Kontinuierliche Gleisdurcharbeitungstechnologie im internationalen Vergleich

Ing. Rainer Wenty (EURAIL-Ing.),
Plasser & Theurer, Wien

1 Einleitung

Gleisinstandhaltung sichert die ungestörte, sichere und wirtschaftliche Abwicklung des Eisenbahnverkehrs. Sie ist daher keine wirtschaftliche Belastung, sondern ein Beitrag zum Gesamtergebnis. Eine der wichtigsten Instandhaltungsarbeiten ist die Gleisdurcharbeitung, das heißt die Herstellung einer geometrisch einwandfreien Gleislage durch Nivellieren, Richten, Stopfen, Schotterbett Profilieren und Dynamisches Stabilisieren. Vor sechs Jahrzehnten begann eine stürmische Entwicklung von Maschinen für diese Arbeiten. Die Entwicklung ging von Anfang an in die Richtung, Leistung und Arbeitsqualität zu steigern und auch dahin, möglichst viele Arbeitsschritte in einer Maschine zu vereinen. So konnte seit 1953 die Arbeitsge-

Abb. 1: Vierschwellen-Stopfmaschine 07 Quatromatic

1

schwindigkeit der Stopfmaschinen auf das 20fache gesteigert werden, ebenso wurde die Dauerhaftigkeit der Stopfung auf das Fünf- bis Zehnfache angehoben [1].
1953 wurde von Plasser & Theurer die erste hydraulisch betriebene Gleisstopfmaschine vorgestellt. Das damit verbundene erste Patent war richtungsweisend: Die Hydraulik ermöglichte einen exakteren und schnelleren Ablauf des Stopfprozesses und das asynchrone Gleichdruck-Stopfprinzip sorgte für eine höhere Qualität der Schotterverdichtung. Heute ist dieses Prinzip allgemeiner industrieller Standard. Die wesentlichen Entwicklungsschritte in den drei Jahrzehnten ab 1953 sind:

- 1960 die Nivellierstopfmaschine,
- 1962 die Weichenstopfmaschine,
- 1965 die Zweischwellenstopfmaschine und die Integration des Richtens in die Stopfmaschine,
- 1971 die Regelfahrzeugbauweise, sodass die Maschinen im Verband transportiert werden können,
- 1974 die Vierschwellen-Stopfmaschine (Abb. 1) und
- 1978 das Controlmaster-Prinzip erstmals in Frankreich – der Arbeitsplatz der Vermesser und Qualitätsprüfer wurde in einen kontinuierlich bewegten Vorwagen verlegt, die Stopfmaschine bewegte sich weiterhin zyklisch.

1973 wird das Stopfen mit einem weiteren Arbeitsgang ergänzt: Die Dynamische Gleisstabilisation ersetzt das Zwischenfachverdichten, das bis dahin schon in einigen Ländern üblich war [2]. Die Dynamische Gleisstabilisation homogenisiert und verdichtet das gesamte Schotterbett nach der Stopfung und hat ungefähr die dreifache Wirkung des Zwischenfachverdichtens.

2 Kontinuierliche Stopftechnologie

Auch nach drei Jahrzehnten erfolgreicher Weiterentwicklung der Stopftechnologie waren noch höhere Leistungen gefragt. Die Möglichkeit dazu war aber beim bisherigen Konzept an der Grenze des technisch Machbaren angelangt. Die 1974 entwickelte Quatromatic mit den zusätzlichen Zweischwellen-Aggregaten in einem Anhänger hatte sich für den allgemeinen Einsatz als nicht zielführend erwiesen. Ein technisches Neudesign war der logische nächste Schritt – die kontinuierliche Stopftechnologie.
Hochleistungsstopfmaschinen hatten bereits ein Gesamtgewicht von bis zu 60 t erreicht. Beim Stopfen in zyklischer Arbeitsweise muss diese Masse immer wieder beschleunigt und abgebremst werden. 1983 kam dann die neue Idee, die Arbeitsaggregate vom Hauptrahmen zu trennen, das heißt sie in einem eigenen Unterrahmen unterzubringen – dem sogenannten Stopfsatellit. Die Hauptmasse wird jetzt kontinuierlich vorwärts bewegt, nur mehr der Unterrahmen mit den Arbeitsaggregaten

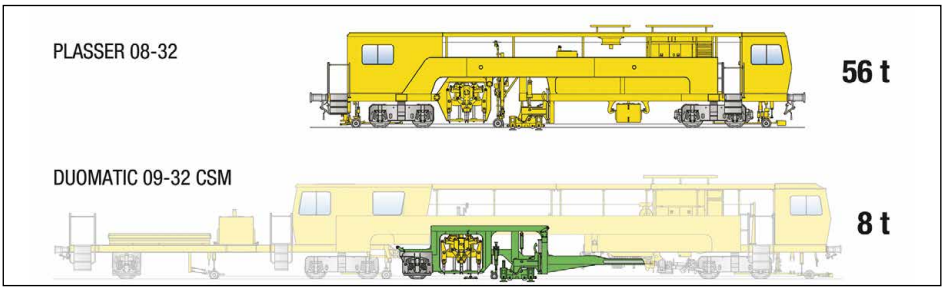


Abb. 2: Vergleich der zu beschleunigenden Massen: zyklisch arbeitende Stopfmaschine (oben) und Satellit der kontinuierlichen Stopfmaschine (unten)

Maschinentyp	Nominalleistung (m/h)
Zyklische Technologie	
• Einschwellen-Stopfmaschine (08-16)	800
• Zweischwellen-Stopfmaschine (08-32)	1.200
Kontinuierliche Technologie	
• Einschwellen-Stopfmaschine (09-16)	1.100
• Zweischwellen-Stopfmaschine (09-32)	1.600
• Dreischwellen-Stopfmaschine (Stopfexpress 09-3X)	2.200
• Vierschwellen-Stopfmaschine (Stopfexpress 09-4X)	2.600
Anmerkung: Nominalleistungen sind keine Planleistungen	

Abb. 3: Stopfleistungen im Vergleich

muss zum Stopfen abgebremst und beschleunigt werden Der Unterschied in den zu beschleunigenden Massen ist in Abb. 2 dargestellt. Mit diesem Prinzip konnten sofort Leistungssteigerungen um 30 % realisiert werden.

2.1 Kontinuierliche Stopftechnologien in unterschiedlichen Leistungsklassen

1996 ermöglichte die Entwicklung des Dreischwellen-Stopfens eine weitere Leistungssteigerung um 40 %. 2005 wurde mit der Vierschwellen-Stopfmaschine die Stopfleistung auf über 2600 m/h erhöht. Damit steht eine große Palette von Maschinen unterschiedlicher Leistungsklassen zur Verfügung (Abb. 3). Auch in der Ausstattung spannt sich der Bogen von einfachen Maschinen mit zweiachsiger Grundmaschine bis zu den japanischen Maschinen mit Rundum-Schalldämmung (Abb. 4).

Bei einer derartigen Vielfalt stellt sich natürlich die Frage nach Kriterien zur Auswahl der richtigen Maschinengröße. Schnellere und größere Maschinen sind teurer und haben daher einen höheren Schichtpreis. Entscheidend ist aber nicht der Schichtpreis, sondern die in einer Schicht ausgeführte Leistung [1]. Wenn eine große, schnelle Maschine entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit eingesetzt werden kann, wird sie letztlich die günstigste Variante sein. Bei kurzen Sperrpausen kommt noch dazu, dass diese nur mit Hochleistungsmaschinen überhaupt ausgenutzt werden können. Betriebserschwernisse

Abb. 4: Von einfacher Ausstattung bis zum Voll-Schallschutz

1

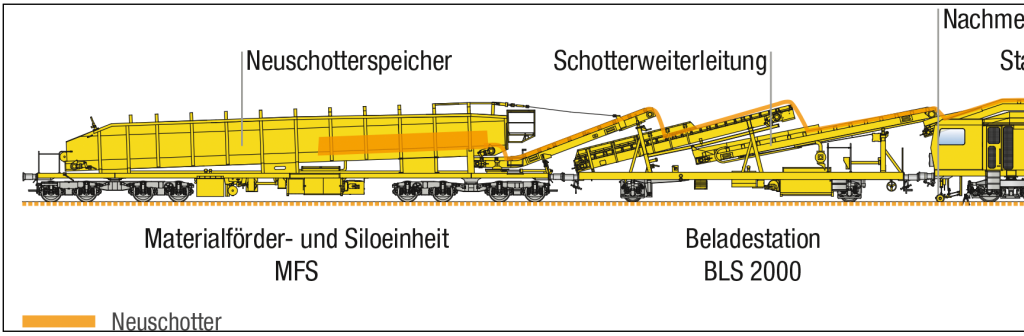


Abb. 5: Die All-in-one-Weichendurcharbeitungsmaschine

durch Instandhaltungsarbeiten können damit vermindert werden.

2.2 Kontinuierliche Stopftechnologien für die Weiche

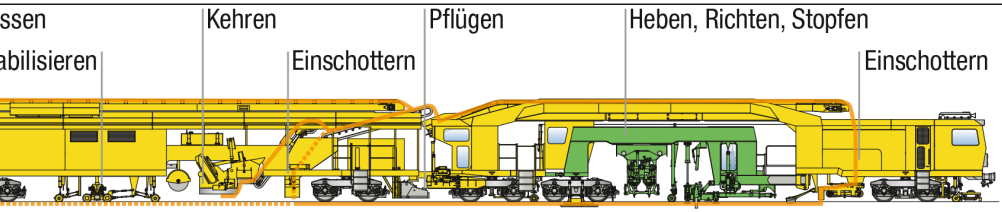
1993, also zehn Jahre nach der ersten „Kontinuierlichen", war der nächste Schritt die Entwicklung einer Universalstopfmaschine mit kontinuierlicher Arbeitstechnik. Zuerst wurde eine Zweischwellen-Stopfmaschine realisiert, in weiterer Folge wurden aber auch kontinuierliche Einschwellen-Stopfmaschinen für Weichen realisiert.
Bei diesen Maschinen wird die kontinuierliche Technologie überall dort angewendet, wo keine spezielle Einstellung des Hebe- und Richtaggregats oder der Stopfpickel erforderlich ist. Es wird also im Kernbereich der Weiche zyklisch gearbeitet, sonst aber kontinuierlich.

3 Neue Kombinationsmöglichkeiten

Die kontinuierliche Arbeitsweise der Stopfmaschine eröffnet neue Kombinationsmöglichkeiten mit anderen kontinuierlichen Technologien. Zunächst kann das MDZ[1]-Konzept optimiert werden [3]. Grundvoraussetzung ist, dass auch die Schotterplaniermaschine kontinuierlich arbeitet, ein Prinzip, das Plasser & Theurer schon seit langem anwendet. Es geht aber nicht nur darum. Moderne Schotterplaniersysteme können weitgehendes Schottermanagement betreiben, indem sie große Schottermengen in Gleislängsrichtung verlagern können.
Der nächste Schritt ist die Kombination von mehreren Arbeitsfunktionen in einer Maschine. Vor allem kann die dynamische Gleisstabilisation in die Stopfmaschine integriert werden. Der so entstandene Dynamic Stopfexpress bietet große Vorteile. Es sind weniger Bediener notwendig und es ist sichergestellt, dass das Gleis sofort nach der Berichtigung stabilisiert wird. Eine andere Möglichkeit ist die Kombination von Schotterplaniermaschine und Gleisstabilisator. Seit der Saison 2014 ist in Österreich ein neues Weichendurcharbeitungssystem im Einsatz. In einer kontinuierlichen Einschwellen-Universalstopfmaschine sind folgende Funktionen integriert:

- Nivellieren, Richten und Stopfen von Gleisen und Weichen,
- Dynamische Gleisstabilisation,
- Schotter Planieren und Aufnahme von überschüssigem Schotter,
- Verfüllen von Schotter im Stopfbereich sowie

1 MDZ = Mechanisierter Durcharbeitungszug: Das ist die Ausführung von Stopfen, Schotter Planieren und Dynamisch Stabilisieren von einer Maschinengruppe, in der die einzelnen Maschinen genau aufeinander abgestimmt sind.



All-In-One-Instandhaltungsmaschine für Weichen und Gleise
UNIMAT 09-475/4S N-DYNAMIC

- Zufuhr von Neuschotter aus einem Material-, Förder- und Silowagen MFS.

Zum ersten Mal ist es möglich, Weichen und Gleise durchzuarbeiten, ohne Schotter vorlagern zu müssen [4]. Damit können auf Schnellfahrstrecken die Sperrpausen besser genutzt werden. Wegen der Gefahr der Schotteraufwirbelung darf der Schotter nicht mehr in anderen Sperrpausen vorgelagert werden, die Zeit zum Einschottern vermindert daher die Arbeitszeit der Maschine. Praktiker schätzen die neue Maschine aber auch auf anderen Baustellen, da immer sichergestellt ist, dass der für die Stopfung notwendige Schotter an der richtigen Stelle vorhanden ist (Abb. 5).

4 Kontinuierliche Gleisdurcharbeitungstechnologie im internationalen Vergleich

Die wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Vorzüge haben offensichtlich überzeugt. Heute arbeiten mehr als 1300 09-Maschinen in 58 Ländern, davon ca. ein Drittel in Europa. Von der höchsten Leistungsklasse, den Drei- und Vierschwellen-Stopfmaschinen (Stopfexpress 09-3X bzw. 09-4X) sind 300 Maschinen im Einsatz.

4.1 Europa

In Europa wird in allen Ländern die kontinuierliche Gleisdurcharbeitungstechnologie angewendet, insgesamt sind das etwa 400 Maschinen, davon ein Viertel in der höchsten Leistungsklasse. Drei- und Vierschwellen-Stopfmaschinen betreiben vor allem die Länder mit Hochgeschwindigkeitsverkehr und dichtem gemischtem Verkehr, das sind Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Spanien und Österreich. Der Anteil an Vierschwellen-Stopfmaschinen ist noch relativ gering, obwohl sie gerade auf besonders dicht befahrenen Netzen wie dem der Schweiz ihre Vorteile ausspielen können. Genauso stark vertreten sind die Ein- und Zweischwellen-Universalstopfmaschinen, besonders dort, wo die Instandhaltung von Privatunternehmen ausgeführt wird. Diese schätzen die Flexibilität des Konzepts, da sie schwer längerfristig voraussagen können, ob sie ihre Aufträge eher im Weichen- oder im Streckenbereich erhalten werden (Abb. 6).

4.1.1 Österreich

Seit 1998 existiert im Gewerk „Oberbau“ der ÖBB eine LCC-basierte Instandhaltungs- und Technologiestrategie, welche von der TU Graz – in enger Abstimmung mit den ÖBB – entwickelt wurde und weiter vorangetrieben wird [5]. Kernaussage ist unter anderem, dass der Kostentreiber von Weichen und Gleisen die jährliche Abschreibung ist.

Abb. 6: Universalstopfmaschine im Nachteinsatz

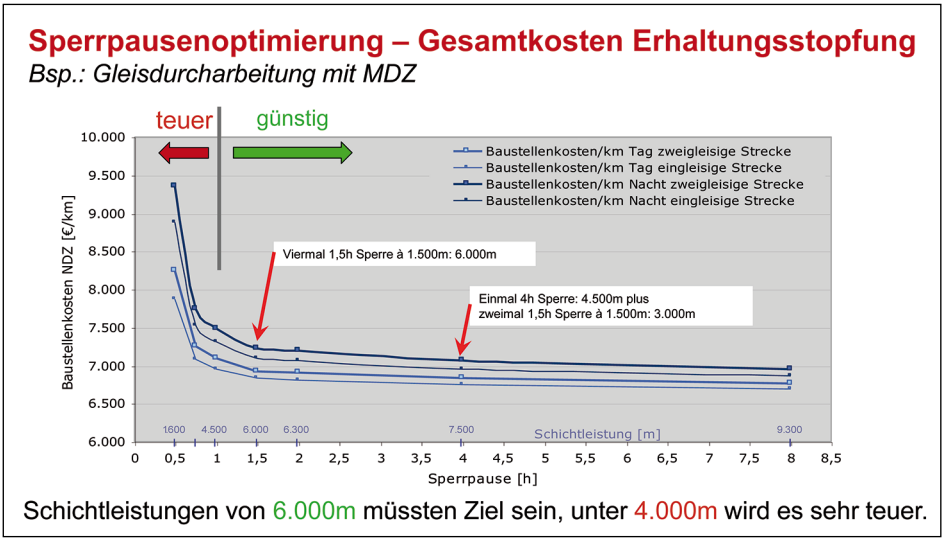


Abb. 7: Optimale Sperrpausendauer

Grafik: Knoll, ÖBB Infra

Zwei Grundstrategien für ein wirtschaftliches Gleis sind:

- hohe Anfangsqualität (Komponenten und Einbau) und
- Instandhaltung nach dem Prinzip der Nutzungsdauer-Verlängerung.

Ziel im Gesamtsystem Bahn ist dabei die Optimierung von Baukosten und Betriebserschwerniskosten. Um den Anforderungen nach Wirtschaftlichkeit, kurzen Sperrpausen und hoher Ausführungsqualität nachzukommen, setzen die ÖBB bei der Abwicklung der Instandhaltung und Erneuerung auf einen hohen Automatisierungsgrad. Für die Gleisdurcharbeitung sind hauptsächlich Stundensperren vorgesehen (Abb. 7).

Das Rückgrat der Gleisdurcharbeitung sind MDZ, sowohl für die Gleise als auch die Weichen.

Eine MDZ-Einheit besteht generell aus:

- Stopfmaschine mit
- Stabilisator und
- Schotterbewirtschaftungssystem (BDS).

Für die Instandhaltung des Hauptnetzes werden drei Stopfexpress 09-4X Dynamic eingesetzt, für die Weichen kommen die Typen 09-32/4S Dynamic und 09-475/4S N-Dynamic zum Einsatz, also alle Maschinen mit integrierter Gleisstabilisation. Die Vorschotterung bzw. Schotterbewirtschaftung erfolgt mit Hilfe des BDS-Systems in derselben Gleissperre wie die Stopfarbeiten.

Dadurch wird die Gesamtsperrzeit deutlich reduziert und es werden Einsparungen bei den Betriebserschwerniskosten erzielt [6].

Die Verträge für den MDZ werden langfristig vergeben (Mindestdauer drei Jahre), das ermöglicht den ÖBB Jahreseinsatzpläne zu erstellen und damit die optimale Maschine für jeden Einsatzfall zu platzieren.

4.2 Nordamerika

Mehr als 150 Maschinen mit kontinuierlicher Stopftechnologie arbeiten in Nordamerika. Während auf Schwerlaststrecken Dreischwellen-Stopfmaschinen 09-3X Dy-

Abb. 8: Kombination von Gleisstabilisator und Nivellier-, Richt-, Stopfmaschine in den USA

namic, Universalstopfmaschinen 09-32/4S und das Schottermanagement-System BDS eingesetzt werden, wurde für die nordamerikanischen Standardstrecken eine eigene Maschine entwickelt – die 09-DYNA C.A.T. (Abb. 8). Bei dieser Maschine ist der schwere dynamische Gleisstabilisator die kontinuierlich fahrende Hauptmaschine. Diese schiebt den zyklisch arbeitenden Stopfteil vor sich her. Mehr als 60 Maschinen dieser Art sind im Einsatz.

Die dynamische Gleisstabilisation ist in den USA aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ein Standardverfahren [7]. Insbesondere auf den Schwerlaststrecken ist es nicht leistbar, die Züge so lange langsam fahren zu lassen, bis durch die Lasttonnen der notwendige Querverschiebewiderstand wiederhergestellt ist.

Eine besondere Herausforderung für Mehrschwellen-Stopfmaschinen sind in den USA, die oft unregelmäßigen Schwellenabstände. Die Maschinen haben daher vor dem vorderen Drehgestell jeweils links und rechts einen induktiven Fühler, der sich an den Unterlagsplatten orientiert. Damit wird die Position der Schwellen hinsichtlich Abstand und Schräglage gescannt und in das Steuersystem der Maschine eingespeist. Das Programm der Maschinensteuerung errechnet dann für jeden Stopfzyklus, ob die Verhältnisse das Stopfen von gleichzeitig drei Schwellen zulassen. Wenn nicht, wird automatisch auf Einschwellen-Stopfung umgestellt.

Eine weitere Besonderheit ist die Ausführung „Concrete/Wood", also eine Umstellmöglichkeit von Beton- auf Holzschwellen. Betonschwellengleise haben in den USA den bei uns üblichen Schwellenabstand von 60 cm, während dieser bei Holzschwellen im Durchschnitt 50 cm beträgt. Bei den 09-3X C/W-Modellen sind die Stopfaggregate in Längsrichtung geteilt, die Stopfpickel können daher je nach Bedarf weiter zusammen- oder auseinandergefahren werden.

4.2.1 Erfahrungen der Union Pacific

Union Pacific Railroad [8] ist mit 51 500 Gleiskilometern und 31 500 Weichen die größte Eisenbahn in Nordamerika. Über Europa gelegt würde sich das Netz von Irland bis zur Ukraine erstrecken. Als hauptverantwortliche Faktoren für den Verfall der Gleislage gelten:

- sehr hohe Summe an Lasttonnen,
- hohe Achslasten (mehr als 30 t),
- Unterbauprobleme,
- Zustand der Schienenoberfläche,
- Gleisbauart,
- geografische Lokalisation,
- Schotterbettverschmutzung sowie
- zerstörter Schotter.

Die geografischen und damit klimatischen Einflüsse spielen eine große Rolle. Im Norden und in den Rocky Mountains gibt es im Winter Temperaturen von minus 30 °C, während in den Wüstengebieten des Südens mit über 50 °C Schienentemperatur gerechnet werden muss. Zur Instandhaltung der Schienenoberfläche wird regelmäßig präventiv geschliffen. Für das Management der Gleislage sind die Haupttechnologien:

- Herstellung der Drainage,
- gründliche Bettungsreinigung von langen Abschnitten,
- Behebung von einzelnen Schotterschwachstellen,
- Flankenschotter Aushub und Erneuerung,
- Instandsetzung der Schienenoberfläche,
- Schienenwechsel,
- Untergrundverbesserung mit Geogittern, Injektionen und Ähnlichem sowie
- Gleisdurcharbeitung.

Für die Gleisdurcharbeitung steht ein abgestimmtes Programm an Maschinen zur Verfügung, bestehend aus kontinuierlichen Dreischwellen-Stopfmaschinen, DYNA C.A.T. und zyklischen Einschwellen-Stopfmaschinen. Es werde drei Einsatzstrategien angewendet:

- Durcharbeitung von großen Abschnitten,

- Instandhaltungs-Stopfungen und
- Einzelfehlerbehebung.

Zurzeit besteht folgende Durcharbeitungsstrategie: Holzschwellen werden auf Basis eines Geometrie-Qualitätsindex bzw. zur Hälfte eines Schwellenwechselzyklus durchgearbeitet. Bei Betonschwellen erfolgt die erste Durcharbeitung nach 50 Mio. Last-t, dann alle 100 bis 200 Mio. Last-t. Die Durcharbeitungsstrategie wird in Zukunft revidiert und verfeinert werden und besser auf den jeweils vorherrschenden Zustand abgestimmt. Ziel ist eine Verminderung des Durcharbeitungsaufwandes und eine Reduktion von Langsamfahrstellen.

Maschinenausstattung: Von insgesamt 278 Maschinen sind 40 Stück kontinuierlich arbeitend, davon vier Dreischwellen-Stopfmaschinen. Abb. 9 zeigt die Leistungsfähigkeit der kontinuierlichen Technologie: Obwohl 86 % der Durcharbeitungszeit von klassischen zyklischen Maschinen beansprucht wird, bearbeiten die kontinuierlichen Maschinen 27 % der Durcharbeitungslänge. Die tägliche Produktivität liegt bei den kontinuierlichen 154 % bzw. 343 % über den herkömmlichen Maschinen.

4.3 China, Indien

China und Indien haben weltweit die am dichtesten befahrenen Gleisnetze. Sperrpausen sind schwer zu organisieren und müssen daher optimal ausgenützt werden. Die indische Eisenbahn bestellte bereits kurz nach der Einführung der Dreischwellen-Stopfmaschine zehn Maschinen dieses neuen Typs, die Maschinen haben sich auf den Hochleistungsstrecken bestens bewährt, es gab daher entsprechende Folgeaufträge. Die „Spitzenmaschinen“ werden durch über 60 Zweischwellen-Stopfmaschinen ergänzt.

In China besteht ein großes und dicht befahrenes Netz. Dort werden kontinuierlich arbeitende Maschinen in Kooperation mit

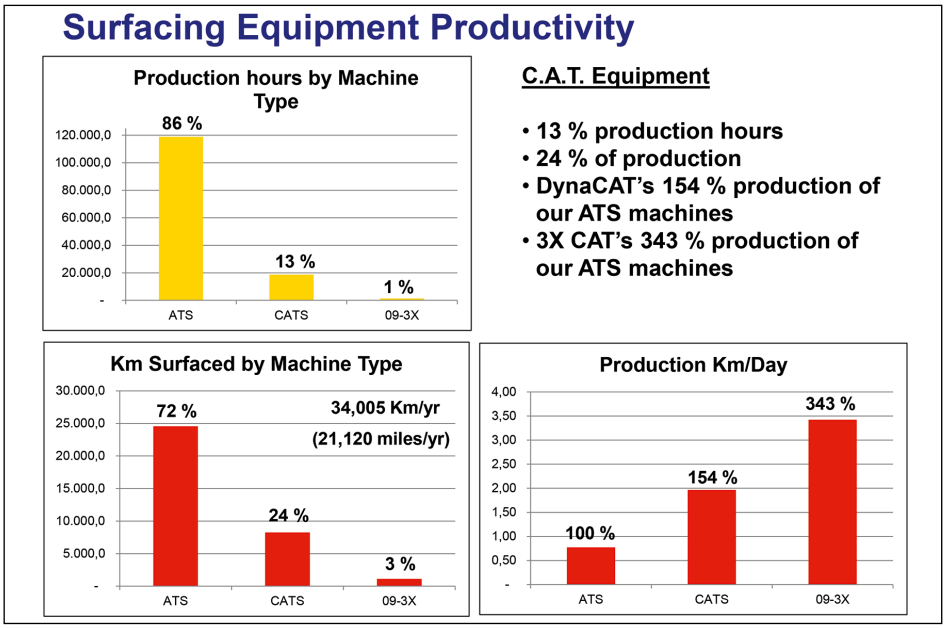


Abb. 9: Leistungsdaten der Stopfmaschinen bei Union Pacific Railroad

Abb. 10: „Single/Double“-Stopfen

einem lokalen Partner produziert. Es handelt sich dabei um Zwei- und Dreischwellen-Stopfmaschinen sowie Universalstopfmaschinen. Die Dreischwellen-Stopfmaschinen sind als Dynamic ausgeführt.

4.4 Japan

Japan hat ein sehr heterogenes Gleisnetz. Bekannt ist natürlich das JR-Hochgeschwindigkeitsnetz. Dieses wird durch ein umfangreiches Netz von Privatbahnen und urbanen Verkehrsbetrieben ergänzt, das zum Teil auch sehr stark befahren ist. Die Hochgeschwindigkeitsstrecken haben Spurweite 1435 mm, alle anderen Bahnen fahren mit 1067 mm Spurweite. Die dichte Streckenbelegung erfordert für beide Systeme Maschinen, die mit hoher Leistung und Präzision arbeiten. 85 Maschinen mit kontinuierlicher Stopftechnik bilden das Rückgrat der Instandhaltung, es werden aber auch zyklisch arbeitende in größerer Zahl eingesetzt.

Eine Besonderheit in Japan: Da viele Gleise durch dicht verbautes Gebiet verlaufen und die Wände der Häuser oft sehr dünn sind, werden schon seit vielen Jahren Maschinen mit Lärmschutz-Vollverkleidung eingesetzt (Abb. 4).

Viele Strecken in Japan haben ein sehr hartes Schotterbett. Zusätzlich wird oft mit sehr kleinen Hebungen gearbeitet. Für Mehrschwellen-Stopfmaschinen ergibt sich dadurch ein sehr hoher Eindringwiderstand für die Stopfpickel, wodurch die Leistung vermindert wird. Durch eine neue Entwicklung wird diese Situation bei Zweischwellen-Stopfaggregaten wesentlich verbessert. Die Aggregate sind in Längsrichtung geteilt und der hintere Aggregatteil wird beim Stopfen leicht verzögert abgesenkt. Mit dieser Zwei-Phasen-Technologie ist die Masse, die jeweils auf den Schotter trifft, wesentlich verringert, damit wird auch der Eintauchwiderstand kleiner (Abb. 10).

Abb. 11: Kombinierte Schotterverteil- und Gleisstabilisationsmaschine

Schotter Planieren und Dynamische Gleisstabilisation: Während in vielen Ländern das Dynamic-Prinzip (Stopfmaschine mit integriertem Gleisstabilisator) angewendet wird, hat sich in Japan eine andere Kombination herausgebildet: Schotter Planieren und Gleisstabilisation werden in einer Maschine vereint (Abb. 11). Ein positiver Effekt dieser Entwicklung ist, dass die Schwellenoberfläche sehr gründlich von Schotter befreit wird. Das ist zum Verhindern von Schotterflug besonders wichtig.

5 Der nächste Schritt: Stopfen wird elektrisch

Hohe Treibstoffpreise und ökologische Einschränkungen sind Probleme, mit denen viele Maschinenbetreiber zu kämpfen haben. Diese Punkte hat Plasser & Theurer für eine Weiterentwicklung der Gleisbaumaschinen zum Anlass genommen. Mit dieser wollen wir den Maschinenbetreibern helfen, kosteneffizienter zu arbeiten, flexibel zu agieren und das saubere Verkehrssystem Bahn zu stärken.

Die Lösung ist ein Antriebskonzept, das die Maschine sowohl durch einen Diesel- als auch durch einen Elektromotor antreiben kann. Es wird die elektrische Energie aus dem Fahrdraht genutzt, und zwar gleichermaßen für die Fahrt als auch für die Arbeit. Die ersten Maschinen dieses neuen E^3-Konzepts sind kontinuierlich arbeitende Stopfmaschinen und eine BDS-Einheit zum Schottermanagement (Abb. 12). Die ersten zwei Maschinen – 09-4X Dynamic und BDS – werden in Österreich eingesetzt, die kontinuierliche Universalstopfmaschine wird in der Schweiz arbeiten. Dazu hieß es in einer Medienmitteilung der SBB vom 23. Februar 2015: *„Die SBB wird zum ersten Mal eine hybridbetriebene Stopfmaschine […] einsetzen: Die Stopfmaschine wurde von der Firma Krebs Gleisbau AG gemeinsam*

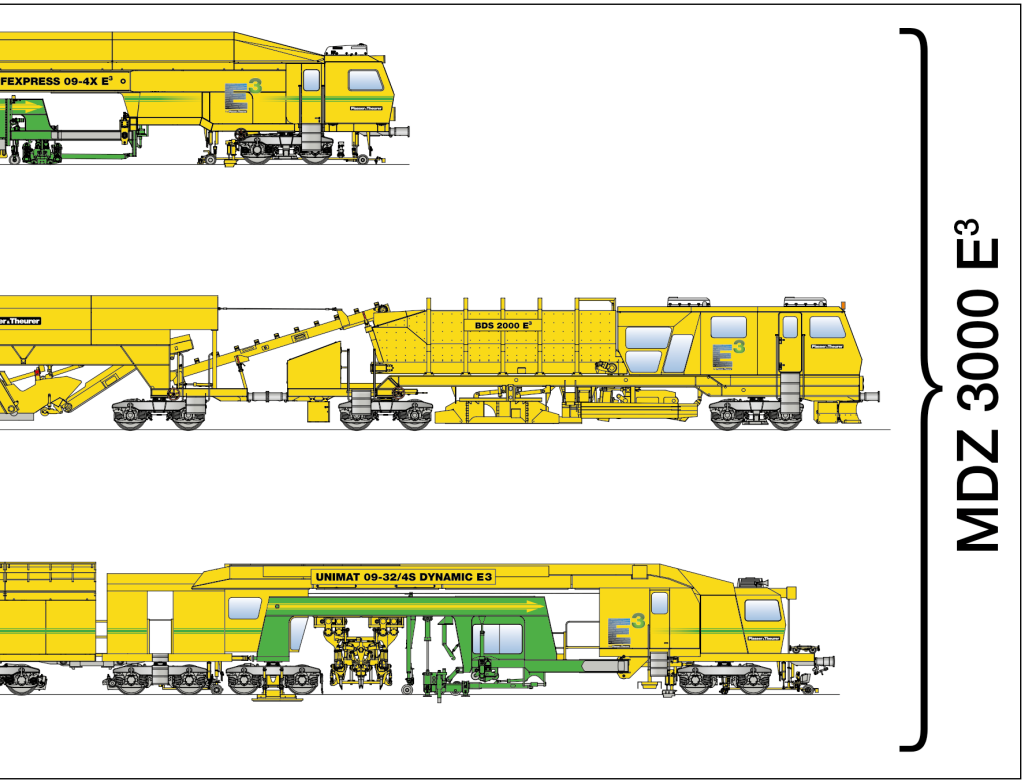
1

Abb. 12: Hybridmaschinen zur Gleis- und Weichenbearbeitung

mit der Herstellerfirma Plasser & Theurer neu entwickelt. Sie hat den Vorteil, dass Unterhaltsarbeiten umweltschonend ohne Abgasausstoß und mit weniger Lärmbelästigung für die Anwohner erledigt werden können. Die SBB wird die hybridbetriebene Maschine vor allem in Agglomerationsgebieten einsetzen.“

6 Zusammenfassung

Sechs Jahrzehnte der Weiterentwicklung der Technologie der Gleisdurcharbeitung wurden dadurch geprägt, dass laufend Geschwindigkeit, Präzision und Dauerhaftigkeit der Arbeit erhöht wurden. Dies ist kein Selbstzweck, sondern ist aus wirtschaftlichen Gründen und wegen des steigenden Verkehrsvolumens dringend notwendig.
Vor drei Jahrzehnten begann mit der Entwicklung der kontinuierlichen Technologie eine neue Ära bei den Stopfmaschinen. Sie kann an unterschiedliche Einsatzbedingungen und Anforderungen angepasst werden, wie der internationale Vergleich in diesem Artikel belegt. Die kontinuierliche Stopftechnologie macht es auch möglich, in einer Gleisdurcharbeitungs-Maschine mehrere Funktionen zu vereinen. Die Gesamtkosten werden verringert, da weniger Maschinen benötigt werden und das Arbeitsergebnis wird verbessert, da sicher gestellt ist, dass alle Arbeiten in einem Zug durchgeführt werden.



Die Hybridmaschinen sind richtungsweisend für zukünftige Entwicklungen: Es gilt die Ökonomie, die Ökologie und die Ergonomie weiter zu verbessern. Anders gesagt: Auch die Gleisinstandhaltung wird den vorteilhaften „ökologischen Radabdruck“ mitgestalten.

Quellen

[1] Polterauer, F.: Sind Hochleistungs-Stopfmaschinen reiner Luxus?, EIK 2015, S. 83 – 92

[2] Rießberger, K.; Wenty, R.: 40 Jahre „dynamische Gleisstabilisation“, EIK 2015, S. 55 – 76

[3] Wenty R.: Track maintenance – the systematic approach offered by the MDZ, Rail Engineering International, Heft 4/2010, S. 8 – 12

[4] Becker, R.: Innovationen und Bewährtes auf der iaf 2013, Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 5/2013, S. 22 – 29

[5] Knoll, B.: Effizienter Einsatz der Fließverfahren und Minimierung der Betriebserschwerniskosten während der Fahrweg-Instandsetzung, 58. VDEI Oberbaufachtagung, Darmstadt, 07.05.2014

[6] Knoll, B.: Kontinuierliche Gleisdurcharbeitungstechnologie im internationalen Vergleich, VDEI Fachtagung, Berlin, 25.09.2014

[7] Kish, A.: Improving Ballasted Track Lateral Resistance: the US Experience, UIC Konferenz Railway Track Science and Engineering, International Workshop Ballast: Issues and Challenges, Paris 5. – 6.12.2013

[8] Wimmer, T.: Union Pacific Railroad Continuous-action Track Maintenance Technology, VDEI Fachtagung, Berlin, 25.09.2014