



Bahnbautechnik

Konstruktionsformen für Bahnsteige

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christoph Thiel, Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus, Lehrstuhl Eisenbahn- und Straßenwesen

Die Bequemlichkeit des Ein- und Aussteigens bei Personenwagen wird von der Geometrie der Bahnsteige im Zusammenhang mit dem Zugang zu den Fahrzeugen, im engeren Sinn aber auch durch die Barrierefreiheit für diesen wichtigen Teil der Personenbeförderung bestimmt. Deshalb werden in Normen und Richtlinien nur die Bahnsteigkantenhöhe über Schienenoberkante (SO) und der Abstand der Kante zur Gleisachse reglementiert. Die Baukonstruktion der Bahnsteige wird nicht durch Vorschriften bestimmt und unterliegt dem Stand der Technik und betriebswirtschaftlichen Prämissen.



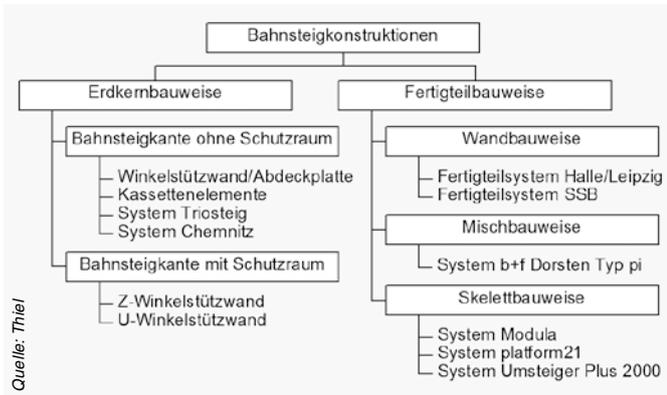


Abbildung 1: Systematik der Bahnsteigkonstruktionen



Abbildung 2: Bahnsteig in Erdkernbauweise

Die Baukonstruktion der Bahnsteige hat während der jüngsten zweieinhalb Jahrzehnte erhebliche Veränderungen erfahren, die vor allem durch den Boom der Vorhaben der Verkehrsprojekte Deutsche Einheit (VDE) und der Forderung nach barrierefreiem Ein- und Ausstieg veranlasst wurden. Eine Reihe bahnbetrieblicher, bautechnischer und bautechnologischer Ansprüche haben dabei die konstruktive Palette von der einst fast ausschließlich angewandten Erdkernbauweise auf ein großes Spektrum der Fertigteilbauweisen erweitert. Die Systematik bekannter Baukonstruktionen der Bahnsteige der deutschen Eisenbahnen zeigt Abbildung 1.

Wechselwirkung von Funktion und Form

Bahnsteige sind als Bahnanlagen Teil des öffentlich genutzten Raums, werden von Jedermann benutzt und sind zugleich Wirtschaftsgut. Sie haben deshalb auch ganz unterschiedliche Gebrauchswerte zu erfüllen, die sich unterscheiden in Gebrauchswerte für Fahrgäste und in Gebrauchswerte im Interesse von Verkehrsunternehmen und solche im Interesse des Infrastrukturbetreibers.

Die Gebrauchswerte für Fahrgäste umfassen folgende Ansprüche:

- barrierefreier Zugang und kurze, übersichtliche Wegeführung,
- vorzugsweise stufenloses Ein-/Aussteigen,
- echtzeitgeführtes Fahrgastinformationssystem (visuelle und akustische Information, Tarifinformation, Fahrausweisung/-entwertung),



Abbildung 3: Konfliktfreie Lage von Blindenleitstreifen, Signal und Kabelschacht

- Witterungsschutz und Sitzgelegenheit,
- Transparenz und Sicherheit,
- Beleuchtung der Verkehrs- und Warteflächen,
- Leitsystem für Blinde und Sehschwache.

Im Interesse der Verkehrsunternehmen haben Bahnsteige andere Ansprüche zu erfüllen:

- geringe Zugaufenthaltszeit,
- geringe Stationsbenutzungsgebühr (niedrige Bau- und Unterhaltungskosten, minimaler Aufwand für Reinigung und Instandhaltung, Vermeidung von Unfallgefahren),
- Baumaßnahmen in verkehrsschwachen Zeiten ausführen, andernfalls ohne Behinderung des fahrplanmäßigen Betriebs,
- jederzeit veränderbare unternehmens- und verkehrsproduktbezogene Anlagengestaltung (Corporate Identity).

Die Ansprüche der Infrastrukturbetreiber an Bahnsteige sind eher bautechnisch ausgerichtet:

- Beibehaltung des Regelquerschnittes der freien Strecke,
- ungehinderte Entwässerung der Fahrbahn bzw. des Oberbaus,
- ungehinderte maschinelle Oberbauinstandhaltung,
- Gründung der Baukonstruktionen außerhalb des Gefahrenbereichs an Gleisanlagen,
- flexible Anordnung und Änderung von Kabeltrassen,
- Vermeidung von Streustoffen des Winterdienstes.

So wie sich Fahrgäste mehr oder weniger längere Zeit im Eisenbahnfahrzeug aufhalten und dort über den Komfort vom öffentlichen Personenverkehrs überzeugt werden bzw. sind, so



Abbildung 4: Bahnsteig Hp Hagen (Han) mit z-förmigen Kantenelementen



Abbildung 6: Bahnsteigsystem MBS 2000, Hp Graal-Müritz Koppelweg

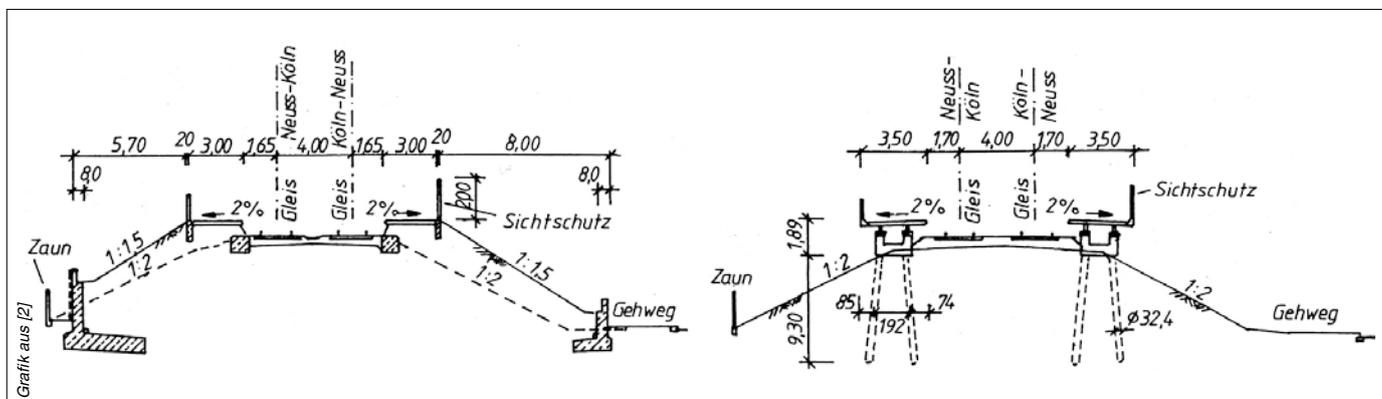


Abbildung 5: Hp Neuss Süd, ursprünglicher Entwurf (links), Bauausführung UMSTEIGER PLUS 2000 (rechts) bei minimalsten Baukosten

beeinflussen auch Bahnsteige durch ihren baulichen Zustand das Image der Beförderung abseits des Individualverkehrs.

Zwar hat es in jüngster Zeit einen Bewusstseinswandel gegeben, indem vor allem beim Nahverkehr mit linienbezogenen Bauvorhaben Bahnsteige benachbarter Verkehrsstationen in Geschlossenheit saniert wurden, aber dennoch ist der Nachholbedarf nicht zu leugnen.

Zeitalter der Betonfertigteile

Mit dem industriellen Bauen kam um 1960 die Entwicklung und Anwendung von Fertigteilen auf, mit denen sich vor allem die Bahnsteigkante schneller und maßhaltiger errichten ließ. Noch bis vor 20 Jahren war für Bahnsteige die Erdkernbauweise mit Winkelstützwandelementen für die Bahnsteigkante die dominierende Bauweise (Abbildung 2), zunehmend aber kombiniert mit umfangreichen unterirdischen Kabeltrassen und taktilem Blindenleitstreifen nahe der Begrenzung des Gefahrenbereiches an der Gleisanlage.

Dabei wurde nicht immer fehlerfrei geplant und gebaut, vor allem dann, wenn zuvor der Kabeltiefbau ohne Rücksicht auf die logische Gestaltung der Bahnsteigflächen widersprüchliche Tatsachen schuf. Deshalb kommt bei der Erdkernbauweise als eine quasi monolithische Bauweise im Vorfeld der Ausführungsplanung der exakten Koordination der gesamten Ausstattung- und Oberflächengestaltung eines Bahnsteigs eine ganz immense Bedeutung zu (Abbildung 3).

Maschinelle Oberbauerhaltung

Seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts werden zur Erhaltung des Schotteroberbaus ausschließlich gleisgebundene Technologien angewandt. Vor allem Gleisbaumaschinen für die Schotterbettreinigung setzen einen freien Arbeitsraum voraus, den die vorgenannte Erdkernbauweise nicht gewährt.

Infolgedessen musste der Gleisumbau an Bahnsteigkanten oftmals unterbleiben, mit der Folge von Langsamfahrstellen. Oder das Gleis musste erst durch zusätzliches Richten für die maschinelle Bettungsreinigung vorbereitet werden. Diese Erschwernisse und Behinderungen veranlassten 1975 die Firma HEITKAMP, ein U-förmiges Fertigteil für die Bahnsteigkante zu entwickeln, mit dem diese Nachteile beseitigt wurden. Diese Entwicklung führte bei Bahnsteigen für S-Bahnen zu den bekannten Fertigteilanwendungen mit Schutzraum unter der Bahnsteigkante.

So sehr diese Konstruktion auf Belange der maschinellen Oberbauerhaltung zugeschnitten war, so widersprach deren Gründung auf einem Streifenfundament unmittelbar vor den Schwellenköpfen den Forderungen nach ungehindertem Bahnbetrieb (Baugrubensicherung mit Verbau innerhalb des Gefahrenbereichs!).

Dieser bahnbetriebliche Nachteil wurde erst mit der Entwicklung z-förmiger Fertigteile beseitigt, die im Nachfolgepatent von 1983 beschrieben sind und auch heute bei Bedarf gefertigt werden (Abbildung 4).

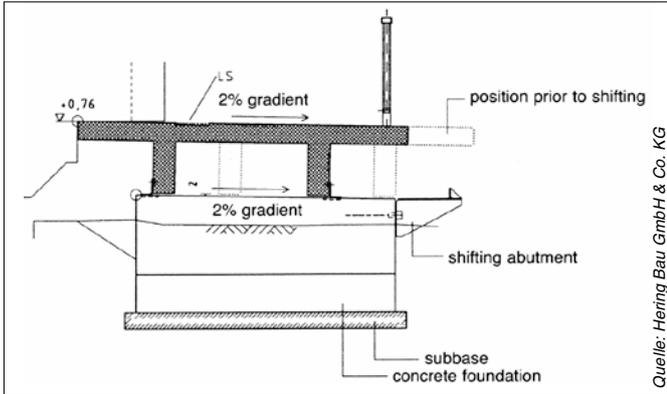


Abbildung 7: Bahnsteigsystem Modula



Abbildung 8: Bahnsteig mit klappbarer Bahnsteigkante (Bf Poznan-Torczyń)



Abbildung 9: Bahnsteigbau mit kleinformatischen Fertigteilen, Bf Ústí nad Labem

S-Bahn in Leipzig

Die Netze der S-Bahnen in Berlin und Hamburg entstanden getrennt von den anderen Bahnanlagen. So geschehen auch bei den Stammnetzen der S-Bahnen von München, Stuttgart und Frankfurt (Main). Im Gegensatz dazu entstand zum Beispiel die S-Bahn der DR in Leipzig (1969) als eine Bahn im Gemeinschaftsbetrieb mit der Fernbahn.

Um die erforderliche Stationsdichte zu erreichen, mussten Außenbahnsteige für neue Haltepunkte an bestehenden zweigleisigen Bahnkörpern der freien Strecke errichtet werden.

Da keine fachspezifischen Unternehmen für diese Bauaufgabe zur Verfügung standen und die Betriebsführung der DR auf geringste bahnbetriebliche Behinderung Wert legte, verwendete man Stahlbetonfertigteile aus einem Sortiment für den städtischen Tiefbau (Trogelement und Abdeckplatte) und gründete sie auf dem nur gering verbreiterten Randweg. Zwar wurden die Trogelemente lückig gesetzt, aber dennoch behinderte diese Bauweise die Entwässerung der Gleisanlage, und das mit fatalen Folgen für die Gleislage und die Bahnsteigkonstruktion. Windschiefe Bahnsteigflächen und erhebliche Unfallgefahr für die Fahrgäste ließen sich bis heute nicht grundsätzlich beseitigen.

Ganzheitliche Ingenieurbetrachtung

Die verkehrliche und bahnbetriebliche Aufgabenstellung für die Erweiterung des S-Bahn-Netzes in Köln über das Stammnetz

hinaus Richtung Neuss war die gleiche Aufgabenstellung wie seinerzeit in Leipzig. Bei Beachtung der anerkannten Regeln der Bautechnik sollten deshalb für den neuen Haltepunkt Neuss Süd Außenbahnsteige in Erdkernbauweise errichtet werden (Abbildung 5 links).

Konsequent durchgehalten, hätte das mindestens zur Aufhöhung der Dammböschungen, dem Bau von Stützwänden am Böschungsfuß und zu komplizierter Entwässerung des unveränderten dachförmigen Planums führen müssen. Zudem wäre der Einbau der Winkelstützwandelemente für die Bahnsteigkante nicht ohne Unterbrechung des Bahnbetriebs möglich gewesen.

Diese Randbedingungen ließen 1988 Verantwortliche und Zuständige der DB sowie Akteure der Bauunternehmen unter Leitung von Frenzel-Bau ein nahezu nachteilfreies Baukastensystem kreieren, das unter dem Markennamen UMSTEIGER PLUS 2000® bekannt wurde (Abbildung 5 rechts).

Hinsichtlich des bautechnologischen Grenzwertes, nur Fertigteile bis zu einer Höchstmasse von 3,5 Tonnen zu verwenden, die sich mit Zwei-Wege-Fahrzeugen auch unter Fahrleitung verlegen lassen, ist diese Stahlbeton-Skelettbauweise bis heute ungeschlagen, wenn man vom Bausystem MBS 2001® absieht, dessen Tragwerk aus GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff, Abbildung 6) besteht.

Das Gebot des Wettbewerbs ermunterte ab 1992 eine Reihe mittelständiger Bauunternehmen, weitere Fertigteilsysteme für Bahnsteige zu entwickeln und anzuwenden. So entstanden MODULA® der Unternehmensgruppe Hering Bau (Abbildung 7) und platform® von STRABAGRail (vormals Eichholz).

Diese Systeme unterscheiden sich hinsichtlich der Elementmasse (Einsatz von Spezialkranen) und der Verbindungsmittel (Schraubverbindung) ganz erheblich. Mit einem ähnlichen Konstruktionssystem sind die Bahnsteige des S-Bahn-Netzes von Zug (CH) ausgeführt. Eine Mischkonstruktion aus Fertigteils- und Erdkernbauweise ist das System RAILmodul® des Chemnitzer Unternehmens RAILBETON®.

- Bahnsteige können somit alternativ errichtet werden in
- monolithischer Bauweise (Erdkernbauweise),
 - teilweise in Fertigteilsbauweise oder
 - vollständig in Fertigteilsbauweise.



Foto: Thiel, 2007

Abbildung 10: Vorbildliche Bahnsteigausstattung mit kompletten Fahrgastinformationen (Gera 2007)

Die Auswahl ist abhängig von:

- dem Grad der betrieblichen Behinderung bzw. Einschränkung während des Baus,
- der Lage und Zugänglichkeit der Baustelle,
- der Querschnittsgestaltung und Entwässerung des Bahnkörpers,
- den Forderungen zu nachträglichen Nutzungsänderungen (zum Beispiel Korrektur der Bahnsteighöhe, Ersatz bzw. Austausch der Abfertigungs- und Servicetechnik, freizügige Kabeltrassen),
- der Gesamtkostenschätzung (LCC Bahnsteiganlage + Gleiskosten + anteilige Bahnbetriebserschwerungskosten).

Die Tragkonstruktion der Fertigteilssysteme und die Bahnsteigoberfläche sind für die Verkehrslast zu bemessen:

- $p = 5 \text{ kN/m}^2$ für nicht befahrene Bahnsteige,
- Einzellasten für mit Servicefahrzeugen befahrene Bahnsteige,
- Einzellasten eines Bemessungsfahrzeuges für mit Straßenfahrzeugen befahrene Bahnsteige.

Für den Katastrophenfall müssen unter Umständen Bahnsteige auch von Feuerwehrfahrzeugen befahren werden und bemessen sein.

Ein Blick über Landesgrenzen

Bei vielen europäischen Bahnen ist der Einsatz von Fertigteil Bahnsteig-Systemen zu verzeichnen. Bemerkenswert ist eine bautechnische Lösung bei der Polnischen Bahn (Polskie Koleje

Anzeige



BUG VERKEHRSBAU AG
Postfach 520646, 12596 Berlin
Tel.: 030 631 69 41, Fax: 030 631 69 42

Niederlassung Ulm
Danziger Straße 1, 89250 Senden
Tel.: 07307 927 39-0, Fax: 07307 927 39 29

Niederlassung Dresden
Sachsenallee 5, 01723 Kesselsdorf
Tel.: 035204 79 11 11, Fax: 035204 79 11 29

www.bug-ag.de, info@bug-ag.de



Wege in die Zukunft

Komplettlösungen im Gleis-, Tief-, Ingenieur- und Kabelbau nach dem Prinzip „Alles aus einer Hand“.

- ▶ Eisenbahnbau, Tram, Metro
- ▶ Gleisbau, Weichenbau, Schienenumbau
- ▶ Erdbau, Kabeltiefbau, Entwässerung
- ▶ Durchlässe, Bahnsteige, Bahnübergänge
- ▶ Ingenieur- und Brückenbau
- ▶ Kommunikations- und Elektrotechnik
- ▶ Videoüberwachungsanlagen
- ▶ LWL-Verkabelungen



Foto: Thiel

Abbildung 11: Stark gekrümmte Bahnsteigkante in Stralsund

Panstwowe), die für lademaßüberschreitende Sendungen ein Hochklappen der ausragenden Kantenplatte des Bahnsteigs erlaubt (Abbildung 8). Dieses Konstruktionsprinzip geht auf ein dänisches Patent aus dem 1960er Jahre zurück. Im Rahmen des konzentrierten Streckenausbaus, vor allem der Korridore des internationalen europäischen Bahnverkehrs, werden Bahnsteige im Zusammenhang mit der kompletten Sanierung des Unter- und Oberbaus neu gebaut. Deshalb werden hier zum Beispiel bei den Vorhaben der CD (Ceské dráhy) nach wie vor nur kleinformatige Fertigteile verwendet (Abbildung 9).

Temporäre Bahnsteigsysteme

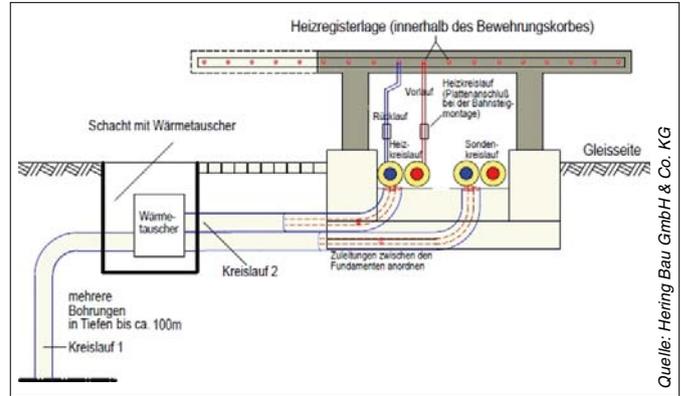
Der Verkehrsmarkt ist oftmals sehr dynamisch, so dass übliche permanente, das heißt immobile Bahnsteige schon nach kurzer Zeit durch Bedeutungsverlust der Verkehrsstation ungenutzte Sachanlagen sind. Diesem Trend des Verkehrsmarktes folgend sind mobil umsetzbare und leichtgewichtige Bahnsteigkonstruktionen bekannt, zum Beispiel System Corus Rail® (GB). Beim Ausbau des Dresdner S-Bahn S1 zwischen Dresden-Neustadt und Meißen werden die neuen Fernbahngleise zwischenzeitlich für den Nahverkehr genutzt. Auch dort finden temporäre Bahnsteigsysteme Anwendung, in diesem Fall mit metallischen Trägern und Flächenelementen, die wegen der Wechselstrom-Elektrifizierung ausnahmslos geerdet sein müssen. Das hätte man sich mit dem Kunststoff-System MBS 2001® ersparen können.

Stand der (Bau-)Technik

Die Bausysteme der Fertigteilbahnsteige lassen sich mit individuellem Belag, mit allen Bestandteilen des Wegeleit- und Reisenden-Informationssystems, des Wetterschutzes und der Bahnbetriebstechnik ausführen (zum Beispiel Signale, Abbildung 10). Auch ist deren Baukonstruktion in der Lage, stark gekrümmten Gleisen zu folgen (Abbildung 11). Die eis- bzw. schneefreie Vorhaltung der Bahnsteigflächen mit Abtauanlagen ist seit vielen Jahren bekannt. Zunehmend werden diesen Anlagen mit Erdwärme umweltfreundlich betrieben (Abbildung 12).

Visionen und Trends

Bahnsteiganlagen sind Teil der Eisenbahninfrastruktur, deren Planung und Bau in der Regel mit Hilfe von Fördermitteln



Quelle: Hering Bau GmbH & Co. KG

Abbildung 12: Geothermische Beheizung Systembahnsteig modula® Typ 1

bezuschusst werden. Die damit verbundene Fördermittelbindung an den „permanenten“ Ort ist zwar aus der Sicht der Fördermittelgeber nachvollziehbar, wirkt sich allerdings auf die hinsichtlich des dynamischen Verkehrsmarktes geforderte örtliche Veränderung hemmend aus. Hier sollten derzeit geltende förderrechtliche und finanzielle Randbedingungen fortgeschrieben werden. Bahnsteigkonstruktionen können auch Wirtschaftsgut sein. So sind Bahnsteige für saisonale Verkehrsaufgaben zum Beispiel während einer Messezeit bekannt, die den Infrastrukturbetreibern ganz bewusst nur zur Pacht bzw. als Leasing-Objekt zur Verfügung gestellt werden und nach Ablauf der temporären Nutzungszeit an anderen Einsatzorte „versetzt“ werden.

Bahnsteige des Fernverkehrs und der Verkehrsstationen der Knoten des ITF (Integraler Taktfahrplan) werden mit Blick auf die Dauerhaftigkeit vorzugsweise in massiver Misch- und Fertigteilkonstruktion ausgeführt. Ihre Tragstruktur muss auf wechselnde Ausstattung ausgerichtet sein und industrielle Reparaturtechnologien des verschlissenen Bahnsteigbelags gestatten. Bahnsteige der Verkehrsstationen von ausschließlich örtlicher Bedeutung sollten zunehmend als mobile Bahnsteige in Leichtbauweise, zum Teil mit Kompositstoffen konzipiert werden und recyclingfähig sein. Es dürfte nur noch eine Frage der Zeit sein, dass beim Betrieb derartiger Bahnsteige auf externe Energiequellen verzichtet werden wird und Bahnsteige zu energieautarken Bahnanlagen gehören.

Literatur

- [1] Deutsche Bahn AG: Ril 813.02 Personenbahnhöfe planen, Bahnsteige
- [2] Endmann, Karl: Neue Bahnsteigkonstruktionen im Baukastensystem. – in: Der Eisenbahningenieur, Darmstadt 40 (1989) 5, 245-252
- [3] Hering Bau: Bahnsteigkonstruktionen. Bahnsteigüberdachung, Behelfsbahnsteige. Produktkatalog und Beispiele. 2000
- [4] HTG Ingenieurbüro für Bauwesen GmbH u. a.: MBS 2000 Bahnsteig in Glasfaser-Verbundwerkstoff-Bauweise. Produktschrift, 2006
- [5] Litwin, Roman; Bortlik, Romuald: Temporäre Bahnsteige im Bauvorhaben ABS Leipzig – Dresden. In: VDEI Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e. V (Hg.): Eisenbahn Ingenieur Kalender 2013. S. 207 – 220
- [6] Railbeton® Betonwerke Chemnitz: Digitaler Produktkatalog 2013. CD-ROM.
- [7] Thiel, Hans-Christoph: Haltepunkt Graal-Müritz Koppelweg. Bahnsteig vollständig aus glasfaserverstärktem Kunststoff (2007, Bildbericht), siehe https://www-docs.tu-cottbus.de/verkehrswesen/public/Bilder_HP/Berichte/koppelweg.html (Zugriff 26.02.2013)