

Eurail.-Ing., Dipl.-Ing.(FH), Ing. Magnus Hellmich

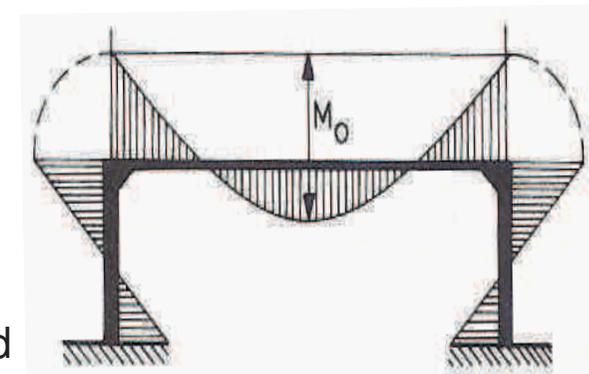
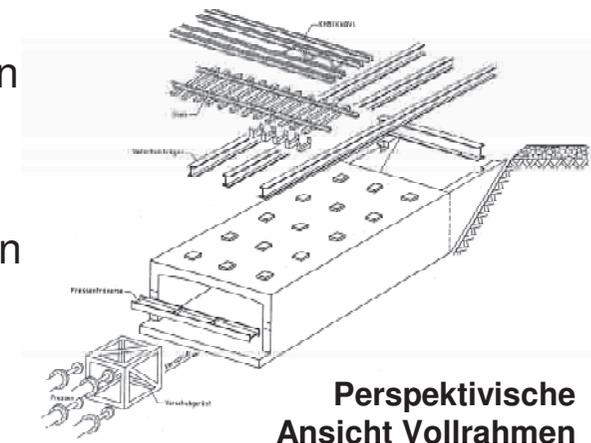
- studierte in Dresden Maschinenbau/ Schienenfahrzeugtechnik, in einem Aufbaustudium Bauingenieurwesen/ Eisenbahnbau
- war bei verschiedenen Bahnverwaltungen im Bereich Eisenbahnbetrieb, Baustellenlogistik und konstruktivem Ingenieurbau beschäftigt
- ist heute beim Eisenbahn-Bundesamt im Bereich der Bauaufsicht „Konstruktiver Ingenieurbau/ Eisenbahnbrückenbau“ tätig

Dipl.-Ing.(FH), EWE Baldur Rögner

- studierte in Karlsruhe Bauingenieurwesen
- war ab 1965 bei der Deutschen Bundesbahn mit zusätzlicher technischer Ausbildung im Eisenbahnwesen (Schweißfachingenieur, Sonderausbildung Erd- und Grundbau, Beton- und Abdichtungstechnologie, Prüfstatiker - Einsatzschwerpunkt Eisenbahnbrückenbau)
- ist seit 1998 im Ruhestand und arbeitet freiberuflich speziell für die Bahn

Schwellenersatzträgerverfahren (SETV) – bewährtes Bauverfahren der Deutschen Bahn AG – gemäß Regelwerk/ Richtlinie 804. 4120 bzw. 9051

- Beim SETV handelt es sich um ein Bauverfahren, welches das Einpressen bzw. Einschieben von Bauwerken in den natürlichen Zugpausen während des Eisenbahnbetriebes zulässt.
- Das SETV ist einsetzbar, wenn das neue Bauwerk neben dem Bahn- bzw. Gleiskörper erstellt werden kann und ein Einpressen bzw. Einschieben in Endlage möglich ist.
- Im Besonderen, wenn:
 - eine wesentliche Behinderung des Betriebes ausgeschlossen werden soll („Bauen unter dem rollenden Rad“)
 - Kunstbauwerke im Weichenbereich erstellt werden müssen
 - für den Baubehelf nur eine begrenzte Montagehöhe zur Verfügung steht.
- Das SETV ermöglicht die Planung einer Eisenbahnbrücke mit der vorteilhaften statischen Form eines Vollrahmens, durch Kräfteumlagerungen ist eine geringe Bauhöhe möglich. Das SETV ist auch bei schlechtem Baugrund sehr gut geeignet und ist auch möglich mit Halbrahmen oder nur Decken/ Überbauten.

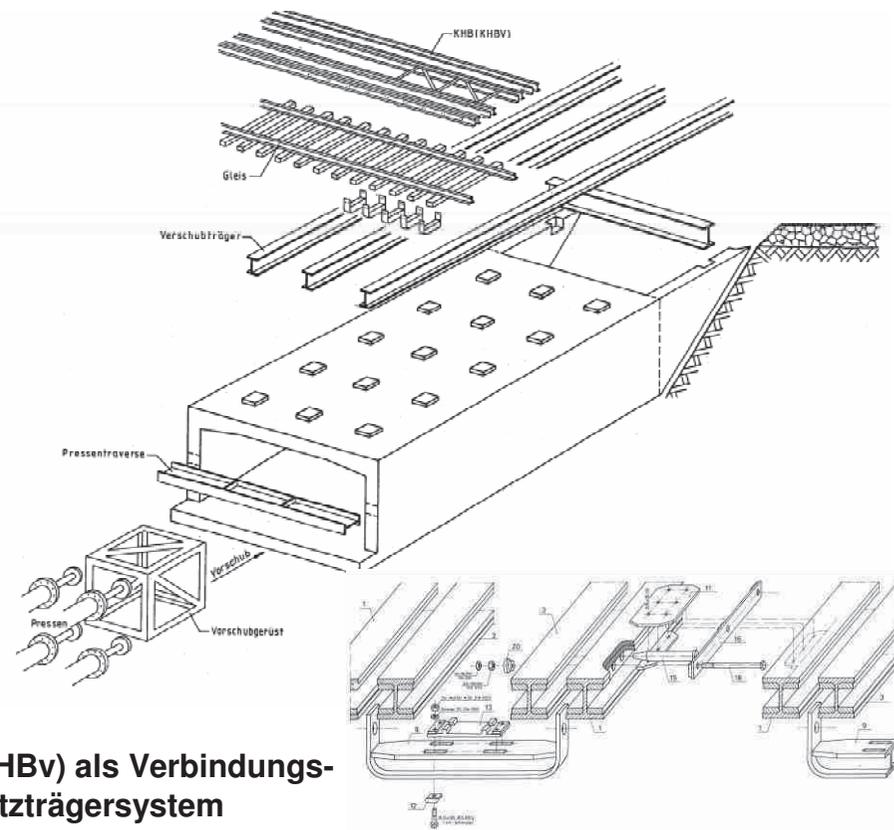


Statisches Modell Halbrahmen

Schwellenersatzträgerverfahren (SETV) – bewährtes Bauverfahren der Deutschen Bahn AG – gemäß Regelwerk/ Richtlinie 804. 4120 bzw. 9051



Sicherer Eisenbahnbetrieb während des laufenden Einpressvorganges



Systemzeichnung zum Schwellenersatzträgerverfahren

Verstärkte Klein Hilfsbrücke (KHBv) als Verbindung-
Element Gleis - Schwellenersatzträgersystem

**SETV – Bauverfahren bei der Deutschen Bahn AG –
durch Richtzeichnungen seit 1972 geregelt**

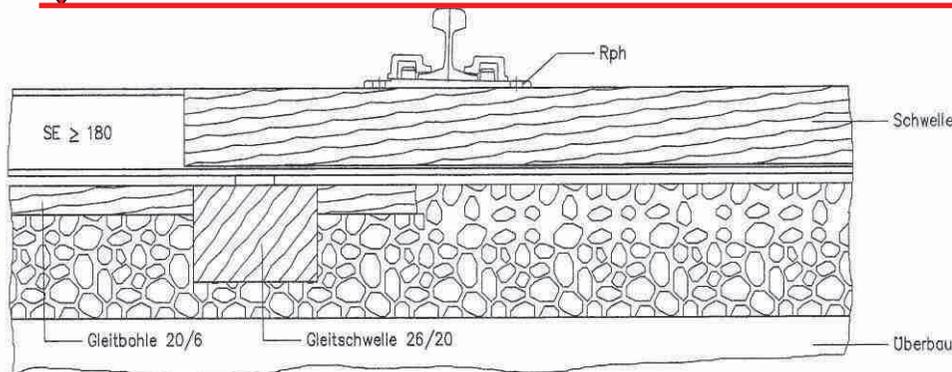
Grundlagen – RiL 804.4120/ 9051

Es wird unterschieden SETV

- mit Normalträgern min. HEM-180/ HEB-220
 - Anwendung speziell in Weichenbereichen mit Sonderkonstruktion (Eisenbahnbrücken im Weichenbereich)
 - Holmträger mit Schwellenersatzträger auf Gleitschwellen direkt unter der Schiene

Richtzeichnung Bauzustand Gleis mit Normalträger

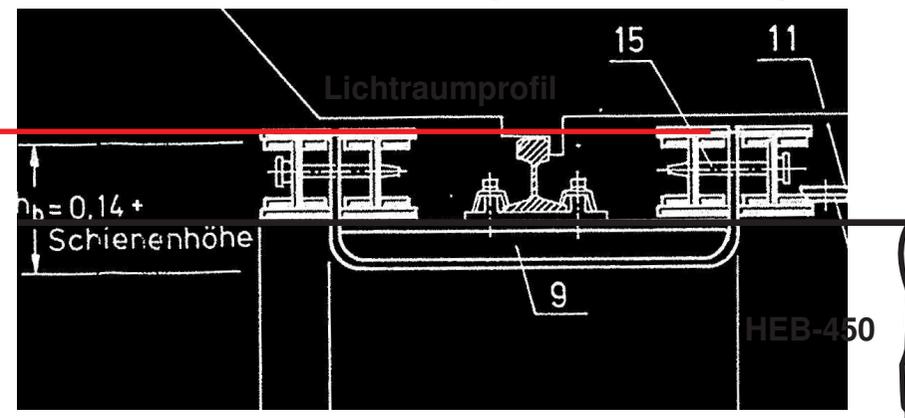
▼ **SO**



- Gesetze – EBO
- Normen – DIN
- Richtlinien
- Richtzeichnungen



- mit Großträgern min. HEB-450
 - Anwendung im geraden Gleis in Verbindung mit Kleinhilfsbrücken (KHB) oder verstärkten Kleinhilfsbrücken 12,51 m (KHBv)
 - Großträger in ca. jedem dritten Schwellenfach im Gleisrost unter der KHB bzw. KHBv
 - Beachte: Behelf mit begrenzter Montagehöhe!

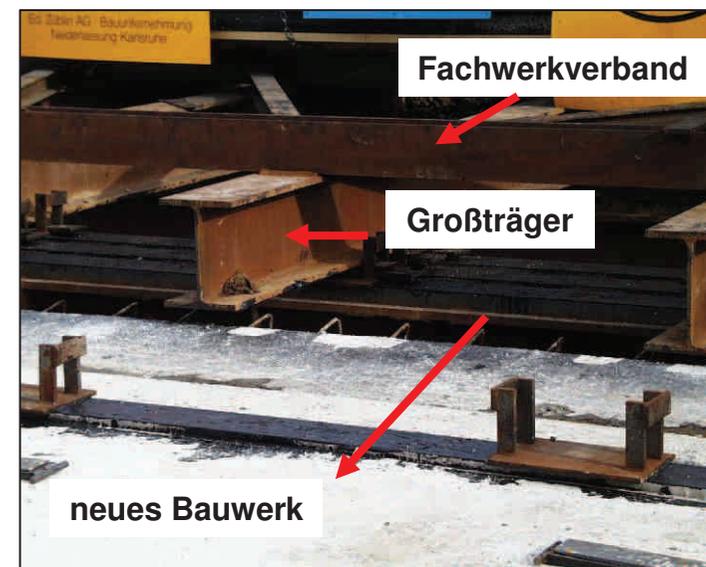
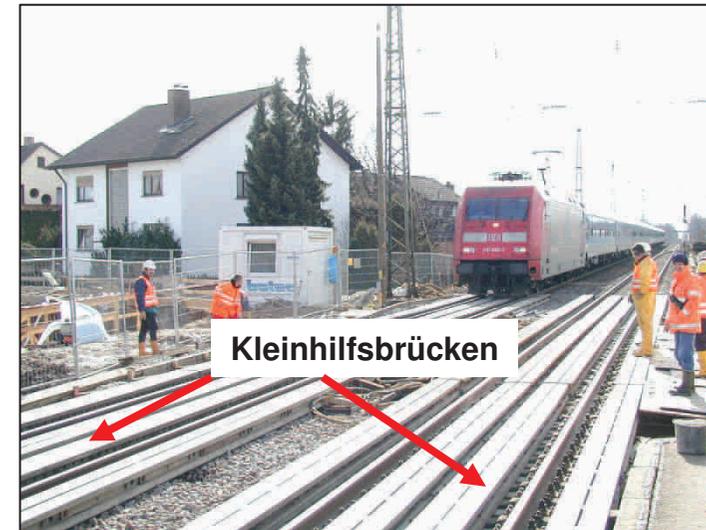


Richtzeichnung Gleis mit eingebauter KHBv

Für den sicheren Eisenbahnbetrieb sind technische Maßnahmen an den Gleisanlagen erforderlich

Baubehelfe für die Gleissicherung

- Auflagerkonstruktionen zur Abtragung der Verkehrs- bzw. Eisenbahnradlasten bestehend aus
 - Kleinhilfsbrücken
 - Normal- bzw. Großträgern
 - 1. Variante – Baugrund gemäß DIN 1054
 - 2. Variante – Pfählung nach deutscher Baunorm als Bohrträger bzw. Rammträger mittels Holz- oder Stahlpfähle
(DIN 4014 - Bohrpfähle, DIN 4026 - Rammfähle, DIN 4128 -Verpressfähle)
 - 3. Variante – Bodenvereisung nach Zustimmung im Einzelfall (ZiE) – Richtlinie der Deutschen Bahn AG in Vorbereitung
- Die Verschiebeträger sind gegen die Horizontalkräfte beim Verschieben zu verankern
z.B. Abfangträger als Fachwerkverband an Rammträger oder Spundwand

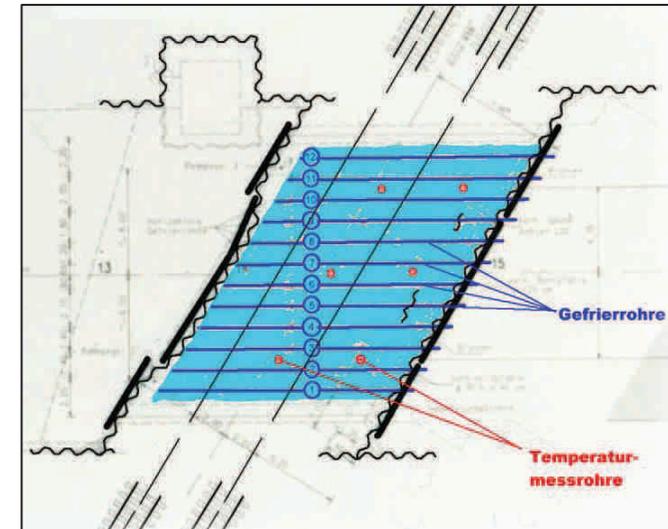


Für den sicheren Eisenbahnbetrieb sind technische Maßnahmen zur Baugrubensicherung (Verbauten) erforderlich

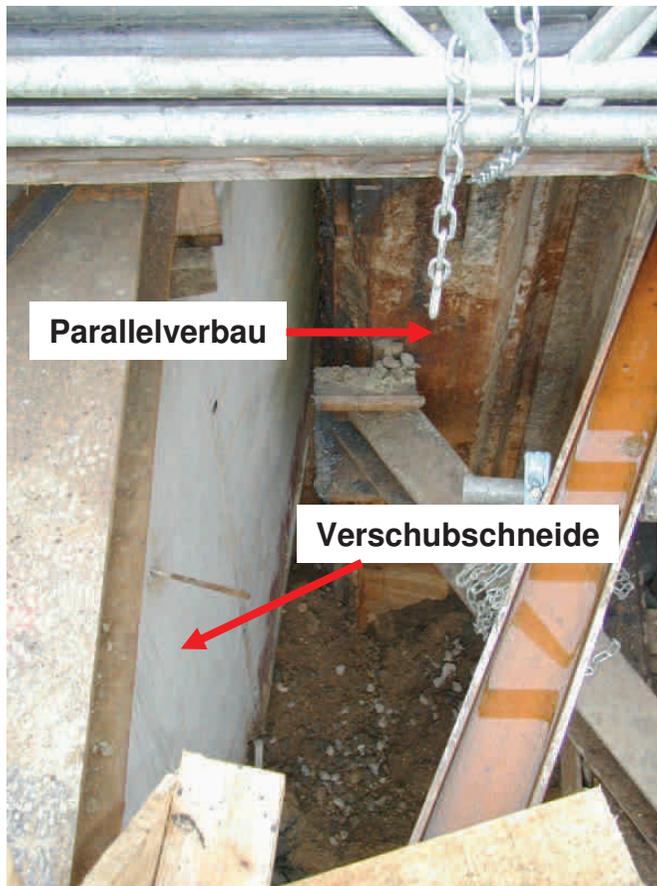
Baubehelfe für die Baugrubensicherung (Verbauten)

- verformungsarmer Verbau – Kopfauslenkung < 20 mm zur Sicherung der Gleislage bzw. Vermeidung von Gleislagefehlern (messtechnische Überwachung erforderlich)
- parallel zum Gleis – in der Regel Spundwandverbau
- rechtwinklig bzw. unter dem Gleis beim Einschubverfahren
 - mit Gleissperrungen Spundwandverbau
 - ohne Gleissperrungen Hochdruckinjektionswände (HDI) oder Vereisungswände
- bei Grundwasser Sohlabdichtung mittels Vergelung zur Herstellung einer wasserdichten Baugrube
- bei Bauwerken mit temporären Verschubschneiden (Vorbauschnabel) ist beim Durchpressverfahren ohne oder mit abgesenktem Grundwasser kein seitlicher Verbau unter dem Gleis in Pressrichtung erforderlich – nur Gleislängsverbau für Start- und Zielgrube zur Optimierung der Verschubstrecke bzw. der Durchpressphase sinnvoll

Verbauplan
und Bauausführung

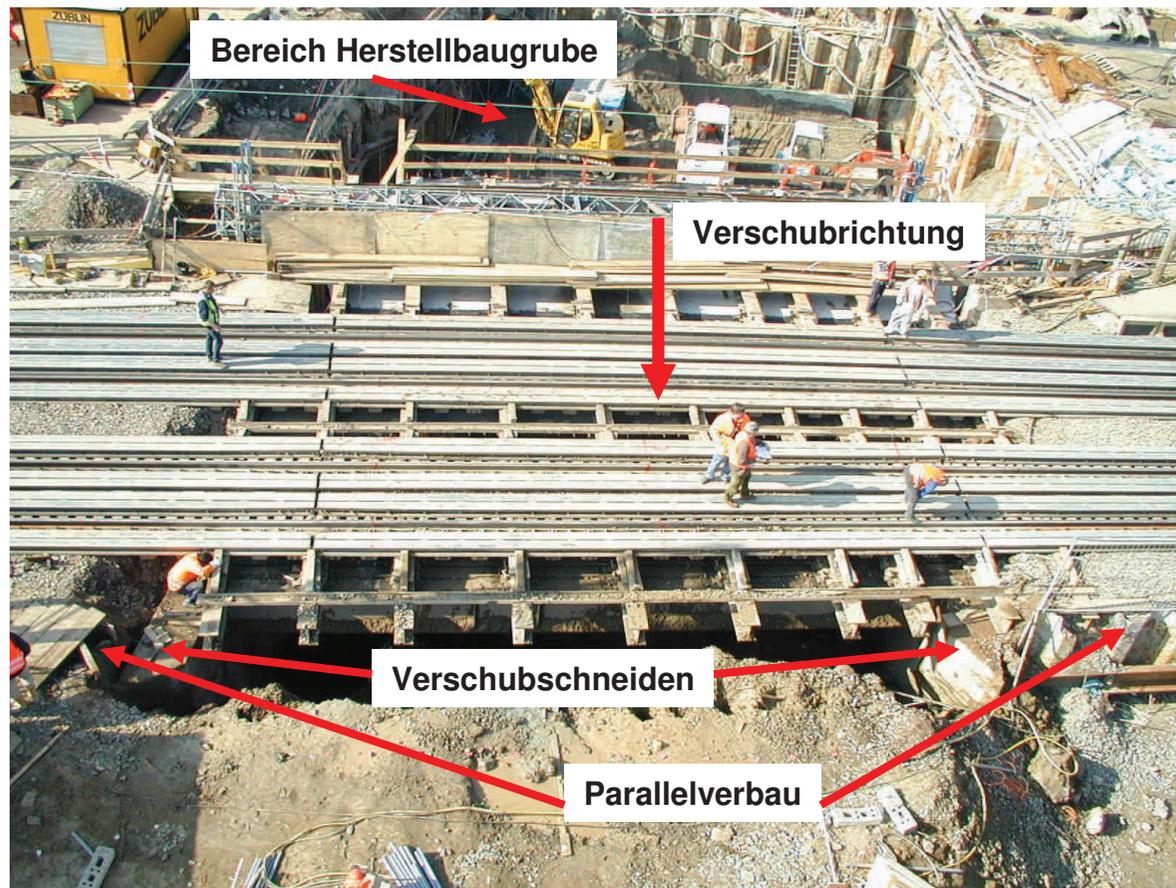


Für den sicheren Eisenbahnbetrieb sind technische Maßnahmen zur Baugrubensicherung (Verbauten) erforderlich



Verschubschneide/ Verbau

Herstellbaugrube mit Durchpressbereich



Für das Bauverfahren SETV sind die betrieblichen Forderungen die Entscheidungsgrundlage – damit überwiegen die Vorteile

Vorteile

- Einsparung von Betriebserschwerungskosten, dadurch insgesamt kostengünstig
- bewährtes Bauverfahren gemäß Richtlinie 804.4120/ 9051 der Deutschen Bahn AG
- geringe Beeinflussung des Eisenbahnbetriebes, i.d.R. Langsamfahrstelle 90 km/ h
- kleinere Behelfselemente (Klein Hilfsbrücken) gegenüber Bauverfahren mit Hilfsbrücken
- schneller als herkömmliches Bauen im Betrieb, auch bei schiefwinkliger Kreuzung
- Ausführung als Voll- oder Halbrahmen oder nur Decke bzw. Überbau möglich
- auch mehrere Bauteile hintereinander/ gegeneinander möglich, bis dato maximale Bauwerkslänge ca. 51,56 m (2 Rahmenblöcke)

Nachteile

- relativ hohe Baukosten gegenüber konventionellen Bauverfahren ohne Berücksichtigung der Betriebserschwerungskosten (Umleitungen, Gleisperrungen, Schienenersatzverkehr) und sonstigen Imponderabilien (Pünktlichkeit, keine Zugausfälle oder Zugumleitungen ...)
- nur von erfahrenen Baufirmen auszuführen



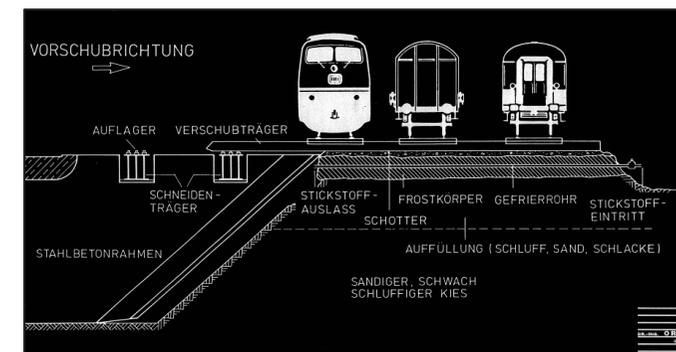
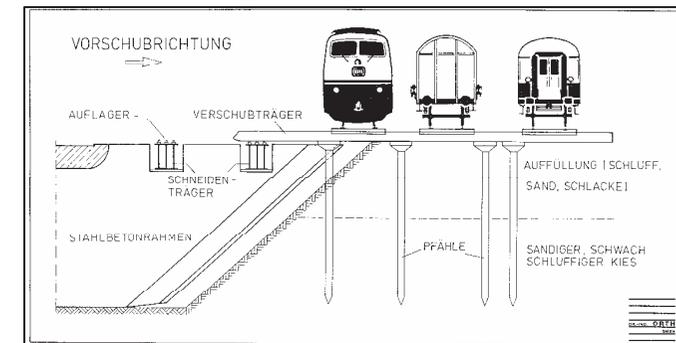
Vollrahmen während des Einpressen

Sachverständigengutachten von einem Baugrundgutachter – in Deutschland möglichst anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau gemäß Muster-Verordnung über die Anerkennung von Sachverständigen für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht vom 18.09.1997 oder vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) anerkannt

Randbedingungen

- Bodenmechanische Kennwerte Grundlage für die Standsicherheit der Ortsbrust und zur Auflagerung der Träger
- Entscheidung für auf Pfählung mittels Holz-, Stahl-, GEWI-Pfähle nach DIN-Norm bzw. Einleiten der Verkehrslasten bei bindigen oder locker gelagerten Böden
- ggf. Bodenverfestigung
 - bei locker gelagerten Böden durch Injektionen mit Silikatgelen
 - bei bindigen Böden mittels Bodenvereisung
- Bauen im Bereich hoch anstehenden Grundwassers mittels Dockbauweise (wasserdichte Baugrube) möglich
- Verschubsohle mindestens 50 cm über anstehendem oder abgesenktem Grundwasser, sonst Grundbruchgefahr für Aushubböschung vor dem Verschubbauwerk

Gründung Schwellenersatzträger mit Pfählung bzw. Bodenvereisung



Die Schwellenersatzträger sind das technische Übertragungselement für die Radlasten über Schiene – Schwelle in den Baugrund, auf die Baubehelfe bzw. das neue Bauwerk

Schwellenersatzträger

➤ gewährleisten

- ein gutes Tragverhalten – Lastverteilung/ -übertragung als Ersatzschotterbett – bei fachberechter Bauweise
- gute Gleislagestabilität und Fahrdynamik während der Durchpressphase

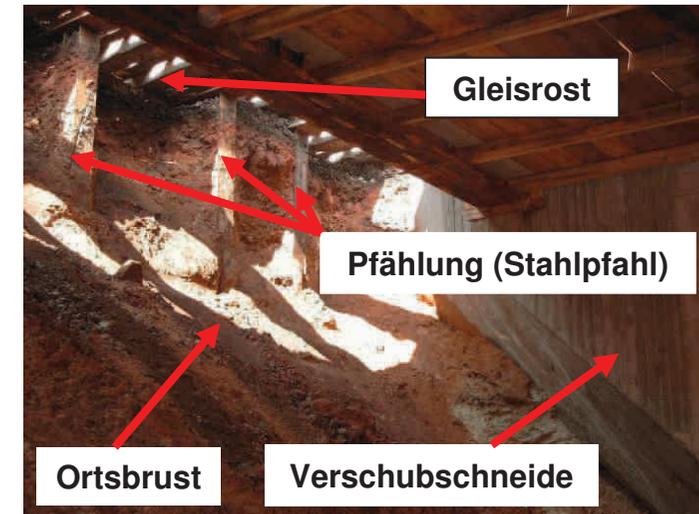
➤ ermöglichen

- Stützweite ähnlich wie bei Hilfsbrücken bis ca. 30,00 m
- Geschwindigkeiten ≥ 90 bis 120 km/h
z.B. bei SETV mit biegesteifer Frostplatte mit Sondergenehmigung möglich
- ≤ 90 km/h im geraden Gleis als Regelgeschwindigkeit bzw. Langsamfahrstelle
- UIC-Radlasten bis maximal 250 Nm (Einzellast) oder 80 Nm/ m (Meterlast)
- Gleislagen mit Überhöhung max. 100 mm (Sonderkonstruktion erforderlich)

➤ erfordern

- eine kontrollierte Bodenstabilität der Ortsbrust beim Bodenabbau
- Schneidenträger mit Querträgern temporär an der neuen Eisenbahnüberführung
- zusätzliche Auflagerungen und Führungen auf der neuen Eisenbahnüberführung

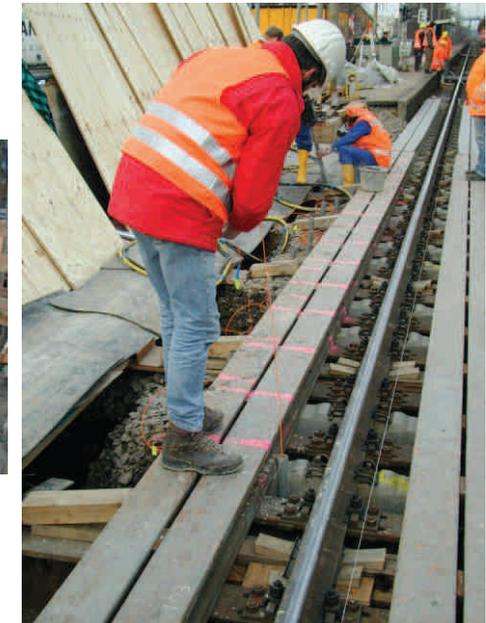
➤ sichern den erforderlichen Fahrkomfort für die Fahrgäste und Güter



Außer dem Einbau der Schwellenersatzträger und Kleinhilfsbrücken werden die Bauarbeiten außerhalb des Gleis- bzw. Gefahrenbereiches ausgeführt

Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards durch

- hohe Betriebssicherheit für den Eisenbahnbetrieb
- geringes Unfallrisiko auf der Baustelle
- Einschieben oder Einpressen der Bauwerke in natürlichen Zug- bzw. Betriebspausen
- ausreichenden Arbeits- und Sicherheitsraum im Pressenbereich/ Pressenwiderlager
- ständigen Kontakt der Arbeitgruppen Vorschubtechnik/ Ortsbrust bzw. Aushub / Oberbau (siehe Arbeitsanweisung)
- ständige qualifizierte Überwachung der Gleislage bzw. des Oberbaus nach jedem Verschubtakt visuell bzw. manuell (mit Messinstrument)
- ständige Lagemessung des einzuschiebenden bzw. – einzupressenden Bauwerkes
- ständige bzw. automatische Überwachung der Pressensteuerung (Hydraulikdruck)
- ständige Verbindung zum Betriebs- und Fahrdienst (sofortiger Nothalt möglich)
- kontrollierten Erdaushub zur Gewährleistung der Standsicherheit der Ortsbrust/ Pfählung



**Das SETV beinhaltet viele Imponderabilien, die monetär schwer zu erfassen sind.
Unter Mithilfe der Kostensätze der DB AG ist eine wirtschaftliche Bewertung positiv.**

wirtschaftliche Vorteile - Imponderabilien:

- geringe Fahrzeitverluste durch eine Langsamfahrstelle von max. 90 km/h, keine Zugausfälle bzw. nur geringe Verspätungen
- nur kurzzeitiger baubetrieblicher Eingriff (Sperrzeiten) in den Bahnbetrieb für den Einbau und des Schwellenersatzträgersystems und während des Einschlebens bzw. Einpressens
- geringeres Unfallrisiko
- mögliche Geschwindigkeitserhöhung auf bis zu 120 km/h

wirtschaftliche Vorteile – Finanzen:

- kürzere Bauzeit
- effektivere Amortisation



**Die Baudurchführung des SETV stellt an alle am Bau beteiligten hohe Anforderungen:
Planer, Baufirma, Bauüberwachung, Sachverständige, Aufsichtsbehörde ...**

Allgemeine und spezielle Anforderungen

- **gute Vorerhebung bzw. Vorplanung** bereits mit Detaillösungen für die Ausschreibung in Zusammenarbeit mit dem Sachverständigen für Erd- und Grundbau und einer Fachfirma für dieses Bauverfahren
- **große Sachkenntnis und Fachwissen** des Entwurfsplaners für die Ausschreibung und des Planers für die Ausführungsplanung
- **beschränkte Ausschreibung** und Nachweis der Qualifizierung zur Angebotsabgabe, Vergabe an leistungsfähige Firmen (Referenzen)
- **langjährige Erfahrung** der Baufirma im Spezialtiefbau/ konstruktivem Ingenieurbau einschließlich Referenzen mit entsprechender technischer Ausrüstung
- **Detaillierte Arbeitsanweisung** für die Baudurchführung (Wer, Was, Wann, Wie?)
- Baufirma mit **Erfahrungen im Eisenbahnbau** mit den Teilgewerken u.a.
 - konstruktiver Ingenieurbau
 - Spezialtiefbau – Vorpress- bzw. Durchpresstechnik
 - Oberbau/ Gleisbau
- Baufirma mit **allgemeiner Oberbauleitung für das gesamte Bauvorhaben**/ Erfahrungen mit dem Bauverfahren und Fachbauleiter/ Fachpoliere für die Spezialgewerke



Als Alternative ist der Einsatz von Hilfsbrücken möglich – die Varianten des SETV unterscheiden sich neben den Normal- und Großträgern auch in der Art der Auflagerung

Entscheidungsgrundlage sind technische und/ oder geologische Randbedingungen

- Streckenvollsperrung möglich? – vorteilhaft vor allem beim Einschieben, aber auch beim Einpressen mehrerer Bauwerke gleichzeitig auf der gleichen Strecke (Synergieeffekte)
- Überdeckung des Bauwerkes bzw. Maß zwischen Schienenoberkante und Bauwerksoberkante ≥ 70 cm + Durchbiegung? – maßgebend für den Einbau von Hilfsbrücken oder Kleinhilfsbrücken
- zulässige Bodenpressung? – entscheidet über den Einsatz von Normal- oder Großträger
- Grundwasserstand im Bereich der Baugruben- bzw. Versuchssohle (max. -0,5 m)? – Art der Ausführung der Baugrube bzw. der Grundwasserabsenkung – auch im Einschub- bzw. Einpressbereich (Herstell-/ Zielbaugrube)

Ein- bzw. Durchschieben von Bauwerken unter Eisenbahnbetrieb

- Einsatz von Hilfsbrücken im Schutz von Gleislängs- und Querverbau
- ggf. Erstellung einer wasserdichten Baugrube im Einschub- bzw. Einpressbereiches erforderlich

Ein- bzw. Durchschieben von Bauwerken ohne Eisenbahnbetrieb

- mit Streckensperrung
- mittels offener Baugrube mit und ohne Baubehelfen/ Verbauten



Realisierung der Durchpressung eines Rahmens (SETV mit Bodenvereisung) in 7 Tagen



1. Tag

3. Tag

4. Tag

4. Tag

5. Tag

6. Tag

6. Tag

6. Tag

7. Tag

Bauvorhaben Eisenbahnüberführung
Weingarten/Baden - SETV 3. Variante
Bodenvereisung - Auflagerung der
Schwellenersatzträger auf Frostplatte

Dauer: 7 Tage

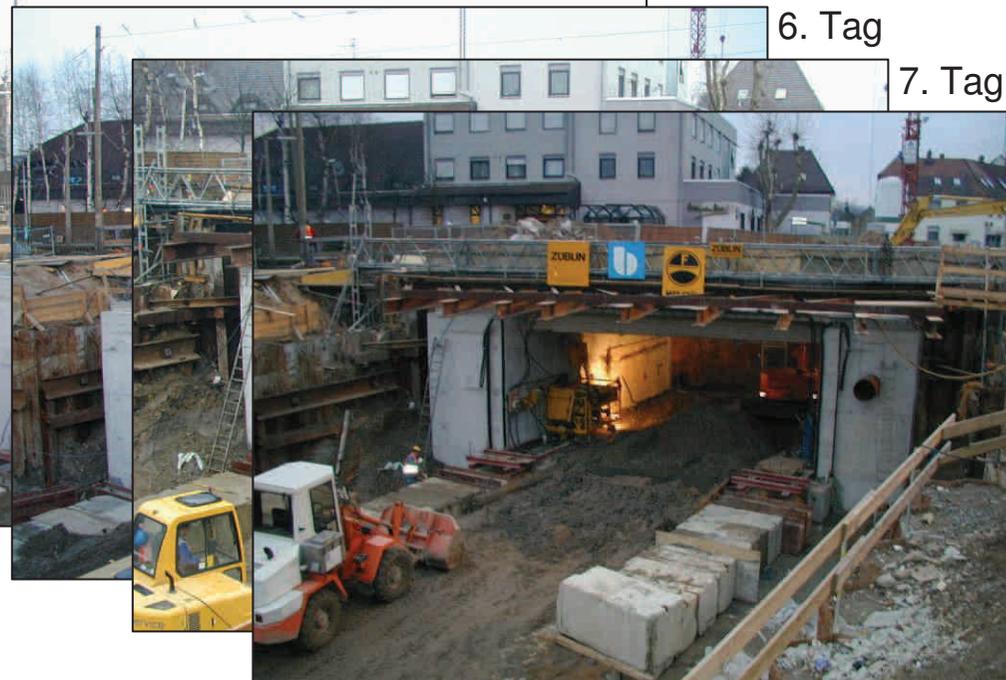
Einpressstrecke: 21 m

Baubehelfe:

- 3 verstärkte Kleinhilfsbrücken à 12,51 m
- 9 Schwellenersatzträger HE-400-B à l = 15 m

Bauwerk:

- schiefwinkliger Vollrahmen Masse = 15.000 kN
- Länge = 14,8 m; Breite = 11,6 m; Höhe = 5,6 m



Das SETV ist ein bewährtes Bauverfahren in Deutschland, welches bei Anwendung unter Beachtung der entsprechenden Rahmenbedingungen erfolgreich ist.

Das SETV ist

- ein favorisiertes und bewährtes Bauverfahren in Deutschland bzw. bei der Deutschen Bahn AG beim "Bauen unter dem rollenden Rad"
- ein Garant für eine sichere Betriebsführung bzw. Eisenbahnbetrieb auch während der Bauzeit
- ein Beweis für ein schnelles und kostengünstiges Bauverfahren
- eine Bestätigung für eine hohe Termintreue bei optimaler Bauzeit
- ein auch schon im Ausland – Italien und Österreich – erfolgreich angewandtes und damit anerkanntes deutsches Bauverfahren



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dieser Vortrag wurde erstellt mit freundlicher Unterstützung von der Ed. ZÜBLIN AG, Bilfinger Berger AG, Fa. Max Früh und Dr.-Ing. ORTH GmbH.