

Funkferngesteuertes Heben, Richten, Verschwenken von Gleisen

Über die Zulassung neuer Technologien bei DB und SBB im Gleisbau und bei der Gleisinstandhaltung



Abb. 1: Gleisheben früher

JOACHIM KNOLL

Die Geburt der Eisenbahn in Deutschland im frühen 19. Jahrhundert markiert einen entscheidenden Wendepunkt für den Transport und die Industrialisierung des Landes. Mit der Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahnstrecke – der Bahnstrecke zwischen Nürnberg und Fürth im Jahr 1835 – begann eine neue Ära des Transports, die nicht nur die Mobilität der Menschen revolutionierte, sondern auch den Bau und die Instandhaltung von Eisenbahnstrecken erforderte. Der Beitrag beschreibt den aktuellen Entwicklungsstand von hydraulischen Gleishebe- und Richtmaschinen (HGR), mit denen in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts die vorher überwiegend manuelle, kräftezehrende und aufwendige Arbeit im Gleisbau und der Gleisinstandhaltung auf ein neues Level gehoben werden konnte.

Die Anfänge der Eisenbahn in Deutschland: Gleisbau in Handarbeit
In den ersten Jahren war der Gleisbau eine arbeitsintensive Tätigkeit, die weitgehend manuell erfolgte. Die für die damaligen Dampflokomotiven geeigneten Gleise mussten präzise

ausgerichtet und stabil verlegt werden – eine Aufgabe, die mit einfachen, aber wirkungsvollen Handwerkzeugen bewältigt wurde. Zunächst wurde das Gleisbett vorbereitet, das aus Schotter und Erde bestand. Darauf setzte

man dann die Schwellen, die aus Holz oder später auch aus Eisen gefertigt wurden. Ein zentrales Werkzeug dabei war der sogenannte „Schwellenhammer“ – ein schwerer Hammer, mit dem die Holzschwellen in den anstehen-

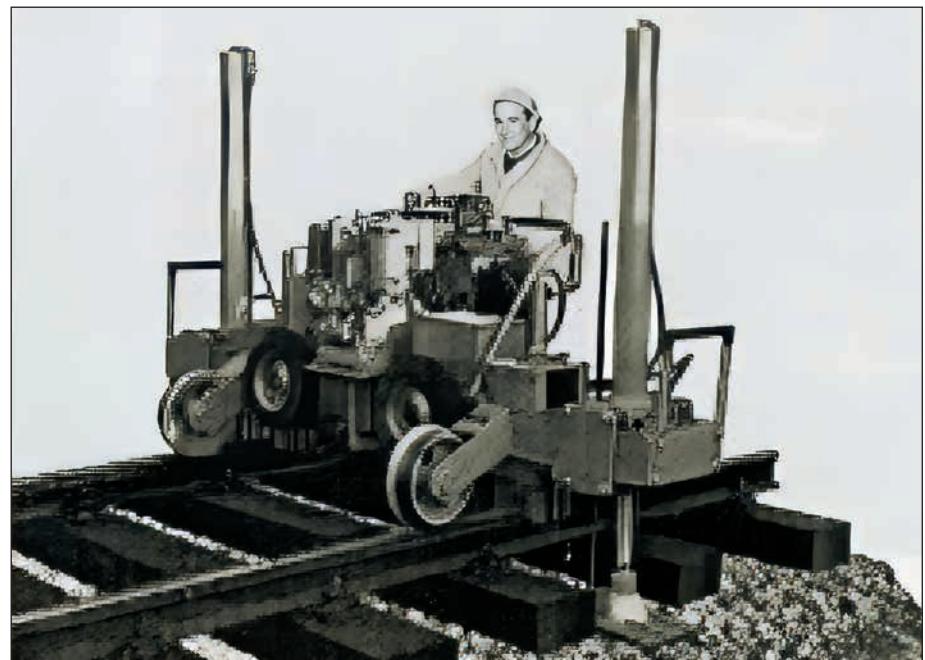


Abb. 2: Erste hydraulische Gleishebe- und Richtmaschine (HGR)

den Boden getrieben wurden. Das eigentliche Ausrichten der Gleise erfolgte manuell mithilfe von sogenannten „Schienenhebern“: einem massiven Hebelmechanismus, der das präzise Anheben der Schienen zur exakten Positionierung ermöglicht. Ein weiteres wichtiges Werkzeug war der „Schienenbock“, eine Art provisorische Stütze zum Justieren und Sichern der Schienen (Abb. 1).

Schon in den Anfangsjahren des Eisenbahnbau wurde sowohl die Werkzeuge als auch die Arbeitsmethoden immer wieder verfeinert, um den wachsenden Anforderungen der neuen Technologie gerecht zu werden. Trotz der aus heutiger Sicht primitiven Mittel war der Bau der ersten Eisenbahnstrecken eine Meisterleistung der Ingenieurskunst, die einen Grundstein für das moderne Verkehrswesen in Deutschland und weltweit legte [1].

Hydraulische Gleishebe- und Richtmaschine

Die HGR markierte über ein Jahrhundert später einen entscheidenden Fortschritt im Gleisbau und in der Gleisinstandhaltung. Mit der Einführung dieser innovativen Technologie war es erstmals möglich, Gleise und Gleisjoche ohne umfangreiche Umbauten und mühsame Handarbeit anzuheben und auszurichten. Die erste HGR, entwickelt von der Robel Bahnbaumaschinen GmbH, wurde 1976 gebaut und ausgeliefert (Abb. 2).

Vor der Einführung solcher Maschinen war der Gleisbau äußerst kräftezehrend und erforderte zahlreiche Arbeiter. Tätigkeiten, die heute von der HGR mit minimalem Personalaufwand erledigt werden, mussten früher von bis zu zehn Personen unter hoher körperlicher Belastung ausgeführt werden.

Die heutige HGR ist eine robuste Stahlkonstruktion auf vier speziell entwickelten und stabilen Stahlrädern, die eine beschädigungs-freie Bewegung auf dem Gleis ermöglichen. Der Maschinenrahmen ist so dimensioniert, dass er die Schienen seitlich um 605 mm in beide Richtungen überragt. Dies ermöglicht eine genaue Ausrichtung und eine gleichmäßige Lastabtragung auf das Gleis. Zwei Haupt-hydraulikzylinder heben das Gleis, während ein zusätzlicher Hydraulikzylinder die Querver-schiebung zur Feinjustierung ermöglicht.

Eine Besonderheit der HGR sind die beiden Greifzangen, die direkt über den beiden Schienen an der Maschine angebracht sind. Diese Zangen fixieren das Gleis und ermöglichen sicheres Heben und Bewegen (Abb. 3).

Die HGR bewegt sich eigenständig vor- und rückwärts mithilfe eines Hydraulikmotors an den Rädern. Die Hydraulikpumpe der Maschine wird von einem leistungsstarken 7,1 kW Dieselmotor angetrieben und erreicht einen Arbeitsdruck von bis zu 160 bar, was eine hohe Mobilität und Unabhängigkeit gewährleistet. Am Einsatzort angekommen wird die Maschine positioniert, und die Zangen übernehmen die Aufgabe, die Schienen zu greifen und zu



Abb. 3: Greifzange

halten. Im Anschluss daran werden die beiden Stahlstempel an den Hebezylindern präzise zwischen den Eisenbahnschwellen aufgesetzt. So kann der Gleisrost mit einer enormen Kraft – bis zu 200 kN – auf bis zu 750 mm angehoben werden. Das ermöglicht eine exakte Ausrichtung der Schienen, ohne vorheriges Entfernen des Schotterbettes.

Zur Ausrichtung des Gleises in Höhe und Rich-tung werden drei Personen eingesetzt: Einer bedient die Maschine, hebt und richtet das Gleis nach Anweisung. Ein weiterer befindet sich außerhalb des Gleises, überwacht das Nivelliergerät und gibt Anweisung an den Ma-schinenbediener. Das Nivelliergerät zielt auf eine Messskala, die von dem dritten Arbeiter, der im Gleis steht, gehalten wird. Alternativ kann die Messskala am Gleis oder an der Ma-schine fest installiert werden, um Personal einzusparen.

Nach korrekter Ausrichtung wird der angehobene Gleisrost mittels eines Stopfagggregats an einem Zweiwegebagger oder einem hand-geführten Schwingstopfer wieder unterstoppft und fixiert. Die gesamte Bedienung der HGR erfolgt über eine Reihe von Hydraulikventilen, die von einem Bediener mithilfe von Hebeln gesteuert werden. Diese Technik spart nicht nur Arbeitskräfte, sondern erhöht auch die Sicherheit und Präzision im Gleisbau und der Gleisinstandhaltung erheblich.

Dank der HGR konnte der Arbeitsaufwand im Gleisbau drastisch reduziert werden, was zu einer erheblichen Steigerung des Wirkungsgrades führte. Der Einsatz von weniger Perso-nal für Aufgaben, die zuvor ein ganzes Team erforderten, führt zu einer erheblichen Kosten-einsparung und trägt gleichzeitig zur Ver-besserung der Arbeitsbedingungen auf den Baustellen bei. Dies machte die HGR zu einem unverzichtbaren Werkzeug für die Eisenbahn-

industrie und trug dazu bei, die Gleisinfrastruktur in Deutschland und weltweit schneller und günstiger zu pflegen und instand zu setzen.

Weiterentwicklung der Bahnbaumaschinen: Sicherer, genauer und effizienter

Die technischen Möglichkeiten im Sektor der Bahnbaumaschinen entwickeln sich kontinuierlich weiter, und entsprechend steigen auch die Anforderungen an die im Gleisbau einge-setzten Maschinen. Besonders im Bereich der Sicherheit hat sich in den vergangenen Jahren viel verändert. Moderne Maschinen sind heu-te so konzipiert, dass der Bediener nicht mehr in gefährlichen Bereichen arbeiten muss. Dies wird durch die Integration von funkfernsteuer-baren Funktionen erreicht, die eine erhebliche Verbesserung sowohl der Bedienersicherheit als auch der Effektivität der Maschinen bieten. Ein wesentlicher Fortschritt ist, dass der Bediener nun nicht mehr in unmittelbarer Nähe der Maschine stehen muss, um die Arbeiten auszu-führen. Stattdessen erfolgt die Steuerung von verschiedenen Arbeitsschritten wie das Fahren auf dem Gleis im Arbeitsbetrieb, das Heben und Senken des Gleisrosts sowie das Ausrich-ten der Gleise aus sicherem Abstand – fernab von Gefahrenzonen, mit besserem Überblick und ohne Vibratiornen oder hohe Geräusch-belastungen.

Die Fernsteuerung ist mit verschiedenen Überwachungseinrichtungen ausgestattet und bietet dadurch zusätzlich Sicherheit. Eine Anwesenheitsabfrage verlangt regelmäßige Rückmeldung per Tastendruck vom Bediener. Ein Neigungssensor erkennt, ob die Fernsteuerung eine Neigung von mehr als 50° erreicht hat und dabei eine bestimmte Ablaufzeit überschritten wird – ein möglicher Hinweis für einen Bedienerausfall. Auch der Signalver-

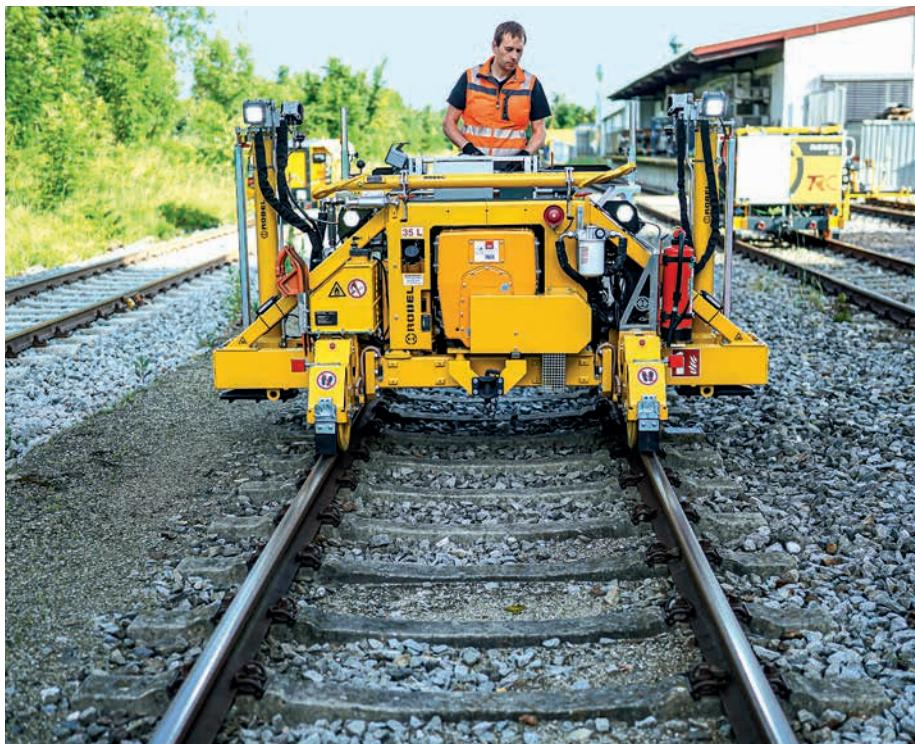


Abb. 4: Gesamtabbildung einer HGR

Ist zwischen der Funkfernsteuerung und der Maschine wird überwacht – sollte dieser auftreten, wird die Maschine automatisch zum Stillstand gebracht und der Motor abgestellt. Diese Funktionen stellen sicher, dass sich die Maschine jederzeit in einem sicheren Zustand befindet und das Unfallrisiko auf ein Minimum reduziert wird.

Zusätzlich ist für den Fahrbetrieb der Maschine eine weitere Anwesenheitsabfrage im Fahr-

stand integriert. In Fahrt muss der Bediener regelmäßig einen Fußtaster betätigen, um sicherzustellen, dass er sich im Fahrkorb befindet und nicht etwa das Bewusstsein verloren hat (Abb. 4). Auch in diesem Fall wird die Maschine bei Ausfall der Sicherheitsabfrage automatisch gestoppt. Diese Sicherheitsmechanismen werden durch eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) überwacht, die für die Steuerung der Sicherheitsfunktionen

zuständig ist und eine kontinuierliche Überprüfung des Maschinenbetriebs gewährleistet. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bis zu 15 km/h, um möglichst schnell am Einsatzort bereitzustehen. Im Arbeitsbetrieb können per Fernbedienung bis zu 5 km/h erreicht werden – auch bei einem Maschinengewicht von 2,5 t bleibt die HGR somit rasch umsetzbar.

Für noch mehr Sicherheit der Arbeiter am Gleis sorgt die Spitzens- und Signalbeleuchtung. Je nach Fahrtrichtung wechselt sie automatisch zwischen den Farben Rot und Weiß, sodass jederzeit eindeutig erkennbar ist, in welcher Richtung die Maschine unterwegs ist. Befindet sich die Maschine im Arbeitsbetrieb, signalisieren Warnleuchten und ein Warnsummer den aktuellen Betriebszustand sowie mögliche Fehlerfälle.

Ein weiterer technologischer Fortschritt ist der Einsatz RFID-kodierter Näherungssensoren zur Überwachung der Position der Hydraulikzylinder. Diese Sensoren gewährleisten, dass die Maschine sich nur dann im Fahrbetrieb befinden kann, wenn die Hebezylinder ihre obere Endposition erreicht haben und der Richtzylinder sich in Mittelstellung befindet. Für den Wechsel in den Arbeitsbetrieb muss eine definierte Stellung der Hebezylinder mindestens überschritten sein, um Schäden an der Gleisanlage und der Maschine zu vermeiden. Befinden sich die Hebezylinder unterhalb dieser Position, lassen sich die Zangen zum Greifen der Schiene nicht mehr öffnen. Ein unbeabsichtigtes Fallenlassen des Gleisjoches wird dadurch zuverlässig verhindert. So wird sichergestellt, dass sämtliche Arbeitsprozesse unter sicheren und optimalen Bedingungen durchgeführt werden.

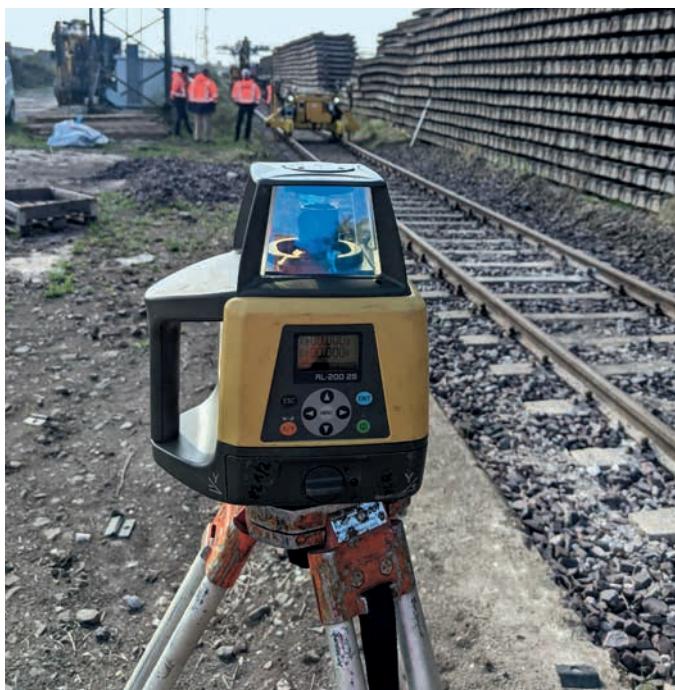


Abb. 5: Rotationsmessgerät



Abb. 6: Messempfänger

Die neueste Version der HGR verzichtet auf manuelle Ventile – stattdessen regelt eine SPS alle Funktionen. Der gesamte Arbeits- und Fahrbetrieb der Maschine wird über zwei Joysticks sowie diverse Wahlschalter an der Fernbedienung gesteuert. Dies vereinfacht die Handhabung der Maschine deutlich und trägt gleichzeitig zu einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit bei.

Mit diesen Neuerungen wurde zum ersten Mal in der Geschichte der HGR dasselbe Sicherheitsniveau erreicht, das bei größeren und leistungsstärkeren Maschinen im Gleisbau bereits als Standard gilt. Diese fortschrittliche Technologie gewährleistet nicht nur eine höhere Sicherheit für die Bediener, sondern auch eine signifikante Steigerung von Arbeitsgeschwindigkeit und Präzision.

Zur weiteren Vereinfachung von Messaufgaben kann ein Empfänger für ein Rotationsmessgerät direkt an der Maschine angebracht werden. Das Rotationsmessgerät selbst steht auf einem Stativ in Nähe des Messarbeiters außerhalb des Gleisbereichs. Um die Neigung der Maschine zu kontrollieren, lassen sich zudem zwei Empfänger an der Maschine montieren, die jeweils mit einem Rotationsmessgerät an den beiden Gleisseiten korrespondieren. So können Messaufgaben und Maschinenbedienung von nur

einer Person durchgeführt werden: Der Arbeiter verfolgt akustisch die Signale des Messempfängers und richtet das Gleis per Fernbedienung aus. Das Ausrichten des Gleises in Höhe und Richtung kann so direkt während des Stopfvorgangs erfolgen, was wiederholte Arbeitsschritte vermeidet und wertvolle Zeit spart (Abb. 5 u. 6). Bei Nachtarbeiten sorgen eine optimale Rundumarbeitsbeleuchtung und eine Ausleuchtung des Arbeitsbereiches unterhalb der Maschine für zusätzliche Sicherheit. Die ROALIGN 47.230 Hydraulische Gleisbemaschine mit Verschwenkeinrichtung, die neueste Generation der HGR aus dem Hause Robel Bahnbaumaschinen GmbH, vereint all diese Funktionen und Sicherheitsmerkmale. Sie wurde gemäß DIN EN15955 Teil 1 und 2 [2] konstruiert und konzipiert. Fahrwerk, Federung, Fahrzeugprofil sowie alle durchgeführten Prüfungen und Messungen entsprechen den Anforderungen dieser Norm.

Erstmals in der Geschichte der HGR erhielt die neueste Version eine offizielle Arbeitsberechtigung der Deutschen Bahn AG (DB) sowie die Freigabe des Bundesamts für Verkehr (BAV) der Schweiz. Die Zulassung der Schweizerischen Bundesbahnen AG (SBB) befindet sich derzeit in Vorbereitung und wird in naher Zukunft erwartet.

Blick in die Zukunft

Die technische Entwicklung schreitet weiter voran – insbesondere im Zeichen der Dekarbonisierung. Zukünftig wird der Dieselantrieb durch elektrische Antriebe mit Energiespeicher ersetzt. Hochleistungsfähige Lithium-Ionen-Akkus machen dies bereits heute möglich. Zukünftige Versionen der HGR werden Messdaten aufzeichnen und vorhandene 3D-Daten zum Einsatzort einlesen können. So wird ein teil- oder vollautomatischer Betrieb möglich – sicherer, schneller, effizienter. ■

QUELLEN

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Eisenbahn_in_Deutschland, aufgerufen am 27.05.2025 13:59

[2] DIN EN15955 Bahnanwendungen – Infrastruktur – Ausgleisbare Maschinen, Anhänger und zugehörige Ausstattung, Teil 1: Technische Anforderungen an die Versetzung und den Arbeitseinsatz, Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen



Joachim Knoll, B. Prof. Technik
Entwicklungsleiter
M&W Elektronik & Digitales
Robel Bahnbaumaschinen GmbH,
Freilassing
joachim.knoll@robel.com

Wir sind dort, wo Ihre Kunden sind.

2025

DER **EI**
EISENBAHN
INGENIEUR

AUGUST
Heft 8

02.09. – 04.09.2025
9. Railway Forum 2025,
Berlin

SEPTEMBER
Heft 9

18.09.2025
21. Fachtagung Konstruktiver
Ingenieurbau, Berlin

23.09. – 26.09.2025
TRAKO,
Danzig

OKTOBER
Heft 10

08.10.2025
VDEI Vermessungstechnische
Fachtagung, Frankfurt

14.10. – 15.10.2025
23. Fachtagung Telekommunikationstechnik, Fulda

06.11. – 07.11.2025
25. Internationaler SIGNAL+
DRAHT-Kongress, Fulda

NOVEMBER
Heft 11

06.11.25
11. VDEI Fachtagung zur
Sanierung von Ingenieurbauwerken, Nürnberg

19.11. – 20.11.2025
5. IRSIA,
Aachen

25.11. – 26.11.2025
STUVA-Expo 2025,
Hamburg

25.11. – 26.11.2025
VDEI Eisenbahn-
Fachtagung 2025,
Radebeul

Änderungen vorbehalten.

Weitere Infos: Silke Härtel • Telefon: 040/237 14-227 • silke.haertel@dvvmedia.com