

DiVA – die Digitale Verfahrens Analyse für Gleisbaustellen

Die Webanwendung DiVA ermöglicht den schnellen Bauverfahrenvergleich für anwenderdefinierte Gleisbaustellen.

DIRK LILLIE | SEBASTIAN KANTORSKI |
RALF NIEHAUS

Die Frage, welches Bauverfahren am besten für eine Gleisbaustelle geeignet ist, lässt sich nicht allgemein beantworten. Zahlreiche Einflussparameter bleiben bei pauschalen Abschätzungen unberücksichtigt. Demgegenüber steht die detaillierte Planung, die zwar exakte Ergebnisse liefert, aber mit steigendem Detaillierungsgrad immer zeitaufwendiger wird. Zwischen diesen beiden Extremen positioniert sich die Digitale Verfahrens Analyse DiVA: Sie erstellt Bauablaufpläne, die durch die Berücksichtigung individueller Einflussparameter deutlich exakter als Expertenschätzungen sind. Durch eine modellhafte Abstraktion und die Verwendung von Musterbauverfahren ist sie schneller und einfacher als eine detaillierte, individuelle Planung in einer Planungssoftware.

Die Webanwendung DiVA

Bei der DiVA handelt es sich um eine Webanwendung, die über das Internet für jeden Anwender ohne Softwarelizenz für die Erstellung von Bauverfahrensvergleichen von Gleisbauarbeiten zur Verfügung steht. Die Eingangsdaten zur Beschreibung der Baumaßnahme werden auf einer Webseite

[1] eingegeben bzw. aus Vorschlägen standardisiert ausgewählt und auf diese Weise einer hinterlegten Modellbaustelle zugewiesen. Nach Abschluss der Dateneingabe für zwei zu vergleichende Bauverfahren werden die Angaben an einen Server der Ingenieurgesellschaft für Verkehrs- und Eisenbahnwesen mbH (IVE) gesendet, auf dem die Eingangsdaten aufbereitet und an die Bauablaufplanungssoftware SOG Bauablaufplan (SOG BAU) weitergeleitet werden. Diese ermittelt für die beiden ausgewählten Bauverfahren jeweils einen Bauablaufplan und stellt die Ergebnisse anschließend in einem PDF-Dokument samt der Angabe von aussagekräftigen Kenngrößen wie der Baustellendauer oder -kosten einander gegenüber. Neben einem beliebigen Webbrowser zur Dateneingabe auf der DiVA-Startseite sowie einem Programm zur Anzeige von PDF-Dateien für die Ergebnisdarstellung ist weder die Installation weiterer Software erforderlich noch wird ein hochperformanter Rechner benötigt.

Baustellendefinition: Örtliche Randbedingungen

Zu Beginn der Baustellendefinition werden, wie in Abb. 1 gezeigt, die örtlichen Randbedingungen der Musterbaustelle, die Einfluss auf die Verfahrensauswahl haben, auf der DiVA-Webseite definiert. So startet die Eingabe mit der Anzahl der Gleise, wobei die Auswahl auf eingleisig oder zweigleisig

beschränkt ist. Für die Bauverfahren, bei denen Großmaschinentechnik eingesetzt wird, wird in dem hinterlegten Modell davon ausgegangen, dass lediglich ein Gleis für den Bau benötigt wird. Die Auswahl zweigleisig spiegelt somit in diesem Fall das „Bauen unter dem rollenden Rad“ wider. Bei Bauverfahren, die hauptsächlich mit dem Zweibegebagger konventionell durchgeführt werden, kann hingegen optional gewählt werden, ob das zweite Gleis für die Dauer der Arbeiten ebenfalls gesperrt wird, das heißt bei einer Vollsperrung gearbeitet wird, eine Baustraße verfügbar bzw. anzulegen ist oder aber eingleisig vor Kopf gebaut wird. Des Weiteren wird der Umfang der Baumaßnahme als Baustellenlänge in Metern eingegeben. Hierbei ist die wählbare Länge auf den Bereich zwischen dem minimalen Eckwert von 400 m und dem maximalen von 4500 m begrenzt. Einer auf diese Weise räumlich definierten Baustelle können anschließend die sogenannten Hindernisse zugewiesen werden. Hindernisse sind Objekte, die direkten Einfluss auf den Bauablauf haben. Im Hindernisbereich müssen in der Regel zu Beginn die maßgebenden Maschinen des jeweiligen Arbeitsganges abgerüstet werden. Danach wird das Hindernis entweder überfahren oder mit gedrosselter Leistung weitergearbeitet. Am Hindernisende erfolgt schließlich für die weiteren Arbeiten ein erneutes Aufrüsten. Dem Anwender stehen hier fünf typische Hindernisarten des Gleisbaus, wie Brücken ohne Schotterbett, Bahnsteige, Bahnübergänge, Weichen und Abschnitte ohne Umbau zur Auswahl. Die Zuweisung erfolgt, indem zunächst jeweils eine Hindernisart ausgewählt und danach eine Position im Umbaugleis für den Hindernisbeginn sowie die Hindernislänge eingegeben werden. Die der Baustelle zugewiesenen Hindernisse werden übersichtlich in einer Tabelle hinzugefügt und können hier für spätere Berechnungsvarianten auch wieder gelöscht werden. Die örtliche Definition der Baustelle wird durch die Eingabe des Abstandes der Abstellbahnhöfe bzw. der Gleissperren vor und hinter dem Umbaugleis abgeschlossen. Auf diesen Strecken findet die Anfahrt beziehungsweise die Abfahrt der gleisfahrbaren Maschinen mit einer ebenfalls definierbaren Geschwindigkeit statt und beeinflusst somit direkt auch die Dauer der Baumaßnahme.

Hindernisart	Position [m]	Länge [m]	
Brücke ohne Schotterbett	220	100	Löschen
Bahnübergang	350	20	Löschen
Bahnsteig	500	400	Löschen

Abb. 1: DiVA-Dateneingabe – Definition Infrastruktur und Hindernisse

Zeitansatz:

Dauersperre oder Sperrpausen

Bei der Definition der zeitlichen Randbedingungen stehen für die zu planende Baumaßnahme entweder eine durchgehende Dauersperre oder sich wiederholende Sperrpausen zur Auswahl bereit.

Bei Verwendung der durchgehenden Dauersperre als Zeitansatz ist entsprechend der Abb. 2 zusätzlich noch die Schichtart als Ein-, Zwei- oder Dreischichtbetrieb zu konkretisieren. Im Modell DiVA gilt für alle Arbeitsverfahren dann jeweils eine einzelne Schichtdauer von acht Stunden, das heißt beim Dreischichtbetrieb wird entsprechend 24 Stunden lang rund um die Uhr gearbeitet. Bei Auswahl des Ein- oder Zweischichtbetriebs werden hingegen die Arbeiten für die Dauer der Schichtpausen unterbrochen. Die Maschinen verbleiben währenddessen im Umbaugleis.

Wenn die sich wiederholenden Sperrpausen als Zeitansatz gewählt werden, ist die Länge der jeweiligen Sperrpausen vom Anwender festzulegen. Für alle Sperrpausen wird dabei im Modell die gleiche gewählte Dauer verwendet. Diese kann in Halbstundenintervallen zwischen acht und zwölf Stunden liegen. Bei der Bauablaufplanung werden die Arbeiten in den wiederholenden Sperrpausen so geplant, dass das Baugleis zwischen den Sperrpausen für den Betrieb wieder zur Verfügung steht. Dementsprechend müssen die verwendeten Maschinen in diesem Fall zu jeder Sperrpause zuzüglich der An- und Abfahrten noch auf- und abgerüstet sowie das Baugleis am Schichtende gegebenenfalls zusätzlich gestopft werden.

Bauablauf: Durchzuführende Arbeiten und Bauverfahrensauswahl

Bei der Auswahl der durchzuführenden Arbeiten kann in DiVA zwischen sechs verschiedenen Maßnahmenkombinationen von der komplexen Gleiserneuerung mit Bettungsreinigung und Planumsverbesserung bis zur einfachen Gleiserneuerung oder Bettungsreinigung unterschieden werden.

Im Anschluss können, wie in Abb. 2 gezeigt, zwei Technologien zur Durchführung der zuvor definierten Arbeiten bestimmt werden, deren Bauablaufpläne und Kenngrößen später in einem Plan vergleichend einander gegenübergestellt werden. Dabei wird im Modell grundsätzlich zwischen maschineller Technologie mit Großmaschinenteknik oder konventioneller Technologie mit Zweibegebagger differenziert. Wenn ein maschinelles Verfahren mit Großmaschineneinsatz gewählt wurde, stehen in einem folgenden Eingabefeld entsprechend ein oder mehrere Vorschläge realer Großmaschinen bzw. Maschinenkombinationen zur Verfügung.

Beim konventionellen Verfahren kommen hauptsächlich Zweibegebagger zum Einsatz. Diese Technologie lässt sich auf der

The screenshot shows the 'Zeitansatz' (Time Approach) and 'Bauablauf' (Construction Sequence) configuration screens. In the 'Zeitansatz' section, 'Sperrpausenart' (Pause Type) is set to 'Durchgehende Dauersperrung' (Continuous permanent closure) and 'Schichtart' (Shift Type) is set to 'Dreischicht' (Three-shift). The 'Bauablauf' section shows 'Arbeiten' (Work) as 'Gleiserneuerung' (Track renewal). 'Technologie 1' (Technology 1) is 'Maschinell' (Mechanical) with machine 'SMD 80'. 'Technologie 2' (Technology 2) is 'Konventionell' (Conventional) with 'Nachbargleis verwenden' (Use adjacent track) checked, 'Baustraße' (Construction road) set to 'Keine' (None), and 'Bauspitzen' (Construction points) set to '4'. Two images are shown: 'SMD 80' (a yellow track renewal machine) and 'Bagger' (an excavator).

Abb. 2: DiVA-Dateneingabe – Definition Zeitansatz und Bauablauf

DiVA-Eingabeseite anschließend dahingehend noch genauer spezifizieren, ob bei zweigleisiger Infrastruktur das Nachbargleis für die Durchführung der Tätigkeiten mitverwendet werden und somit für die Arbeitsdauer eine Vollsperrung vorliegen soll. Als Alternative besteht die Option, dass eine Baustraße entlang des Umbaugleises zur Verfügung steht oder eine neue angelegt werden soll. Die Arbeitsleistung des konventionellen

Bauverfahrens wird in der Praxis maßgeblich durch die Anzahl der eingesetzten Bagger beeinflusst. Im DiVA-Modell wird die Menge der Bagger über die Festlegung der Bauspitzen definiert. Es können hierbei bis zu vier Bauspitzen ausgewählt werden, wobei jeder Bauspitze ein Bagger zugeordnet ist. Die verwendeten Leistungswerte [2, 3] und Kostenansätze [4, 5] im DiVA-Berechnungsmodell entstammen zum überwiegenden

The screenshot shows the 'Baustellensicherung' (Construction Site Security) and 'Betrieberschwerniskosten' (Operating Costs) configuration screens. Under 'Baustellensicherung', 'Anteil an den Baustellenkosten in %' (Share of construction site costs in %) is checked, with values of 20% for 'Technologie 1' and 10% for 'Technologie 2'. Under 'Betrieberschwerniskosten', 'Umleitungen' (Diversion) is checked, with values of 10,000 € for 'Technologie 1' and 20,000 € for 'Technologie 2'. Other options like 'Schienenersatzverkehr', 'Verspätungen / Anschlussicherungen', and 'Zusätzliches Personal' are unchecked. The bottom of the screen features the IVE logo and a 'Berechnen' (Calculate) button. A note at the bottom states: 'Hinweis: DiVA liefert das Planungsergebnis in einer pdf-Datei. Dafür ist ein pdf-Reader auf Ihrem Rechner erforderlich. Wenn Sie einen Popup-Blocker aktiviert haben, ist für DiVA bei entsprechender Nachfrage die Darstellung zu erlauben.'

Abb. 3: DiVA-Dateneingabe – Definition Baustellensicherungs- und Betriebschwerniskosten

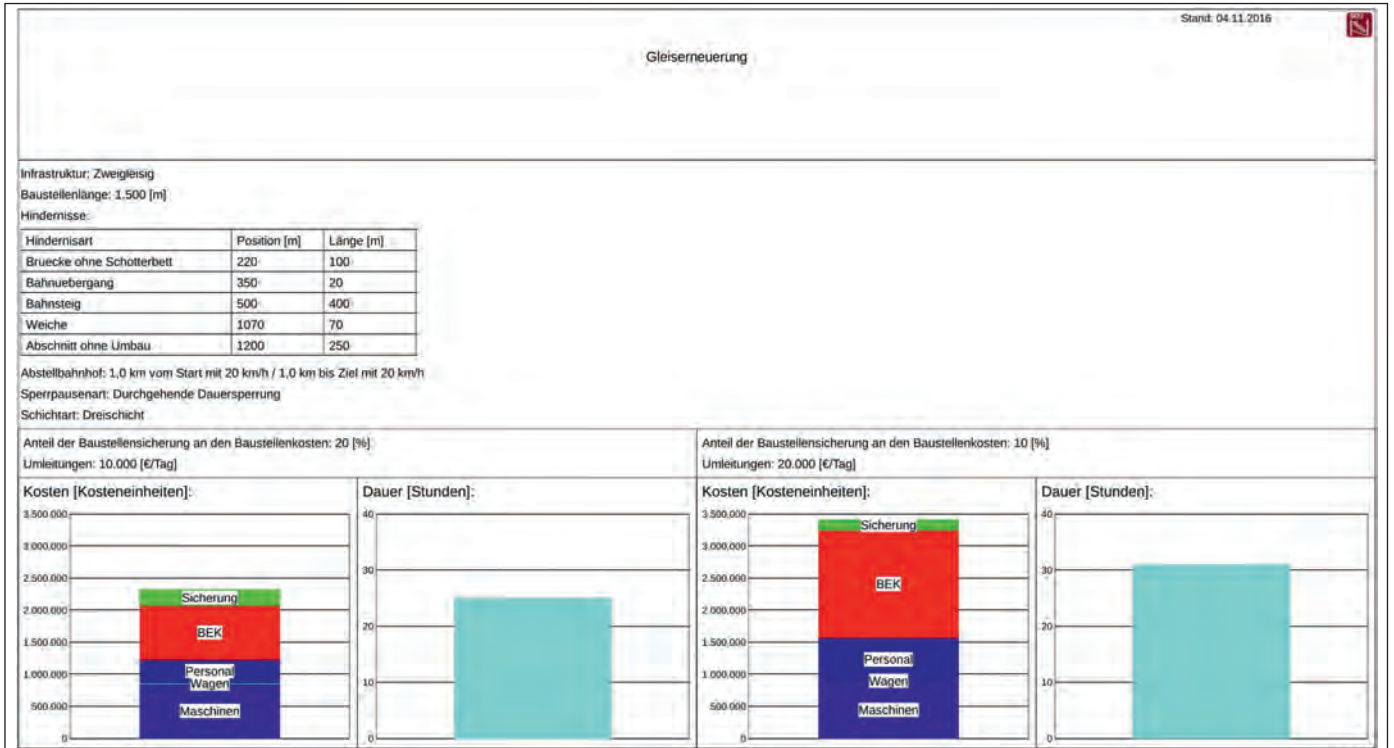


Abb. 4: DiVA-Ergebnisausgabe Auswertungsdiagramm

Teil aus öffentlichen Quellen. Fehlende Angaben wurden in zahlreichen Expertengesprächen verifiziert.

Kosten für die Baustellensicherung und die Betriebserschwerisse

Neben der Auswertung der reinen Baukosten aus Maschinen, Wagen, Personal und

gegebenenfalls Baustraße können in der DiVA-Eingabe zusätzlich Kosten für die Baustellensicherung sowie Betriebserschwerisse (BEK) hinterlegt werden und somit in den Variantenvergleich mit einfließen. Die Kosten für die Baustellensicherung werden dabei gemäß Abb. 3 als prozentualer Anteil an den Baustellenkosten definiert. Für die verschie-

denen Betriebserschwerisse wie Umleitungen, Schienenersatzverkehr, Verspätungen beziehungsweise Anschlusssicherungen sowie zusätzliches Personal werden die Kosten in Euro pro Tag angegeben.

Ergebnis: Ein Bauablaufplan samt Auswertung der Bauzeit und -kosten

Nach Abschluss der DiVA-Eingabe werden die Daten an die Bauablaufplanungssoftware SOG BAU gesendet, die wiederum das Berechnungsergebnis in Form einer PDF-Datei zur weiteren Verwendung zurückgibt. Im Plankopf des erstellten Dokumentes werden, wie in Abb. 4 dargestellt, zunächst alle Eingangsdaten der Berechnung für einen späteren Variantenvergleich übersichtlich aufgelistet. Darauf folgt jeweils ein Auswertungsdiagramm, dem die Kosten und die Dauer der beiden Planungsvarianten zu entnehmen sind. Dabei werden die Kosten in die Anteile für Maschinen, Wagen, Personal, Baustraße sowie BEK und Sicherung aufgeschlüsselt dargestellt. Um den Modellcharakter der DiVA zu unterstreichen, werden die Kosten bereits zuvor in währungsunabhängige Kosteneinheiten umgerechnet. Dies erlaubt einen gewünschten Variantenvergleich untereinander, verhindert jedoch gleichzeitig den Versuch, einen direkten Bezug der berechneten Ergebnisse zu realen Baumaßnahmen herzustellen.

Den eigentlichen Kern der Ergebnisdarstellung bildet die anschließend in Abb. 5 gezeigte Visualisierung der beiden Bauablaufpläne je gewählter Technologie in einer Zeit-Weg-Linien-Darstellung. Eine maßstäb-

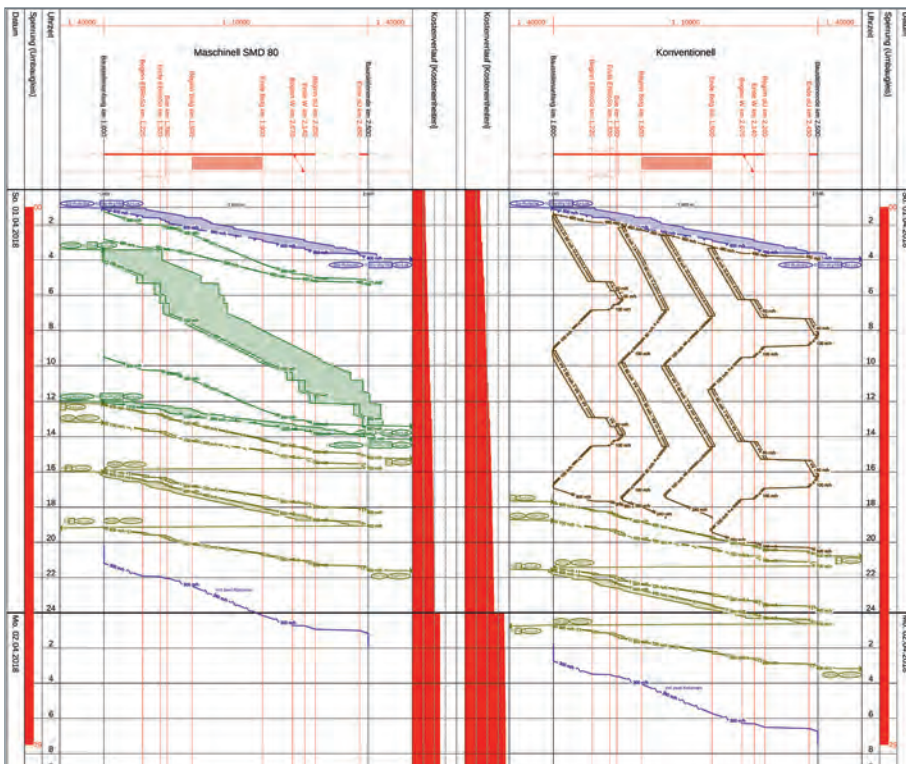


Abb. 5: DiVA-Ergebnisausgabe Bauablaufpläne

liche Skizze des Baustellenmodells stellt hier nochmals die Eingangswerte der örtlichen Randbedingungen grafisch dar und verdeutlicht dabei den Zusammenhang zwischen den Hindernissen und den entsprechenden Reaktionen am jeweiligen Arbeitsgang. Parallel zu den laufenden Arbeitsgängen wird zwischen Bauablaufplänen zusätzlich der Kostenverlauf je Maßnahme als Summenkurve veranschaulicht.

Variantenvergleiche

Pro Berechnung werden in der DiVA jeweils zwei Bauverfahren miteinander verglichen. Um anschließend darauf aufbauend möglichst einfach und schnell weitere Varianten zu erstellen, bleiben die Werte auf der DiVA-Eingabeseite auch nach der ersten Berechnung unverändert bestehen und können somit für weitere Variantenvergleiche beliebig angepasst werden.

Ausblick: Die DiVA lebt!

Es ist geplant, die DiVA kontinuierlich weiterzuentwickeln. Auf der Agenda stehen

bereits die Ergänzung von Logistikfahrten, die Bewertung des Baustoffmanagements und nicht zuletzt ist geplant die Berücksichtigung der Umwelteinwirkung, wie zum Beispiel Lärm- und Abgasemissionen, zu integrieren.

Auch sollten die bisher verwendeten Leistungsansätze und die vorgeschlagenen Bauverfahren nicht als „in Stein gemeißelt“ angesehen werden. Vielmehr soll die DiVA zu Diskussionen anregen, aus denen hilfreiche Anregungen aus der Praxis zur weiteren Schärfung des DiVA-Berechnungs-Modells hervorgehen. ■

QUELLEN

- [1] <https://www.plassertheurer.com/de/mediathek/diva.html>
- [2] Marx, L.; Oberbaumaschinen für Eisenbahninfrastruktur, Eurailpress, Hamburg 2007
- [3] Deutsche Bahn AG: Ril. 825 „Baumaschinen einsetzen“
- [4] Hauptverband der deutschen Bauindustrie e. V., Baugeräteliste 2015, 1. Auflage, Bauverlag BV GmbH, Berlin 2015
- [5] Bauindustrieverband Hamburg und Schleswig-Holstein: Tarifvertrag Bau West vom 5. Juni 2014



Dipl.-Ing. Dirk Lillie
Senior Consultant
dirk.lillie@ivembh.de



Dipl.-Ing. Sebastian Kantorski
Consultant
sebastian.kantorski@ivembh.de



Ralf Niehaus, M.Sc.
Senior Softwareentwickler
ralf.niehaus@ivembh.de

alle Autoren
Ingenieurgesellschaft für Verkehrs-
und Eisenbahnwesen mbH, Hannover

World Rail Market Study

Commissioned by UNIFE, conducted by Roland Berger and published by DVV | Eurailpress | Railway Gazette



The largest study of its kind

More information at
www.eurailpress.de/wrms17

Contact:

DVV Media Group GmbH • Eurailpress
Email: service@eurailpress.com
Phone: +49 40 237 14-260 • Fax: +49 40 237 14-258
www.eurailpress.de • www.railwaygazette.com

Special rate
for InnoTrans
exhibitors!