

Schrauben mit System: automatisiert, wirtschaftlich und bedienerfreundlich

Technologische Weiterentwicklungen des Schraubens, einer Kernaufgabe bei Bau und Instandhaltung am Gleis



Abb. 1: Vollelektrische Präzisionsschraubmaschine 30.76 E³

Quelle aller Abb.: Robel Bahnbaumaschinen GmbH

THOMAS HÖLZLWIMMER

Die altbekannte Schraubmaschine hat sich gewandelt. Für Handhabung, Antrieb und Steuerung werden neue Technologien eingesetzt, immer mehr Maschinen arbeiten emissionsfrei. Ihre starke Leistung entwickeln sie dank Elektromotor lärm- und vibrationsarm, schonen Bediener und Umgebung. Die neuen Maschinen sind ergonomischer, arbeiten automatisiert und wirtschaftlich. Mit ihnen ist es möglich, jede einzelne Verschraubung im Detail zu dokumentieren. Zusammen führt das zu einer neuen Dimension des Schraubens am Gleis.

Schraubmaschinen unter dem Zeichen E³

Seit mehr als zehn Jahren setzt Robel bei handgeführten Maschinen vermehrt auf batterieelektrische Antriebe. Diverse Baureihen sind inzwischen am Markt etabliert, inklusive einer durchgängigen Kompatibilität der Akku-Versionen. Seit 2021 tragen diese Maschinen die zunächst vom Unternehmen Plasser & Theurer im Bahnbau eingeführte Bezeichnung E³ (Economic – Ecologic – Ergonomic) für wirtschaft-

liche, umweltverträgliche und ergonomische Lösungen für die Arbeit am Gleis.

Vollelektrisches, intuitives Präzisionsschrauben

Die auf der iaF 2022 präsentierte, vollelektrische Präzisionsschraubmaschine 30.76 E³ (Abb. 1) erreicht eine hohe Arbeitseffizienz: Der Akku mit 2300 Wh Kapazität ermöglicht bis zu 4000 Verschraubungen. Das entspricht rund 1200 m Schienenstrang und deckt somit mehr als den Umfang einer üblichen Arbeitsschicht. Beim Einsatz von vier Maschinen zugleich am Gleis sind 2,4 km Strecke verspannt, ganz ohne Nachladebedarf. Auch nach 1000 Schraubvorgängen fällt die Leistungsfähigkeit des Akkus nicht erkennbar ab. Zudem kann der Akku bei noch höherer Leistungsanforderung oder längerer Einsatzzeit auch schnell und einfach gewechselt werden. Wird die Schraubmaschine nicht aktiv ausgestellt, schaltet sie sich nach vier Stunden selbsttätig ab. Den wartungsfreien, bürstenlosen Gleichstrommotor mit 7,5 kW Leistung wie auch den Controller liefert das Robel Partnerunternehmen Vogel & Plötscher.

Bei Inbetriebnahme startet ein bewusst vorgesehener, zweifacher Knopfdruck die digi-

talen Komponenten. Diese vereinfachen die Bedienung und präzisieren den Arbeitseinsatz. Bedienelemente und Display sind trotz der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten so übersichtlich gestaltet, dass auch angelerntes Personal vorgabegerechte Resultate erzielt. Zur Bedienung der Maschine erforderlich sind letztlich nur zwei Finger. Die Steuerung ist intuitiv bedienbar, das klare Display unterstützt die Arbeitsabläufe. Im Sinne universeller Einsetzbarkeit stehen mehrere Sprachen zur Auswahl. Die vollelektrische Präzisionsschraubmaschine ist selbstlernend. Sie orientiert ihr Anzugsmoment an den vorherigen Verschraubungen und reguliert die Leistung über Drehzahl und Moment. Über den Kraftverlauf erkennt die Maschine defekte Schrauben, gebrochene Federbügel und beschädigte Gewinde. Der Bediener kann bei Bedarf völlig festsitzende Muttern und Schrauben ohne jeden Zusatzaufwand gezielt abreißen. Dies geschieht denkbar einfach: Auf Tastendruck spricht die Maschine an, entweder die Schraube (oder die Gewindemutter) löst sich wie vorgesehen oder sie wird – gleich im ersten Versuch – abgerissen. Der hohe Kraftaufwand (Abb. 2) ist der Maschine dabei weder anzumerken noch ist er zu hören.

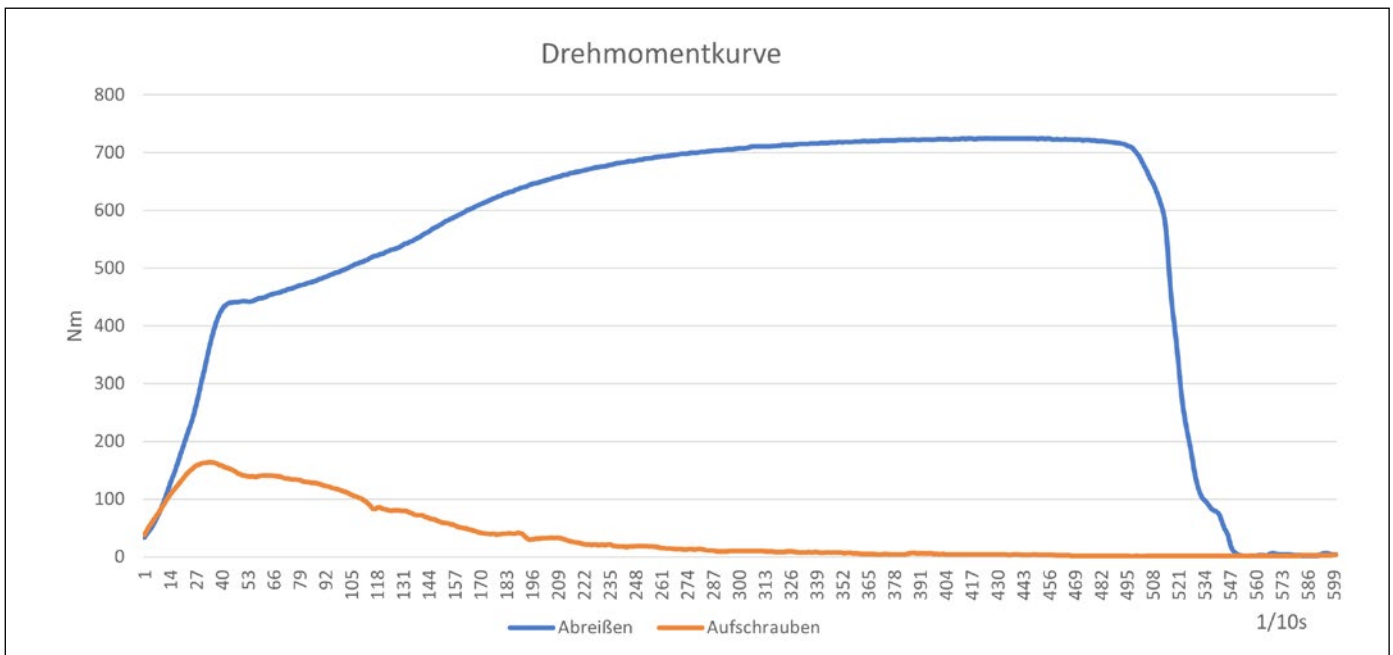


Abb. 2: Im Vergleich: Verlauf des von der Maschine aufgebracht Moments beim Lösen einer Verschraubung und beim Abreißen einer Schraube im Oberbau K (Drehmoment über der Zeit)

Die Ergonomie beginnt schon vor der eigentlichen Arbeit: Die sorgfältig ausbalancierte Maschine – Masse rund 80 kg, plus ein bis zwei aufsetzbare Akkus zu je 16 kg – ist leichter als eine vergleichbare Maschine mit Verbrennungsmotor. Von vier Mann ist sie an den einklappbaren Handgriffen schnell ins Gleis gesetzt, für die Kranverladung ist ein Anschlag-/Hebepunkt vorhanden. Die Handgriffe für den Bediener sind in der Höhe individuell einstellbar. In Transportstellung lässt sich die Maschine mit zusammengeschobenem Rahmen auf der Fläche einer Europalette verladen (Abb. 3). In Arbeitsstellung wird der vordere Maschinenteil stufenweise ausgefahren, die Gewichtsverlagerung entlastet den Bediener spürbar. Querfahrwerk oder Ausleger sind für alle Spurweiten verfügbar. Über das Querfahrwerk kann die Schraubmaschine vom Bediener ohne zusätzliche Hilfe zum anderen Schienenstrang verschoben werden. Die Maschine ist auf Knopfdruck arbeitsbereit, zwei LED leuchten dann den Arbeitsbereich großflächig, hell und blendfrei aus.

GPS-dokumentiertes Schraubergebnis

Weitgehend ebenso ausgestattet und zu bedienen wie das vorhergehend beschriebene Modell 30.76 E³ ist die hydraulische Präzisions-schraubmaschine 30.73 PSM, wahlweise mit Elektro- oder Benzinmotor. Beide Baumuster bieten eine konstant hohe Schraubgenauigkeit, d. h. ein konstant präzises Anzugsmoment. Die Art des Oberbaus ist am Display per Tastendruck auszuwählen, ebenso die Schraubreihenfolge (Wechselrhythmus feld-/spurseitig, linke/rechte Schiene). All dies wird im Display angezeigt, der Bediener folgt der Grafik (Abb. 4). Optional lassen sich die Messdaten

zusammen mit der GPS-Position der jeweiligen Verschraubung dokumentieren. Dafür vorgesehene Maschinen tragen einen GPS-Empfänger. Die allgemein zugänglichen und genutzten GPS-Ortungsdaten sind so genau, dass die Position jeder Schwelle und somit in Kombination mit der Schraubreihenfolge auch jede einzelne Verschraubung eindeutig identifizierbar ist. Übersprungene, leer drehende, anderweitig fehlerhafte oder versagende Schrauben werden im Protokoll vermerkt. Integrierte Sensoren zeigen zudem etwaige Störungen an.

Dokumentation, Richtlinie 824.5050 und Nachvollziehbarkeit

Die Digitalisierung der Schraubmaschine ist kein Selbstzweck, sie hat einen übergeordneten Hintergrund: Heute ist es bei vielen Arbeiten am Gleis unerlässlich, Durchführung und Ergebnis detailliert zu dokumentieren. So ist jede Verschraubung genau nachvollziehbar, nachweisbare Leistung schützt vor Regressansprüchen. Entsprechende Aufzeichnungen liefern ggf. den Nachweis, dass keine fehlerhafte oder zu feste Verschraubung für Schwellen-



Abb. 3: In Transportstellung passt die Maschine auf eine Europalette.



Abb. 4: Das Display zeigt den gewählten Wechselrhythmus feld-/spurseitig und linke/rechte Schiene.

schäden oder Schwellenversagen verantwortlich ist.

Im Rahmen ihrer „Qualitätsoffensive Beton-schwellen“ gab die Deutsche Bahn AG (DB) bereits im Jahr 2017 gezielte Empfehlungen für den Schraubvorgang. In jenem Jahr waren 78 % der rund 100 Mio. Schwellen im DB-Netz aus Spannbeton. Neben der Qualitätssicherung bei der Schwellenproduktion liegt besonderes Augenmerk auf Handling und Arbeit bei Einbau und Instandhaltung. Nicht hinreichende Überwachung des aufgebrachtten Maximal-Drehmoments beim Verspannen der Schienenbefestigung kann demnach eine Fehlerquelle für Schwellenrisse darstellen [1]. Die fortlaufende Überprüfung und Dokumentation der eingebrachten Drehmomente ist nun im Regelwerk der DB-Ril 824.5050 festgeschrieben [2]. Sie ist ein für den Auftragnehmer verbindlicher Vertragsbestandteil. Demnach ist das Drehmoment zu Arbeitsbeginn sowie bei warmer Maschine mit Probeverschraubungen und mit dem Drehmomentschlüssel zu testen. Zu dokumentieren ist dies an mindestens 1 % der Schwellen (hydraulische Schraubmaschine) bzw. an mindestens 5 % der Schwellen (mechanische Schraubmaschine und Maschine ohne Aufzeichnung des Verspannmoments). Die Regelkonformität dieser Tests an jeder 20. oder 100. Schwelle ist als Nachweis schriftlich festzuhalten. All das bedeutet zusätzlichen Aufwand und auch Zeitverlust. Zeitsparende Alternative ist nur eine vollständige und vollautomatische Dokumentation des Schraubens.

Kosten- und Zeitersparnis durch Digitalisierung

Die Präzisionsschraubmaschinen 30.76 E³ und 30.73 PSM sind von der verpflichtenden Einprozent-Regel befreit. Ihre Digitalausrüstung dokumentiert jeden einzelnen Schraubvorgang zuverlässig und selbsttätig im Hintergrund. So ist ohne Aufwand beim Schrauben eine Vorgabe zum Entfall der Regel erfüllt. Zweite Voraussetzung für die Befreiung ist die einmal jährlich durchzuführende Kalibrierung. Diese kann vom Hersteller oder – nach einer Schulung – auch durch Mitarbeiter des Betrei-

Maschinen N 30.73-0036			Verspannung Moment								
Nr.:	Feld / Spur:	Datum:	Zeit:	IST Nm:	Min:	Max:	Oberbau:	Wertung:	GPS Breite:	GPS Laenge:	Code:
1		03.11.2016	11:03:37	237	223	250	K	OK	N47.8462328	E12.9630676	7799
2		03.11.2016	11:03:42	236	223	250	K	OK	N47.8462323	E12.9630675	7884
3		03.11.2016	11:03:48	240	223	250	K	OK	N47.8462326	E12.9630663	8095
4		03.11.2016	11:03:53	234	223	250	K	OK	N47.846233	E12.9630648	8075
5		03.11.2016	11:03:59	240	223	250	K	OK	N47.8462325	E12.9630633	8328
6		03.11.2016	11:04:05	237	223	250	K	OK	N47.8462306	E12.963061	7133
7		03.11.2016	11:04:10	234	223	250	K	OK	N47.8462291	E12.9630581	7176
8		03.11.2016	11:04:16	236	223	250	K	OK	N47.8462285	E12.9630568	7345
9		03.11.2016	11:04:21	234	223	250	K	OK	N47.8462268	E12.963056	7409
10		03.11.2016	11:04:27	232	223	250	K	OK	N47.8462275	E12.9630561	7494

Abb. 5: Protokoll der erledigten Schraubarbeiten mit Daten zum Schraubfall sowie mit den betreffenden GPS-Koordinaten (Örtlichkeit und Kilometrierung im Kopf des Protokolls)



Abb. 6: Schraubmaschine 30.20 E³ knickbar

bers durchgeführt werden. Die Maschine muss hierfür nicht in die Werkstatt gebracht werden, denn sie ist in wenigen Minuten auch auf der Strecke kalibriert. So wird der Stillstand auf ein Minimum reduziert. Ebenso entfallen sämtli-

che Logistikkosten. Der Effizienzgewinn liegt auf der Hand.

Die Präzisionsschraubmaschinen setzen in einem patentierten Verfahren auf direkte, elektronische Messung des Anzugsmomentes

über das Reaktionsmoment der Drehmomentstütze an der Maschine. Das Arbeitsergebnis ist lückenlos dokumentiert, indem jeder einzelne Schraubvorgang mit seinen charakteristischen Daten aufgezeichnet wird. Neben dem Schraubrhythmus erfasst die Maschine nach entsprechender Start-Eingabe auch Kilometrierung und Schraubfall („Code“) sowie – wenn vorgesehen – die GPS-Koordinaten (Abb. 5).

Die Struktur des Protokolls wurde gemeinsam mit der DB erarbeitet. Es enthält eine Verschlüsselungszeile, die mögliche Manipulationen und Unstimmigkeiten ausschließt. Das Protokoll wird als csv-Datei auf einem USB-Stick gespeichert. Dieser ist wettergeschützt unter einer wasserdichten Schraubkappe eingesteckt. Er muss nicht nach jeder Arbeitsschicht ausgelesen werden. Für externe Speicherung, Archivierung und Auswertung sind die Daten leicht übertragbar. Die auf dem USB-Stick gespeicherten Daten sind dann mit üblichen Programmen – Textverarbeitung, Tabellenkalkulation – nutzbar und können auch als Arbeitsnachweis verwendet werden.

E³-Upgrades für bewährte Schraubmaschinen

Die elektrische Schlagschraubmaschine 30.20 war eine der ersten Akku-Maschinen von Ro-



Abb. 7: Das neu entwickelte Querfahrwerk der 30.82 HKS mit Anbindung an den Totmanngriff



Abb. 8: Der Umrüstsatz für den Umbau einer Maschine mit Verbrennermotor ermöglicht batterieelektrisches Arbeiten ohne Maschinenneukauf.

bel wie auch im Bahnbau insgesamt. Heute, als 30.20 E³, ist sie horizontal knickbar, damit auch ergonomisch an horizontalen Verschraubungen einsetzbar (Abb. 6), und kann mit Akkus in drei Leistungsstufen bestückt werden.

Neben den neuen elektrischen Baumustern ist weiterhin eine große Anzahl von Verbrenner-Modellen im Einsatz am Gleis. Weit verbreitet sind die Maschinentypen 30.82 RKS (seit 2008) und 30.82 HKS (seit 2017). Beide Maschinen haben mit rund 92 kg in etwa dieselbe Masse. Aktuell wurde die Type 30.82 für noch mehr Ergonomie überarbeitet,

erkennbar an höhenverstellbaren Griffen. Zur Verminderung des Platzbedarfes beim Transport sind diese nun einklappbar. Eine Verbesserung stellt auch die gut geschützte, helle LED-Ausleuchtung des gesamten Arbeitsbereichs dar. Neu ist ferner eine Totmannbremse am Querfahrwerk, in einigen Ländern bereits Vorschrift. Dieses neue Querfahrwerk (Abb. 7) und seine Anbindung des Totmanngriffes (links im Bild) sind so konzipiert, dass sie mit allen Schraubmaschinen eingesetzt werden können.

Die Version 30.82 RKS erhielt im Zuge der Überarbeitung eine erweiterte Steuerung,

i

Vorteile elektrischer Gleisbaumaschinen

Elektrisch angetriebene Maschinen sind sehr leise und emissionsfrei im Betrieb. Das empfiehlt sie besonders für Einsätze bei Nacht, im urbanen Umfeld und in Tunnelanlagen. Sie arbeiten nahezu vibrationsfrei, was den Bediener spürbar von Hand-Arm-Vibrationen entlastet. E-Maschinen sind wartungsfrei, es können keine flüssigen Betriebsmittel auslaufen, und es entfallen auch alle mit deren Handhabung und Lagerung verbundenen Tätigkeiten, was Zeit- und Kostenaufwand deutlich reduziert.

Die Vorteile der elektrischen Betriebsweise reichen jedoch noch weiter: Bei einem Nachteinsatz der Präzisionsschraubmaschine 30.76 E³ im innerörtlichen Bahnhof Freilassing beispielsweise musste für einen Zwischenlagenwechsel im Vorfeld keine behördliche Genehmigung eingeholt werden – die „Lärmbelästigung“ war zu gering.

die jener der Präzisionsschraubmaschinen gleicht und entsprechend einfach zu bedienen ist. Diese Steuerung kann bei vorhandenen Maschinen nachgerüstet werden. Die Maschine 30.82 HKS wiederum ist nicht nur mittels Umbausatz (siehe unten bzw. Abb. 8) binnen etwa einer halben Stunde auf batterieelektrischen Antrieb mit Gleichstrommotor umgerüstet, sondern ist auch ab Werk mit diesem Antrieb verfügbar.

GFK Flucht- und Hangtreppen

Effizient – Leicht – Beständig



mit
EBA
Zulassung

PREMIUM
PARTNER

KRINNER
Das Schraubfundament

Kontakt aufnehmen

Mercatorstr. 43
21502 Geesthacht
Telefon: +49 4152 8885-0
E-Mail: info@ctsc.com.de
Internet: www.ctsc.com.de

Jetzt
Beratungstermin
vereinbaren

CTS[®]
The Composite Company

Ohne den Einsatz von Zweiwegetechnik können GFK Treppen in kürzester Zeit errichtet werden. Durch den Einsatz von Krinner Schraubfundamenten werden Sperr- und Bauzeiten auf ein Minimum reduziert.

ANWENDUNGSGEBIETE

- Hang- und Böschungstreppen
- Podeste
- Signale
- Zäune
- Lampen
- Lärmschutzwände
- Geländer



Abb. 9: Durch eine Parallelogrammführung steht das Werkzeug der kombinierten Bohr- und Schraubmaschine 30.83 immer senkrecht.

Akku-Umrüstsatz: Verbrenner- wird zu Elektromaschine

Schraubmaschinen für den Gleisbau sind ein langlebiges Wirtschaftsgut. Ein Großteil aller in den zurückliegenden Jahrzehnten verkauften Exemplare arbeitet noch. Nun ermöglicht ein eigens für diese Verbrennermaschinen entwickelter Umrüstsatz batterieelektrisches Arbeiten ohne Neukauf einer kompletten Maschine. Dank definierter Schnittstellen ist es möglich, den Benzin- oder Dieselmotor durch einen elektrischen Antrieb zu ersetzen (Abb. 8). Dieser ist binnen kurzer Zeit an die Maschine montiert. Er nutzt dafür exakt dieselben Befestigungspunkte wie der bisherige Antriebssatz und arbeitet mit der vorhandenen Kupplung. Dieser Tausch ist in Hinblick auf Umwelt- und Ressourcenschonung sehr nachhaltig und nutzt vorhandene Werte weiter, während zugleich die Ergonomie verbessert wird. Zwar hat der E-Antrieb eine etwas andere Charakteristik, doch wird dies unter anderem wegen des sanfteren Motoranlaufs und der mühelosen Kraftentfaltung als angenehm empfunden. Nebenbei arbeiten elektrische Antriebe

natürlich auch im Umrüst-Fall deutlich energieeffizienter als jeder Verbrenner.

Umrüstbar ist auch die kombinierte Bohr- und Schraubmaschine 30.83. Sie wird bei der Sanierung von Holz- und Betonschwellen sowie Wellendübeln eingesetzt. Dank einer Parallelogrammführung steht das Werkzeug immer senkrecht (Abb. 9). Außerdem kann sie wie auch die Maschinen des Baumusters 30.82 für horizontale Schraubaufgaben eingesetzt werden, etwa an Laschenverbindungen. Es stehen jeweils spezielle, austauschbare Werkzeugsätze zur Verfügung, die mit wenigen Handgriffen eingesetzt sind. Auch diese Maschine kann sowohl mit Benzin als auch am Stromnetz oder, wie oben beschrieben, batterieelektrisch angetrieben werden.

Für das Schrauben – wie für immer mehr Aufgaben am Gleis – gilt: Mit der Optimierung in allen Bereichen der handgeführten Maschinen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Ergonomie wird der batterieelektrische Antrieb auf der Gleisbaustelle zum Normalfall. ■

QUELLEN

[1] Hempe, T.; Müller, T.; Srocka, F.: Qualitätsoffensive Betonschwellen, EI 6/2017, S. 20–24

[2] Widlroither, O.: Präzisionsschrauben am Gleis, EI 1/2017, S. 34–37



Dipl.-Ing. Thomas Hölzlwimmer

Leiter Entwicklung
Robel Maschinen & Werkzeuge
Robel Bahnbaumaschinen GmbH,
Freilassing
thomas.hoelzlwimmer@robel.com