

Bauüberwachung am Inntaltunnel

Von o. Univ.-Professor Dipl.-Ing. Dr. mont. Wulf Schubert und Ing. Günter Huber

Aus verschiedenen Gründen entschloß sich der Bauherr, beim Inntaltunnel eine starke Vertretung des Bauherren auf der Baustelle einzurichten. Während sich die Rolle der Bauüberwachung bei den meisten Ingenieurbauten auf die Kontrolle der plangemäßen Herstellung des Bauwerkes, der Qualitätssicherung und Überwachung der Sicherheit beschränkt, ist deren Aufgabengebiet im Tiefbau und dabei speziell im Tunnelbau doch wesentlich weiter gesteckt.

Eine Charakteristik des Gebirgstunnelbaues besteht in der Prognoseunsicherheit des Gebirgsverhaltens. Die Qualität des hier verwendeten Hauptbaustoffes Fels schwankt innerhalb eines Bauwerkes meist in sehr großen Breiten. Diese Schwankungen können in der Regel nicht, oder zumindest nicht wirtschaftlich – wie sonst bei Ingenieurbauten üblich – durch einen entsprechenden Sicherheitsfaktor in der Dimensionierung von vornherein abgedeckt werden.

Die bei uns übliche Abwicklungspraxis sieht in der Planungsphase eine Vordimensionierung von Stützmitteln für das nach der Prognose erwartete Spektrum an Gebirgsverhalten vor. Während der Bauausführung muß das jeweilige anstehende Gebirge vor Ort in seiner Qualität beurteilt und nach seinem voraussichtlichen Verhalten klassifiziert werden. Darauf baut unter anderem die Bestimmung der möglichen Abschlaglänge und die Festlegung der Quantität und Qualität der einzubauenden Stützmittel sowie des erforderlichen Übermaßes für die erwarteten Verformungen auf. Alle diese Entscheidungen und Festlegungen haben einvernehmlich zu erfolgen.

Die Übernahme des Baugrundrisikos und die laufend notwendigen, für das Gelingen sowie den wirtschaftlichen Erfolg maßgeblichen Entscheidungen erfordern eine kompetente und ausreichend besetzte Vertretung des Bauherren vor Ort. Erfordert schon der für diese Entscheidungen unerläßliche Informationsstand eine häufige Anwesenheit des Aufsichtspersonals vor Ort, so zwingen die vielen nach Einbau praktisch nicht mehr prüfbaaren Bauteile – beispielhaft erwähnt seien hier nur vermörtelte Anker, Vorpfändelemente, Felsoberfläche nach Aufbringen von Spritzbeton, Baustahlgitter – zu einer durchlaufenden Anwesenheit, um die entsprechenden Freigaben ohne Zeitverzug zu ermöglichen.

Das Bauüberwachungsmodell am Inntaltunnel

Die Hochleistungsstrecken-AG als Bauherr des Inntaltunnels hat sich aufgrund ihrer Firmenstruktur (Erhaltung eines niedrigen eigenen Personalstandes) entschlossen, die Überwachung der gegenständlichen Bauarbeiten – mit Ausnahme der Projektleitung – entsprechenden Ingenieur-

büros mit einschlägigem Fachwissen sowie der notwendigen Erfahrung zu übergeben. Im Zuge der Vorbereitungsarbeiten für die Abwicklung des Bauvorhabens Inntaltunnel wurde vom Bauherrn unter gründlicher Bedachtnahme der spezifischen Eigenheiten eines untertägigen Bauvorhabens eine entsprechende und wohlgedachte Projektorganisation samt den dazugehörigen Leistungsbildern erarbeitet.

Die Leistungen für die Örtliche Bauaufsicht (ÖBA) am Inntaltunnel wurden von der HL-AG nach einer Präqualifikation, bei welcher in erster Linie die einschlägige Tunnelbau erfahrung des gesamten angebotenen Teams bewertet wurde, an die Ingenieurgesellschaft GEOCONSULT vergeben.

Aufgaben und Organisation der Örtlichen Bauaufsicht

Die Örtliche Bauaufsicht ist die unmittelbare Vertretung des Bauherren auf der Baustelle und damit der direkte Ansprechpartner der Unternehmung. Sie berichtet der Oberbauleitung laufend über das aktuelle Baugeschehen.

Wie aus dem nachstehend aufgeführten Leistungsbild hervorgeht, hat auch hier der Bauherr auf die Besonderheiten und spezifischen Belange des Bauvorhabens Bedacht genommen, und so eine größtmögliche Vorsorge für einen weitgehend reibungslosen Bauablauf getroffen. Das Leistungsbild läßt bei näherer Betrachtung weiters erkennen, daß der Bauherr die für eine Abwicklung eines derartigen Bauvorhabens notwendige weitgehende Entscheidungsvollmacht in allen technischen Belangen an die Örtliche Bauüberwachung übergeben hat.

Leistungsbild der Örtlichen Bauaufsicht

- ▷ Überwachung auf vertragsgemäße Herstellung des Werkes in bezug auf die Übereinstimmung mit den Ausführungsunterlagen und den sonstigen Festlegungen der Planung, Einhaltung der allgemeinen gesetzlichen und besonderen behördlichen Vorschriften und den technischen Regeln.
- ▷ Laufende Beobachtung und Beurteilung des Gebirgsverhaltens als Grundlage für die Ausbruchsklassifizierung.
- ▷ Ausbruchsklassifizierung und Festlegung der Ausbaumaßnahmen unter Berücksichtigung der geotechnischen Messungen und der geologischen Aufnahmen.
- ▷ Überwachung des richtigen Versetzens der Anker und stichprobenweise Kontrolle deren Tragfähigkeit.
- ▷ Überwachen des einwandfreien Verlegens des Baustahlgitters mit entsprechendem Übergriff.
- ▷ Überwachen des einwandfreien Einbaues des Spritzbetons mit stichprobenartiger Kontrolle der Dicke.
- ▷ Abnahme aller Bauteile, die später nicht mehr sichtbar sind, wie Felssohle vor der Einbringung des Sohlbetons,

Der erstgenannte Verfasser war von 1989 bis 1992 Leiter der Bauaufsicht am Inntaltunnel (Geoconsult), der zweite sein Stellvertreter (IGT).

Tunnelwandungen vor Aufbringung des Spritzbetons und der Isolierung. Freigabe von Blöcken für die Betonierung.

▷ Kontrolle der Dicke des Ringbetons durch Abnahme der Stichmaße von der bereits aufgestellten und eingerichteten Tunnelschalung.

▷ Kontrolle und Bestätigung aller Aufmaße, die für die laufende Abrechnung und für die Endabrechnung notwendig sind.

▷ Führung des Baubuches.

▷ Abfassen von Bauberichten und der täglichen Vortriebsdiagramme.

▷ Festhalten besonderer Vorkommnisse, Anordnungen und sonstiger Ereignisse.

▷ Verständigen der Oberbauleitung bei unvorhergesehenen Ereignissen.

▷ Kontrolle und Überwachung der ordnungsgemäßen Wasserhaltung und Ableitung sowohl im unmittelbaren Vortriebsbereich als auch im dahinterliegenden Tunnelbereich (Zwischendeponie etc.).

▷ Informationspflicht an die Oberbauleitung hinsichtlich aller vertragsrelevanten Vorgänge.

▷ Kontrolle der durchgeführten Aufmaße im Hinblick auf die verwendeten Positionen des Leistungsverzeichnisses.

▷ Sachliche Vorprüfung von Nachtragsangeboten und Verfassung einer schriftlichen Stellungnahme zur Weiterleitung an die Oberbauleitung. Sachliche und rechnerische Prüfung der Aufmaßblätter und Weiterleitung an die Oberbauleitung.

▷ Überwachung der Einhaltung von Bauzeitplänen.

▷ Durchführung der Vor- und Schlußabnahme des Werkes unmittelbar nach dessen Fertigstellung inklusive aller diesbezüglich notwendigen Vorarbeiten.

▷ Sammeln von Unterlagen als Grundlagen für die Fort-

schreibung der Bauablaufpläne und die Zusammenstellung des Mittelabflusses.
▷ Teilnahme bzw. Wahrnehmen der erforderlichen Kontakte mit Behörden und Dritter.

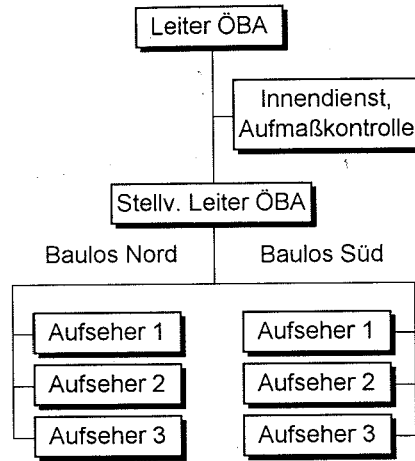
Personalstruktur der Örtlichen Bauaufsicht

Wegen des im Tunnelbau üblichen Durchlaufbetriebes wurden vom Bauherrn ein Leiter sowie ein Stellvertreter gefordert, damit jeweils ein qualifizierter Entscheidungsbefugter anwesend ist. Zur Bearbeitung der Abrechnung wurde ein zusätzlicher Mitarbeiter für den Innendienst vorgesehen. Die notwendige kontinuierliche Überwachung der Arbeiten vor Ort sowie die wichtige

laufende Beobachtung des Gebirgsverhaltens und dessen unmittelbare Einschätzung wurde durch insgesamt sechs erfahrene Tunnelbaupolier (drei je Baulos) im Durchlaufbetrieb wahrgenommen. Ein weiterer Aufseher war praktisch über die gesamte Vortriebszeit zur Urlaubsvertretung und Vertretung bei Krankenständen eingesetzt (Bild 1).

Dokumentation und Abnahmen

Die lückenlose Besetzung der beiden Vortriebe erlaubte die Führung einer kompletten Dokumentation des Baugeschehens. Neben den vertragsrelevanten Dokumenten (zum Beispiel Freigabe und Abnahmeprotokolle) und den für den Bauakt geforderten Dokumenten, konnte so auch eine umfangreiche Datensammlung für die interne Information, aber auch zur Überprüfung von Leistungsansätzen angelegt werden. Die während der Bauausführung ständig geführten Dokumente (ohne Außenanlagen und Schächte) sind im folgenden in tabellarischer Form aufgeführt:



Organigramm der Örtlichen Bauaufsicht.

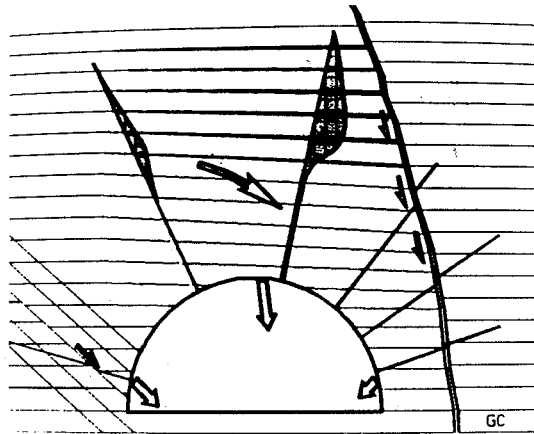
Bezeichnung des Dokuments	Kurzbeschreibung
Ausbaufestlegung	Festlegung der Gebirgsgüteklasse, Abschlagslänge und Stützmaßnahmen im jeweiligen Querschnittsteil (einvernehmlich mit dem Ausführenden – „Abrechnungsdokument“).
Ausbruch-Tagesdiagramm	Zeitlicher Ablauf aller Arbeitsabläufe für Ausbruch und Stützung in der Kalotte bzw. in der Strosse über einen Zeitraum von 24 Stunden sowie Aufzeichnungen über die wichtigsten Verbrauchsstoffe (zur internen Information).
Schichtbericht	Eintragung der Stationen aller in Bau befindlichen Phasen zum jeweiligen Schichtwechsel inklusive graphischer Darstellung der Ortsbrust je Abschlag (zur internen Information und Ergänzung zur geologischen Dokumentation).
Anker- und Bogensituierung	Graphische Darstellung der eingebauten Bögen und Anker auf einer Länge von jeweils 10 m.
Geologisch bedingtes Überprofil	Feld-Aufnahmeblatt zur Ermittlung der geologisch bedingten Ausbrüche, die über das einzurechnende Überprofil hinausgehen.
Kontrolle Spritzbetonstärke	Dokument mit Regelquerschnitt zur Eintragung der vor Ort gemessenen Spritzbetondicke (Vergleich zwischen theoretischer und tatsächlicher eingebauter Dicke). Prüfintervall: Kalotte: alle 20 bis 30 m Strosse: ca. 50 m
Kontrolle der Ankertragkraft	Die Ergebnisse der Ankerkraftprüfungen werden hier dokumentiert bzw. abrechnungstechnisch aufbereitet.
Betonier-Freigabebeschein Sohle	Abnahmeprotokoll für die Sohle vor dem Betonieren.
Abstichmasse Sohle	Tabelle zur Eintragung bzw. Kontrolle der Sohlabstichmaße im Abstand von 3 m zur Gewährleistung der vorgeschriebenen Sohlbetondicke.
Profilkontrolle, Isolierträger	Profilkontrolle mittels Profilwagen, Kontrolle des Isolierträgers mit Freigabe zum Isolieren.
Isolierung	Druckprüfung der Nähte, visuelle Kontrolle der Bahnen und Abnahme.
Ringbeton	Abstichmaße an Stirnschalung und Betonierfenstern, Bewehrungsabnahme, Frischbetonprüfung, Freigabe zur Betonierung, Überprüfung der Ausschalfestigkeit.
Endabnahmeprotokoll	Zur Eintragung von eventuellen Mängeln für die verschiedenen Bauteile oder für die Lage von Einbauten und deren Vollständigkeit wie Gewölbebeton: Betonoberfläche, Fugenausbildung, Ankerschienen Sohle: Höhenkontrolle, Ebenheit, Betondeckung Drainagen: Videobefahrung

Erfahrungen bei der Bauabwicklung

Neben der Abwicklung der routinemäßigen Aufgaben wurde von der ÖBA-Bauleitung besonderer Wert auf eine gute Kommunikation zwischen allen Ebenen gelegt. Dazu gehörten routinemäßige Baustellenbegehungen (mindestens zweimal täglich je Vortrieb), der Informationsaustausch mit dem Personal vor Ort, dem Geologen, der Bauleitung der Unternehmung und der Oberbauleitung. Relativ großen Zeitaufwand erforderte die Interpretation der geotechnischen Messungen in dem teilweise sehr schwierigen Gebirge. Die gewonnenen Erkenntnisse über gebirgsmechanische Vorgänge wurden häufig in vereinfachter Form in Skizzen dargestellt, was wesentlich zur Motivation der Ausführenden und zur Vertrauensbildung sowie zur Schulung beitrug (Bild 2).

Neben den umfangreichen Überwachungs- und Prüftätigkeiten bei sämtlichen Arbeitsstellen zählten zu den laufenden, von den Aufsehern zu treffenden Entscheidungen vor Ort, zum Beispiel die Festlegung der Vorpfändung (Art und Anzahl der Spieße, Dielen), die Brustsicherung, die Art und Weise des Öffnens, Art und Umfang von Sofortsicherungsmaßnahmen.

Speziell bei den laufenden Entscheidungen vor Ort ist der Einsatz von „altgedienten“ qualifizierten Tunnelpolierern auf seiten der Bauüberwachung wegen der erforderlichen Erfahrung und nicht zuletzt wegen der Akzeptanz bei den ausführenden Polierern und deren Mannschaften von großer Bedeutung. Überdies ist der ständige, rege Gedan-



Geotechnisches Modell zur Optimierung der Stützmaßnahmen.

ken austausch zwischen Polier, Mannschaft und dem Aufseher eine wichtige Grundlage für die Beurteilung und Einschätzung der jeweiligen Situation und der zu ergreifenden Maßnahmen und erhöht die Entscheidungssicherheit. Durch das laufend hergestellte Einvernehmen werden spätere Dispute praktisch ausgeschaltet sowie die Entscheidungen der Bauleitung erleichtert und beschleunigt.

Die ständige und lückenlose Information der ÖBA-Bauleitung durch die unmittelbar vor Ort Beteiligten, die sehr guten geologischen Aufnahmen, die eigenen Beobachtungen und ein Höchstmaß an interdisziplinärer Kommunikation in Verbindung mit der dreidimensionalen Verformungsmessung erlaubte eine Optimierung der Stützmittel in Homogenbereichen. Überdies ermöglichte der schnelle und umfassende Informationsfluß ein rasches Erkennen von Störungen, Schwächezonen und Gefügeeinflüssen, womit eine „maßgeschneiderte“ Stützmittelwahl möglich war (Bild 3).

Besonderheiten dieses Projektes erforderten über das übliche Maß hinausgehende Überlegungen in gebirgsmechanischer und baubetrieblicher Hinsicht. So bereitete zum Beispiel das Auffahren der mit rd. 120 m² praktisch ebenen Firstfläche auszuführenden Radabspannsichen im stark druckhaften Gebirge des Nordvortriebes anfangs erhebliches Kopfzerbrechen (Bild 4).

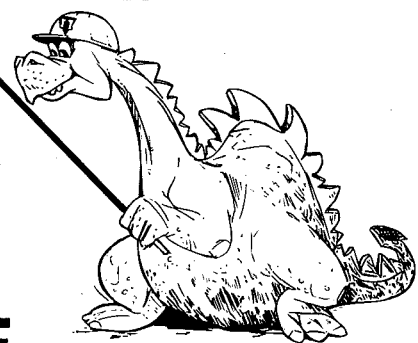
Die Erfahrungen aus der Auffahrung der ersten derartigen Nische im druckhaften Gebirge, welche unmittelbar im Zuge des Kalottenvortriebes ausgebrochen wurde, führten

SONDERPRODUKTE FÜR NEUBAU UND INSTANDSETZUNG • MINERALISCH GEBUNDENE BAUSTOFFE

NOVITECH

Spezialbaustoffe vom Baustoffspezialisten

- z.B.: ● Lieferung von NOVIMONTAN Ankermörtel und NOVIMONTAN Trockenspritzbeton für den Inntaltunnel
- Lieferung von NOVIMONTAN Trockenspritzbeton für den Brettfalltunnel



SCHRETTER & CIE

Portlandzement- und Kalkwerk

A-6682 Vils - Tirol • Telefon: 0 56 77 - 84 01 Serie • Telefax: 0 56 77 - 84 01 - 22 • Telex: 055559

zu einer gemeinsam erarbeiteten Änderung des Ausbruchs- und Stützmittelkonzeptes. Der Nischenbereich wurde mit der Kalotte überfahren und die Ankerung bereits in dieser Phase weitgehend eingebracht. Der Ausbruch der Nische erfolgte erst rd. 20 m hinter der Ortsbrust nach Abklingen der heftigsten Deformationen ohne wesentliche Probleme mit nur geringen zusätzlichen Verformungen.

Besonders intensive Zusammenarbeit erforderte das Auffahrkonzept für das Aufweitungsbauprodukt mit Ausbruchsquerschnitten bis zu 316 m², inklusive des Bereiches der Englage der beiden Tunnelröhren. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus den bisher aufgefahrenen Strecken konnte eine sowohl in geotechnischer wie in baubetrieblicher Hinsicht optimale Lösung mit entsprechender Flexibilität hinsichtlich unvorhersehbar wechselnder Gebirgsverhältnisse erzielt werden.

Obwohl die von den Aufsehern geführten Aufzeichnungen umfangreich erscheinen mögen, bildete die praktisch lückenlose Dokumentation aller Bauvorgänge und besonderer Ereignisse sowie eine vereinfachte Darstellung der geologischen Verhältnisse jeden Abschlags eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Bauleitung der ÖBA. Außerdem stellen sie für künftige Bauvorhaben eine wichtige Basis und auch für die Prüfung von Nachtragsforderungen eine unersetzbare Grundlage dar. Erwähnenswert im Hinblick auf die Abrechnung ist die lückenlose Erfassung sämtlicher Leistungen infolge der 24-Stunden-Besetzung jedes Vortriebes durch die ÖBA. Sämtliche verrechenbare Leistungen einer Schicht wurden vom bauausführenden Polier in ein sogenanntes Schichtsummenblatt eingetragen und vom schichthabenden Aufseher kontrolliert und gegengezeichnet. Das Original blieb im Besitz der ÖBA und diente als Grundlage zur Rechnungsprüfung. Zur unabhängigen Kontrolle der monatlichen „spitzen“ Erfassung der Massen wurde von der ÖBA ein „Aufmaßgenerator“ entwickelt und erfolgreich eingesetzt.

Mögliche Verbesserungen

Hier soll noch kurz versucht werden, einige Vorstellungen zur Optimierung der Struktur und Effizienz der Bauüberwachung anzuführen.

▷ Struktur der Projektorganisation: Logischerweise sollte die ÖBA direkten Zugriff auf diejenigen Gruppen haben, welche an der Grundlagenbeschaffung für die Entschei-

dungen der ÖBA arbeiten (Geotechnische Messungen, Geologische Dokumentation). Die beim Inntaltunnel gewählte Auftragsstruktur hat sich jedoch dank des einzigartigen Teamgeistes, der Definition klarer Schnittstellen und der

ausgezeichneten persönlichen Verträglichkeit der Einzelpersonen nicht als Nachteil herausgestellt.

▷ Datensammlung: Wie bereits erwähnt, wurde eine umfangreiche Datensammlung angelegt, diese jedoch in Ermangelung von Zeit hauptsächlich für die spezifischen Bedürfnisse des gegenständlichen Bauvorhabens ausgelegt. Zu einer effizienteren Handhabung sowie leichteren Weiterverarbeitung und Gewinnung von neuen Erkenntnissen sollten diese in Zukunft zweckmäßigerweise bereits auf der Baustelle bzw. unmittelbar nach ihrer Erhebung konsequent EDV-mäßig zum Beispiel über eine relationale Datenbank verarbeitet werden.

Zusammenfassung

Beim Inntaltunnel hat sich der Bauherr entschlossen, eine ausreichend besetzte und qualifizierte Bauüberwachung zur Wahrnehmung seiner Verpflichtungen und Interessen einzusetzen. Dankeswerterweise brachte er seiner Vertretung auf der Baustelle volles Vertrauen

entgegen und versuchte während des gesamten Bauablaufes nie, in technische Entscheidungen einzugreifen. Dadurch war ein ungestörtes und weitgehend erfolgreiches Wirken bei diesem geotechnisch sehr schwierigen Großprojekt möglich.

Das Team der Bauüberwachung war angetreten, das Projekt aktiv mitzugestalten und sich nicht „nur auf die Beobachtung der Arbeitsvorgänge zu beschränken“ (DS 809 der DB).

Die gesamte Projektstruktur hat sich aus der Sicht der Bauüberwachung bestens bewährt, wenn auch sicherlich noch einige Optimierungen vorgenommen werden können. Das Vier-Augen-Prinzip hat einer Betriebsblindheit weitgehend vorgebeugt und trug auch dazu bei, daß „das geduldige Konto der höheren Gewalt“, wie es Rabcewicz ausdrückte, nur wenig in Anspruch genommen werden mußte.

Quellennachweis

1. Rybicki, R.: *Bauausführung und Überwachung*. Werner Verlag, 1992.
2. Müller, L.: *Der Felsbau*, Band III. Enke Verlag, 1978.
3. Rabcewicz, L. v.: *Gebirgsdruck und Tunnelbau*. Springer Verlag, 1944.
4. Bauvertrag Inntaltunnel, 1989.
5. DS 809 der Deutschen Bundesbahnen.
6. Schubert, W.: Erfahrungen bei der Durchörterung einer Großstörung im Inntaltunnel. In: *Felsbau* 11 (1993), Nr. 6.

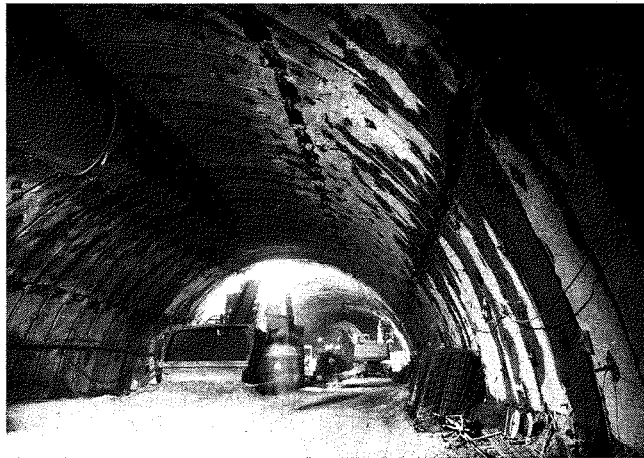


Bild 2 Kalotte in der Störungszone des Nordvortriebes.



Bild 3 Aufgelöste Spritzbetonsicherung im Bereich der Radabspannsiche.