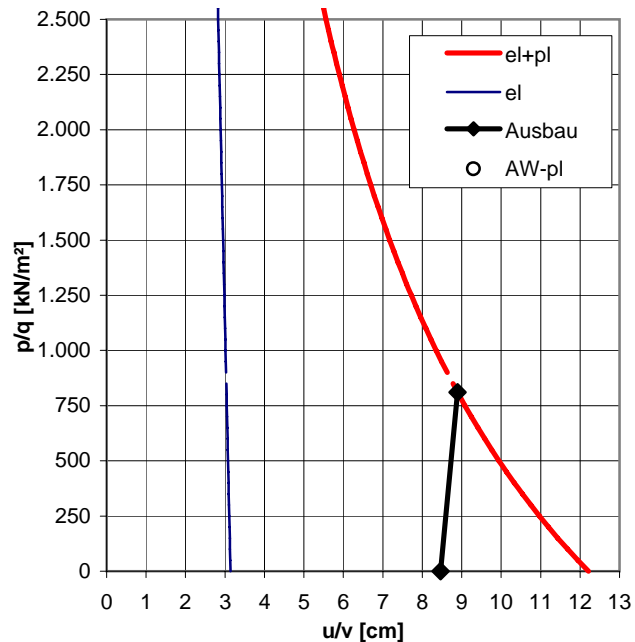
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,89
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	12,21

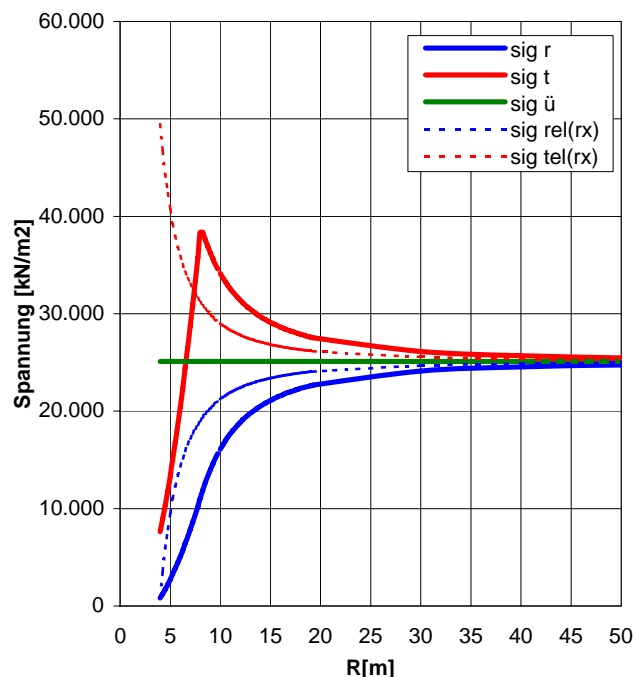
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.258,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **38** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

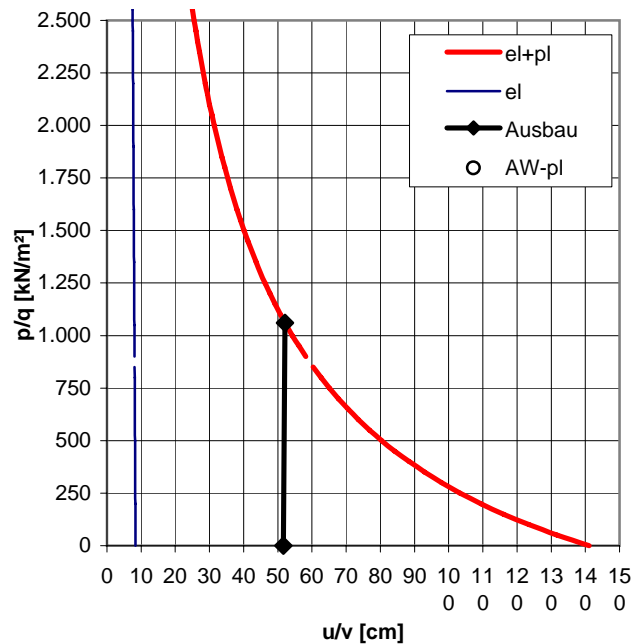
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	52,12
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	141,06

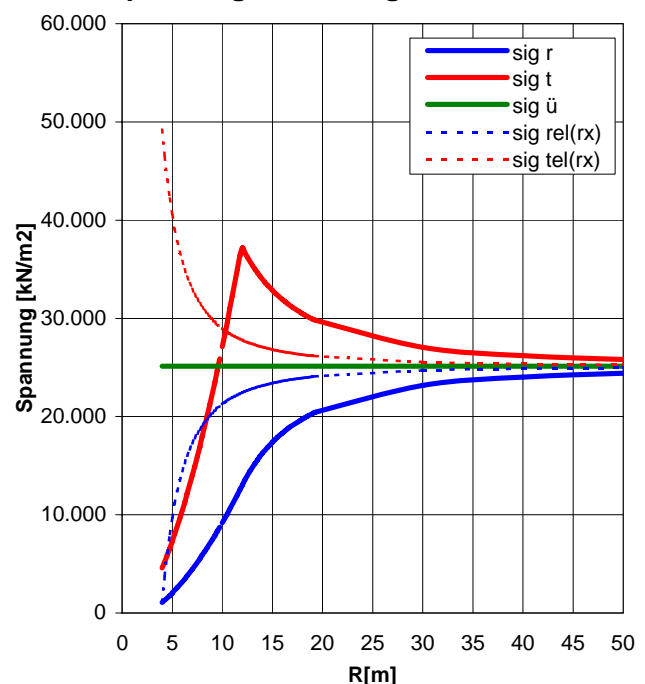
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,92
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.883,28
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **39** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

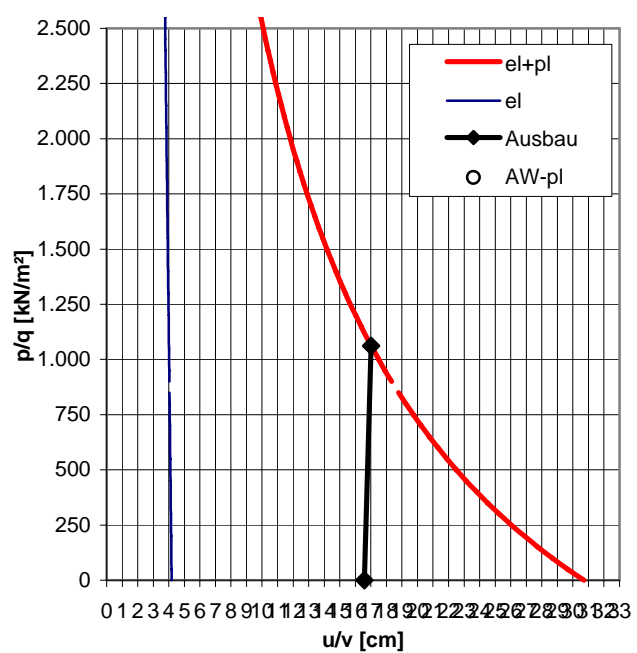
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	17,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,70

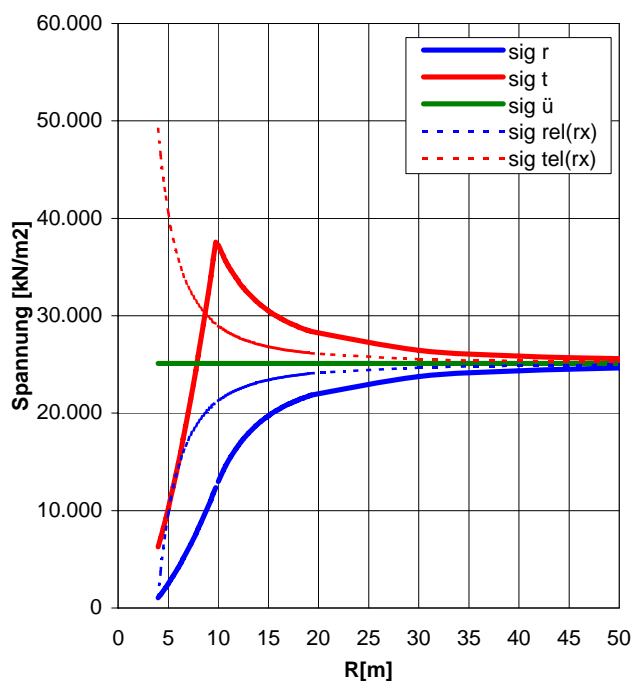
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.441,80
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **40** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

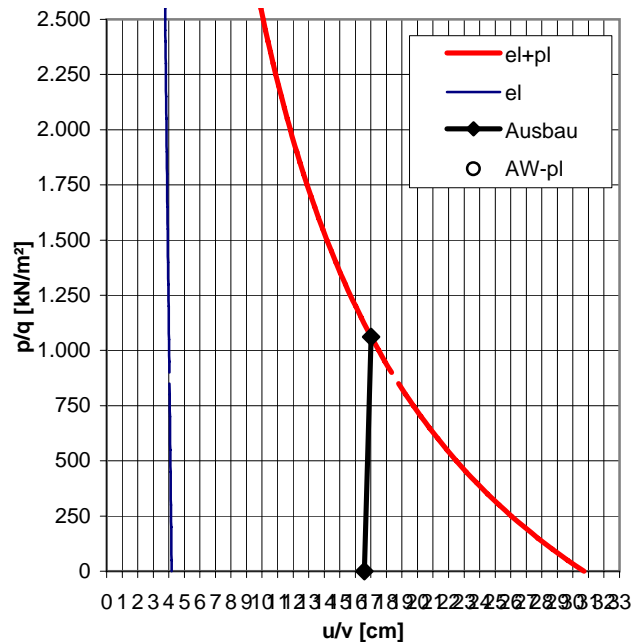
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	17,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,70

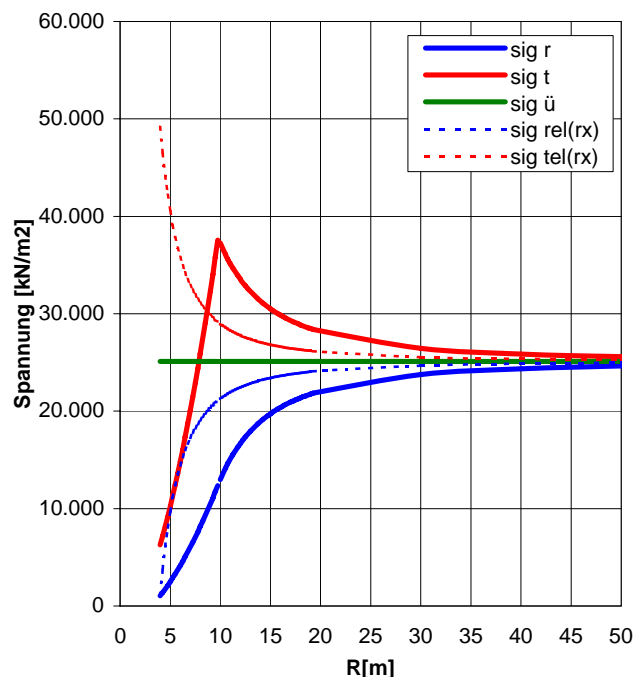
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.441,80
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **41** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

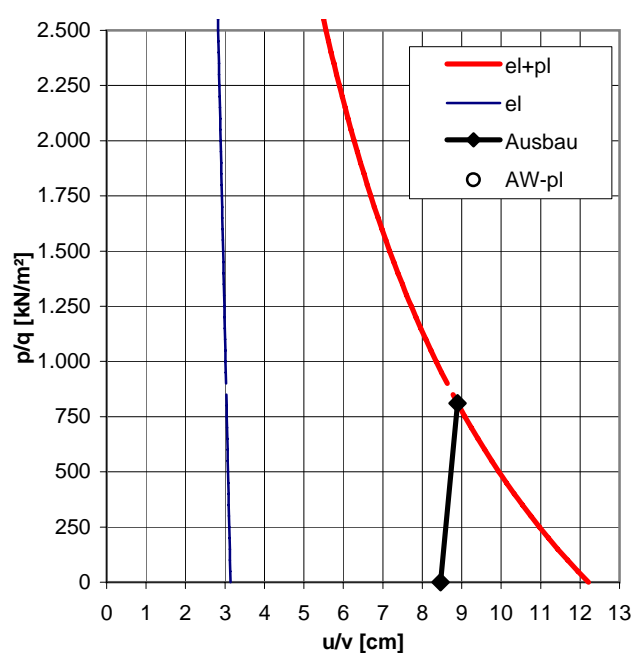
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,89
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	12,21

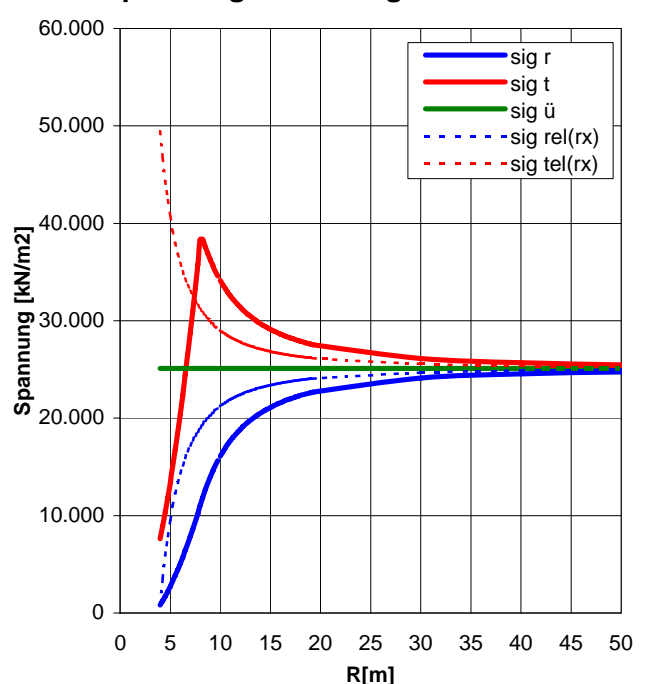
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,06
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.258,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **42** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N6	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		966		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	966
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

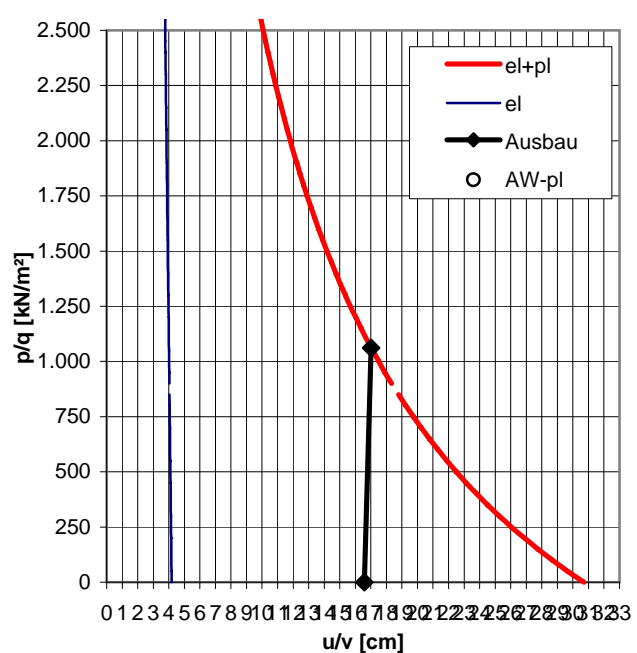
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	17,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	30,70

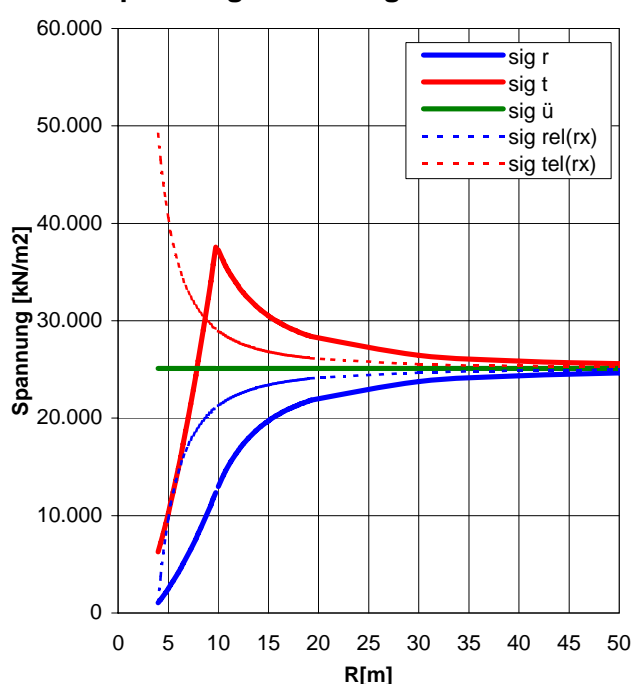
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,78
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.441,80
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **46** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

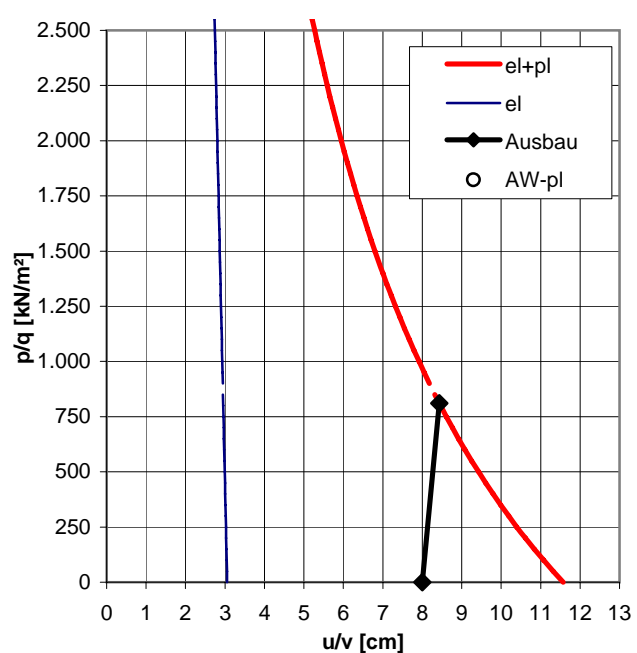
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	11,58

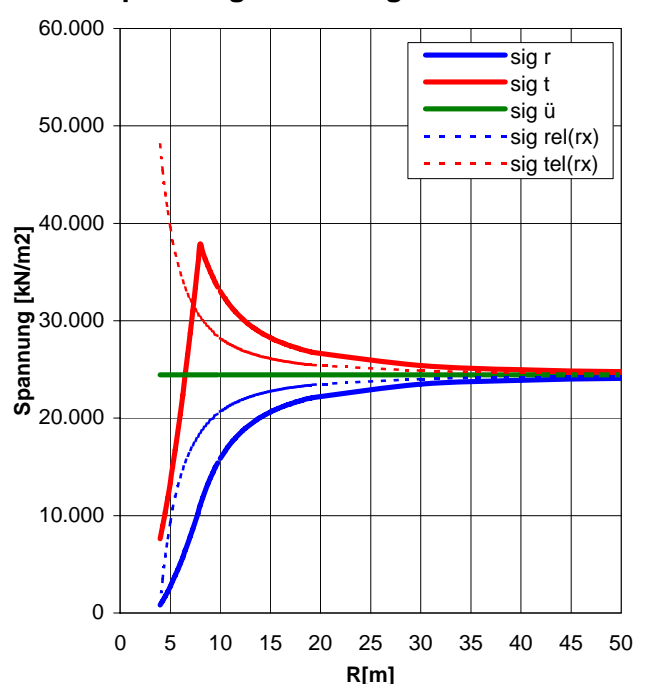
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,97
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	10.920,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **47** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

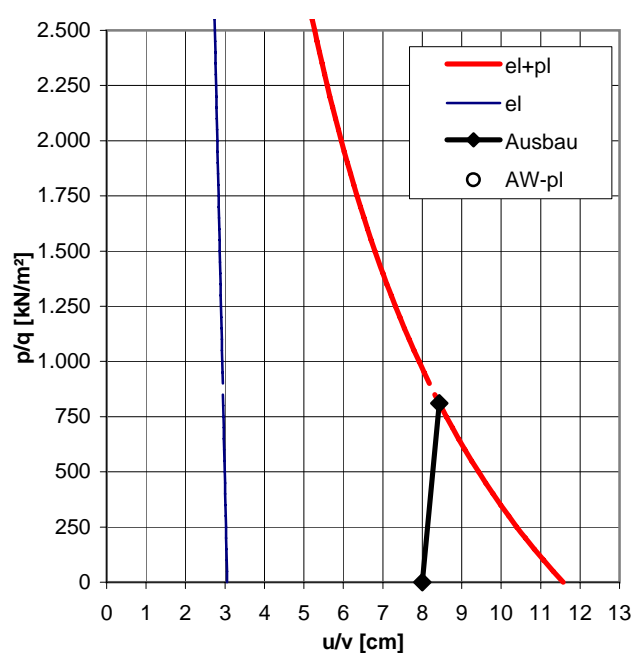
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	11,58

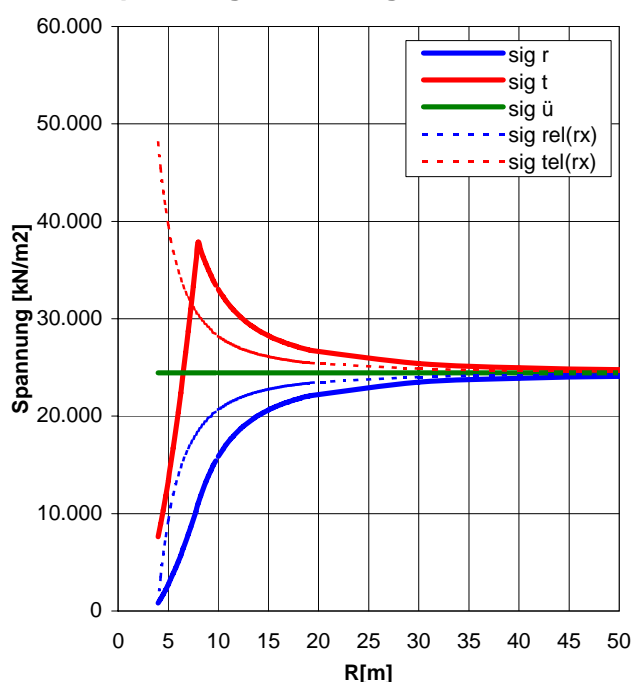
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,97
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	10.920,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **48** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

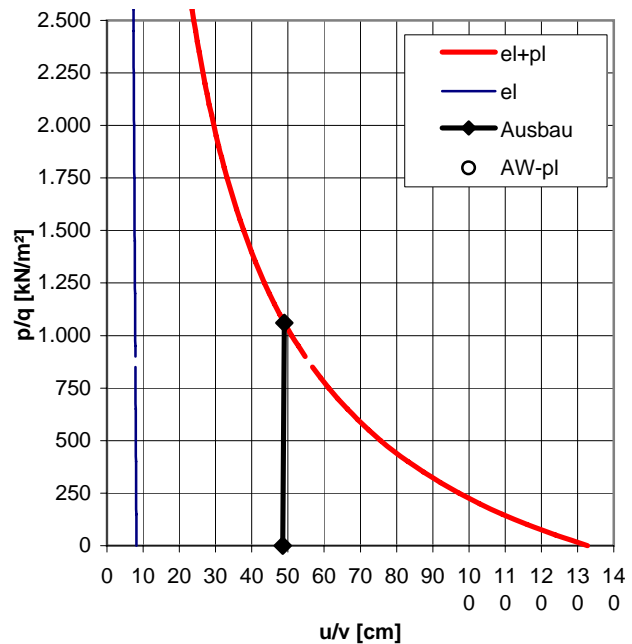
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	49,03
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	132,72

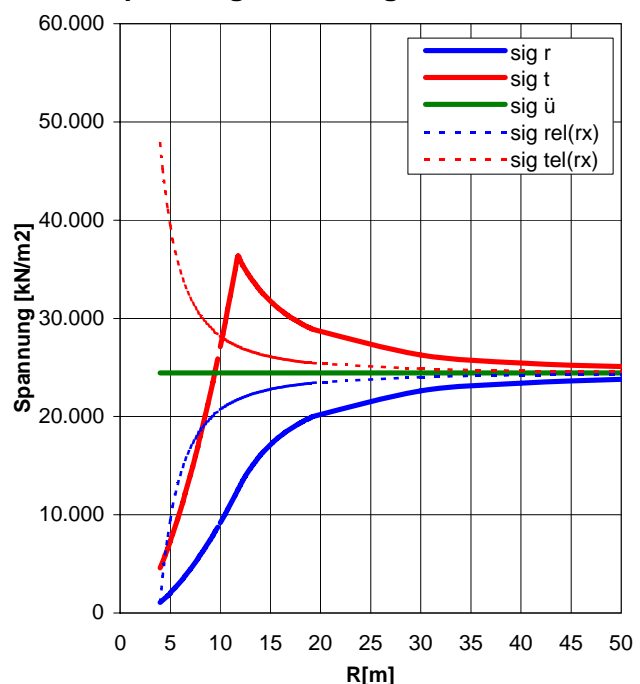
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,75
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.524,64
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **49** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

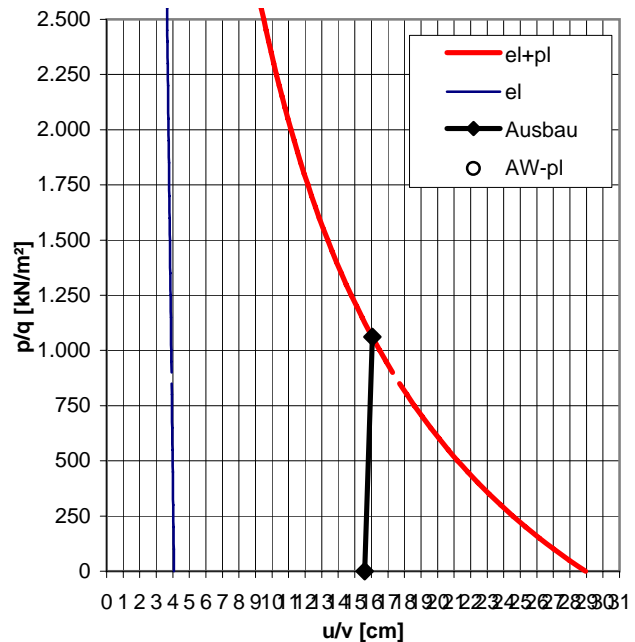
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,05
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,95

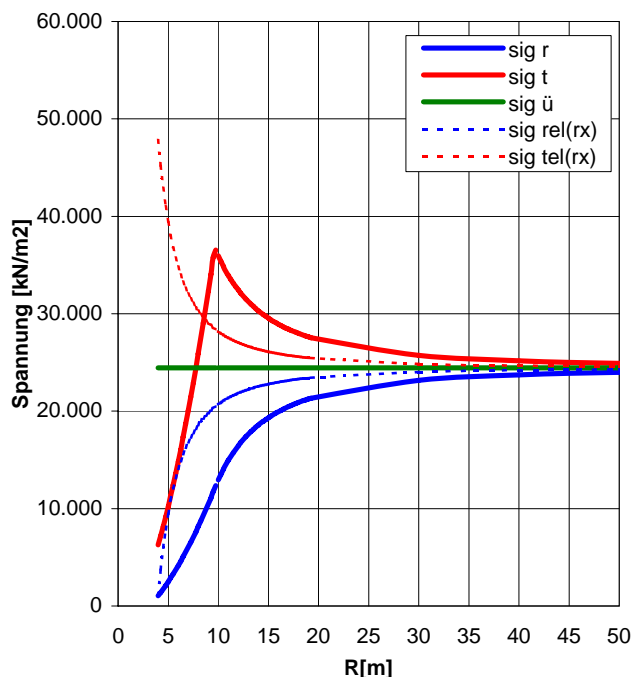
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,64
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.083,17
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **50** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

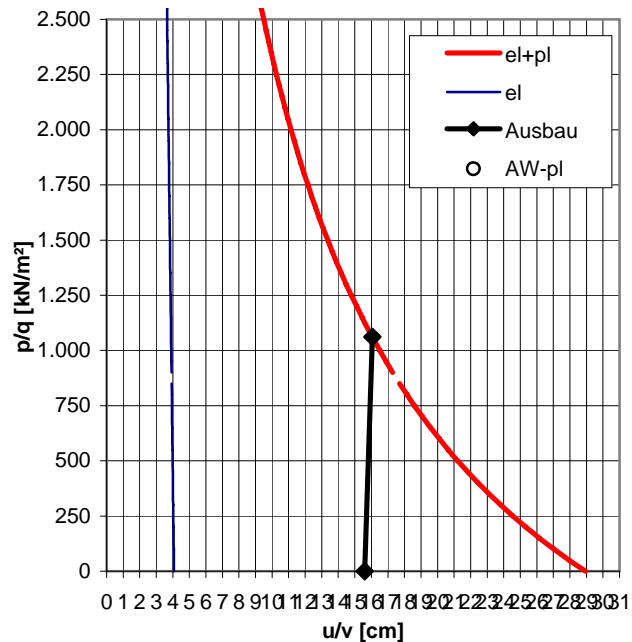
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,05
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,95

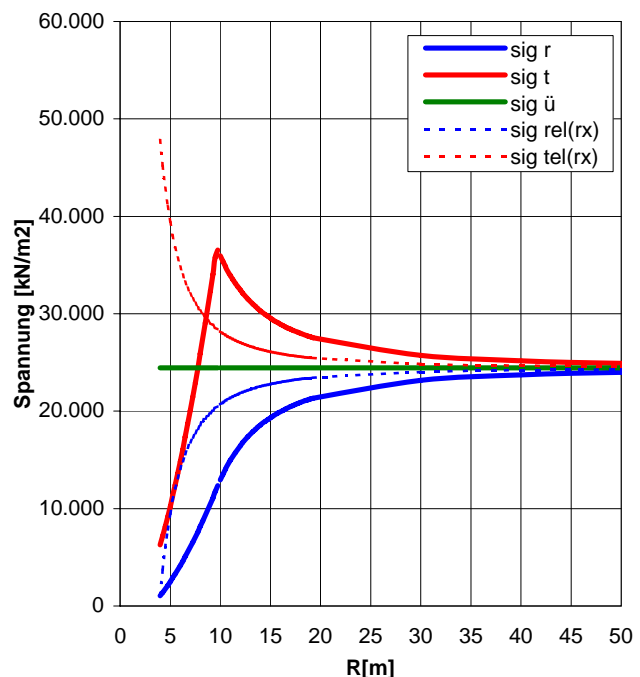
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,64
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.083,17
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **51** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

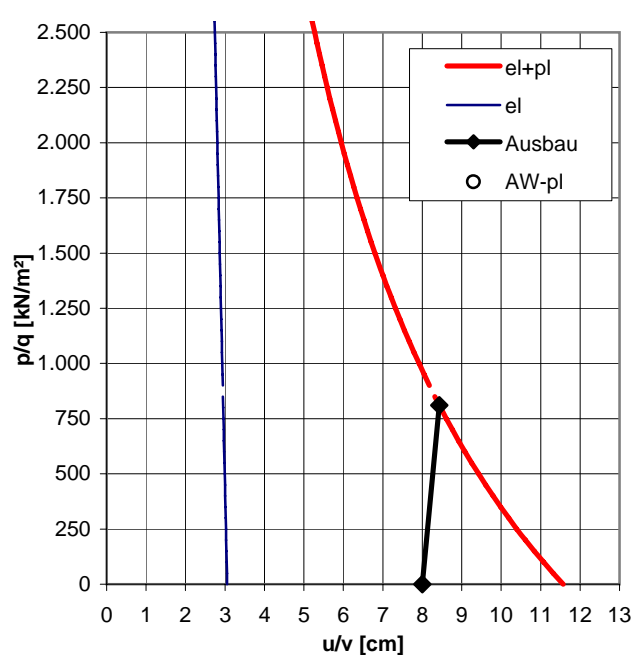
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	8,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	11,58

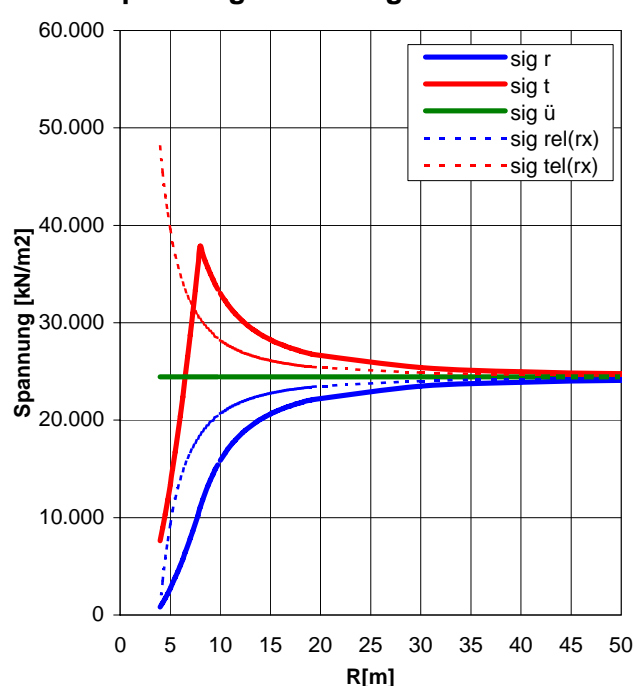
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,97
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.920,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **52** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N7	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		940		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	940
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

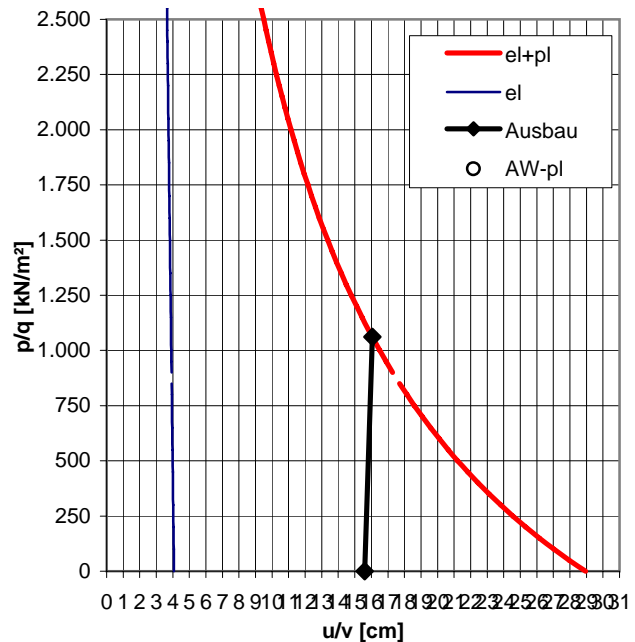
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	16,05
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	28,95

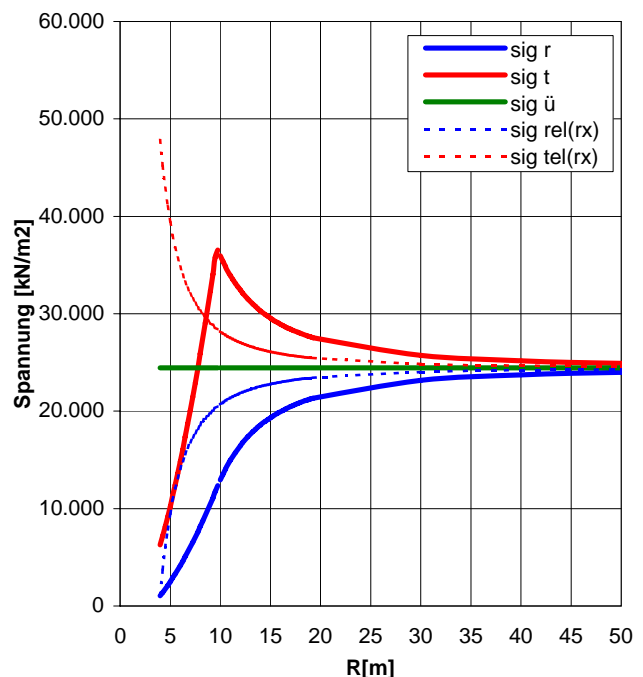
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,64
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.083,17
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **56** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

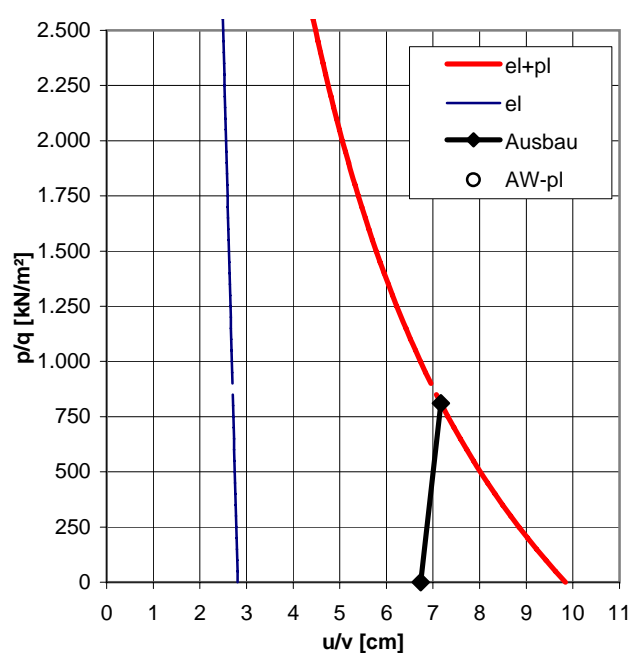
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	9,84

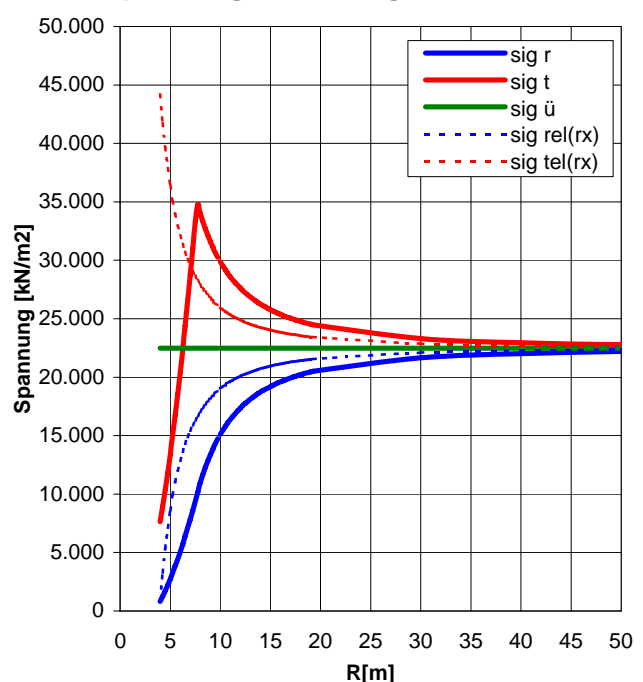
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,67
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.945,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **57** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

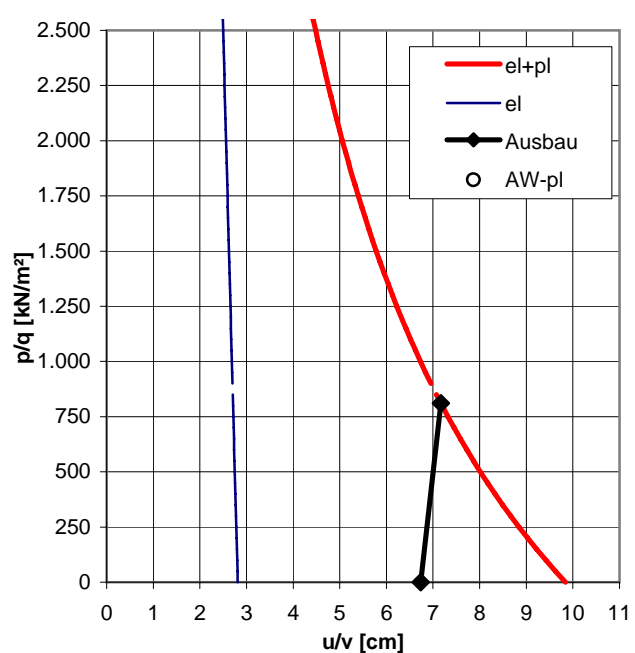
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	9,84

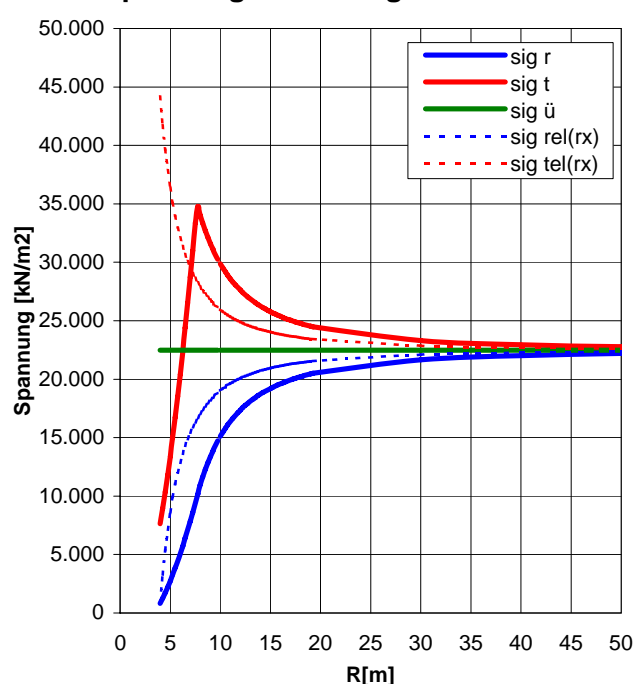
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,67
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	9.945,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **58** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

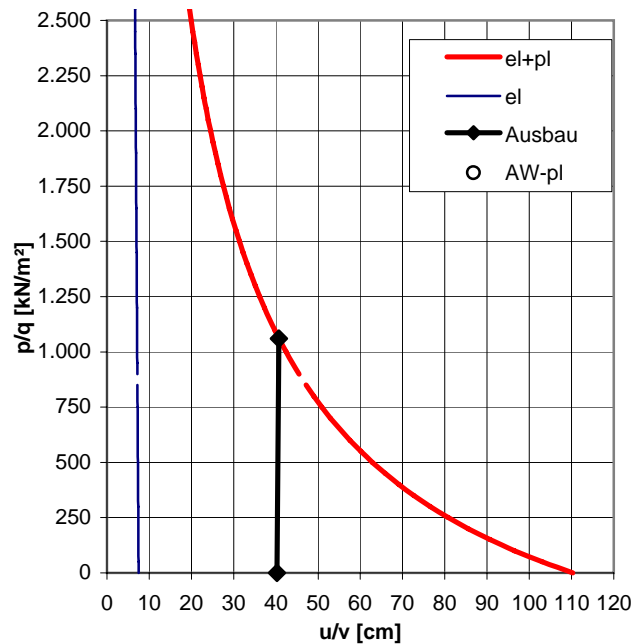
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	40,74
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	110,27

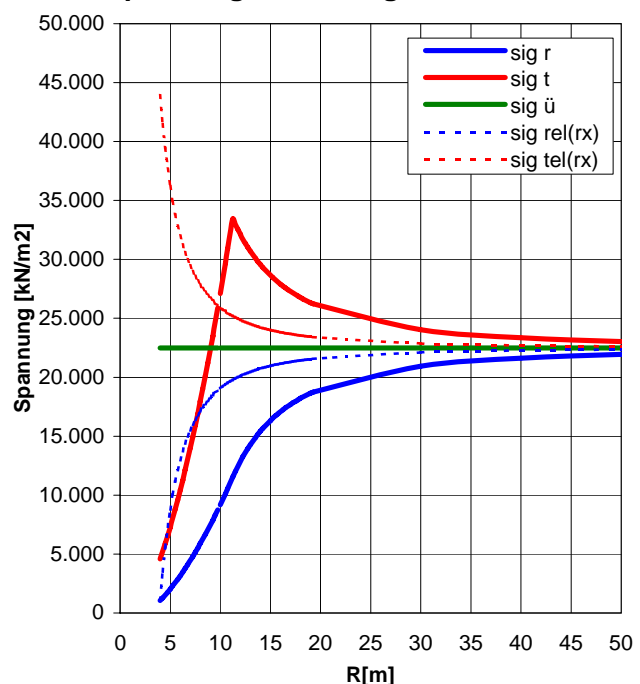
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	11,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.490,11
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **59** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

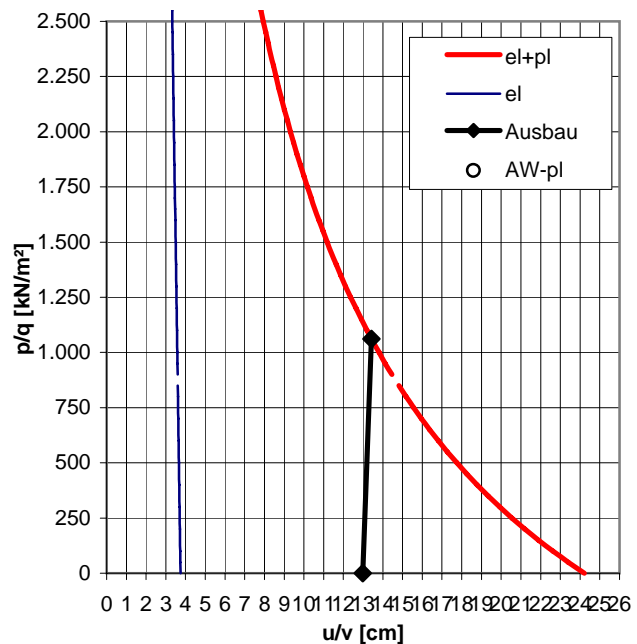
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	13,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	24,22

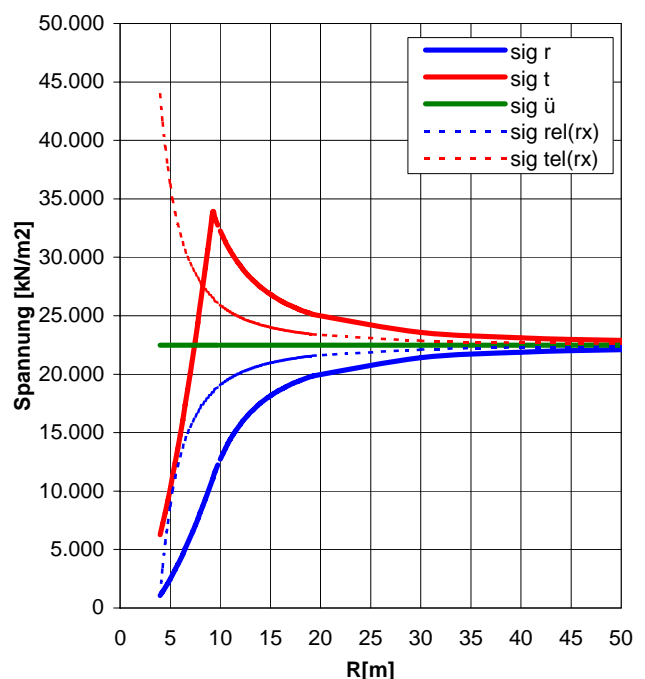
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.048,64
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **60** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

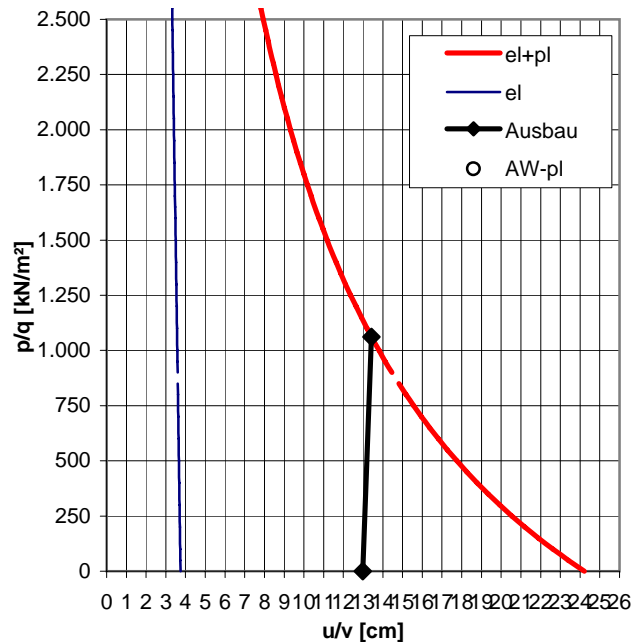
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	13,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	24,22

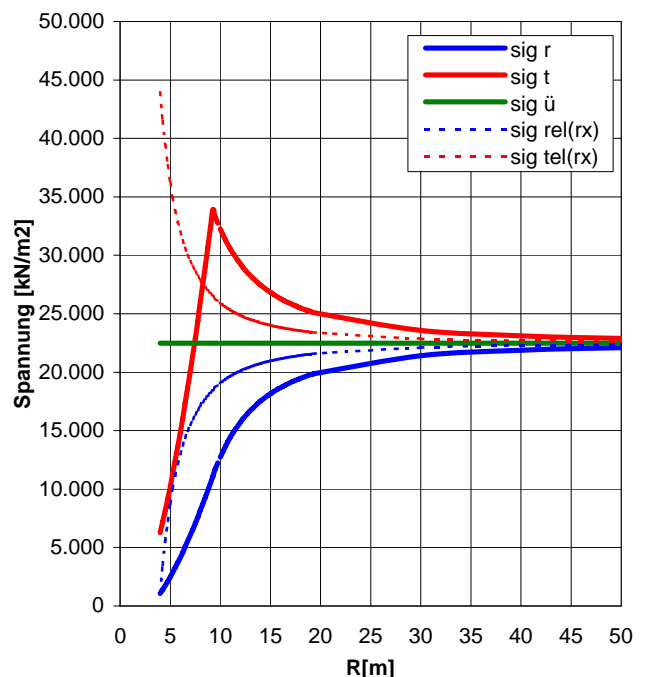
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.048,64
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **61** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

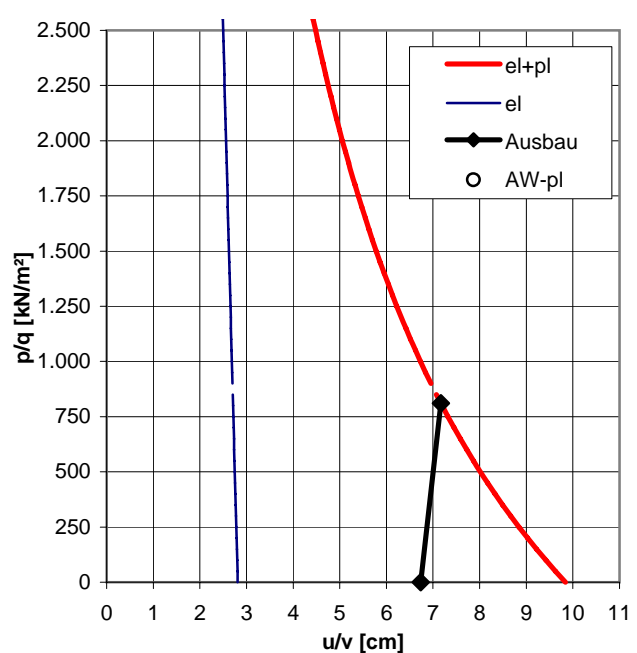
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	9,84

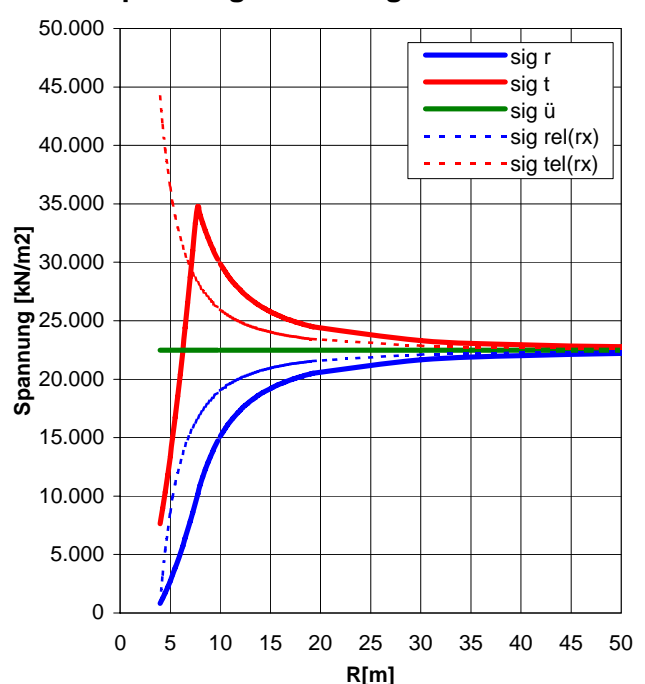
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	7,67
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	9.945,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **62** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N8	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		865		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	865
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

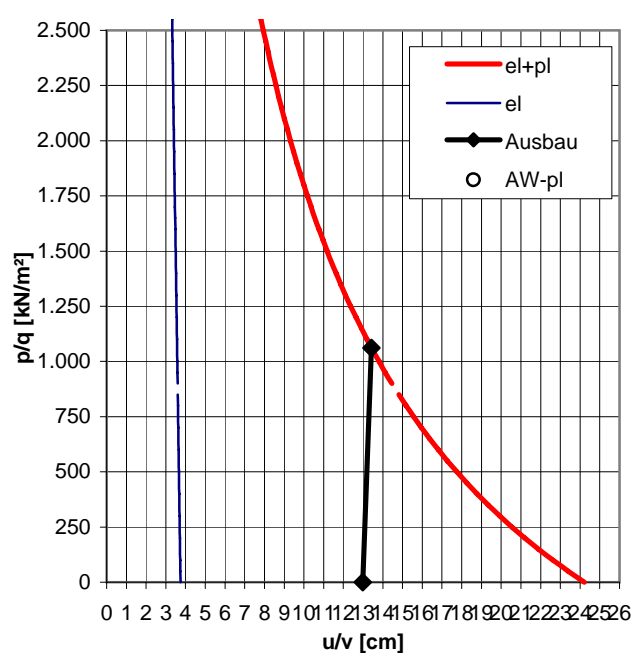
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	13,43
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	24,22

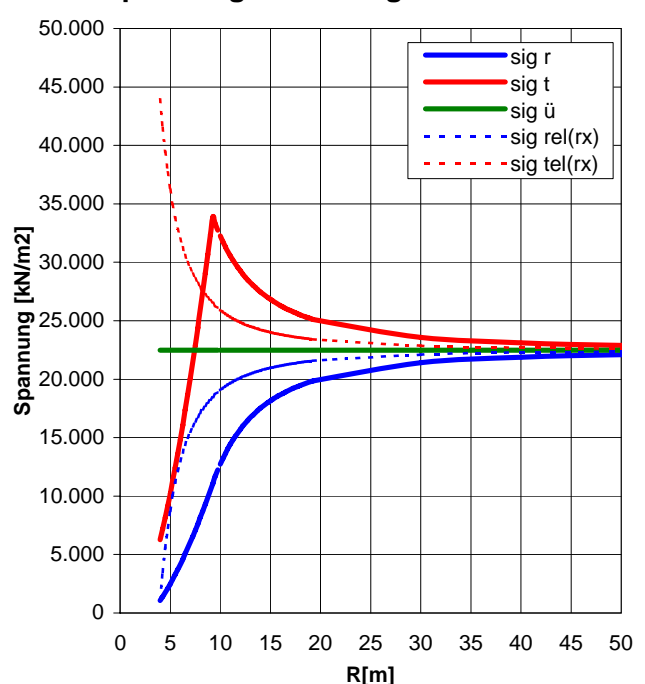
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.048,64
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **66** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

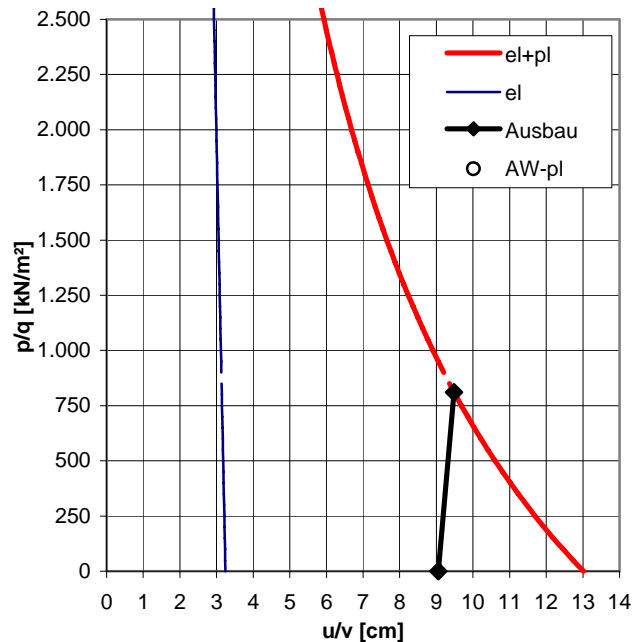
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	9,48
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	13,02

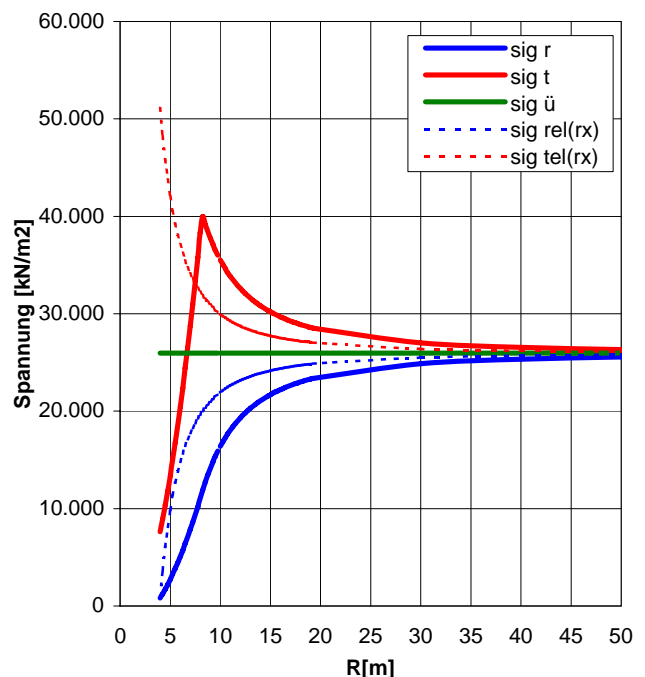
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,18
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.674,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **67** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

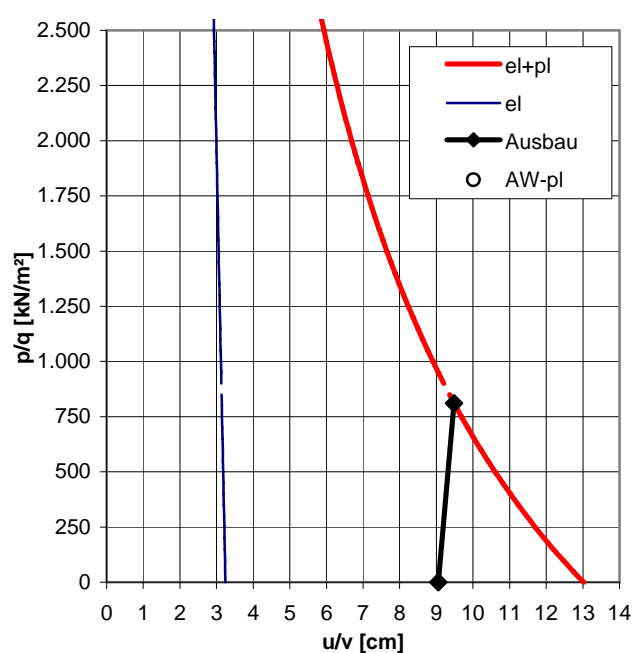
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	9,48
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	13,02

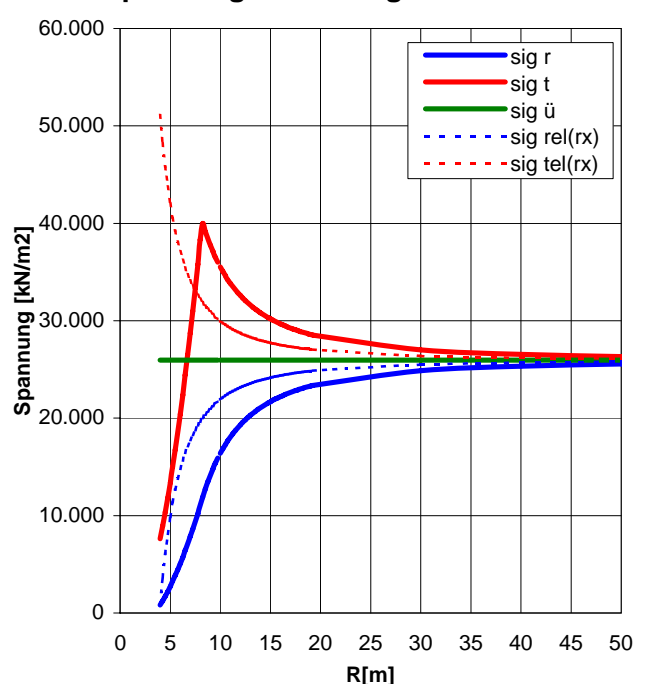
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,18
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.674,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **68** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

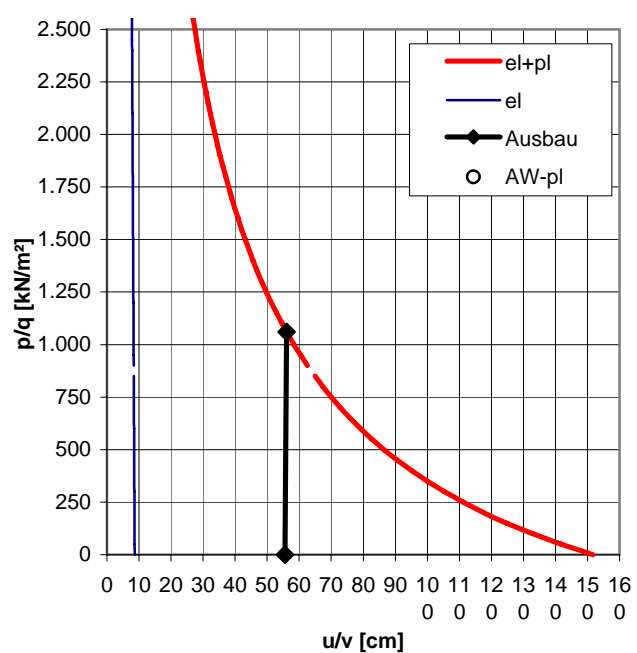
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	56,06
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	151,72

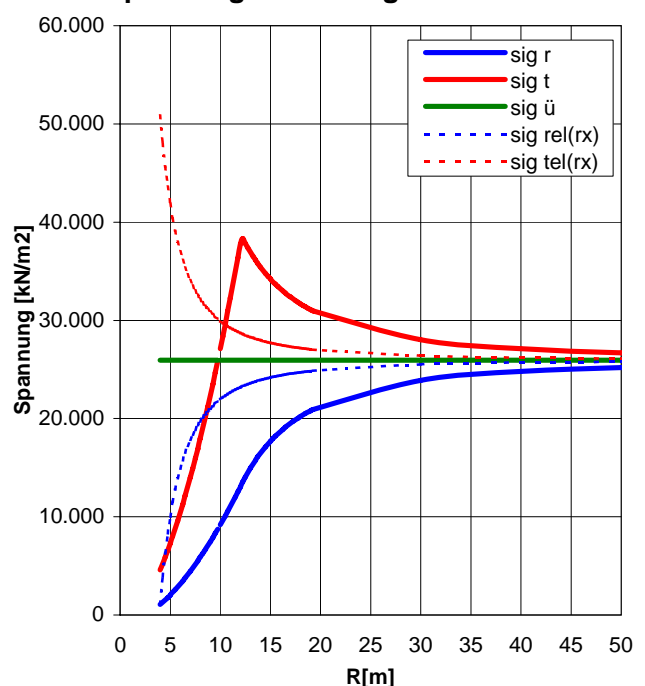
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	12,13
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.324,68
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **69** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

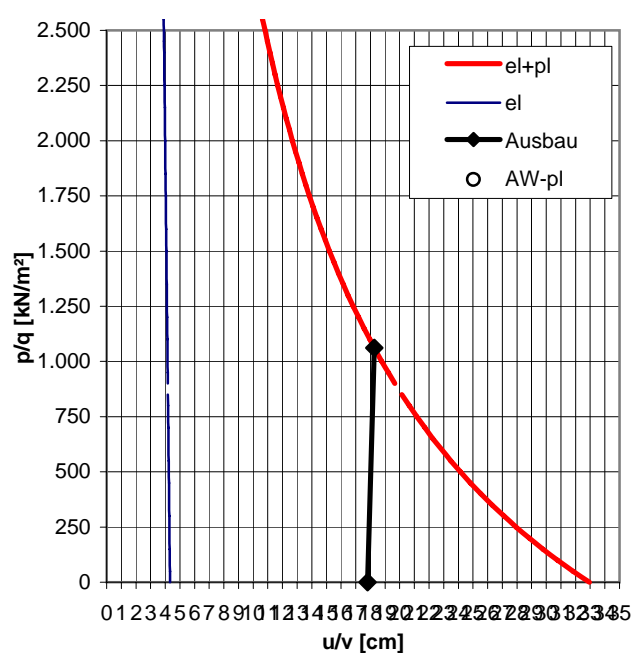
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	18,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	32,94

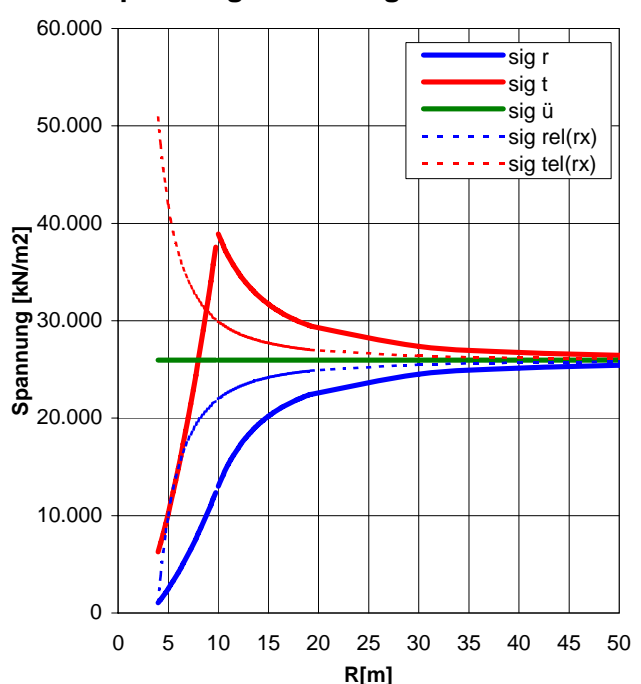
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,95
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.883,20
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **70** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

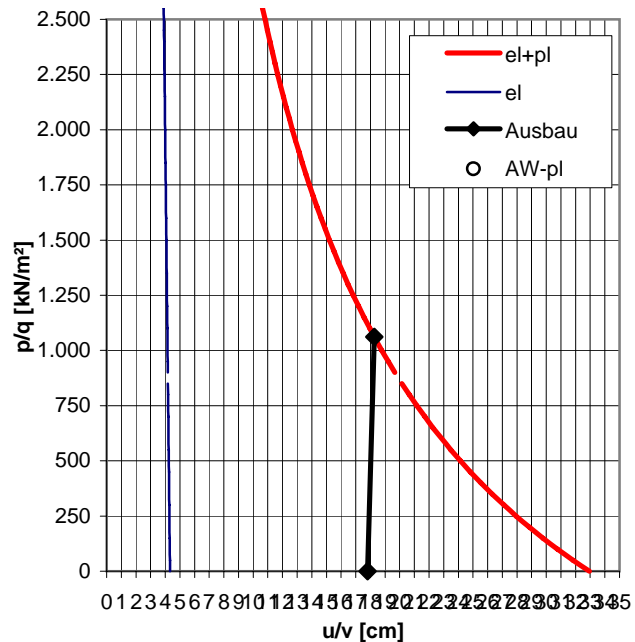
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	18,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	32,94

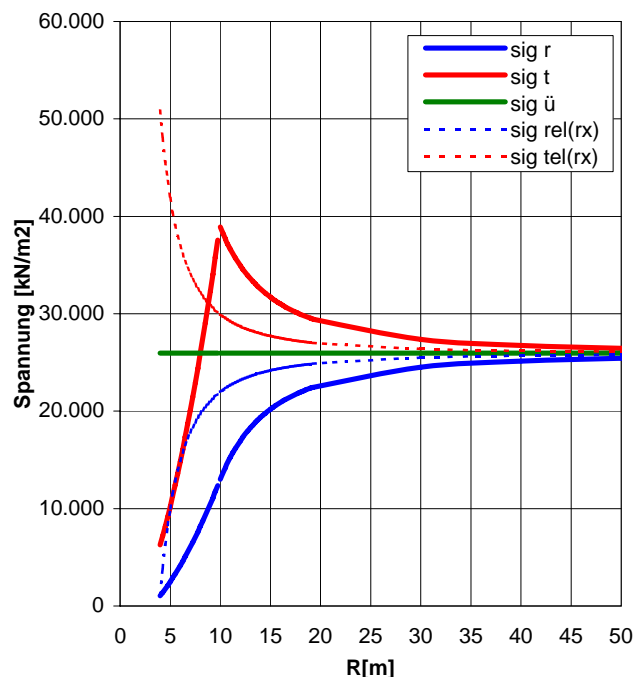
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,95
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.883,20
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **71** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

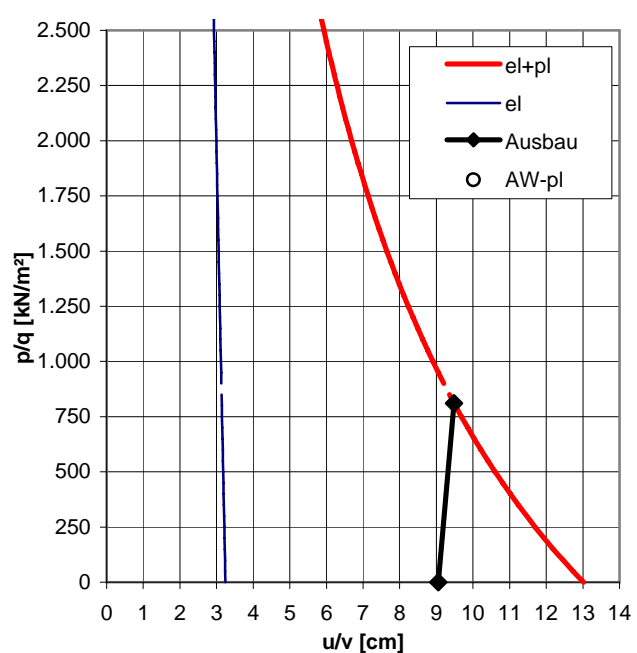
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	9,48
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	13,02

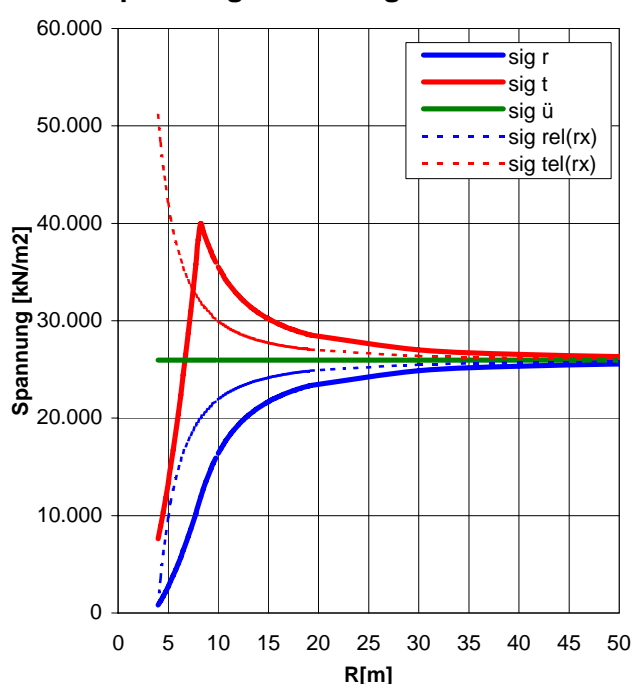
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,18
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.674,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **72** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N9	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		998		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	998
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

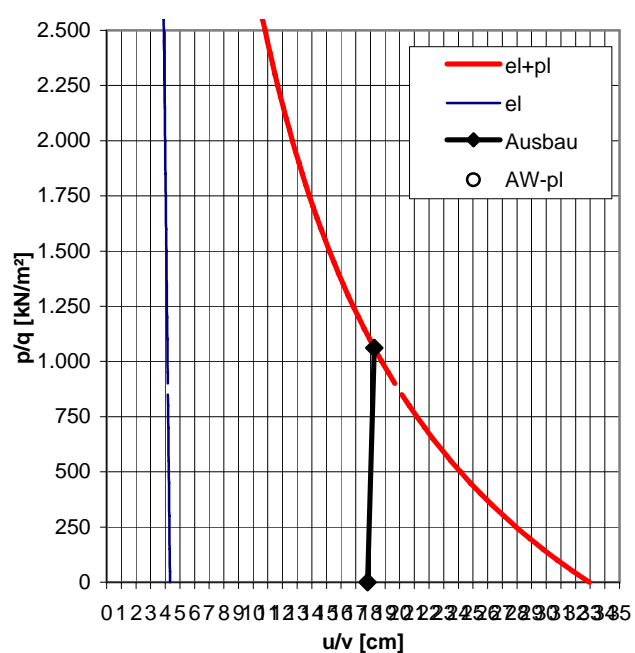
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	18,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	32,94

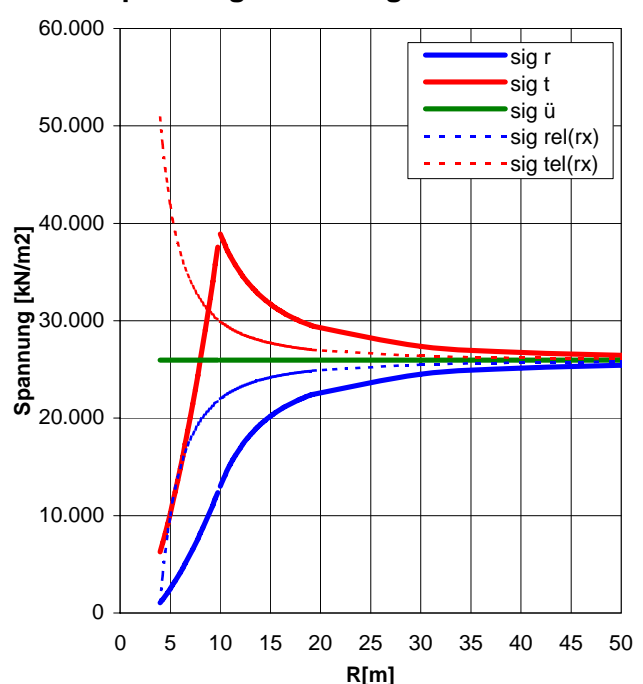
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,95
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.883,20
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **77** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

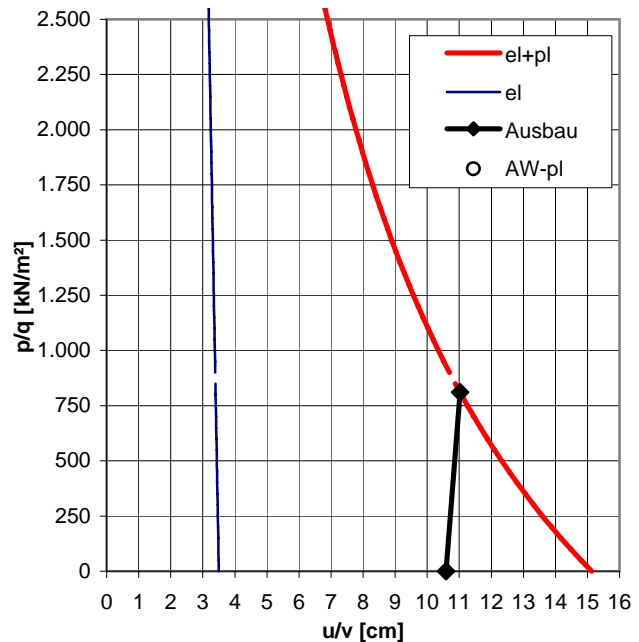
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,02
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,14

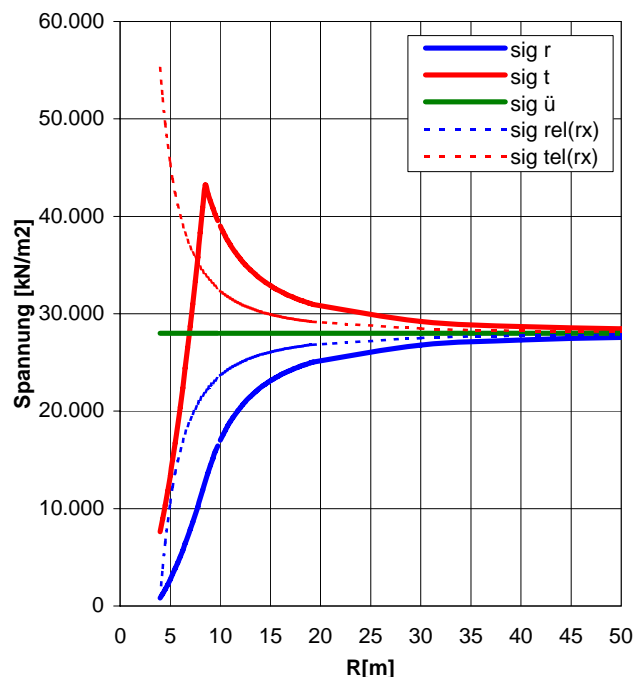
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,47
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.701,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **78** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

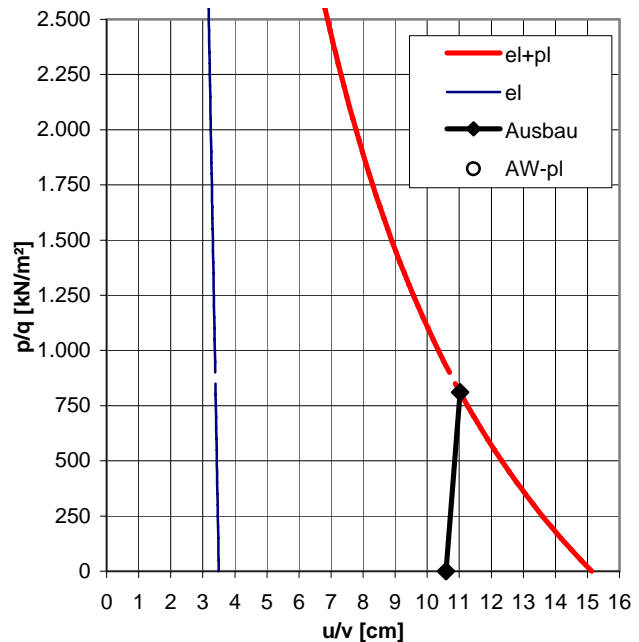
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,02
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,14

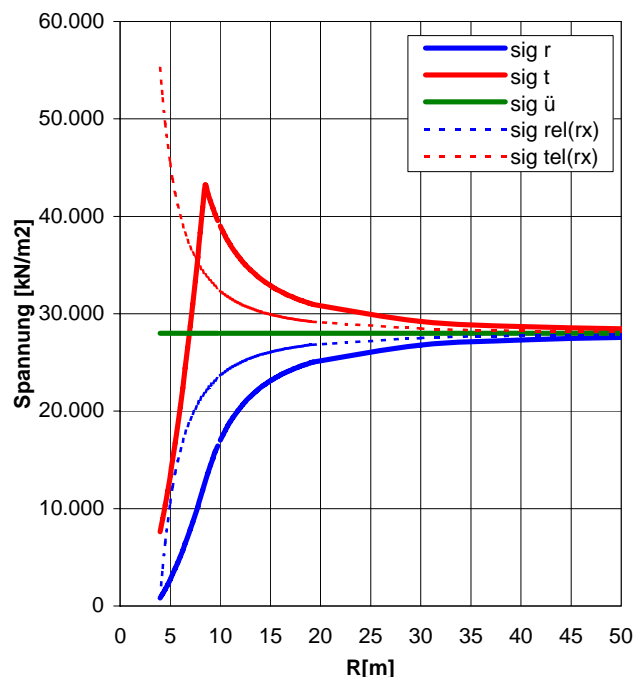
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,47
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.701,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **79** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

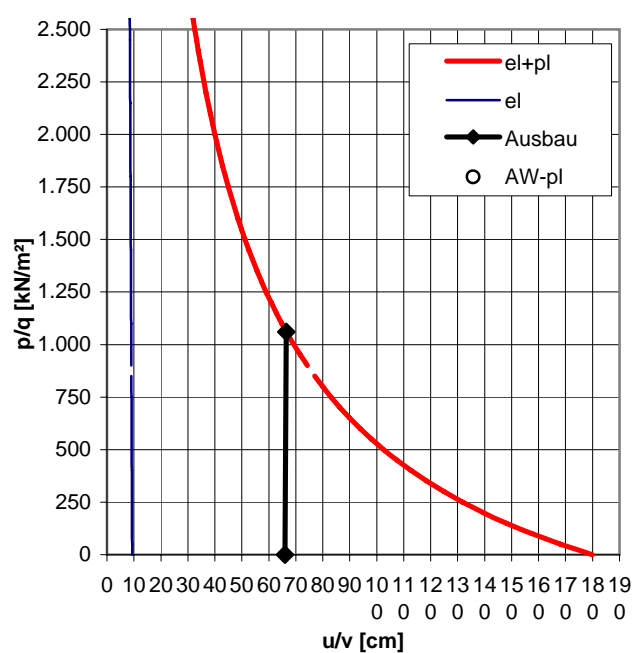
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	66,49
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	179,96

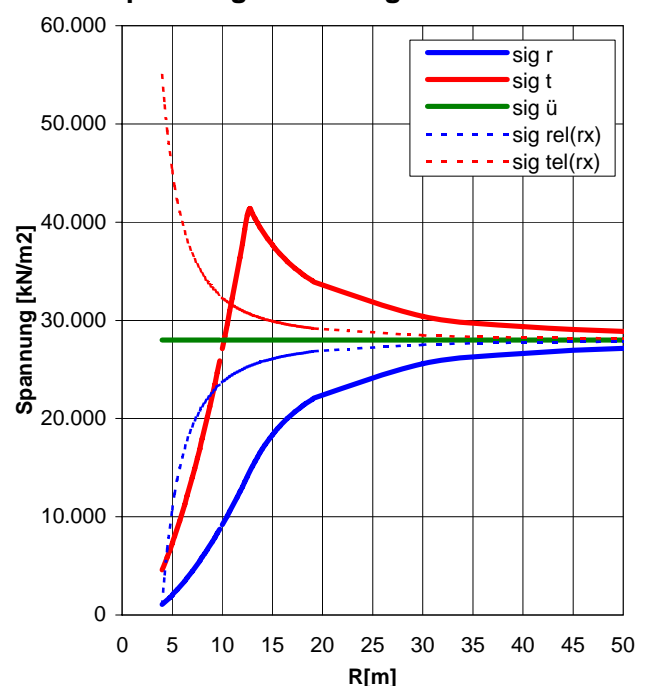
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	12,65
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.414,38
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **80** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

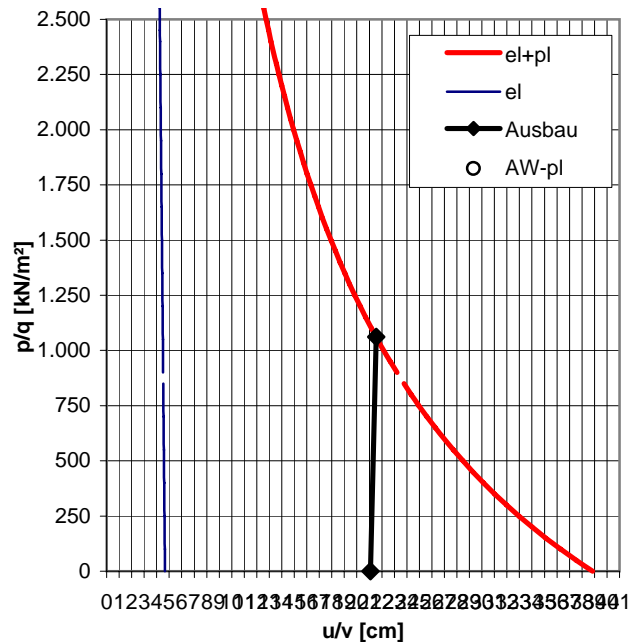
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	21,55
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	38,86

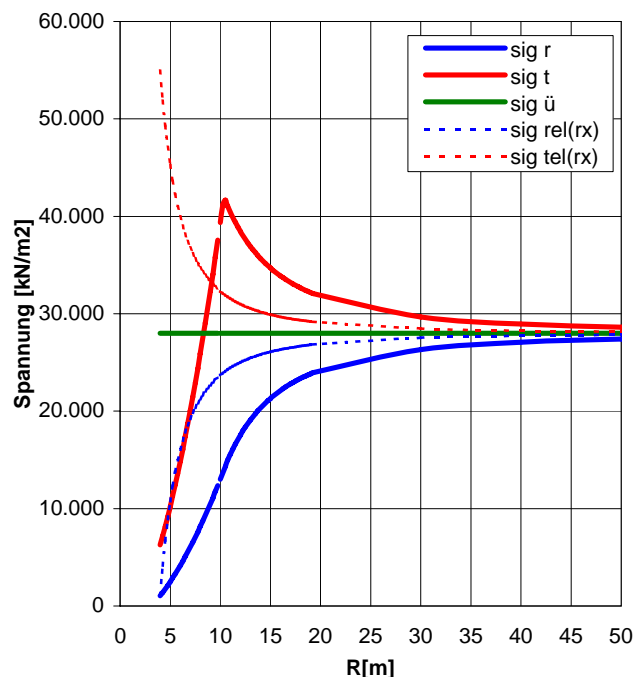
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.972,91
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **81** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

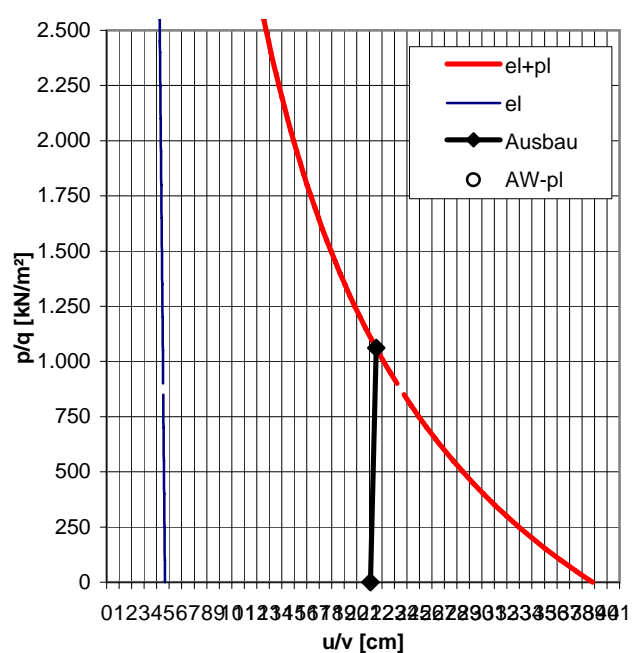
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	21,55
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	38,86

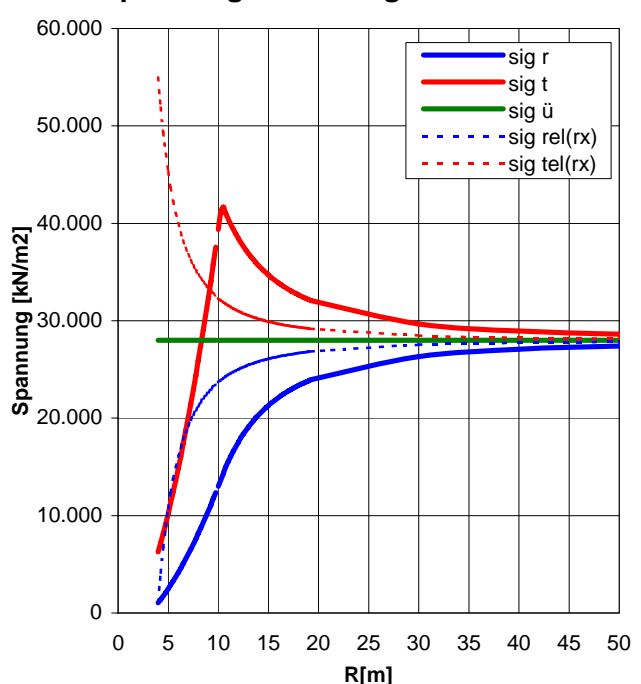
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	13.972,91
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **82** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	811,01

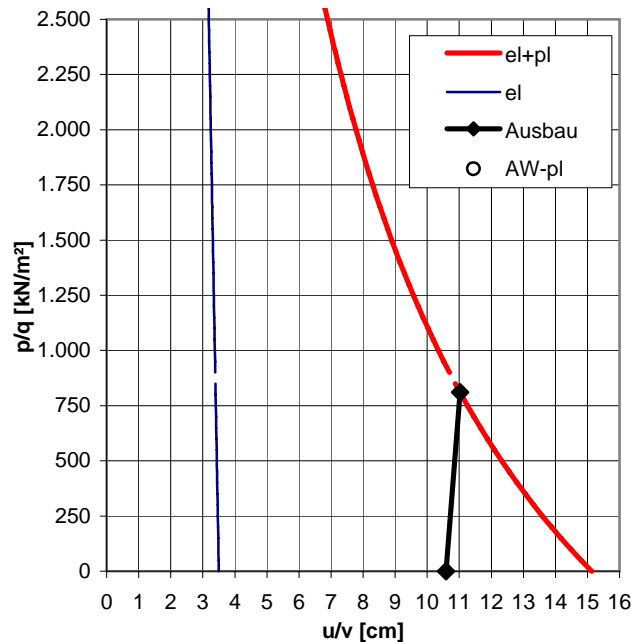
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,02
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,14

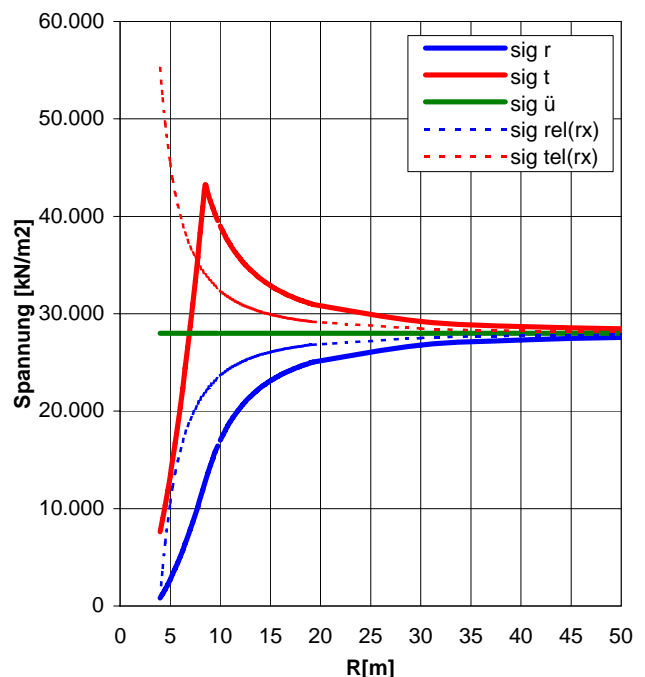
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,47
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.701,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **83** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N10	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		1.077		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.077
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

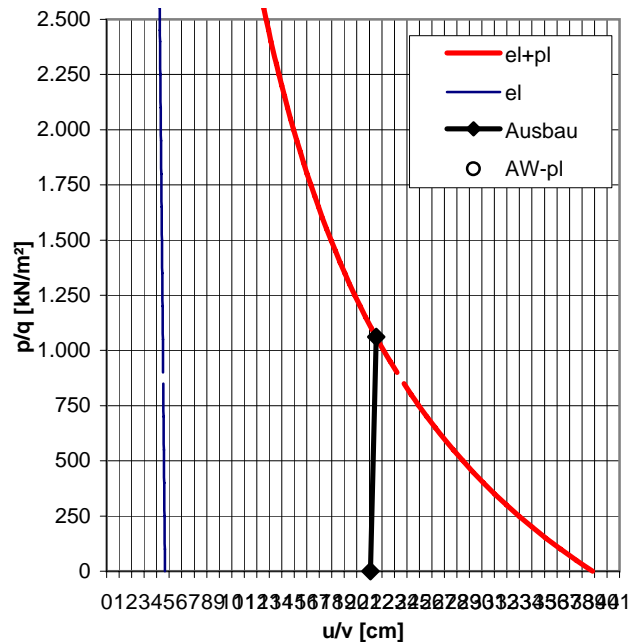
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	21,55
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	38,86

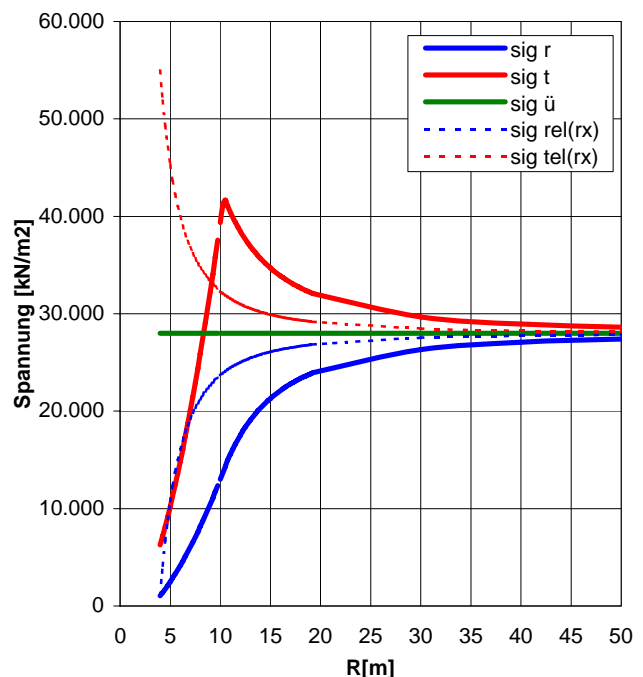
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,36
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	13.972,91
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **87** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-HS
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.600,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

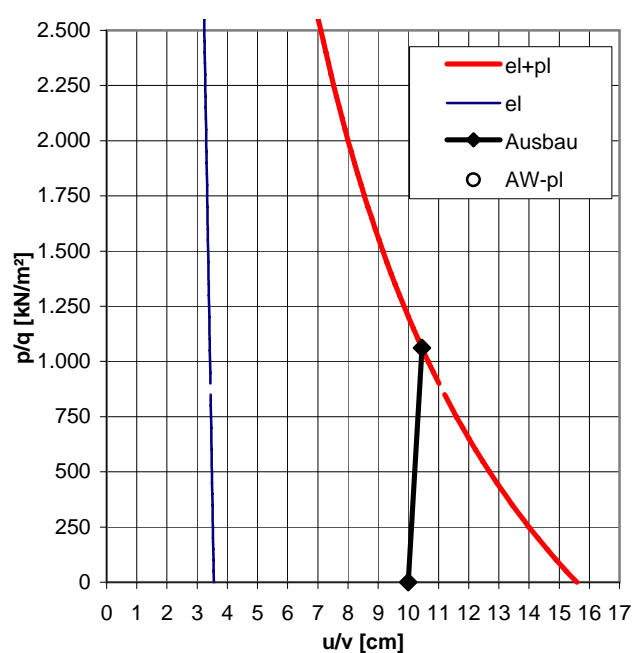
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,45
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,58

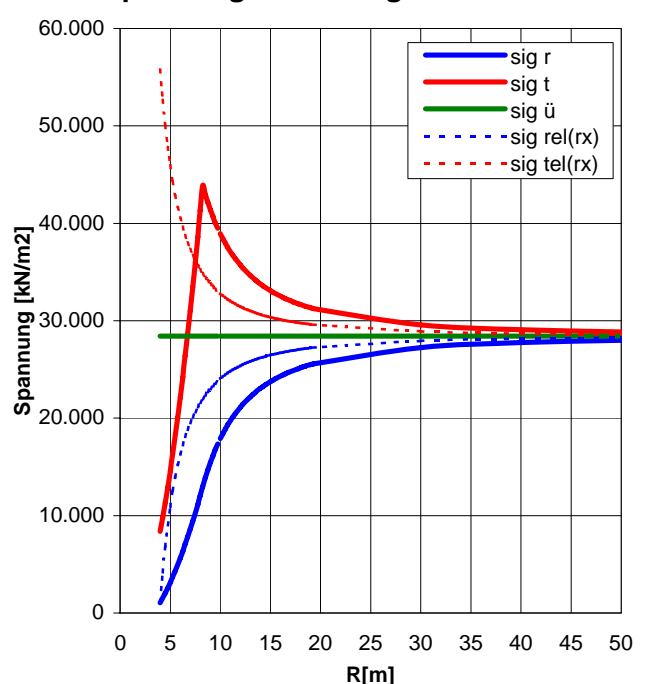
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.909,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **88** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-1
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

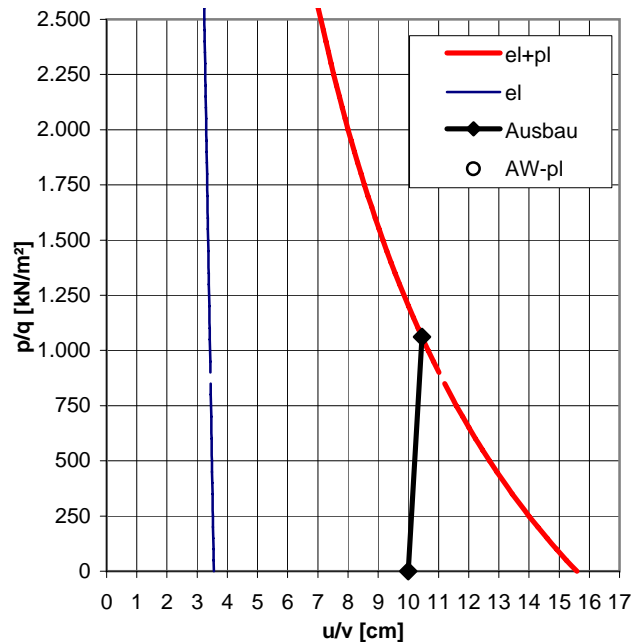
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,45
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,58

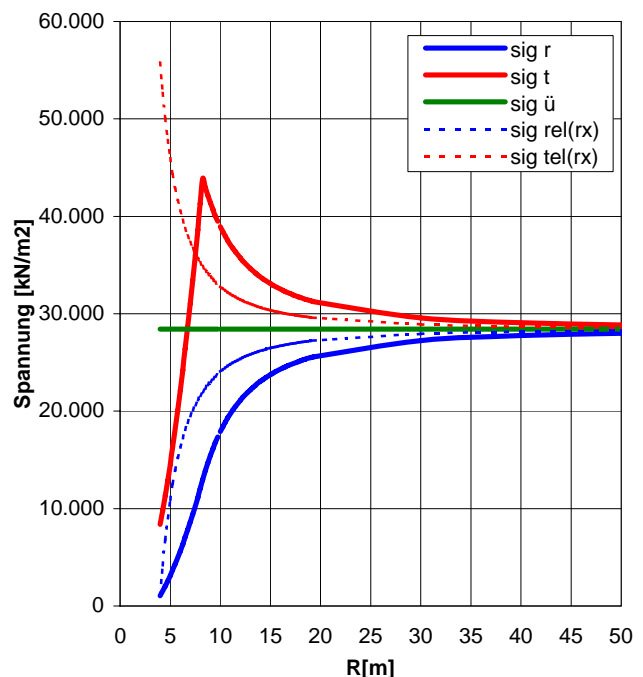
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.909,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **89** Überl. **max** Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS1
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	600,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

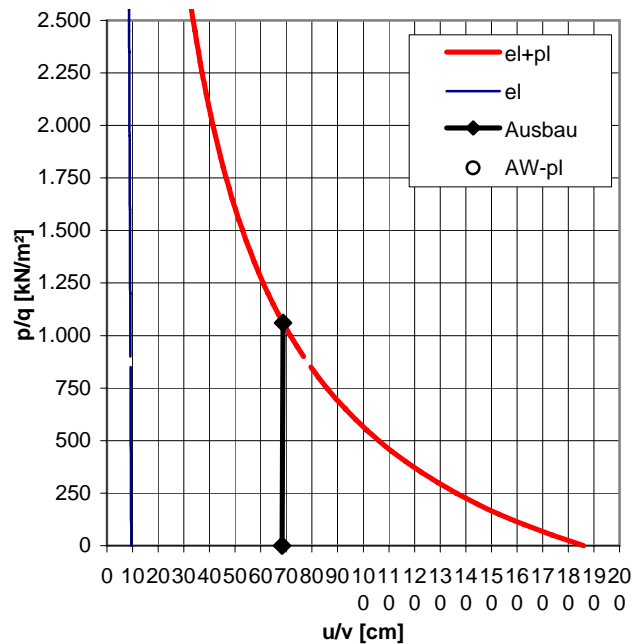
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	68,72
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	186,01

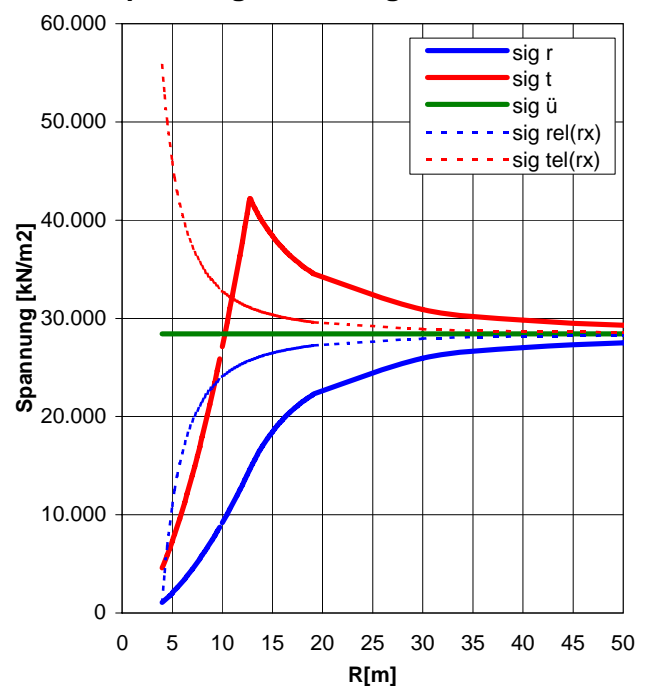
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	12,75
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.635,08
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **90** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-AS2
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

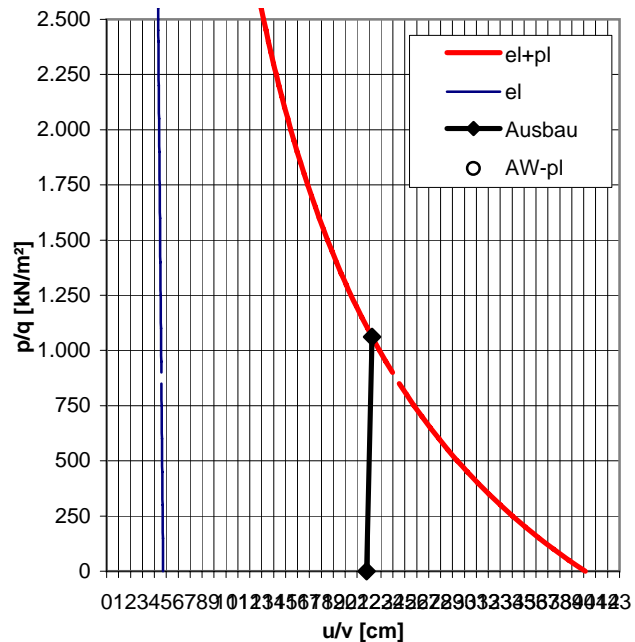
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	22,25
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,12

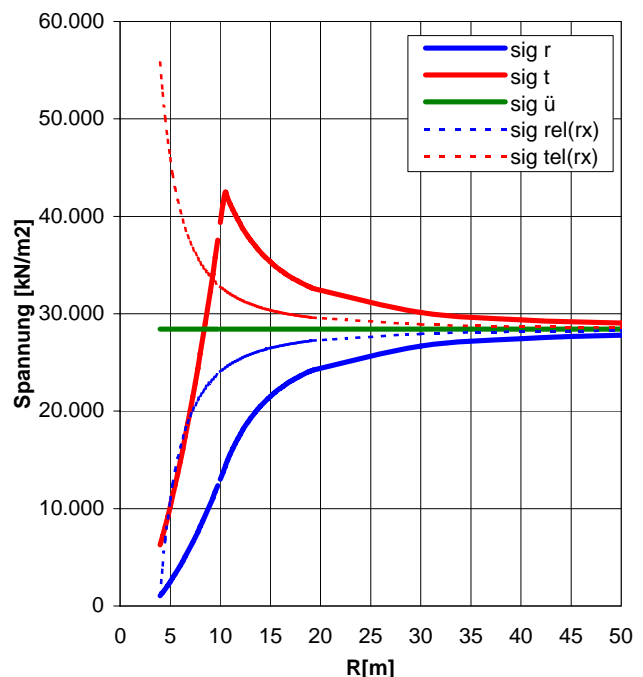
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,44
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.193,61
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **91** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-IT-2
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

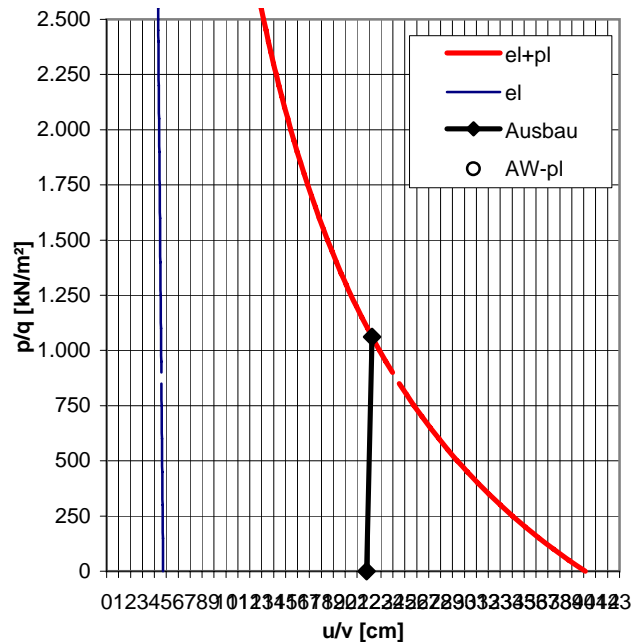
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	22,25
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,12

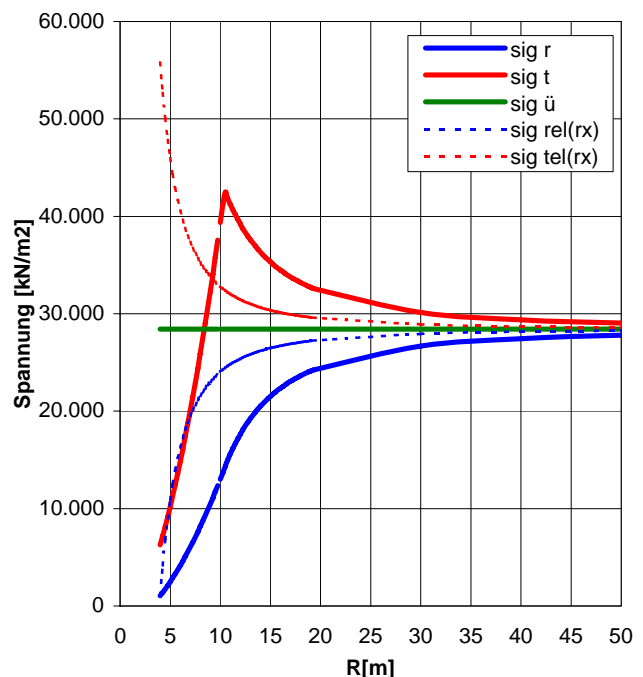
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,44
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.193,61
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **92** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-1
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.500
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	4.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.600,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

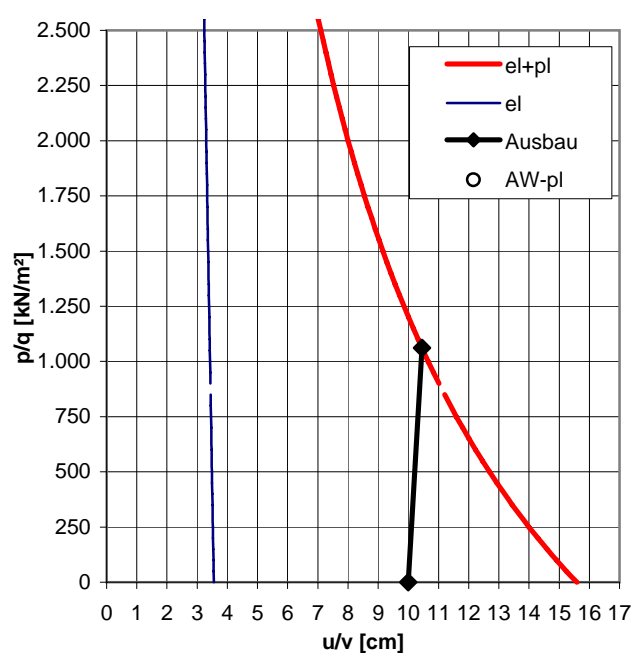
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,45
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	15,58

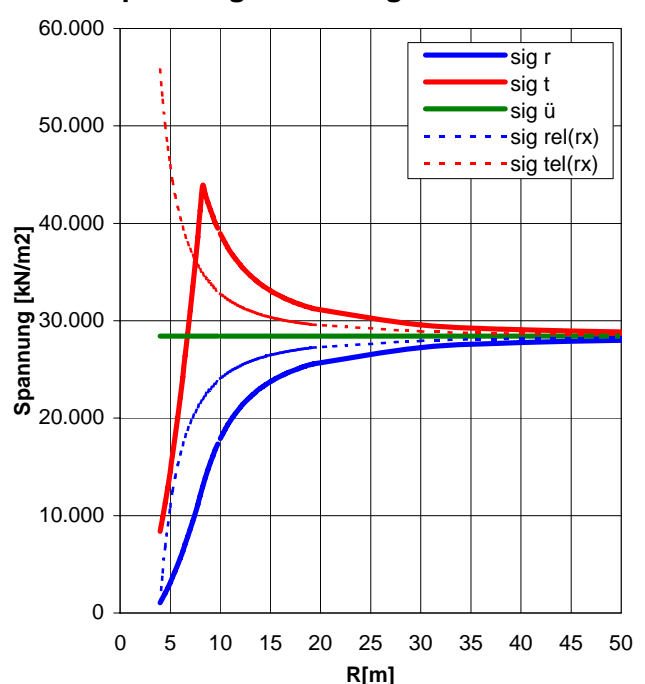
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,23
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.909,96
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **93** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N11	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-IQP-A-2
		1.093		

GVT 4

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.093
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	1.000
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.200,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

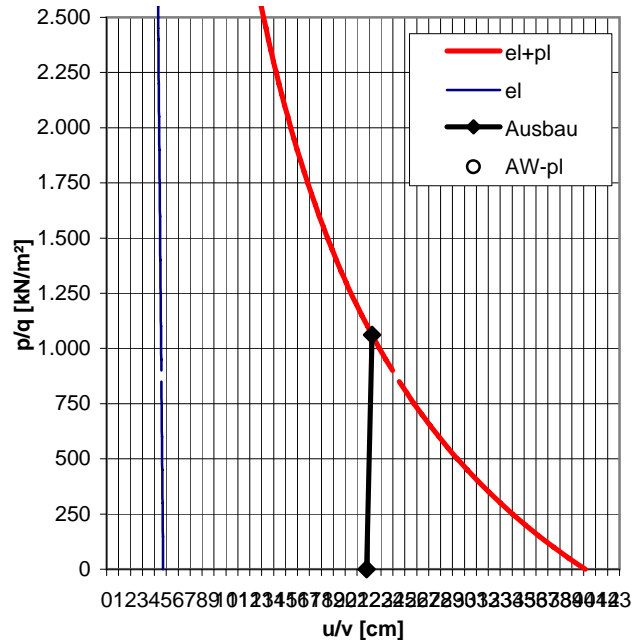
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	22,25
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,12

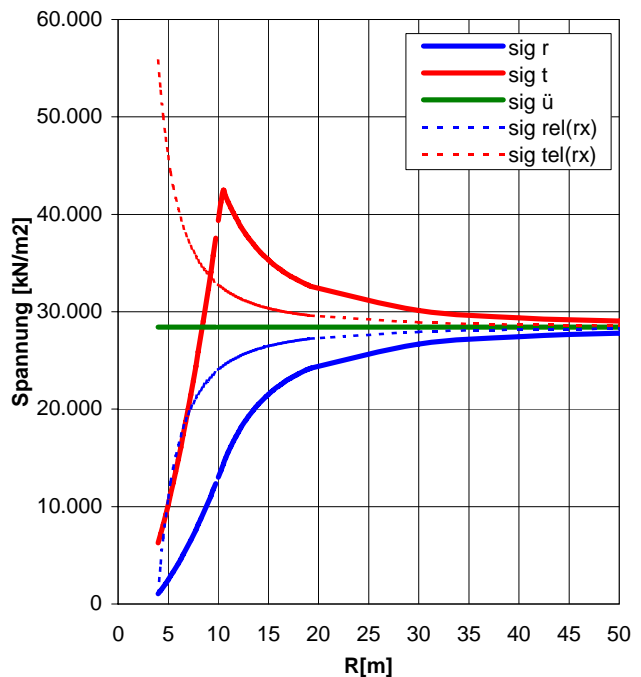
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,44
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.193,61
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **100** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N12	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.188		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.188
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

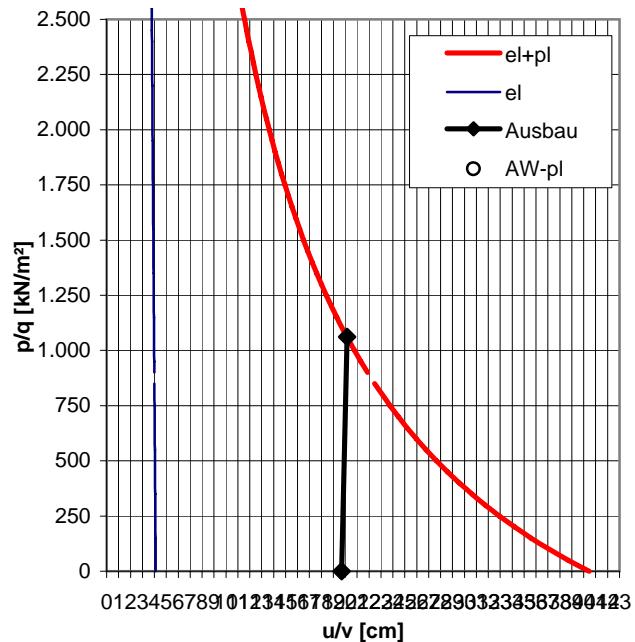
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,15
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,44

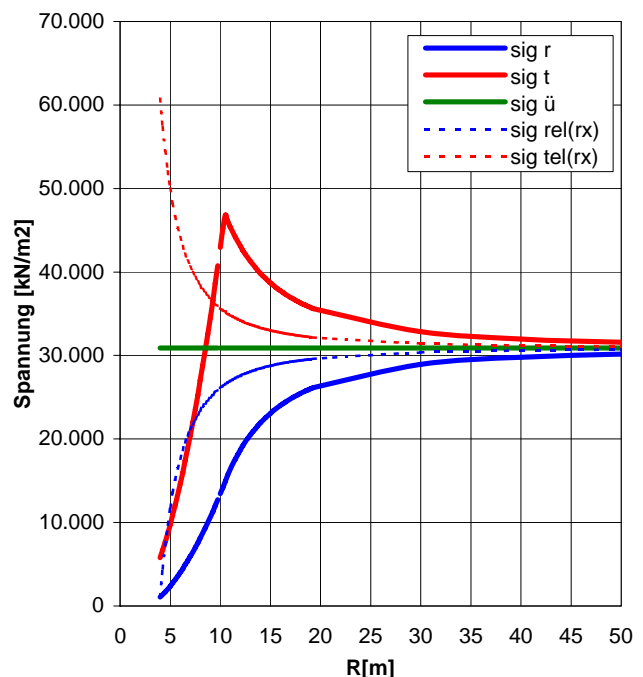
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,45
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.794,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **101** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N12	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.188		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.188
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

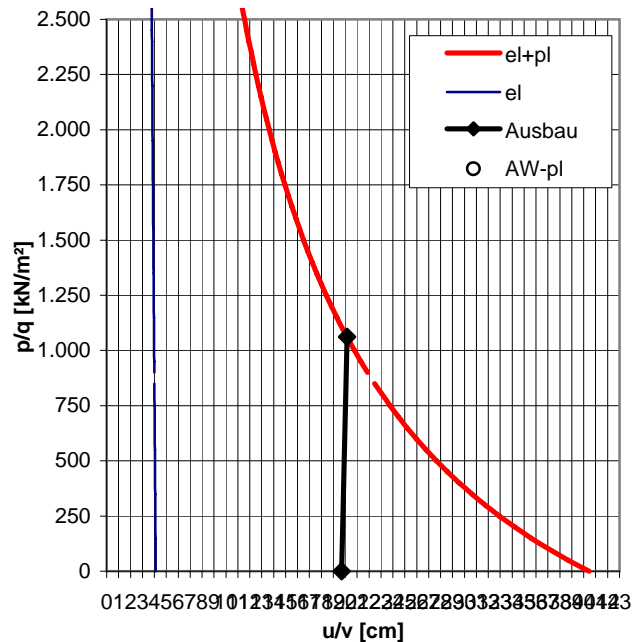
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,15
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,44

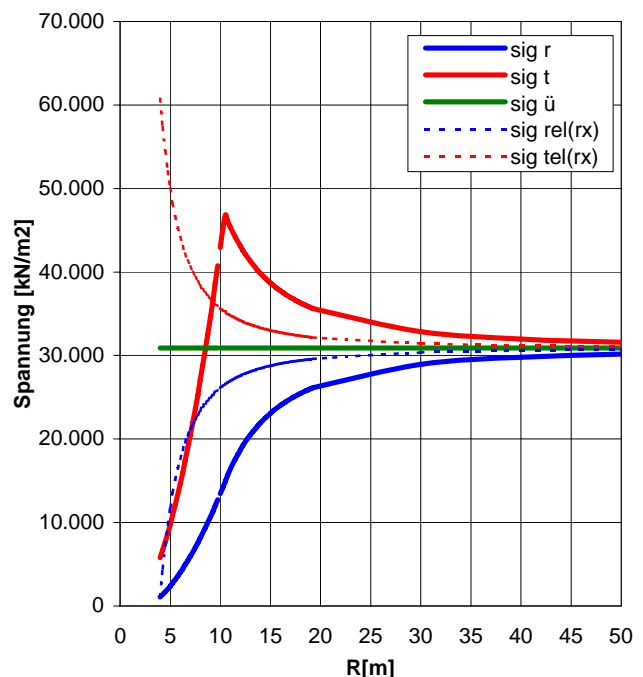
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,45
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.794,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **103** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N12	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-MT-2
		1.188		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.188
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

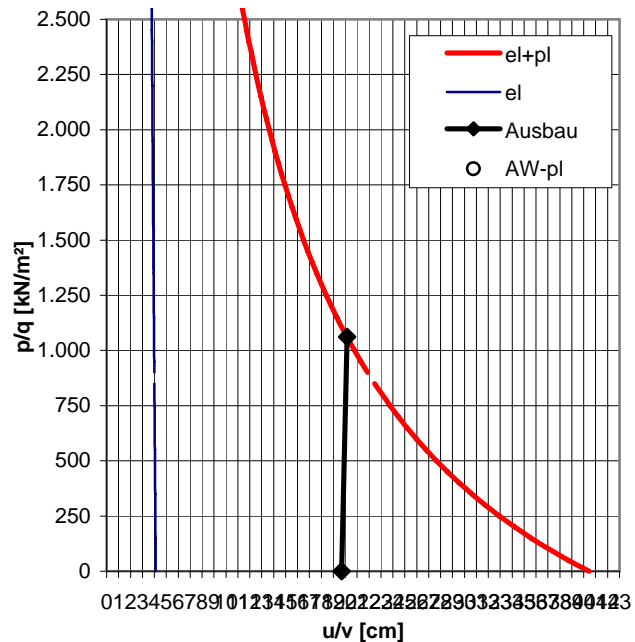
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,15
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	40,44

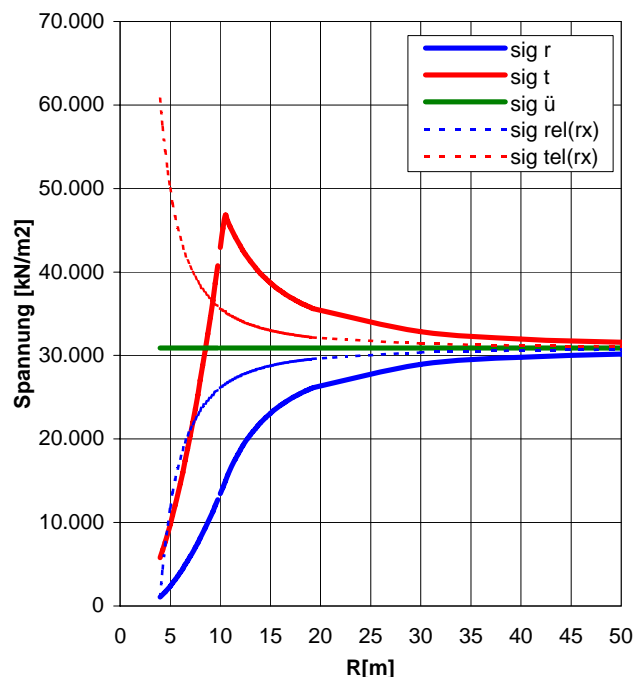
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,45
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.794,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **112** 106 **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.199		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

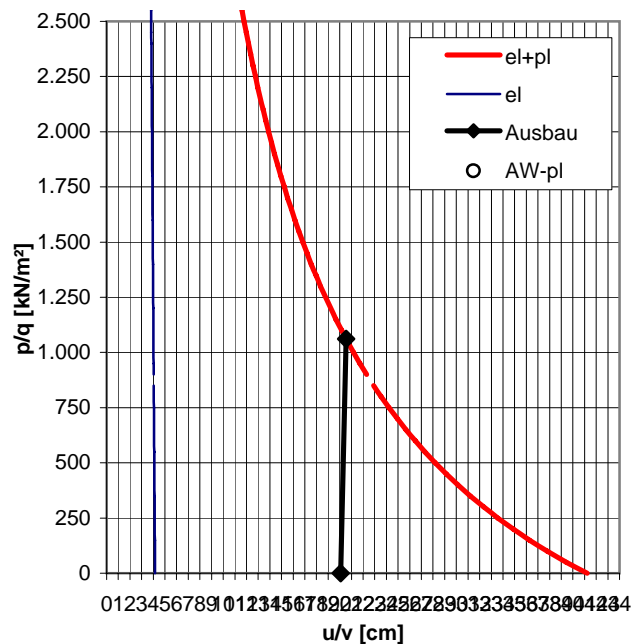
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,54
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,22

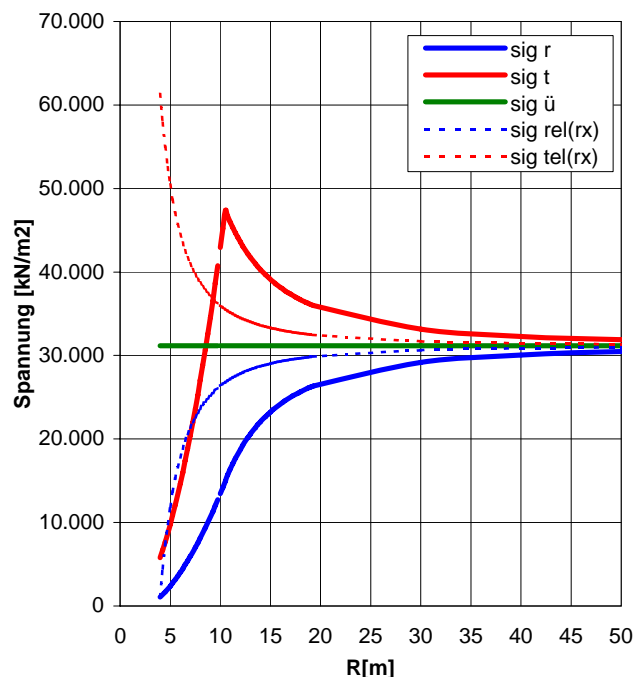
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,49
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	14.937,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **113** 106 **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.199		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

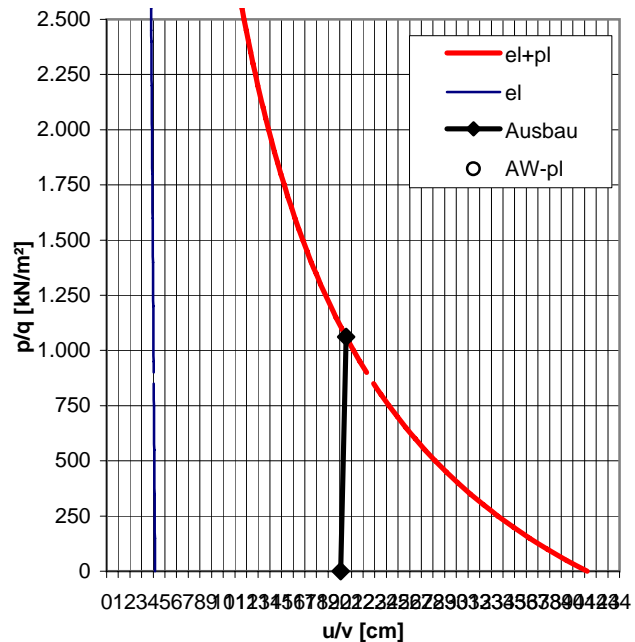
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,54
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,22

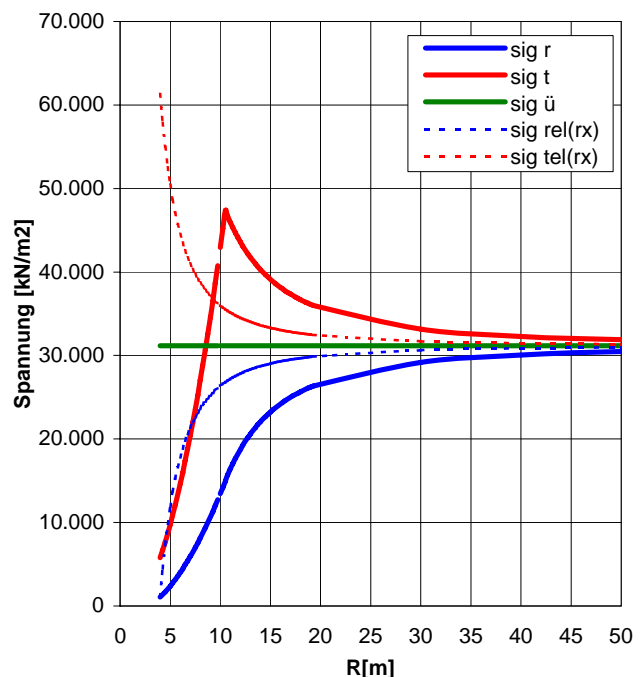
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,49
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.937,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **114** Überl. **max**

Ausbau TBM- FS

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-MT-1
		1.163		

GVT 4.2

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.163
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	28,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	600
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	2.000
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	800,00

### Ausbau TBM-FS

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

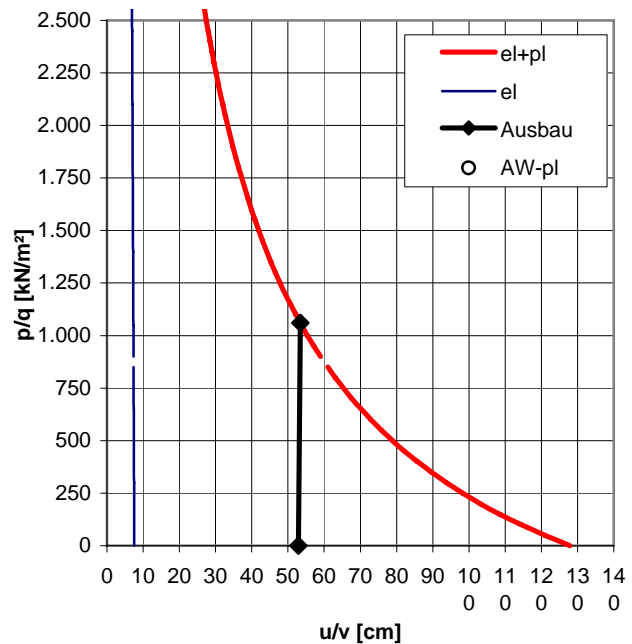
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	53,38
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	127,89

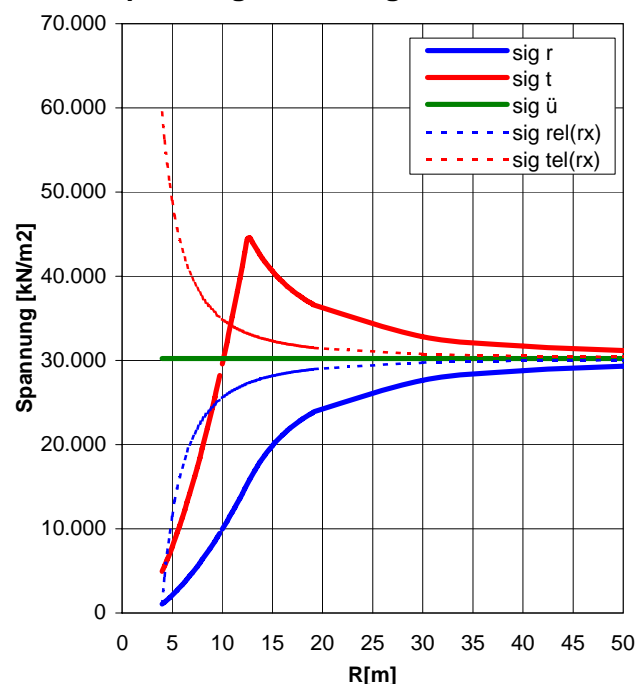
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	12,58
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	15.512,35
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **115** 106 **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-MT-2
		1.199		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

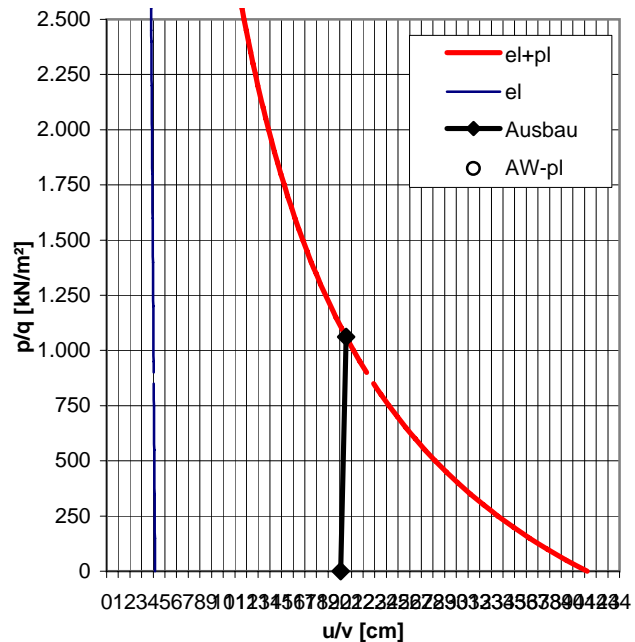
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,54
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,22

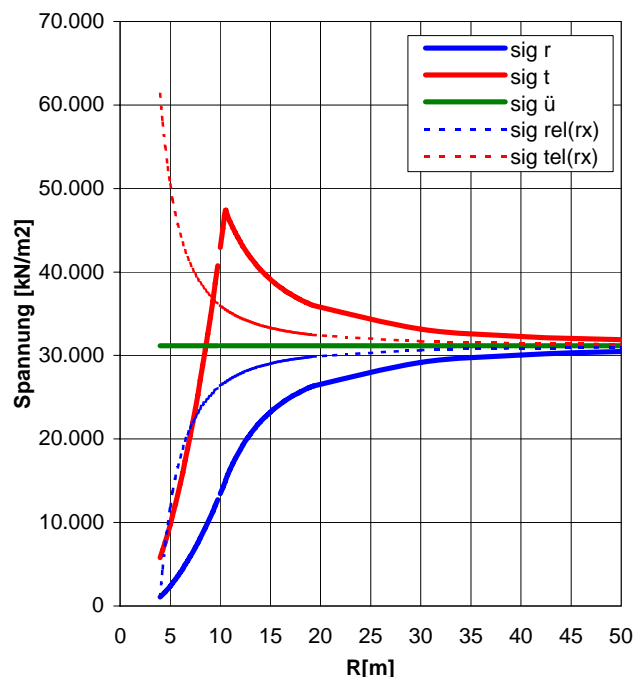
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,49
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.937,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **116** 106 **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT:

BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N13	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-NT
		1.199		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.199
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

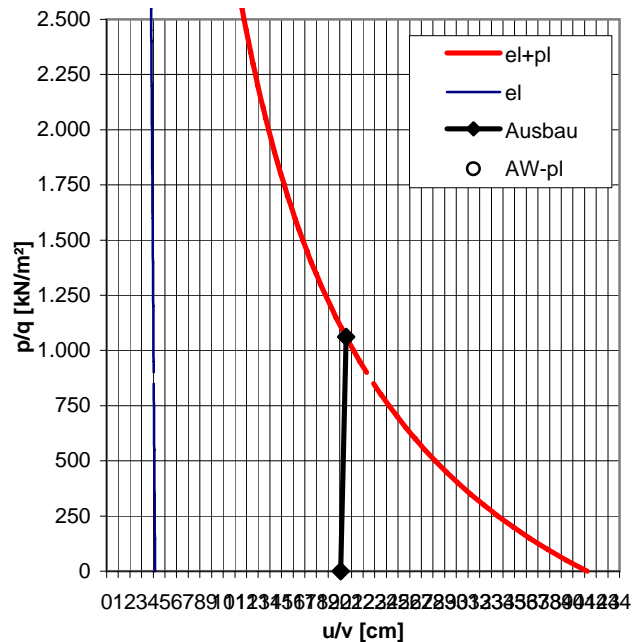
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,54
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,22

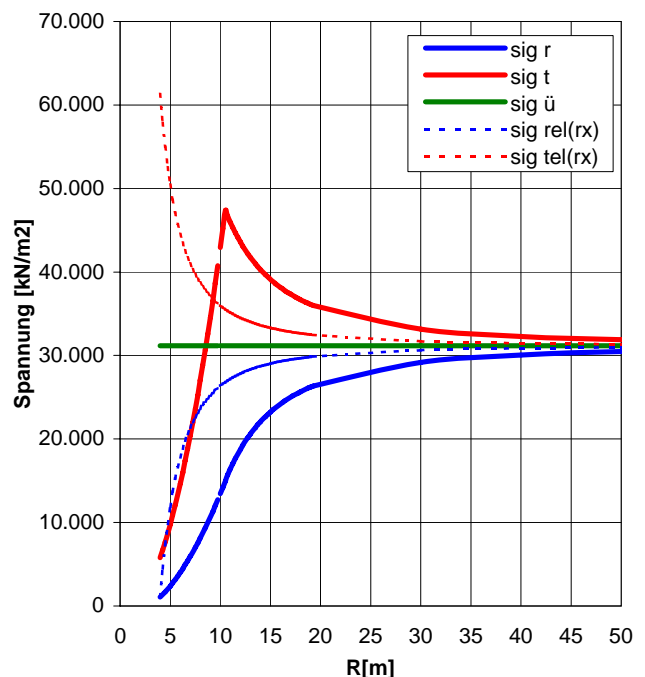
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,49
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.937,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 122 106 max

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N14	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		992		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	992
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

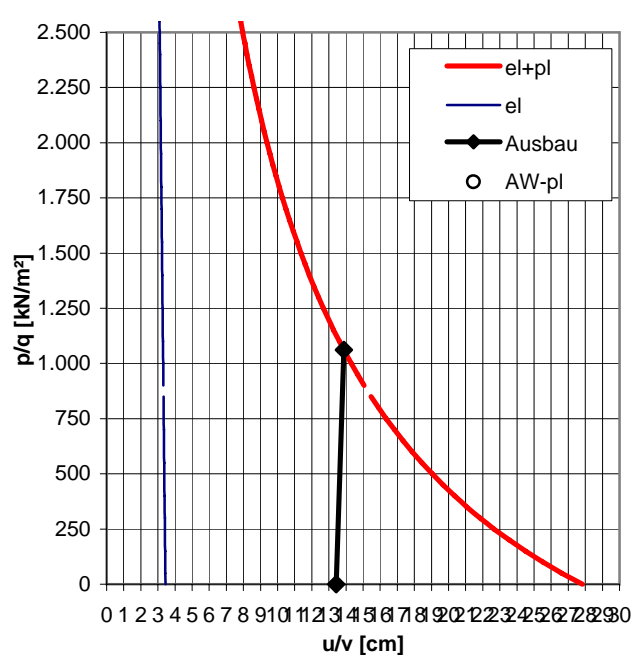
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	13,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	27,84

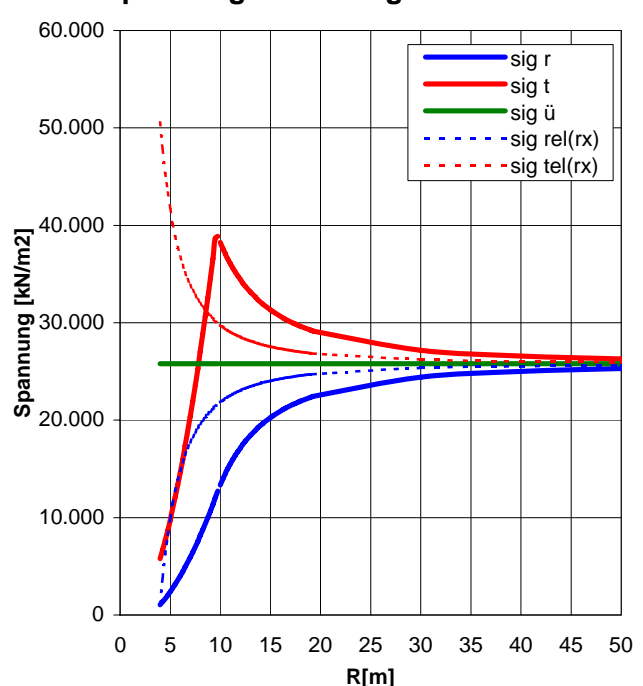
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,58
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.246,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. 126 Überl. max Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N14	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-NT
		992		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	992
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

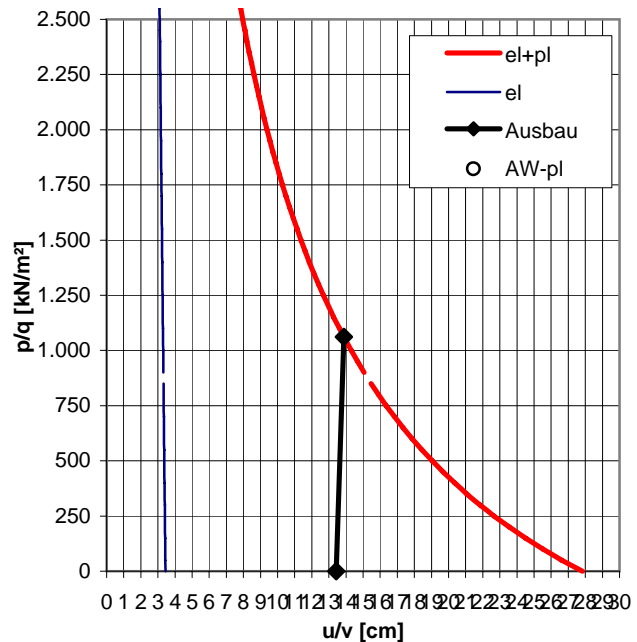
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	13,87
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	27,84

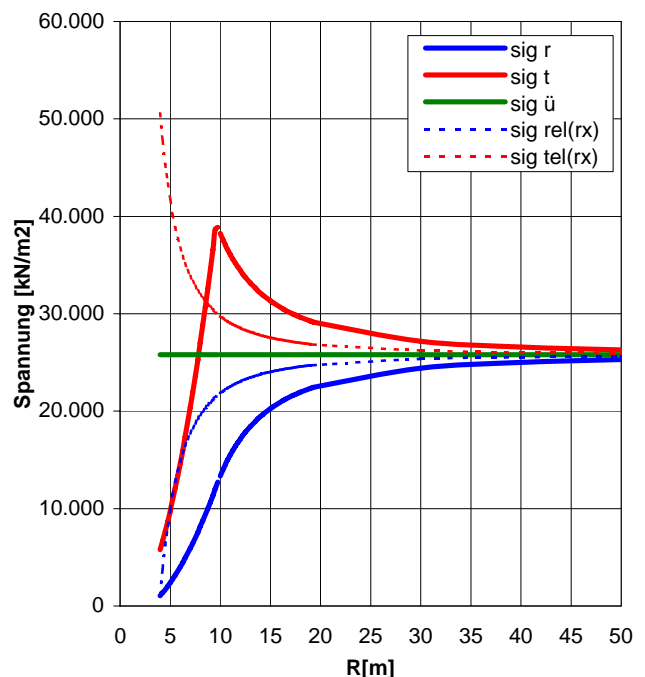
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,58
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12.246,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **134** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N15	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		800		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	800
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

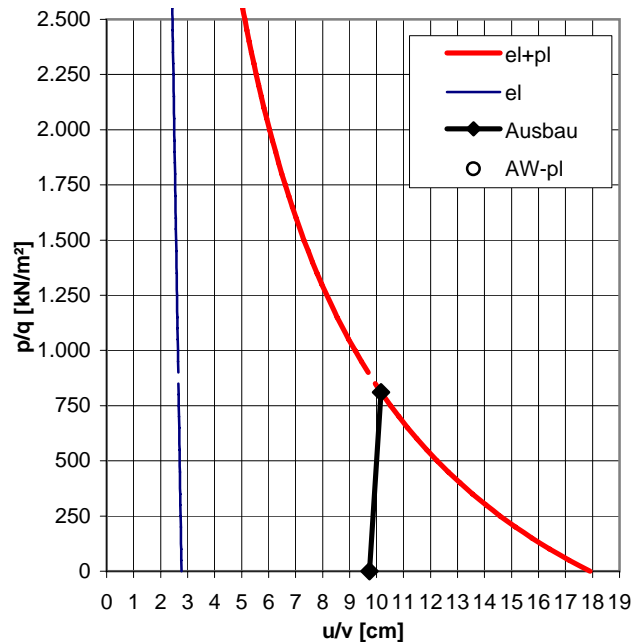
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	17,90

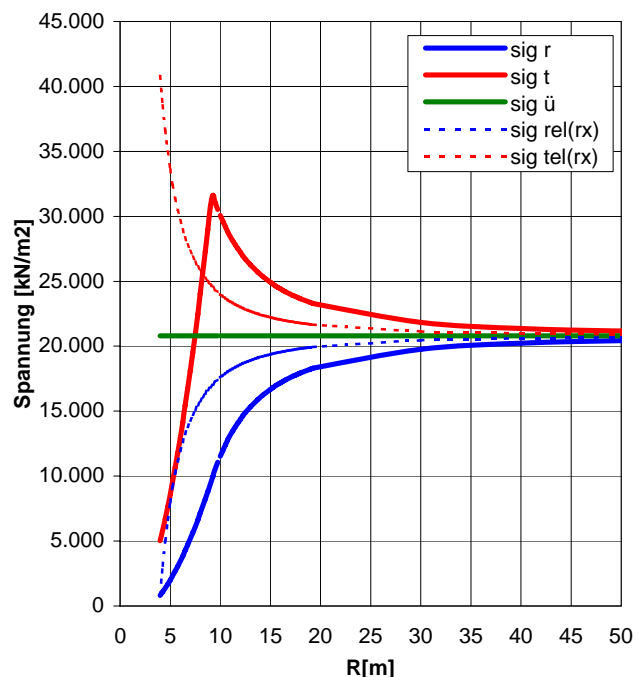
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,15
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	9.750,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **138** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N15	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-NT
		800		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	800
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

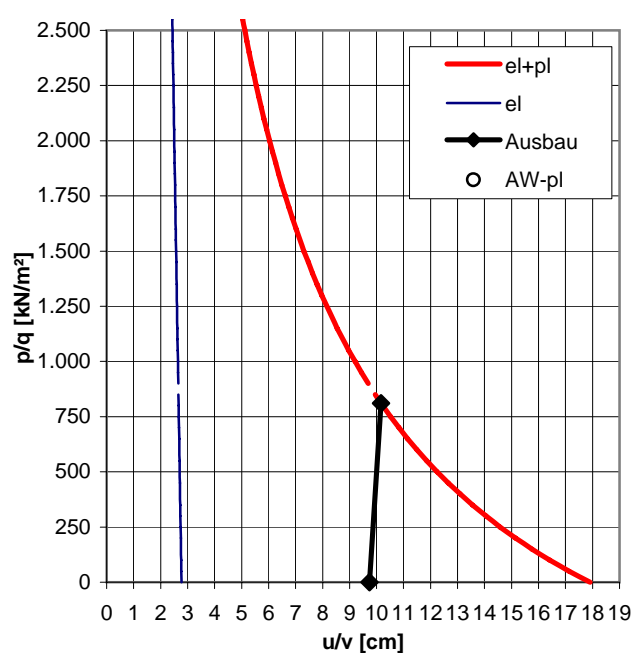
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,17
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	17,90

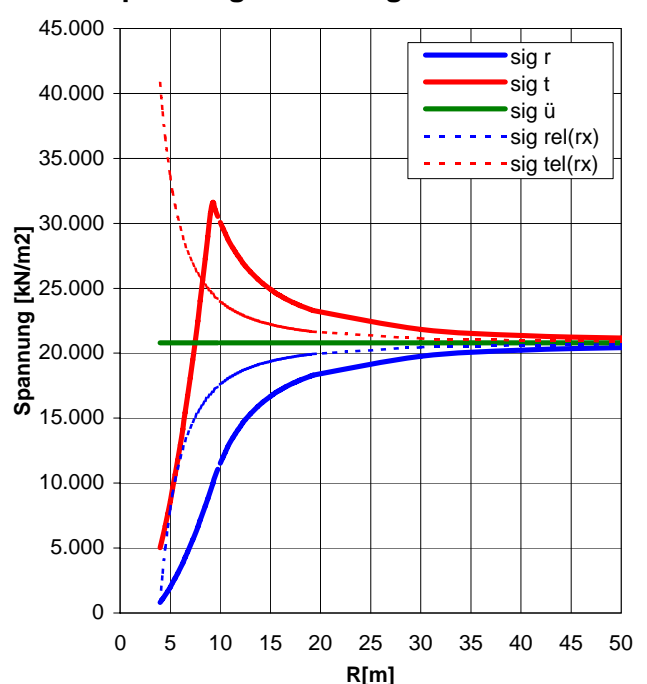
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,15
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	9.750,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **146** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N16	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		689		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	689
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

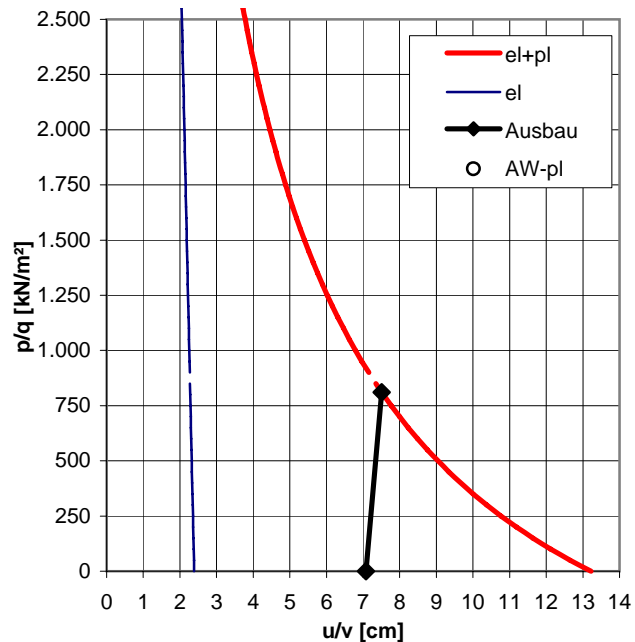
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,51
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	13,22

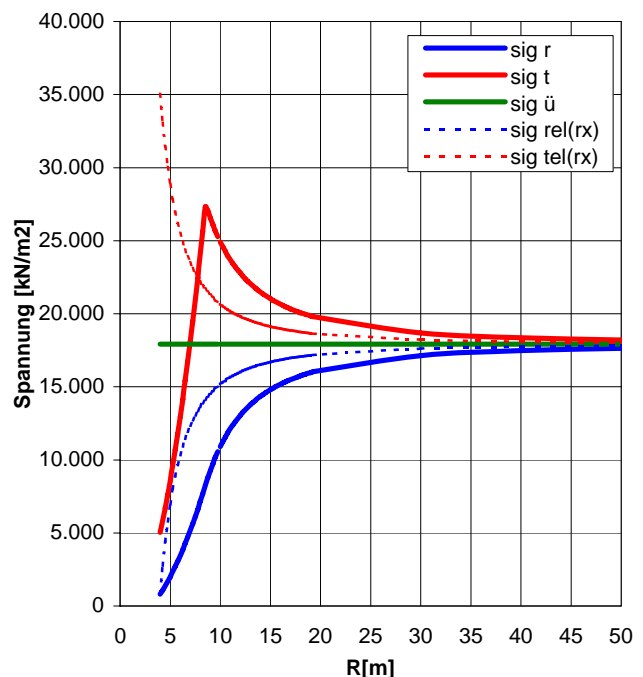
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,53
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	8.307,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **150** Überl. **max** Ausbau TBM- E

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N16	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-NT
		689		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	689
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-E

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,20
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	11,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,50
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	750,00
Anker	$p_a$	[kN/m²]	61,01
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	811,01

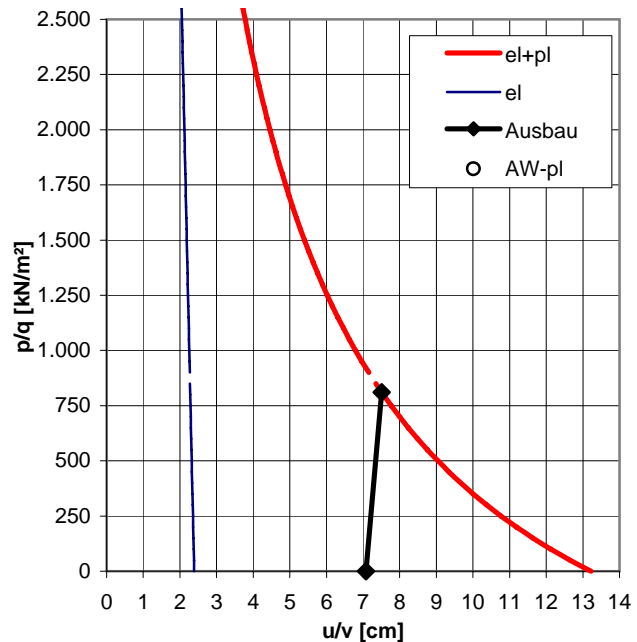
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	7,51
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	13,22

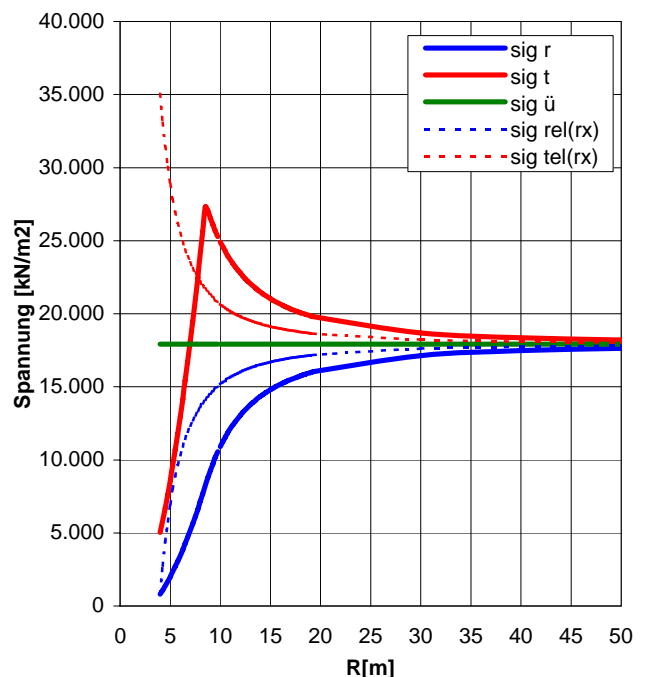
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	8,53
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	8.307,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **157** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N17	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.018		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.018
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

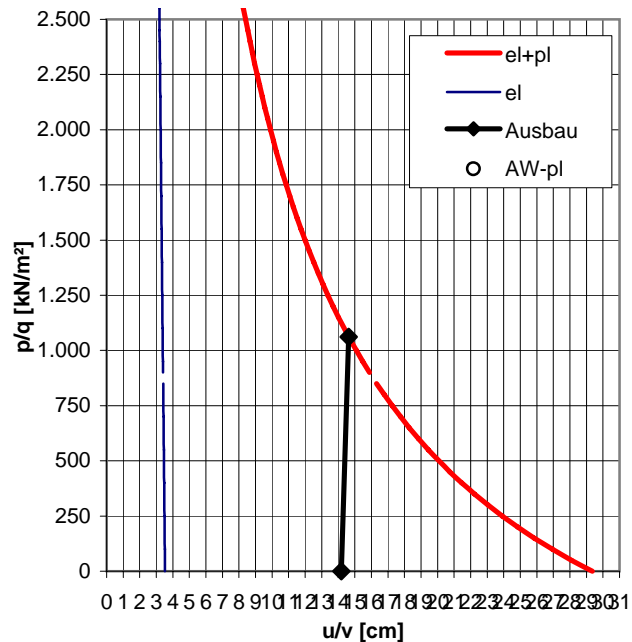
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	14,63
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	29,36

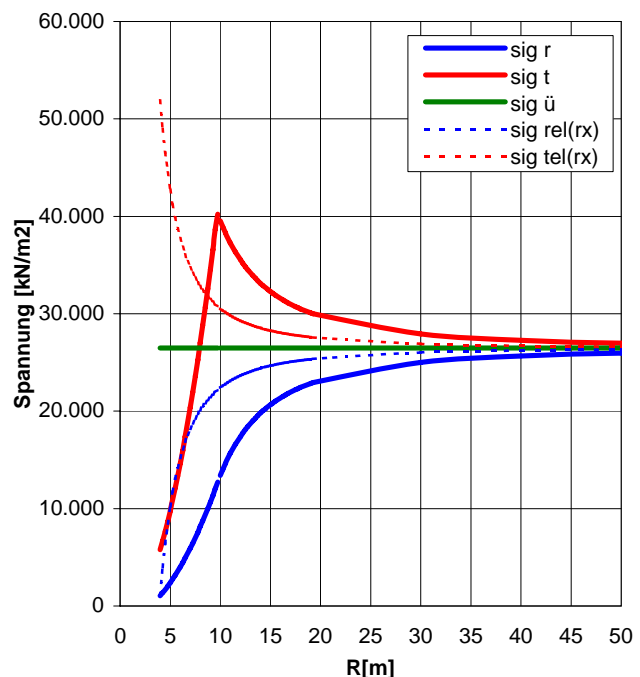
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,70
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.584,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **167** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N18	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.200		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.200
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

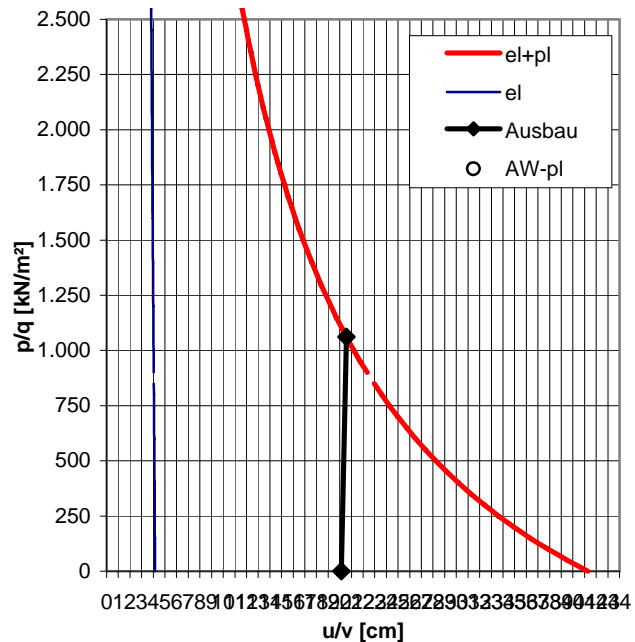
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,58
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,29

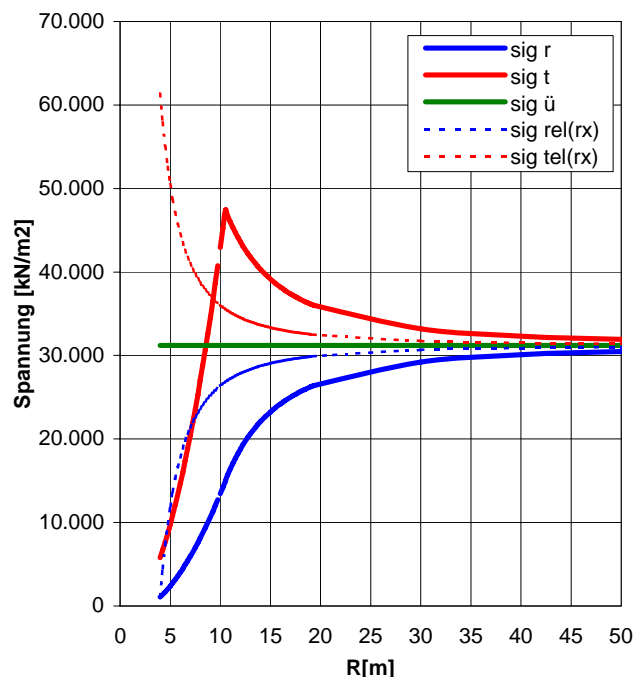
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,50
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.950,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **168** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N18	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.200		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.200
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

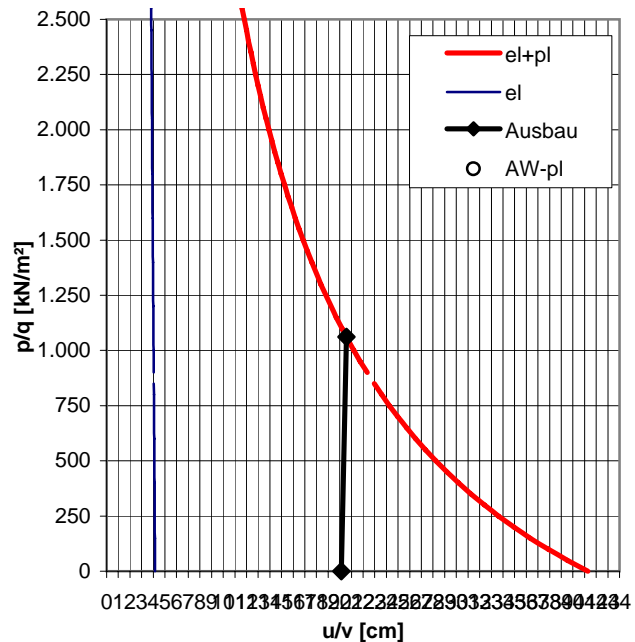
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,58
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,29

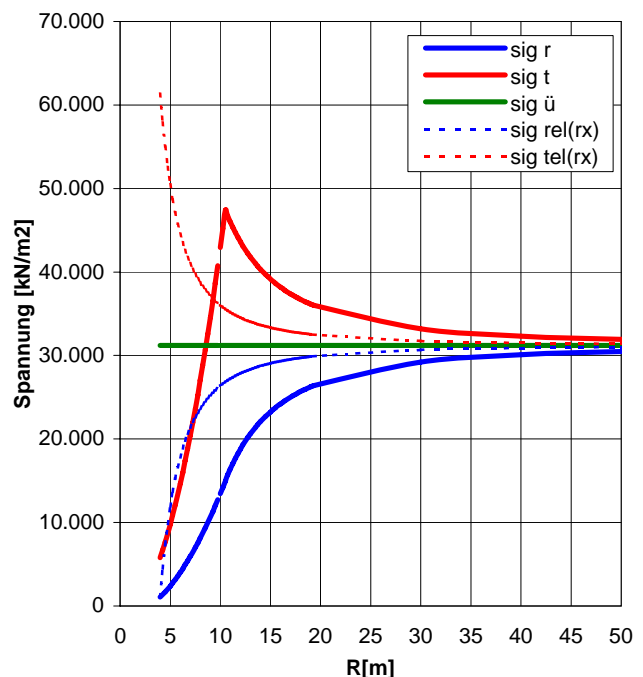
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,50
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.950,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **172** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N18	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		1.200		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.200
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

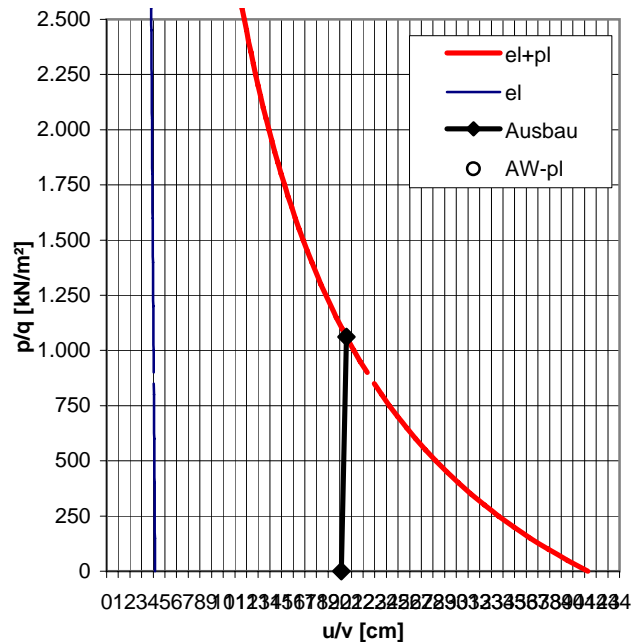
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	20,58
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	41,29

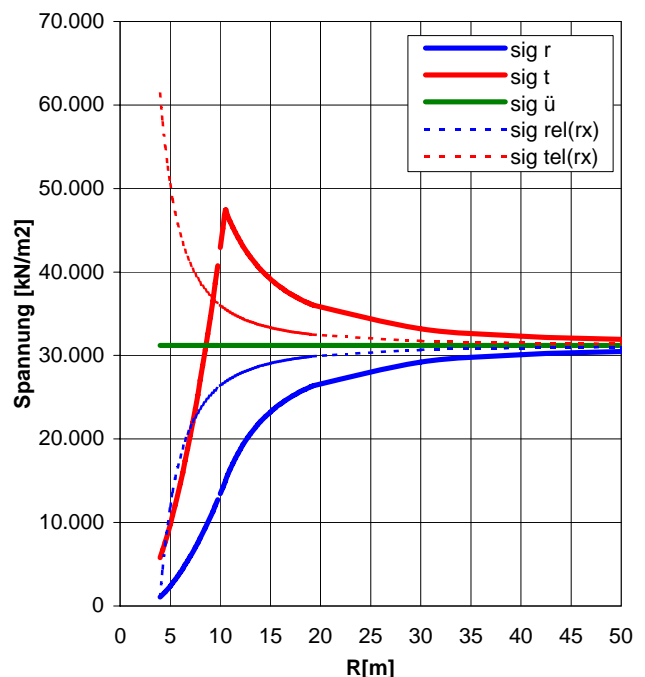
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,50
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	14.950,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **176** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N19	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.273		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

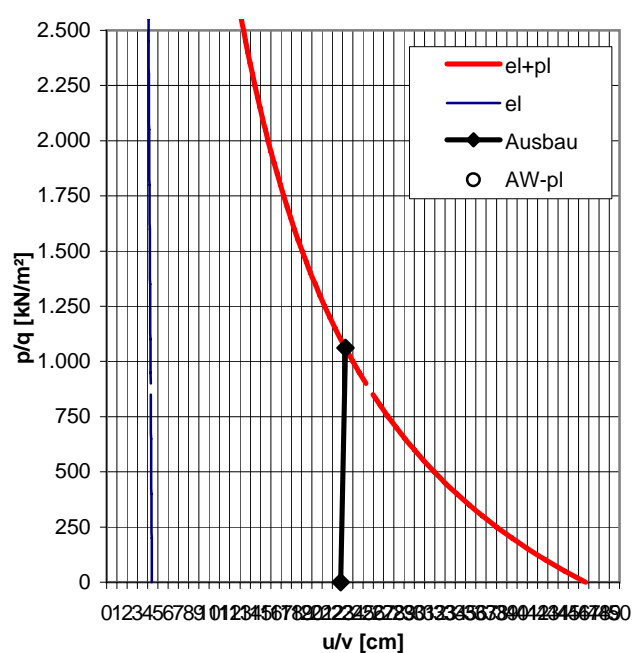
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

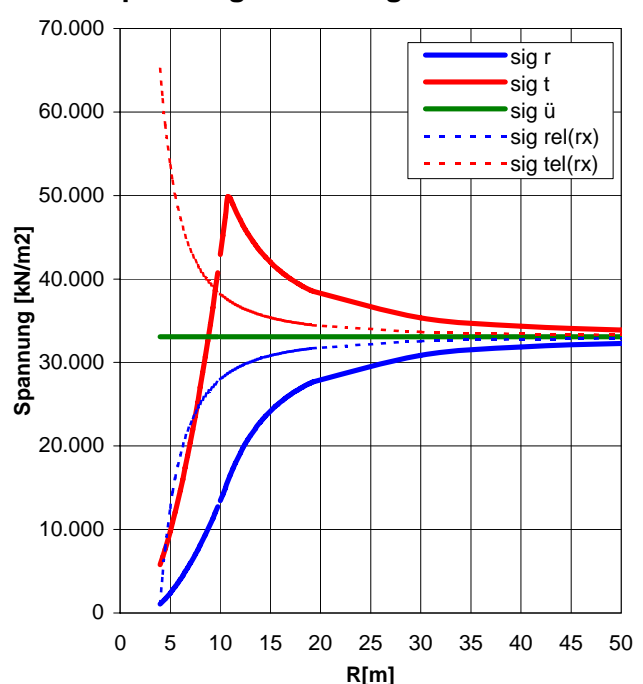
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **177** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N19	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.273		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

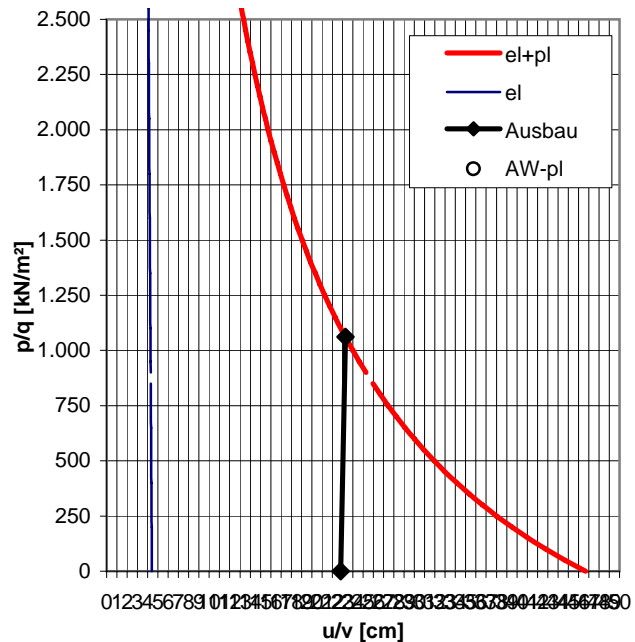
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

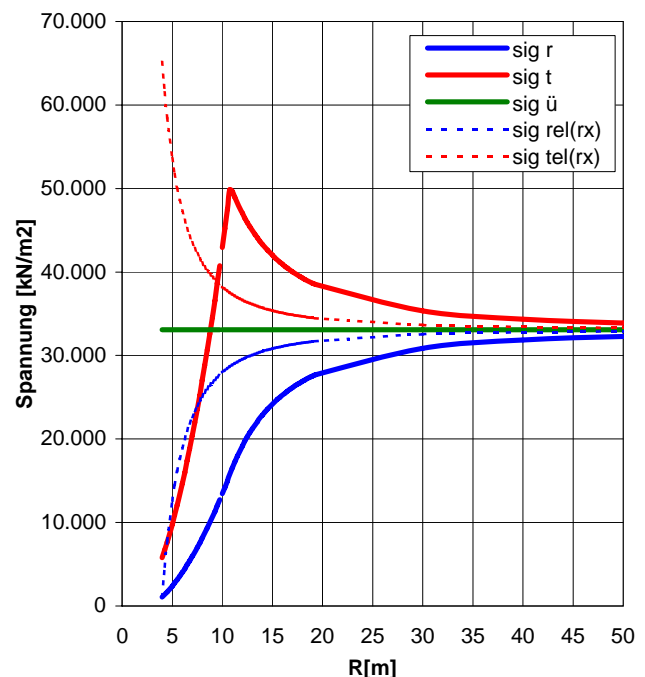
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **181** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N19	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		1.273		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

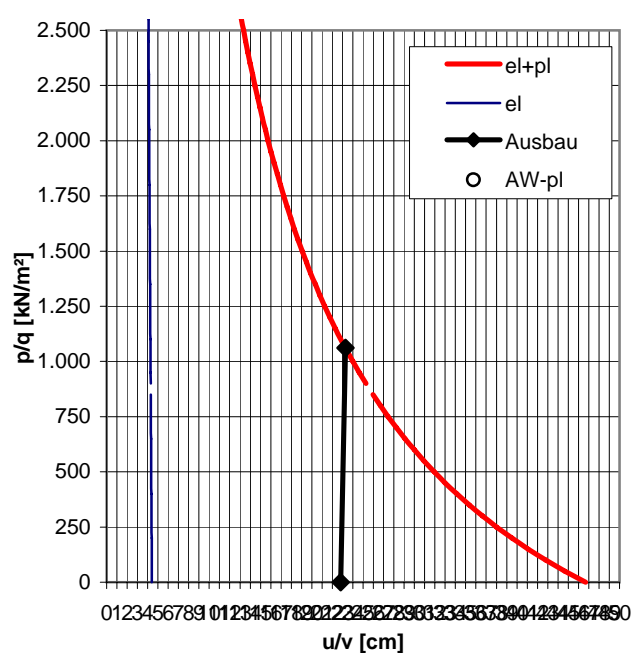
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

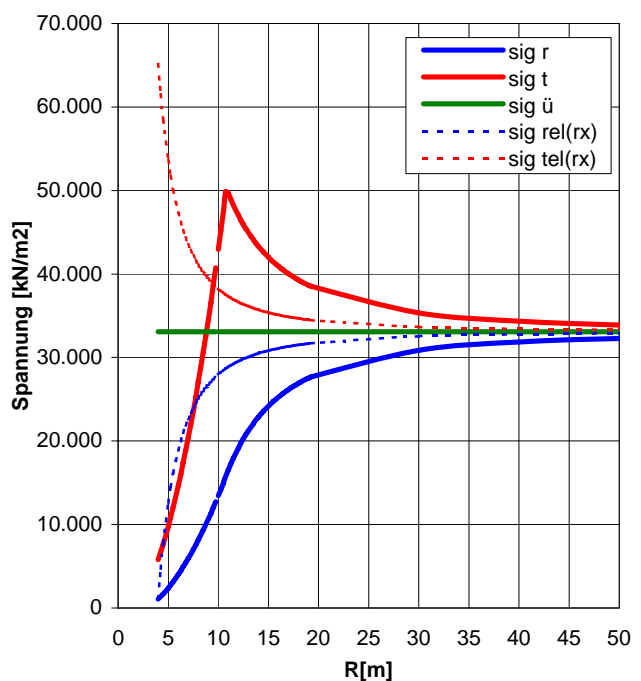
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **185** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N20	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.299		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.299
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

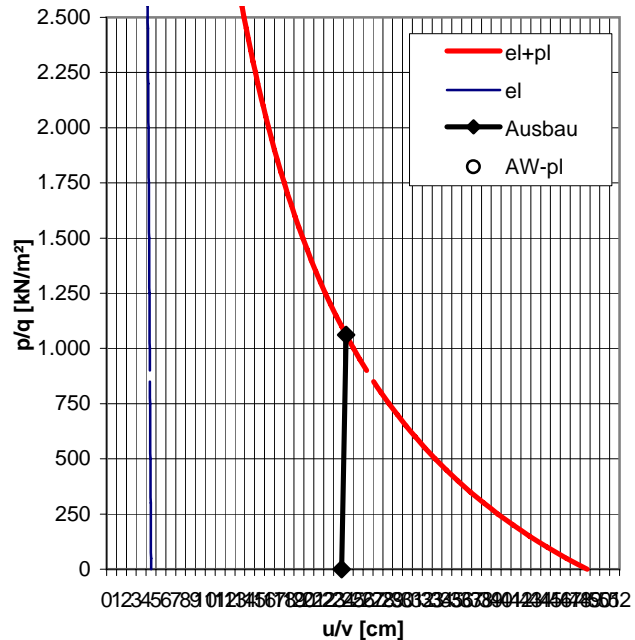
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	24,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	48,71

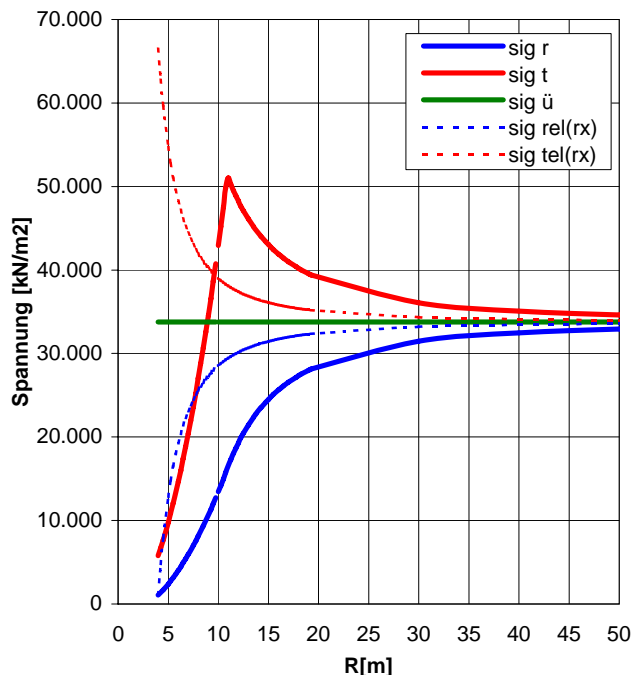
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,90
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	16.237,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **186** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N20	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.299		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.299
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

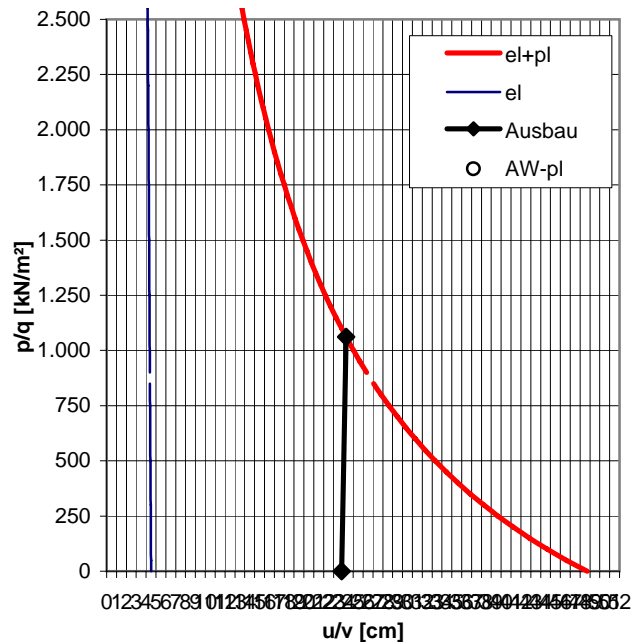
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	24,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	48,71

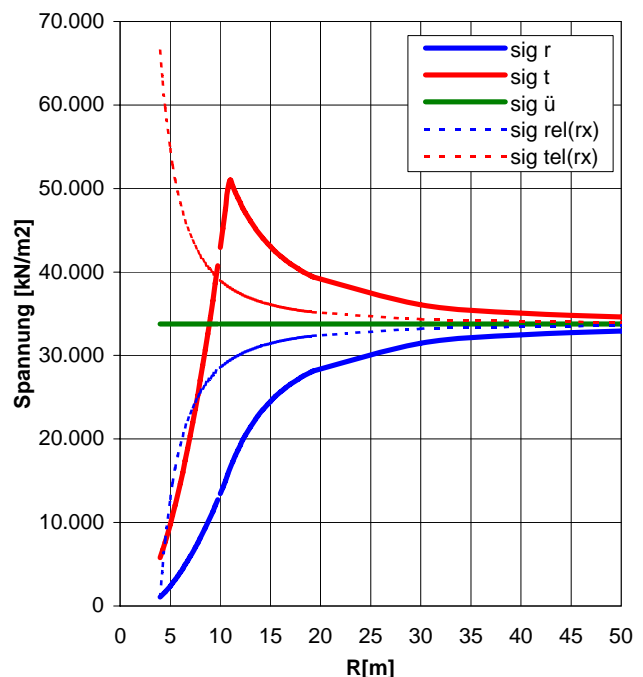
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,90
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	16.237,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **196** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N21	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.273		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

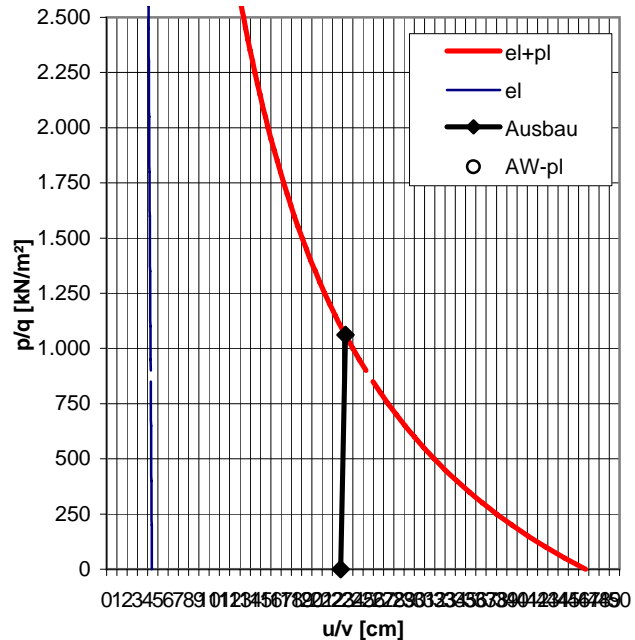
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

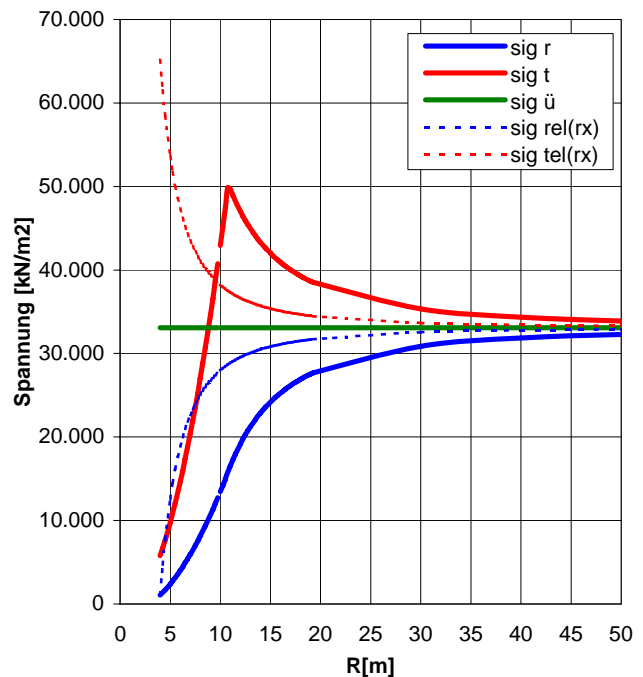
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **197** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N21	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.273		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

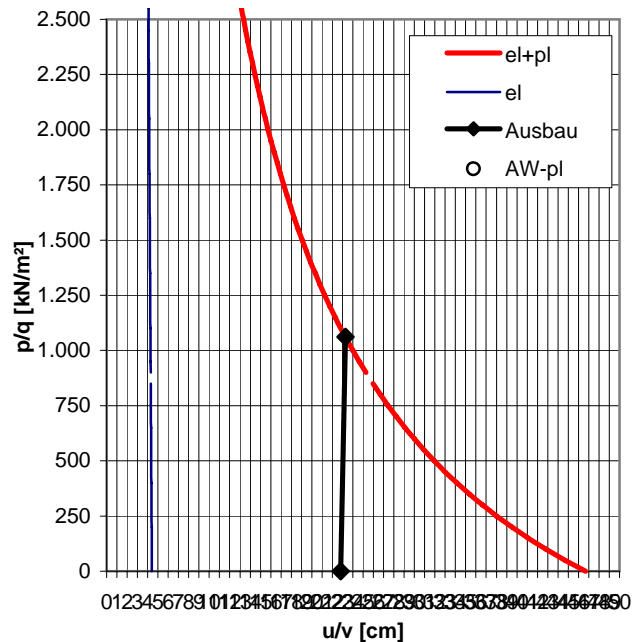
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

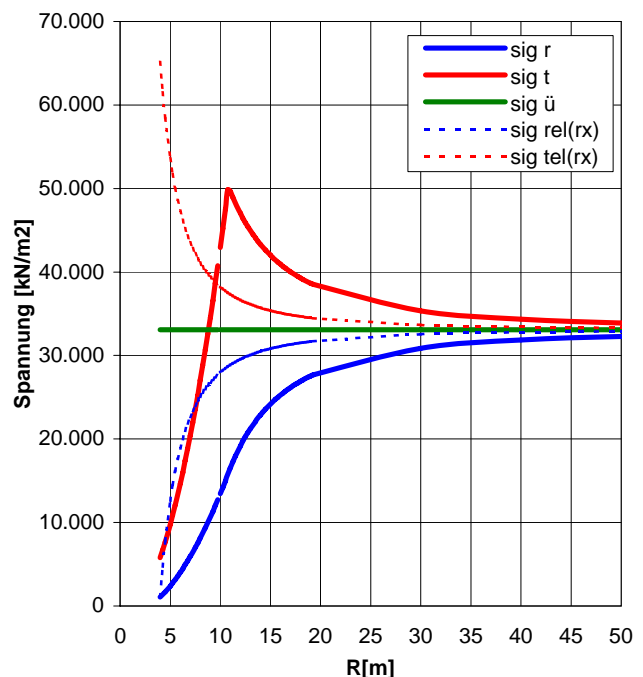
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **201** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N21	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		1.273		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.273
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

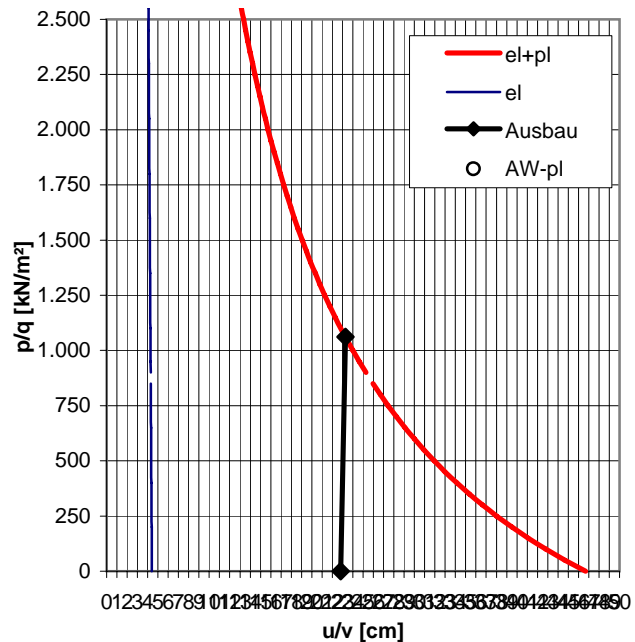
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	23,27
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	46,70

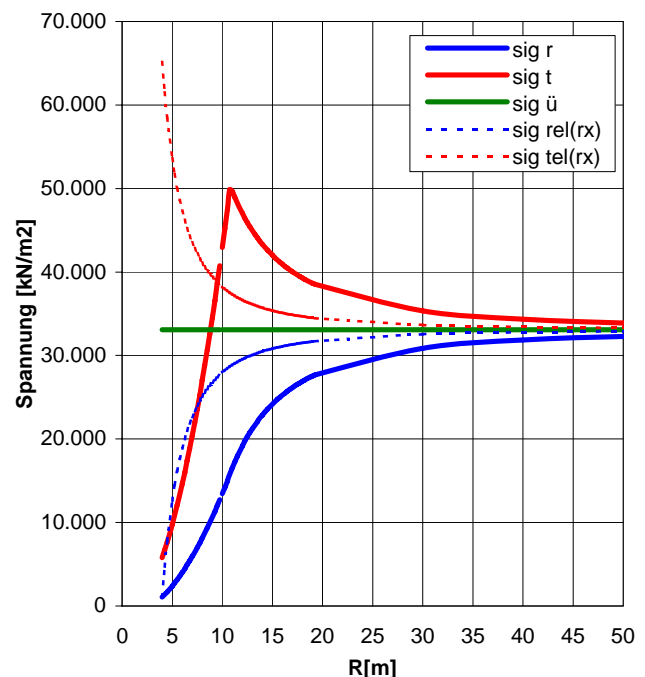
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	10,80
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.899,48
Beanspruchung	Gebirge weitreichend überlastet mit langanhaltenden Verformungen		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **205** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N22	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		1.049		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.049
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

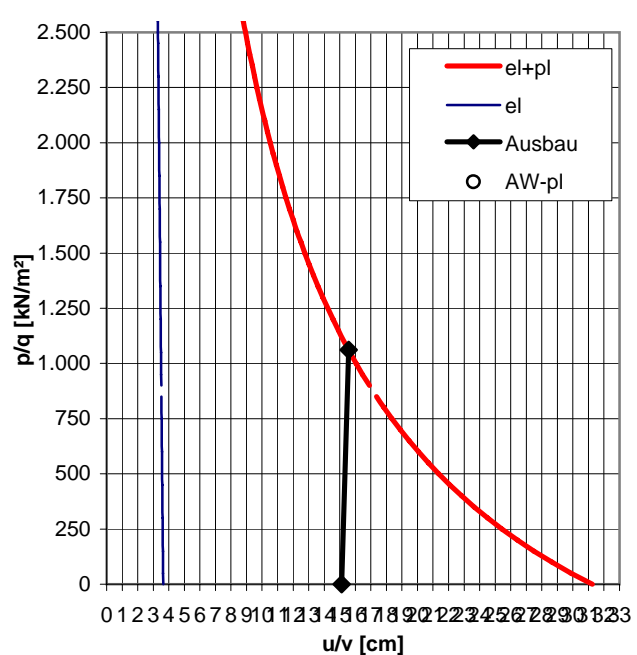
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,57
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	31,24

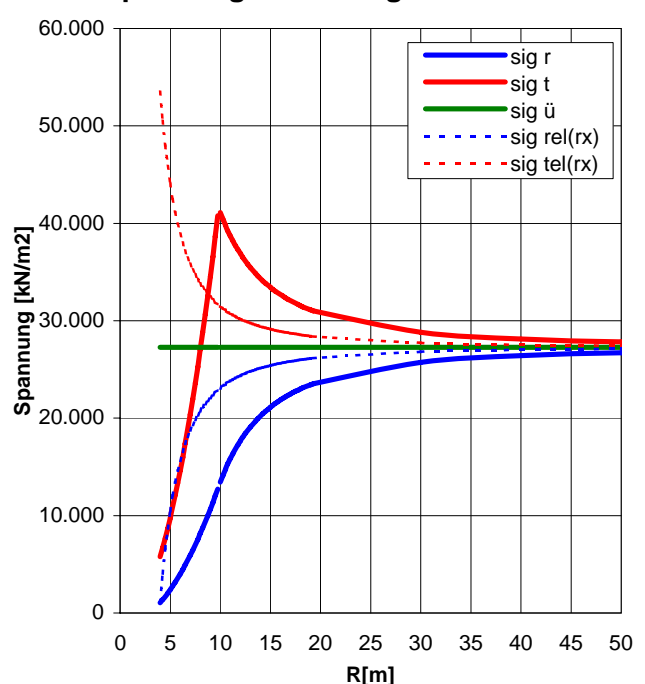
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,84
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.987,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **206** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N22	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		1.049		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.049
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

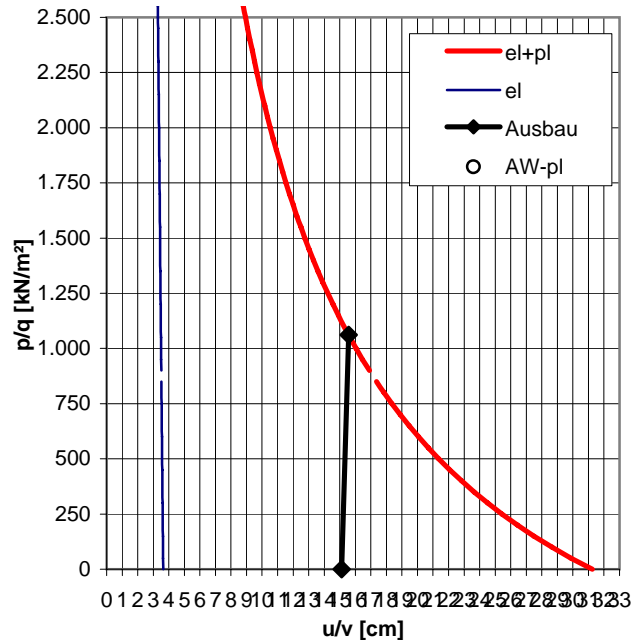
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,57
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	31,24

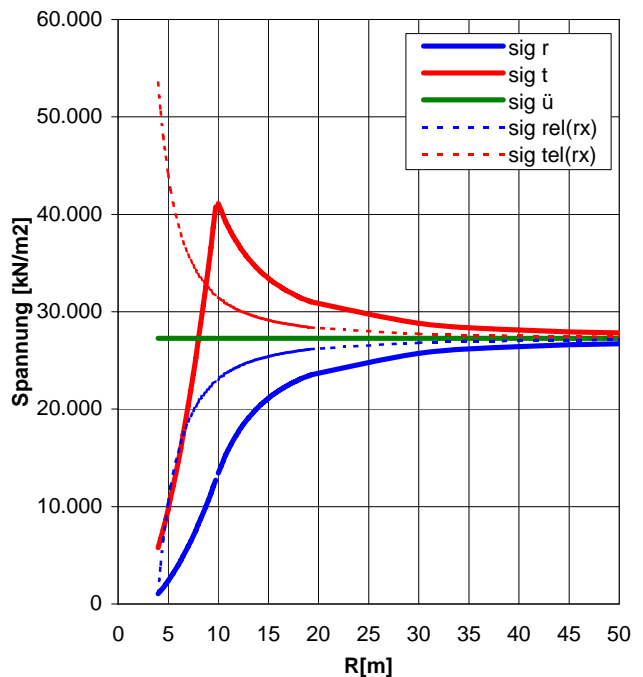
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,84
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.987,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **210** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT:

BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N22	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		1.049		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	1.049
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

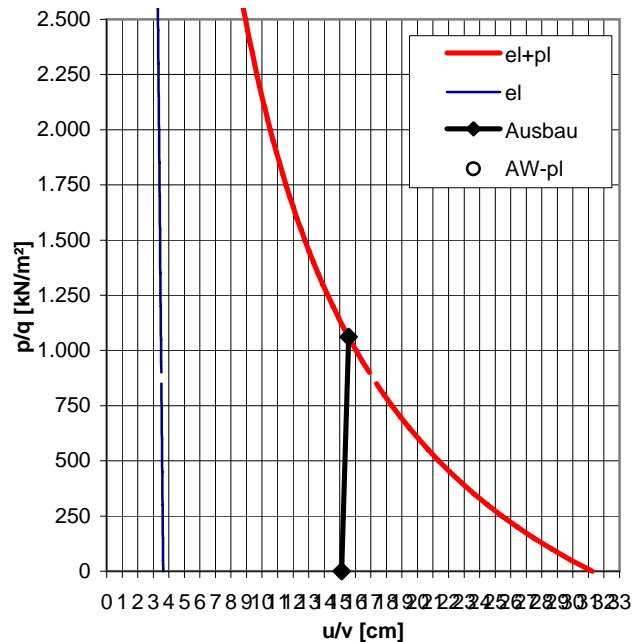
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	15,57
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	31,24

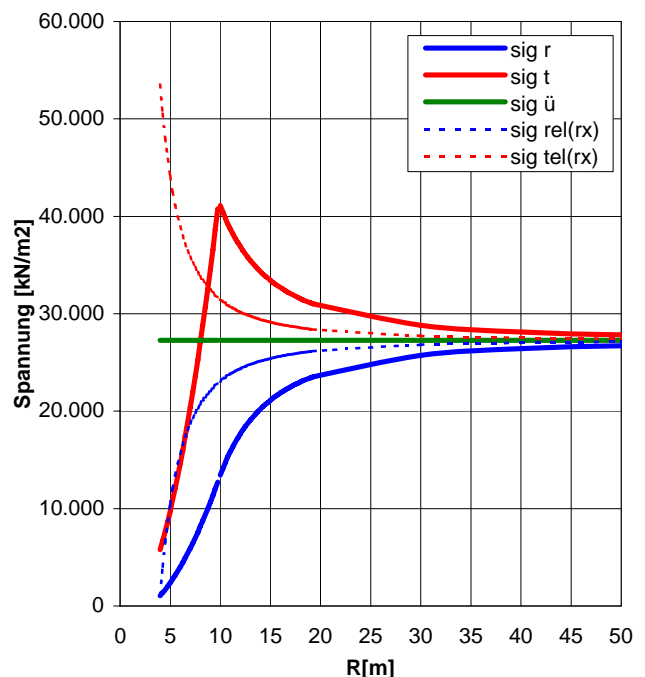
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,84
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	12.987,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **214** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N23	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		898		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

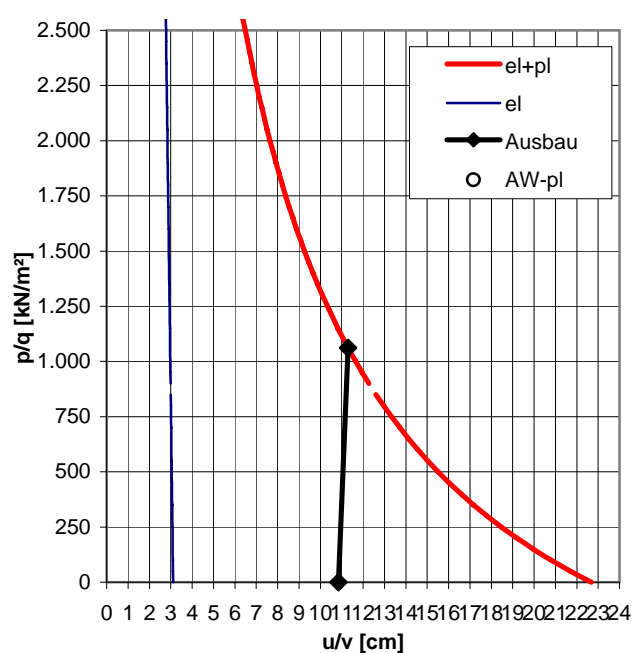
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

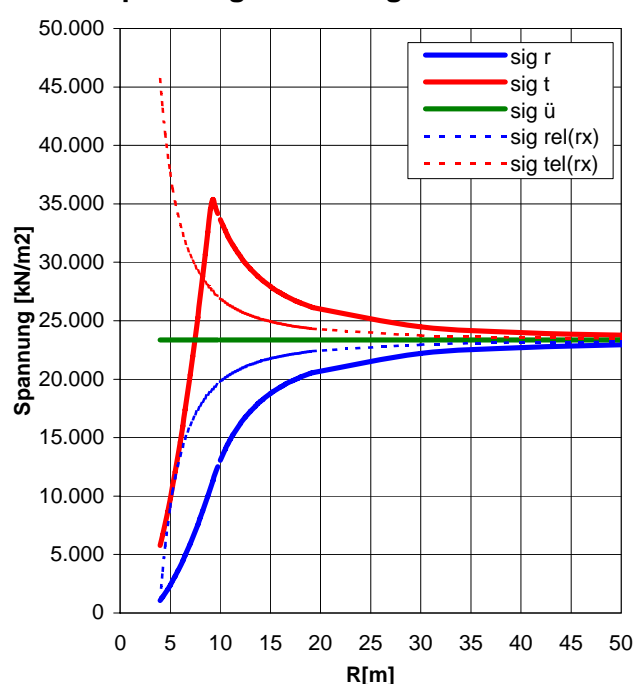
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **215** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N23	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		898		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

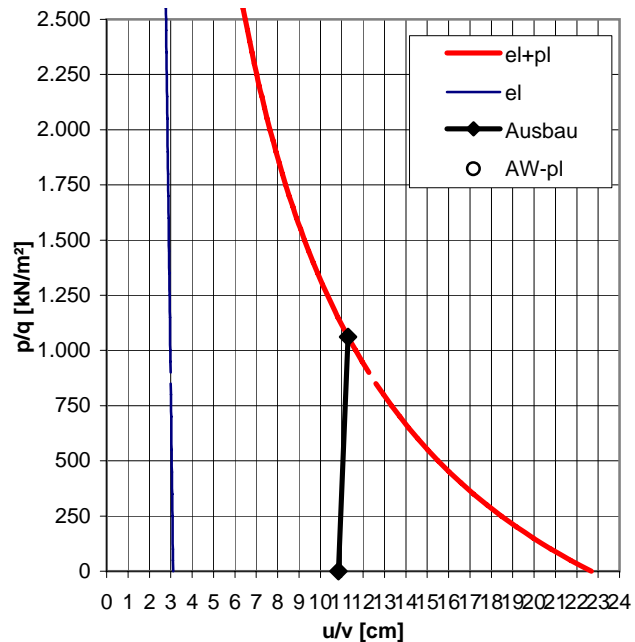
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

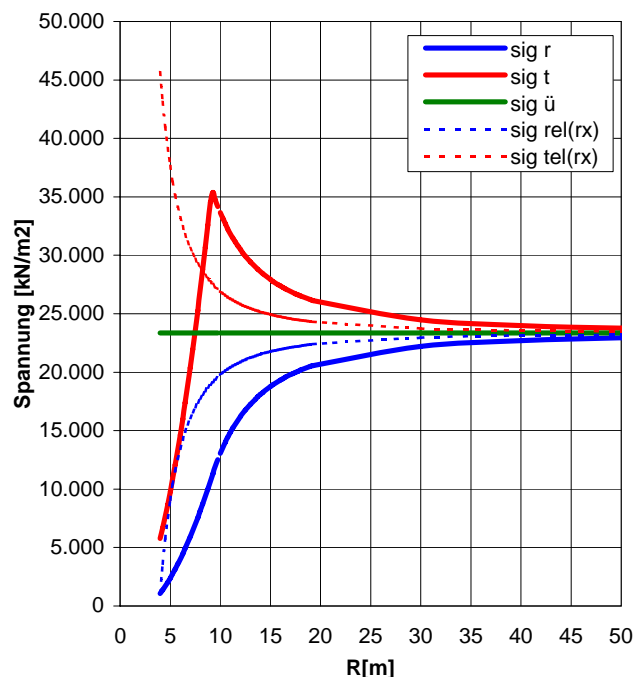
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **219** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N23	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		898		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

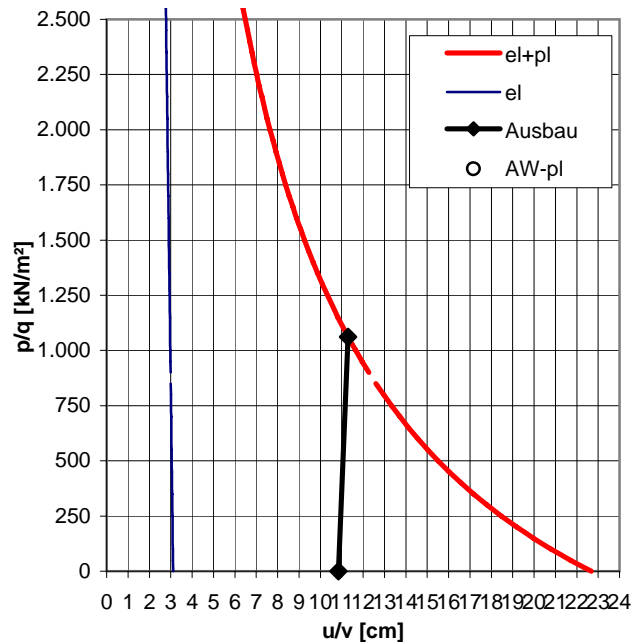
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

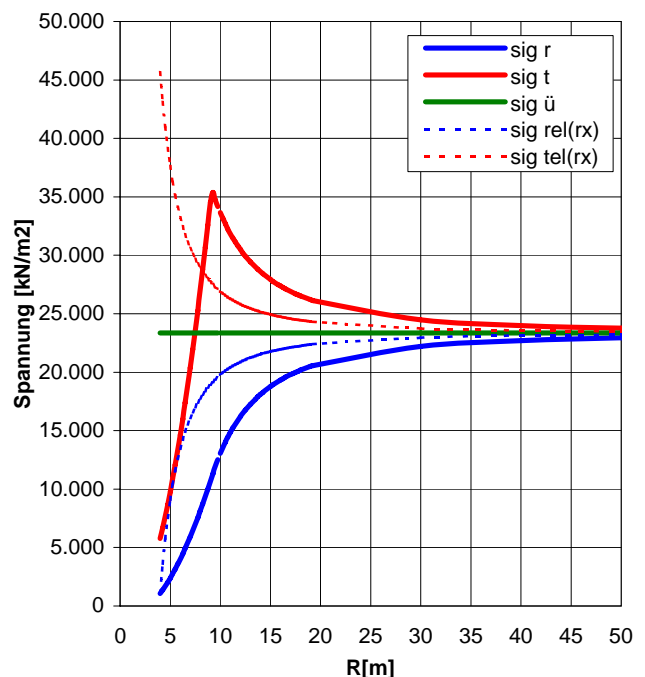
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **223** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N24	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		898		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

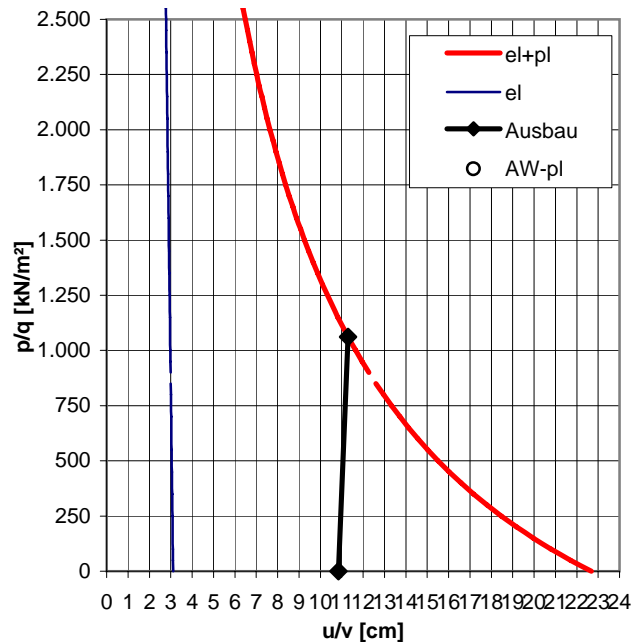
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

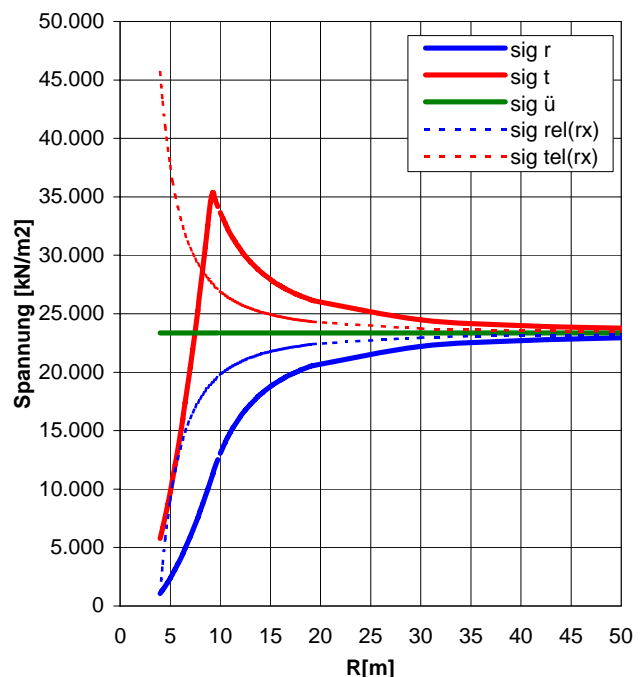
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **224** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N24	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		898		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

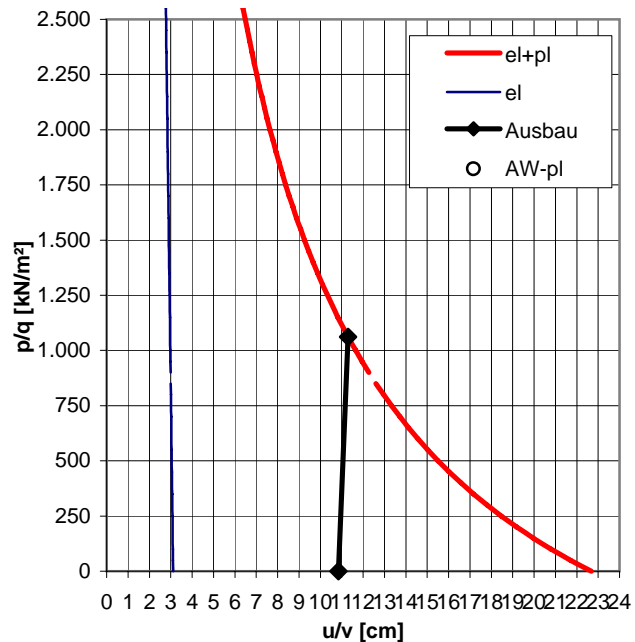
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

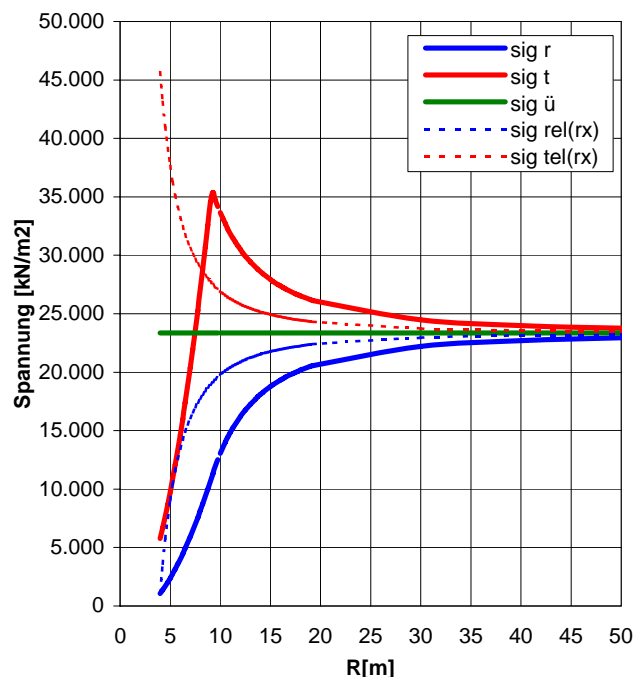
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **228** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N24	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		898		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	898
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

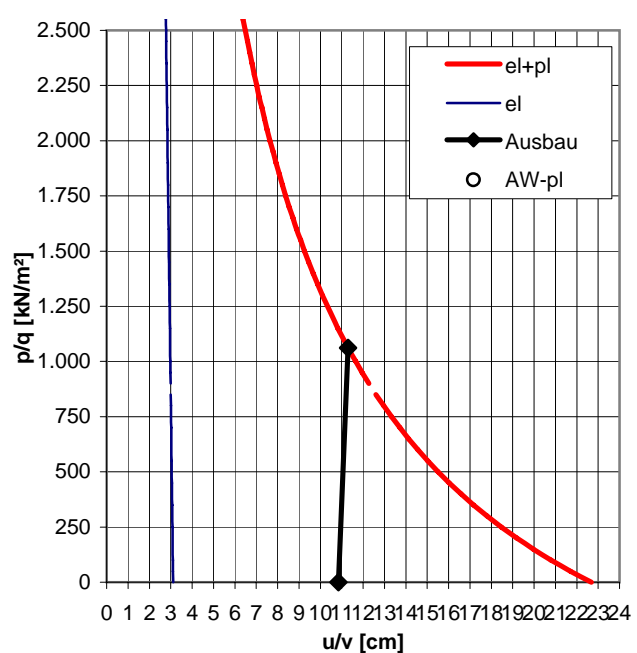
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	11,30
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	22,68

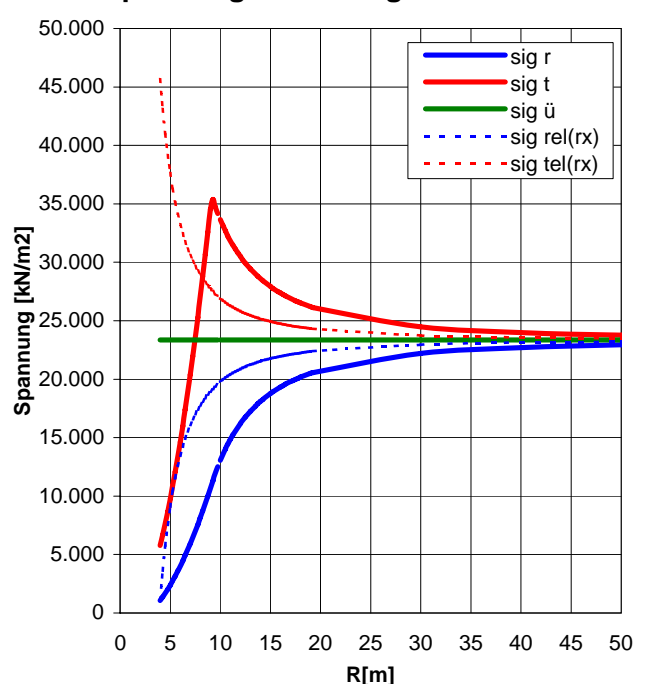
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,14
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11.024,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **232** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N25	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-AS
		870		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	870
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

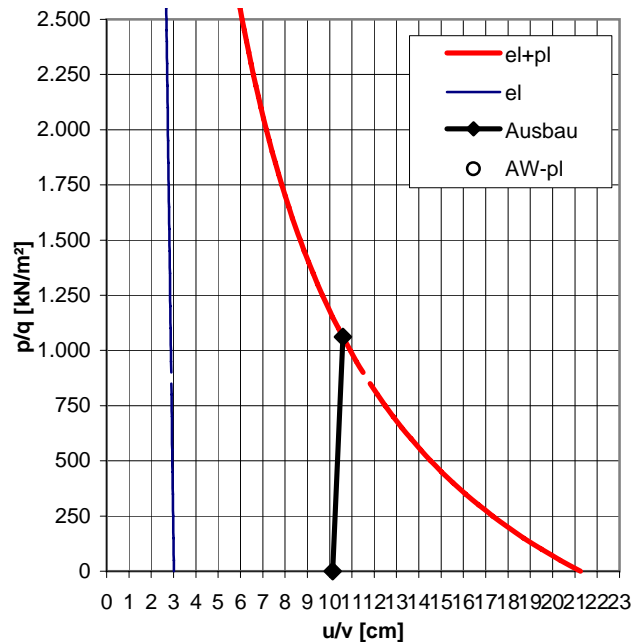
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	21,25

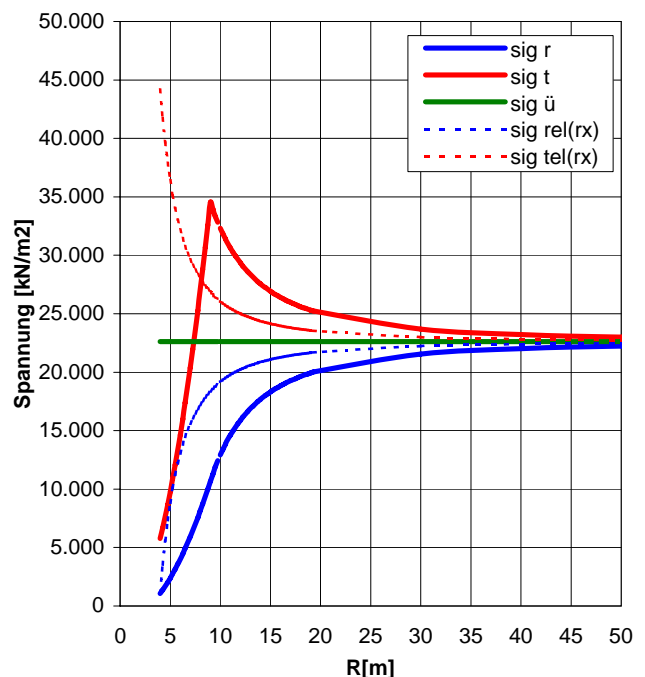
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,00
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.660,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung





Analysis No. **233** Überl. **max** Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N25	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-HS
		870		

GVT 4.1

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	870
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m³]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m²]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m²]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m²]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m²]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m²]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m²]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m²]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m²]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m²]	1.060,85

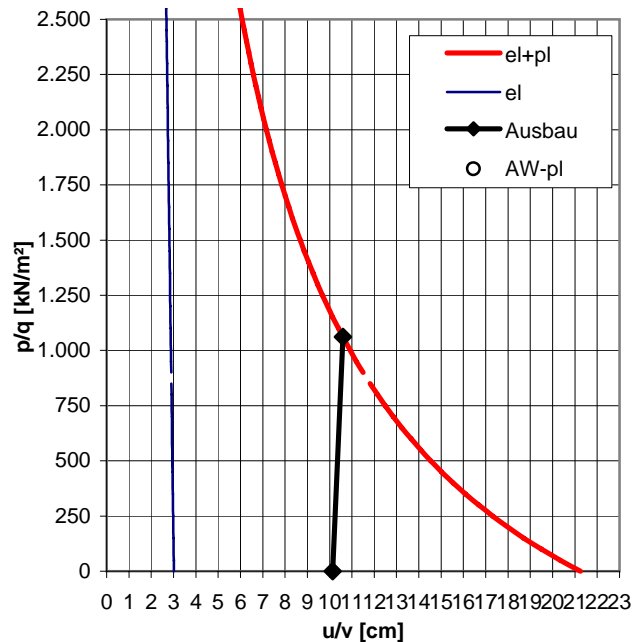
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	21,25

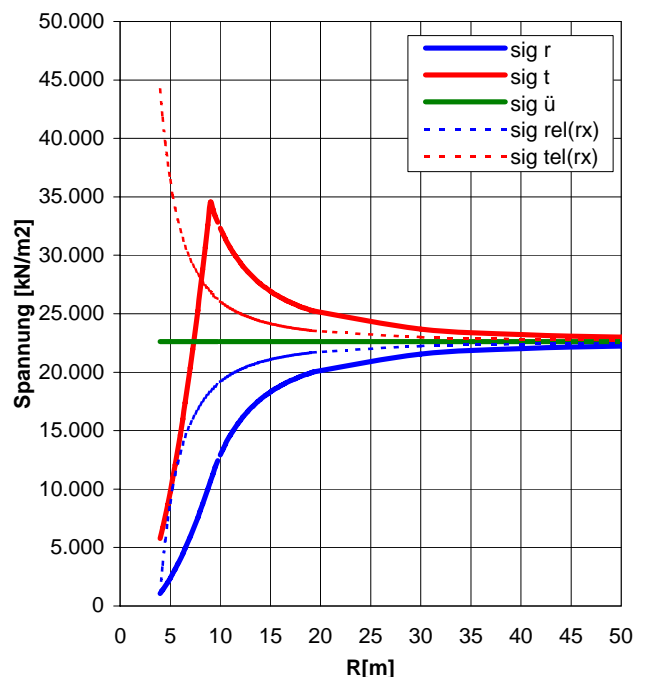
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,00
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m²]	10.660,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



Analysis No. **237** Überl. **max**

Ausbau TBM- F

## PROJEKT: BBT Erkundungsstollen Ahrental

Homogenbereich	N25	Überlagerung	Gebirgsart	SZ-BS-PD
		870		

GVT 3

### Allgemeines

Radius	$r_o$	[m]	4,00
Überlagerung	H	[m]	870
spez. Gewicht	$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	26,00

### Gebirge

Reibungswinkel	$\phi$	[°]	30,0
Kohäsion	c	[kN/m <sup>2</sup> ]	750
E-Modul Gebirge	E	[MN/m <sup>2</sup> ]	3.750
Druckfestigkeit	UCS	[MN/m <sup>2</sup> ]	-
Querdehnzahl	n	[-]	0,25
Dilatanzfaktor	b	[-]	0,25
Schubmodul	G	[MN/m <sup>2</sup> ]	1.500,00

### Ausbau TBM-F

Dicke SpB	$d_s$	[m]	0,25
Druckfestigkeit SpB	b	[kN/m <sup>2</sup> ]	15.000
Ankerkraft	A	[kN]	250
Ankeranzahl	n	[-]	15,5
Längsabstand Anker	a	[m]	1,00
Abstand Wirkung vom Rand	x	[m]	1,00
E-Modul Ausbau	Ea	[MN/m <sup>2</sup> ]	15.000

### Ausbauwiderstand

Spritzbeton	$p_s$	[kN/m <sup>2</sup> ]	937,50
Anker	$p_a$	[kN/m <sup>2</sup> ]	123,35
Gesamt	$p_A$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.060,85

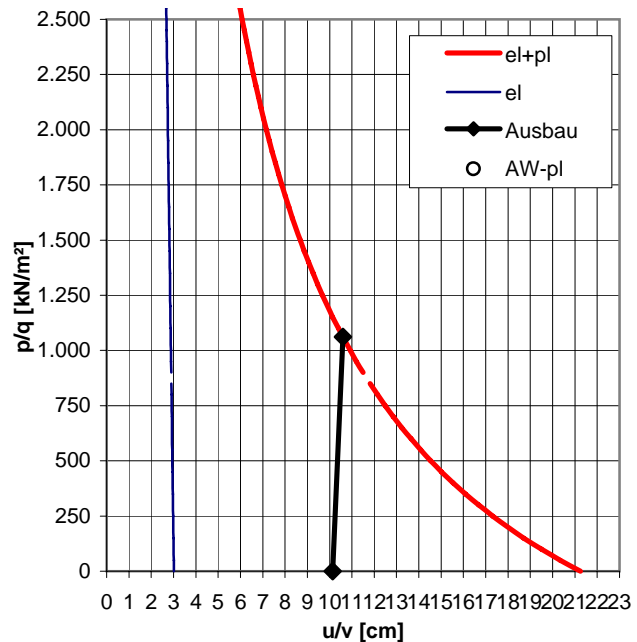
### Verformungen des Hohlraumrandes

volle Wirksamkeit Ausbauwiderstand	v	[cm]	10,59
ohne Ausbauwiderstand	$u_o$	[cm]	21,25

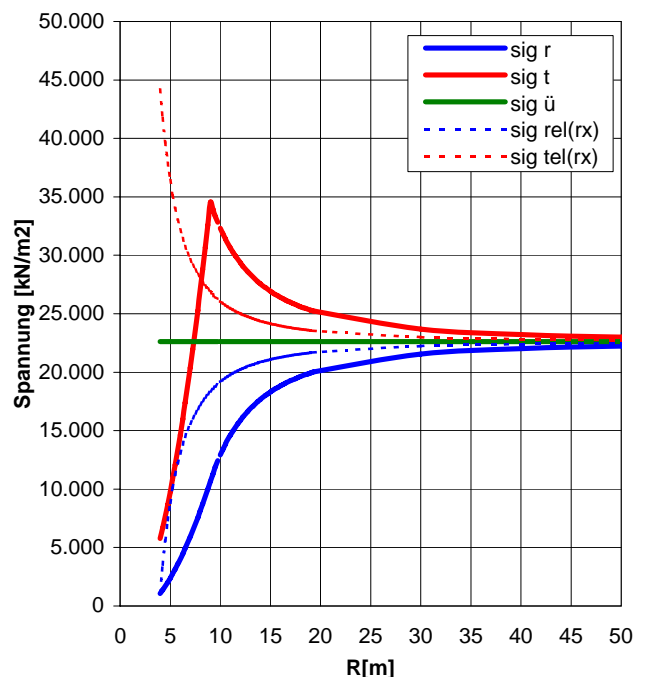
### Beanspruchung des Gebirges

plast. Radius	$r_p$	[m]	9,00
Ausbauwiderst. bei Beginn pl. Materialverhalten	$Aw_{pl}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.660,48
Beanspruchung	Gebirge in Hohlraumnähe generell überlastet		

### Kennlinien



### Spannungsverteilung



**TUNNELBAUTECHNISCHER RAHMENPLAN**

**Siehe Plan D0642 19702 00**

**PROGRAMMA QUADRO PER LA REALIZZAZIONE DELLE  
OPERE IN SOTTERRANEO**