

Rationelle Verfahren zum Gleislängsverbau

Autor: Dipl.-Ing. Steffen Müller

GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, August-Bebel-Straße 31, 01219 Dresden, Telefon: 0351 / 87775-0

Zusammenfassung

Wenn bei Baumaßnahmen das Gelände dicht neben einem Gleis abgetragen wird und dadurch ein Geländesprung entsteht, kann dieser Geländesprung einerseits zur Beeinträchtigung der Verwerfungssicherheit des Gleises und andererseits zur Beeinträchtigung der allgemeinen Standsicherheit führen.

Wird lediglich die Verwerfungssicherheit des Gleises beeinträchtigt, reicht eine Schotterhalterung zur Fixierung des die Gleislage gewährleistenden Vor-Kopf-Schotters aus. Wenn hingegen die Standsicherheit unzulässig stark vermindert wird, muss der Geländesprung mit einem sogenannten Gleislängsverbau stabilisiert werden.

Der Beitrag grenzt Schotterhalterungen und Gleislängsverbaue voneinander ab und benennt rationelle Ausführungsvarianten für Gleislängsverbaue.

1 Einführung

Bei der Instandhaltung bestehender Eisenbahnstrecken werden zur Ertüchtigung des Eisenbahnunterbaus üblicherweise Planumsschutzschichten eingebaut, mit denen die Tragfähigkeit erhöht sowie das Eindringen von Frost und Wasser in den Untergrund verhindert werden.

Wenn bei mehrgleisigen Strecken der Baugrund unter einem der Gleise ausgehoben wird, um Platz für die Planumsschutzschicht zu schaffen, entsteht zum benachbarten Betriebsgleis ein zeitlich befristeter Geländesprung. Dieser Geländesprung kann ein Sicherheitsrisiko für das Betriebsgleis darstellen.

Weil in Deutschland bislang noch keine Regelungen für die Sicherung eines solchen Geländesprunges bestehen, ist die Vorgehensweise der Deutschen Bahn AG, ihrer Auftragnehmer und der Bauaufsichtsbehörde Eisenbahn-Bundesamt gegenwärtig regional auffällig unterschiedlich. So hat der Autor bei gleichartigen Verhältnissen

- einerseits massive Trägerbohlwände und
- andererseits ungesicherte freie Böschungen

beobachtet.

Außerdem bestehen gegenwärtig erhebliche Unsicherheiten in der Wahl der Lastannahmen, ihrer Größe, des Ortes ihres Wirkens und ihrer Ausbreitung im Baugrund.

Da kann es kaum verwundern, dass den Ingenieuren selbst die Abgrenzung der Begriffe „Schotterhalterung“ und „Gleislängsverbau“ schwer fällt.

Dieser Beitrag verfolgt deshalb die Ziele,

- Schotterhalterungen und Gleislängsverbaue nachvollziehbar voneinander abzugrenzen und
- rationelle Varianten für Gleislängsverbaue aufzuzeigen und auf diese Weise Denkansätze für objektgerechte und wirtschaftliche Lösungen anzuregen.

2 Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen bei Geländesprüngen nahe Gleisen

Grundsätzlich ist während Bauarbeiten an Eisenbahnstrecken

- im Baugleis die Arbeitssicherheit der Bauarbeiter und
- im Betriebsgleis die Betriebssicherheit der Eisenbahn

zu gewährleisten.

Die Arbeitssicherheit der Bauarbeiter ist in DS 312 geregelt. Hierzu werden Feste Absperrungen und Rottenswarnanlagen installiert und werden Sicherungsposten eingesetzt.

Zur Gewährleistung der Betriebssicherheit der Eisenbahn wird neben dem nötigen Lichtraum, der Sicherungstechnik usw. ein Gleis benötigt,

- das in seiner horizontalen Lage stabil, d. h. verwerfungssicher ist und
- das in seiner vertikalen Lage stabil, d. h. standsicher ist.

3 Abgrenzung von Schotterhalterungen und Gleislängsverbauen

Wenn der Boden nur maximal so weit abgetragen wird,

- dass die Vorgaben des Moduls 800.0130 für den notwendigen Vor-Kopf-Schotter und die Neigung der Schotterflanke eingehalten werden,
- dass die Vorgaben der DS 836 für die Neigung der Untergrundböschung eingehalten werden und
- dass die Abtragshöhe ein erträgliches Maß nicht überschreitet,

ist das Gleis bei Herstellung einer freien Böschung verwerfungssicher und standsicher.

Deshalb kann in dieser, im Bild 1 als Bereich 1 ausgewiesenen Zone auf jegliche Schotterhalterung bzw. jeglichen Gleislängsverbau verzichtet werden.

Wenn Boden bzw. Schotter auch innerhalb des Bereiches 2 abgetragen wird, bleibt das Gleis zwar standsicher, aber durch Verkehrserschütterungen ist zu befürchten, dass der Vor-Kopf-Schotter nach und nach abrutscht und infolgedessen das Gleis seitlich nicht mehr ausreichend in der Schotterbettung eingespannt wird. Innerhalb des Bereiches 2 kommt es darauf an, den Boden bzw. Schotter derart zu halten, dass der Vor-Kopf-Schotter ausreichend in seiner Lage fixiert bleibt, damit dieser wiederum die Schwellen an einem seitlichen Ausweichen hindert. Somit ist hier eine Schotterhalterung notwendig.

Wenn Boden bzw. Schotter auch innerhalb des Bereiches 3 abgetragen wird, besteht für das Gleis ein Standsicherheitsproblem. Demzufolge ist hier ein statisch bemessener Gleislängsverbau notwendig.

Bitte verstehen Sie die Bereichsabgrenzungen in Bild 1 als einen Arbeitsstand. Die DB AG und unser Ingenieurbüro sind gegenwärtig dabei, sich hierzu eine Meinung zu bilden. Letztendlich soll eine derartige Abgrenzung jedoch in die Anfang 1999 erscheinende Neufassung der DS 836 „Vorschrift für Erdbauwerke“ aufgenommen werden und in dessen Folge allgemein verfügbar und Stand der Technik werden.

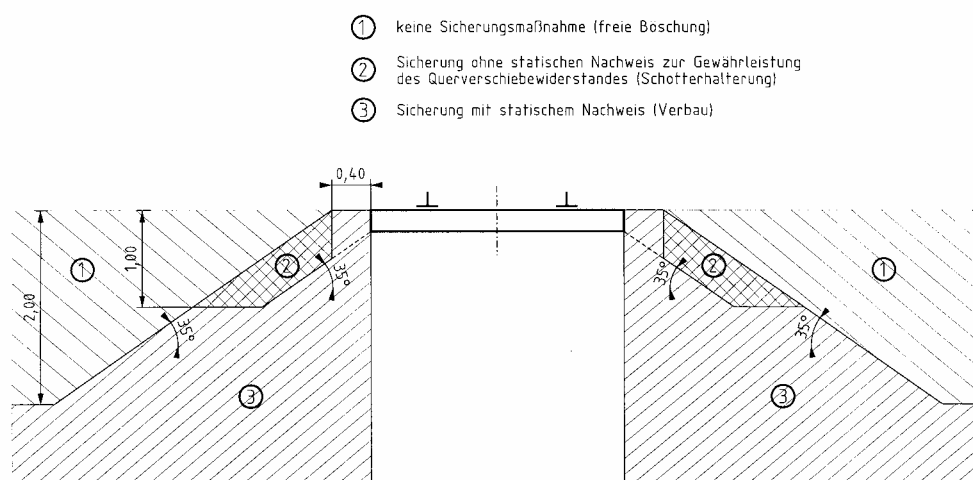
Zu bedenken ist bei den Bereichsabgrenzungen in Bild 1, dass diese für bestimmte Randbedingungen erarbeitet worden sind. Wenn z. B.

- die Betriebsgeschwindigkeit > 90 km/h ist,
- der Kurvenradius < 300 m ist oder
- die geologischen und hydrologischen Verhältnissen ungünstig sind,

müssen die ausgewiesenen Bereichsabgrenzungen modifiziert werden.

Andererseits können bei sehr guten Baugrundverhältnissen ggf. günstigere Bereichsabgrenzungen gewählt werden.

Bild 1 Geometrische Abgrenzung der Sicherungsmaßnahmen bei temporären Geländesprüngen in Näherung zu Gleisen



4 Rationelle Arten von Gleislängsverbauen

Als Gleislängsverbau werden bislang hauptsächlich

- Trägerbohlwände und
- Spundwände bzw. Kanaldielwände

eingesetzt.

Diese Wände weisen jedoch eine Reihe einschränkender Nachteile auf:

- Der Baugrund muß rammbaar sein, so dass z. B. der Einsatz auf Fels, auf Brücken und in Tunnels nicht möglich ist.
- Die Baugeräte benötigen eine lichte Höhe, so dass Oberleitungen verschwenkt werden müssen und der Einsatz z. B. unter Brücken nur eingeschränkt möglich ist.
- Während des Einbaues und des Rückbaues muss das Betriebsgleis meist gesperrt werden.
- Beim Rückbau von Trägern und Bohlen bzw. von Profilen verbleiben im Untergrund Auflockerungen.
- Die Planumsschutzschicht wird beim Rückbau in Nähe des Verbaues beschädigt.
- Nach Fertigstellung beider Gleise können die Träger bzw. die Profile nur mit einem gleisgebundenen, relativ zugschwachen Gerät gezogen werden. Oft müssen Träger bzw. Bohlen deshalb wegen zu großer Ausziehkräfte im Boden verbleiben.

- Durch Einbau und Rückbau des Verbaues können Sperrzeiten oft nur eingeschränkt genutzt werden, weil z. B. die Verbaugeräte die meist als Baustraße genutzte Trasse des Baugleises blockieren.
- Die Baukosten sind hoch.

Deshalb werden nachfolgend andere Gleislängsverbaue vorgestellt, die bei der DB AG bereits eingesetzt worden sind.

Folgende Verbauarten werden erläutert:

- 4.1 Gleislängsverbau „München“ (sogenannter Münchner Verbau),
- 4.2 Gleislängsverbau „Frankfurt“ (sogenannter Frankfurter Verbau),
- 4.3 Gleislängsverbau „Plauen/Vogtland“ (sogenannter Plauener Verbau),
- 4.4 Gleislängsverbau „Fa. Eichholz“,
- 4.5 Gleislängsverbau mit Krings-Grabenverbauelementen,
- 4.6 Gleislängsverbau aus geokunststoffbewehrter Erde,
- 4.7 Mobiler Gleislängsverbau mit dem Seitenschild-Gerät,
- 4.8 Mobiler Gleislängsverbau mit einem Vorschubkasten,
- 4.9 Mobiler Gleislängsverbau mit dem Kasten-Bodenaustausch-Verfahren,
- 4.10 Freie Böschung mit einem technologischen Regime, bei dem zeitbegrenzt, abschnittsweise und/oder in Zug- bzw. Sperrpausen gebaut wird.

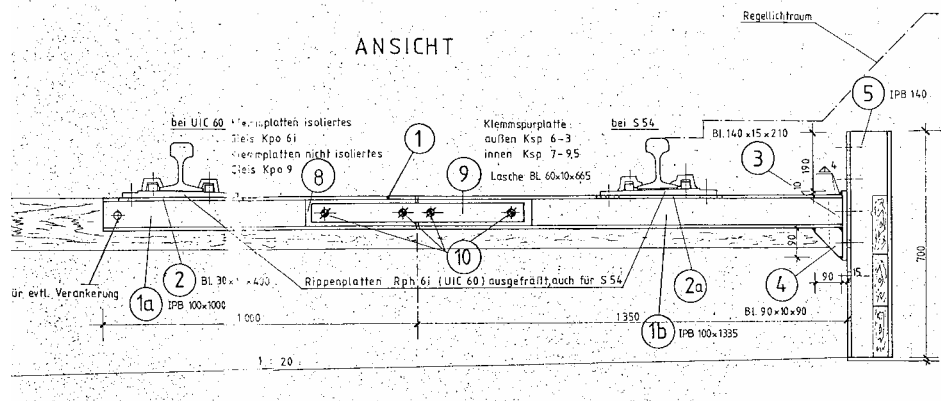
4.1 Gleislängsverbau „München“ (sogenannter Münchner Verbau)

Mit Schreiben vom 03.01.1983 der Bundesbahndirektion München liegt für diesen Verbau eine verbindliche Konstruktions- und Einsatzanweisung vor.

Systembeschreibung

Der Münchner Verbau ist eine ausschließlich am Betriebsgleis rückverhängte Trägerbohlwand. Die lediglich 70 cm langen Bohlträger werden dabei an waagrecht in die Schwellenfächer gelegte IPB 100-Träger geschraubt, die wiederum mittels Rippenplatten und Kleineisen an den beiden Schienen des Betriebsgleises befestigt sind.

Systemdarstellung des Münchner Verbaus (Bild 2)



Zusammenfassende Wertung

Der Münchner Verbau ist unabhängig von der Rammpbarkeit des Untergrundes und kann ohne Verschwenkung der Oberleitung hergestellt werden. Er ist jedoch arbeitsintensiv und nur für eine Verbauhöhe bis 70 cm sowie für eine Betriebsgeschwindigkeit bis 50 km/h zugelassen.

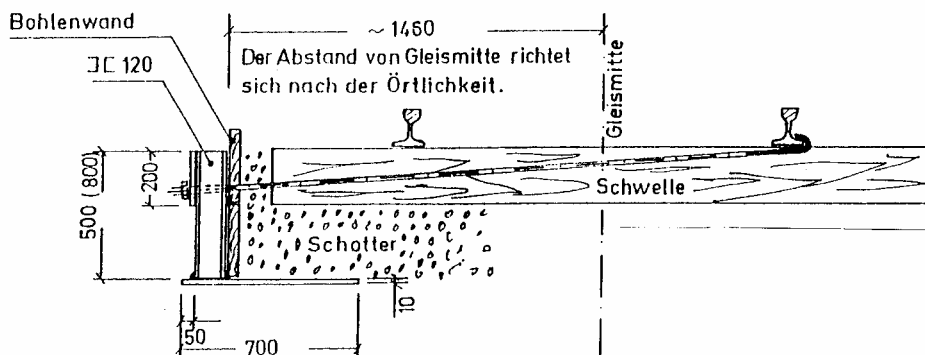
Bei Umbau beider Gleise müssen meist 2 Verbaue hergestellt werden.

4.2 Gleislängsverbau „Frankfurt“ (sogenannter Frankfurter Verbau)

Systembeschreibung

Der Frankfurter Verbau ist eine Trägerbohlwand aus speziellen, mit Fußplatten versehenen Bohlträgern. Die lediglich 80 cm langen Bohlträger werden einerseits mit Ankerstangen am Betriebsgleis rückverankert und zudem noch durch die 30 cm x 70 cm große Fußplatte vertikal gestützt und im Boden eingespannt.

Systemdarstellung des Frankfurter Verbaus (Bild 3)



Zusammenfassende Wertung

Der Frankfurter Verbau ist unabhängig von der Rammbarkeit des Untergrundes und kann ohne Verschwenkung der Oberleitung hergestellt werden. Bedingt durch die Fußplatte ist der Ein- und Rückbau außerordentlich arbeitsintensiv. Die neuen Tragschichten und der Oberbau werden beim Rückbau sehr stark beeinträchtigt. Bei Umbau beider Gleise müssen meist 2 Verbaue hergestellt werden.

4.3 Gleislängsverbau „Plauen/Vogtland“ (sogenannter Plauener Verbau)

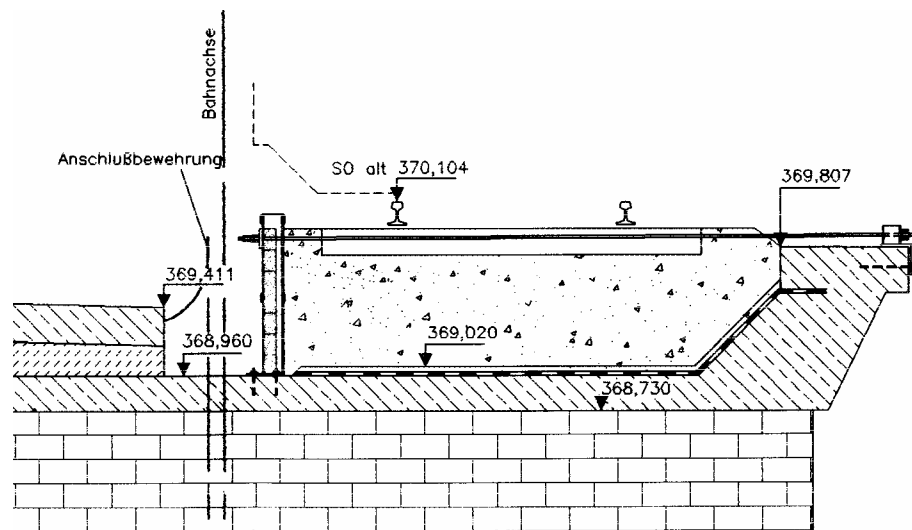
Den Plauener Verbau hat sich die Fa. Otto Frenzel GmbH als Gebrauchsmuster schützen lassen.

Systembeschreibung

Der Plauener Verbau wird ausschließlich auf Brücken eingesetzt.

Er ist eine Trägerbohlwand aus speziellen, mit Fußplatten versehenen Bohlträgern. Die Bohlträger werden einerseits an der Randkappe der Brücke rückverankert und zudem noch durch eine Fußplatte vertikal gestützt und mit dem Untergrund verspannt. Die Fußplatte wird mit Klebeverbundankern auf der Fahrbahnwanne befestigt.

Systemdarstellung des Plauener Verbaus (Bild 4)



Zusammenfassende Wertung

Der Plauener Verbau ist unabhängig von der Rammbarkeit des Untergrundes und kann ohne Verschwenkung der Oberleitung hergestellt werden. Wegen der Befestigung der Fußplatte ist der Ein- und Rückbau arbeitsintensiv. Weil der Verbau statisch überbestimmt ist und günstig bemessen werden kann, kann er für relativ große Verbauhöhen und bei relativ hohen Betriebsgeschwindigkeiten eingesetzt werden.

Die neuen Tragschichten und der Oberbau werden beim Rückbau sehr stark beeinträchtigt.

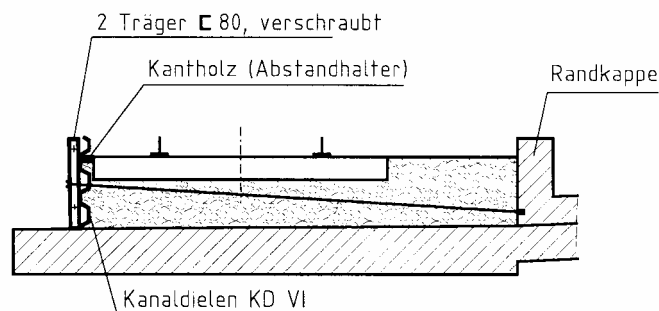
Bei Umbau beider Gleise müssen meist 2 Verbaue hergestellt werden.

4.4 Gleislängsverbau „Fa. Eichholz“

Systembeschreibung

Der Verbau „Fa. Eichholz“ ist eine Trägerbohlwand aus kurzen Bohlträgern und einer Verbohlung aus horizontal gelegten Kanaldielen. Die Bohlträger werden mit Ankerstangen horizontal an der Randkappe einer Brücke oder einem anderen Bauteil jenseits des Betriebsgleises rückverankert. Um ein Verdrehen der Verbauwand zu verhindern, wird zwischen Verbau und Schwellenkopf ein Abstandhalter eingebaut.

Systemdarstellung des GLV „Fa. Eichholz“ (Bild 5)



Zusammenfassende Wertung

Der Verbau „Fa. Eichholz“ ist unabhängig von der Rammbarkeit des Untergrundes und kann ohne Verschwendung der Oberleitung hergestellt werden. Weil der Verbau statisch unterbestimmt ist, können nur niedrige Geländesprünge gesichert werden. Wegen der die Bettung querenden Ankerstangen ist der Ein- und Rückbau arbeitsintensiv.

Bei Umbau beider Gleise müssen meist 2 Verbaue hergestellt werden.

4.5 Gleislängsverbau mit Krings-Grabenverbauelementen

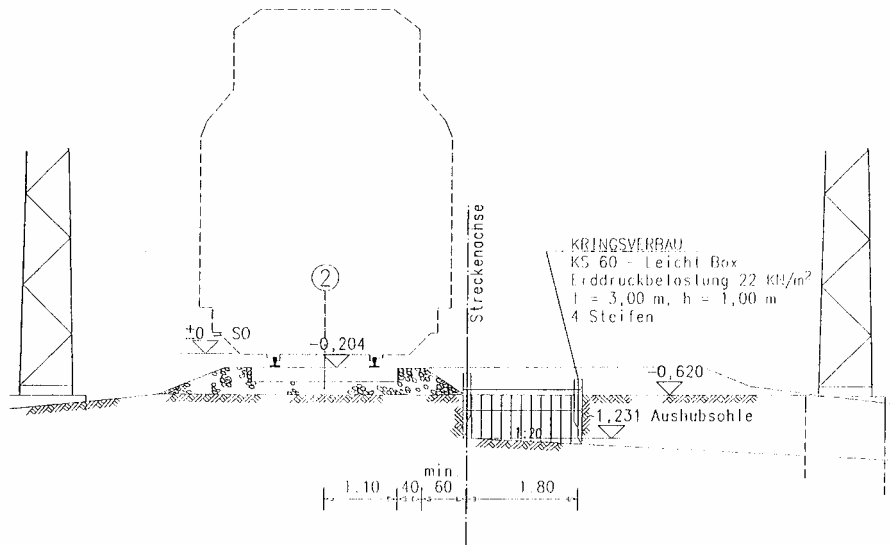
Systembeschreibung

Neben die Bahnachse wird eine Reihe aus je 2 mit Steifen verbundenen, parallel im Abstand von z. B. 1,50 m zueinander stehenden Stahlplatten gestellt. Mit dem Aushub des zwischen den Platten anstehenden Bodens werden die Platten ähnlich einer Brunnengründung abgesenkt. Dabei stützt sich die am Betriebsgleis stehende Verbauplatte mit Hilfe der Steifen gegen die gegenüberliegende Platte ab, die wiederum durch den hinter ihr vorhandenen Erdruchdruck vor einem Verschieben gesichert ist.

Beim anschließenden Verfüllen des 1,50 m breiten Streifens werden die Verbauplatten wieder gezogen.

In einer späteren Bauphase wird auch der weiter von der Bahnachse entfernt anstehende Boden ausgetauscht. Dabei wird in dem bereits ausgetauschten 1,50 m breiten Streifen eine freie Böschung hergestellt.

Systemdarstellung des GLV mit Krings-Grabenverbauelementen (Bild 6)



Zusammenfassende Wertung

Ein Verbau aus Krings-Grabenverbauelementen wurde 1993 an der ABS Hamburg - Berlin eingesetzt. Dass er sich dort nicht bewährt hat, ist insbesondere auf die unzureichende Verdichtungsmöglichkeit im Bereich der Steifen und auf Qualitätsprobleme an den herzustellenden Anschlussstellen für jede Tragschicht zurückzuführen. Man hat deswegen die Versuchsbaustelle schnell beendet, eine klassische Trägerbohlwand hergestellt und den bereits ausgetauschten Boden noch einmal aufgenommen und qualitätsgerecht wieder eingebaut.

4.6 Gleislängsverbau aus geokunststoffbewehrter Erde

Den Verbau hat sich die Fa. GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH als Patent schützen lassen. Außerdem ist der Verbau vom Eisenbahn-Bundesamt bauaufsichtlich zugelassen, so dass verbindliche Vorgaben für die Bemessung und den Einsatz vorliegen.

Systembeschreibung

Bei diesem nur einseitig wirkenden Verbau wird der Bodenaustausch im ersten Baugleis lediglich im Schutz einer Schotterhalterung durchgeführt. Dementsprechend muss bei Erfordernis die Baugrenze den beiden Gleisen in Richtung des ersten Baugleises verschoben werden.

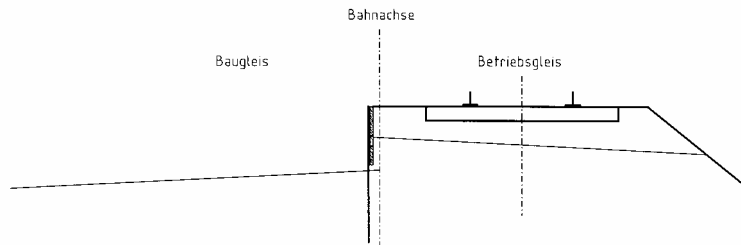
Beim Aufbau der Tragschicht des ersten Baugleises wird in ihr eine geokunststoffbewehrte Erde hergestellt, deren senkrechte Vorderwand mit der Baugrenze abschließt. Der Schotter des ersten Baugleises wird mit einer weiteren Schotterhalterung gesichert.

Nun kann das bisherige Betriebsgleis als zweites Baugleis umgebaut werden. Dabei erfolgt der Bodenaustausch bis an die außermittige Baugrenze.

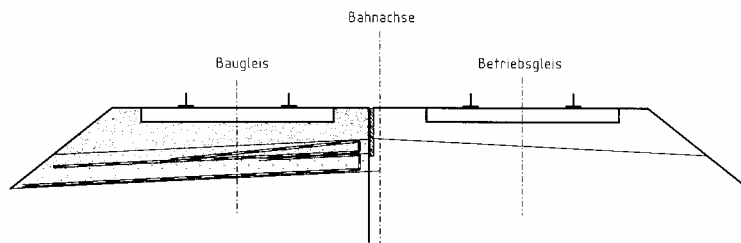
Die geokunststoffbewehrte Erde verbleibt in der Tragschicht.

Systemdarstellung des GLV aus geokunststoffbewehrter Erde (Bild 7)

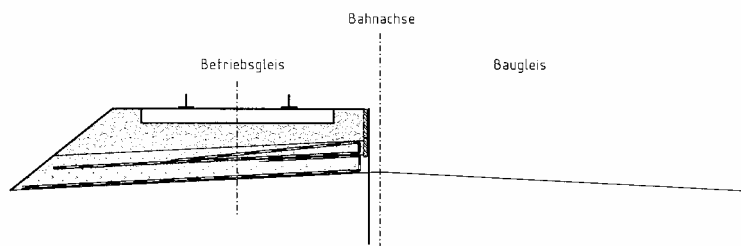
1. Außermittige Anordnung einer Schotterhalterung



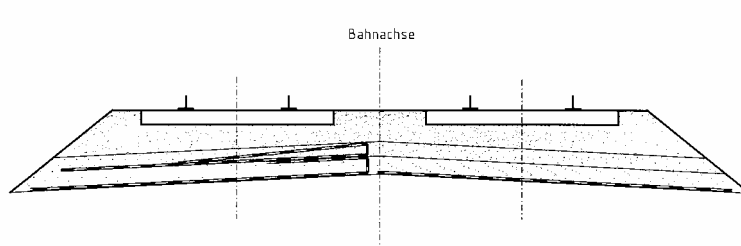
2. Einbau der geokunststoffbewehrten Erde



3. Sicherung mit geokunststoffbewehrter Erde



4. Endzustand



Zusammenfassende Wertung

Der Verbau aus geokunststoffbewehrter Erde ist relativ kostengünstig und technologisch vorteilhaft (keine Sperrpausen erforderlich, unabhängig von der Rammbarkeit des Untergrundes, kein Verschwenken der Oberleitung). Insbesondere bei Gradientenanhebungen ist der Verbau sehr gut geeignet.

Seine Qualität ist jedoch von der Qualifikation des Bauausführenden sehr stark abhängig. Die Betriebsgeschwindigkeit darf maximal 70 km/h betragen.

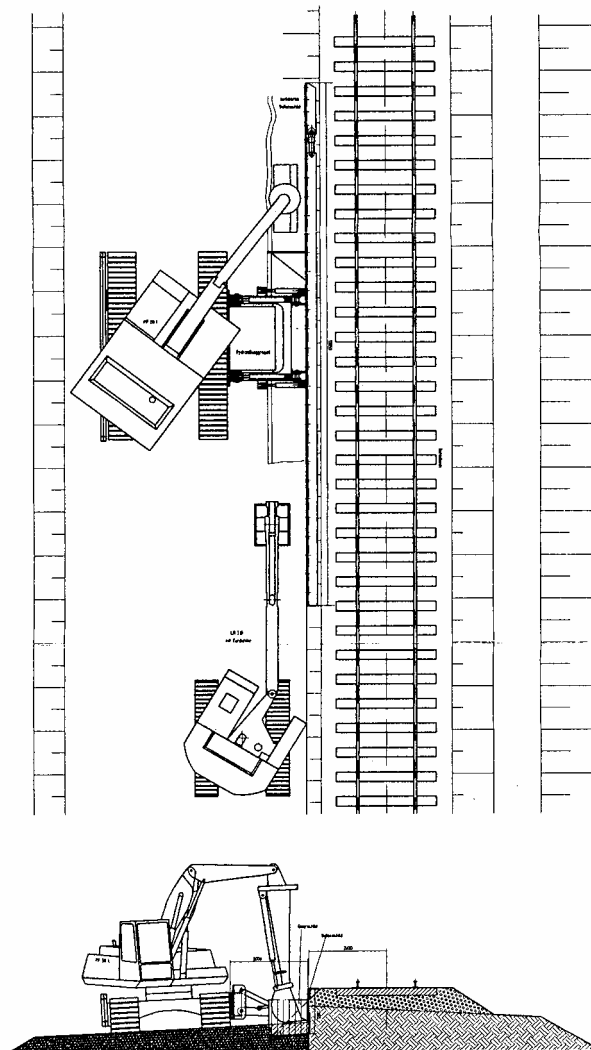
4.7 Mobiler Gleislängsverbau mit dem Seitenschild-Gerät

Den Verbau mit dem Seitenschild-Gerät hat sich die Fa. Josef Möbius Bau-Gesellschaft GmbH & Co. als Patent schützen lassen.

Systembeschreibung

An ein schweres Kettenfahrzeug ist seitlich eine hydraulisch steuerbare Stahlplatte angebracht. Ihre Vorderkante ist als Schneide ausgebildet und kann so den Boden beim Vorschub des Kettenfahrzeuges trennen.

Systemdarstellung des GLV mit dem Seitenschild-Gerät (Bild 8)



Zusammenfassende Wertung

Das Seitenschild-Gerät ist einerseits sehr schnell einsetzbar, unkompliziert im Aufbau und kostengünstig. Andererseits besteht bei seiner Anwendung ein hohes Risiko, dass durch Fehler des Personals Havarien entstehen. Das Seitenschild-Gerät blockiert die Trasse des Baugleises.

Dieser Verbau sollte vor allem bei kurzen Abschnitten, niedrigen Verbauhöhen und bei kurzfristig herzustellenden Sicherungsmaßnahmen (z. B. bei Notmaßnahmen zur Stützung funktionsuntüchtig gewordener Schotterhalterungen und Verbaue) verwendet werden.

4.8 Mobiler Gleislängsverbau mit Vorschubkästen

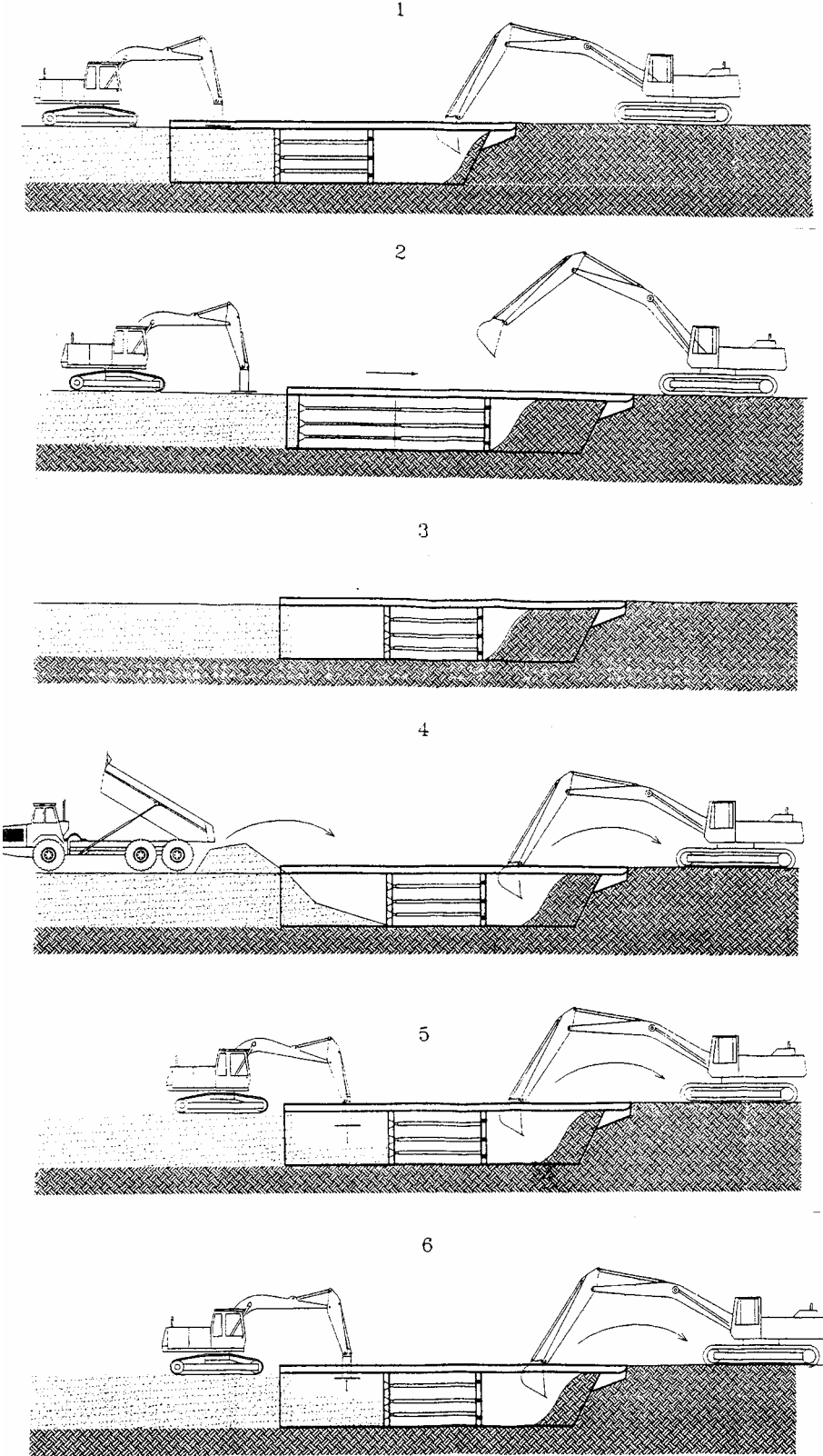
Gegenwärtig wird der Einsatz von Vorschubkästen in Deutschland von 3 Firmen angeboten, die jeweils ein eigenes Gerät entwickelt und jeweils bestimmte Elemente patentrechtlich geschützt haben:

- „Hydraulischer Vortriebs-Verbau SK 738“ der Fa. Matthäi Bauunternehmen GmbH & Co. KG,
- „Möbius-Vorschub-Gerät“ der Fa. Josef Möbius Bau-Gesellschaft GmbH & Co.,
- „Waran“ der Fa. Leonhard Weiss GmbH & Co..

Systembeschreibung

Ein großformatiger steifer Rahmen mit Seitenwänden aus hydraulisch steuerbaren Stahlplatten wird im Baugrund parallel zum Betriebsgleis verschoben. Durch die beidseitige Stützung des Baugrundes kann der Boden zwischen den Seitenwänden bis in eine Tiefe von etwa 4,50 m unter Gelände ausgetauscht werden.

Systemdarstellung des GLV mit Vorschubkästen am Beispiel des Möbius-Vorschub-Gerätes (Bild 9)



Zusammenfassende Wertung

Ein Vorschubkasten stellt für sehr große Aushubtiefen und lange Umbauabschnitte praktisch die einzige wirtschaftliche Sicherungsmaßnahme dar.

Die mit dem Gerät verbundenen extrem hohen Kosten grenzen seine Anwendung jedoch auf Sonderfälle ein. Außerdem schränkt die geringe Beweglichkeit des Gerätes seine Anwendung auf längere, weitgehend gerade Streckenabschnitte ein, in denen sich keine zu erhaltenden Querungen oder Bauwerke befinden.

4.9 Mobiler Gleislängsverbau mit dem Kasten-Bodenaustausch-Verfahren

Den Verbau mit dem Kasten-Bodenaustausch-Verfahren hat sich die Fa. Josef Möbius Bau-Gesellschaft GmbH & Co. als Patent schützen lassen.

Systembeschreibung

Über dem auszutauschenden Boden werden nach oben und unten offene Stahlkästen mit den Abmessungen z. B. 3,00 m x 1,50 m x 5,00 m gestellt. Während des Bodenaushubes im Kasteninneren wird der Kasten ähnlich einer Brunnengründung abgesenkt. Beim anschließenden Verfüllen wird der Kasten im Pilgerschrittverfahren schrittweise gehoben. Die Verdichtung des Bodens erfolgt durch einen am Kasten angebrachten Rüttler. Nach diesem Bodenaustausch wird der Kasten versetzt, so daß der nächste Austauschzyklus folgen kann.

Systemdarstellung des GLV mit dem Kasten-Bodenaustausch-Verfahren (Bild 10)



Zusammenfassende Wertung

Das Kasten-Bodenaustausch-Verfahren stellt für sehr große Aushubtiefen neben den Vorschubkästen die einzige wirtschaftliche Sicherungsmaßnahme dar.

Das Verfahren ist bei kleinen auszutauschenden Flächen und bei Hindernissen im Baugrund günstig.

4.10 Freie Böschung mit einem technologischen Regime, bei dem zeitbegrenzt, abschnittsweise und/oder in Zug- bzw. Sperrpausen gebaut wird

Systembeschreibung

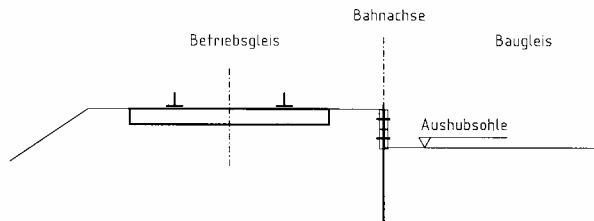
Der temporäre Geländesprung wird technisch nicht gesichert und steht als Steilböschung.

Durch ein technologisches Regime wird aber gewährleistet,

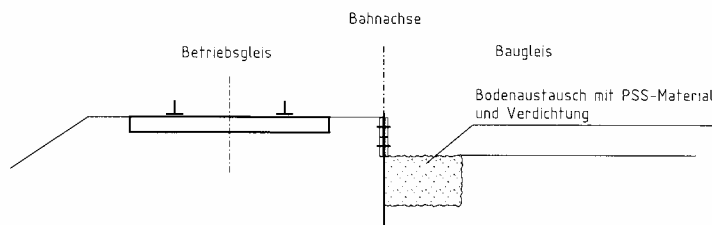
- dass der Geländesprung nur eine sehr kurze Zeitdauer besteht und
- dass der offen stehende Abschnitt sehr klein ist und/oder
- dass der Geländesprung nur während Zug- bzw. Sperrpausen besteht und dadurch nicht durch Verkehrslasten und Erschütterungen beansprucht wird.

Systemdarstellung eines technologischen Regimes mit vorausgehendem streifenweisem Bodenaustausch an der Bahnachse (Bild 11)

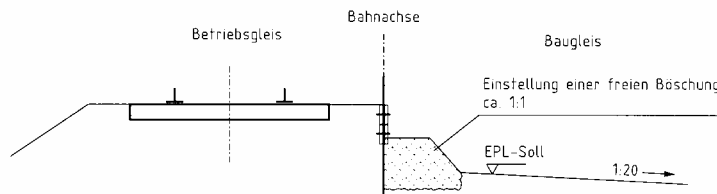
1. Rückbau des Schotters und Einbau der Schotterhalterung in neuer Bahnachse



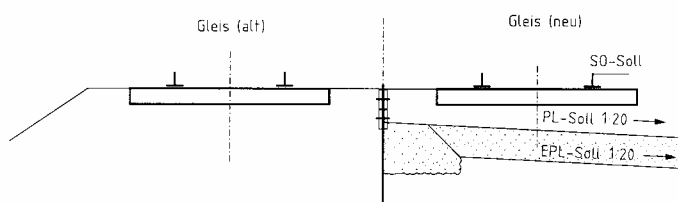
2. Bodenaushub im Mittelkernbereich und Einbau von PSS-Material in einer Sperrpause



3. Bodenabtrag bis EPL-Soll



4. Einbau der PSS, Einbau von Schotter und Gleis



Zusammenfassende Wertung

Die Nutzung einer freien Böschung mit einem technologischen Regime ist eine kostengünstige und allgemein nutzbare Variante. Sie sollte wesentlich verbreiteter genutzt werden, bedarf jedoch einer gewissenhaften Planung, Bauausführung und Bauüberwachung.