

# Neues LCC-optimiertes Weichensortiment für die SOB, BLS und SBB

## New LCC-optimized Switches Range for SOB, BLS and SBB

Dipl.-Ing. Norbert Krebs, Dipl.-Ing. Martin Brunner, Dr. sc. nat. Peter Geiser, Dipl.-Techniker HF Beat Wiedmer, Bern (Schweiz), Dipl.-Ing. Stephan Hunn, Samstagern (Schweiz)

### Zusammenfassung

Die 3 Schweizer Vollbahnen SOB (Südostbahn), BLS (Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn) und SBB (Schweizerische Bundesbahnen) haben 2014 beschlossen, ein neues dem Stand der Technik angepasstes Weichensortiment für ihre Bedürfnisse zu entwickeln. Die 3 Bahnen wurden durch das Kompetenzzentrum Fahrbahn (KPZ) in Zürich unterstützt. Hauptziele sind eine Reduktion der Weichentypen, eine Verlängerung der Nutzungsdauer und eine Optimierung der Bauteile. Dabei sollten die Lebenszyklus-Kosten (LCC) sinken. Die äußere Geometrie der neuen Weichen und der Weichenbauteile soll dabei in den bestehenden Weichenbaukasten nahtlos eingepasst werden können. Kernpunkt für die neue Weiche ist die Optimierung der Elastizität durch gezielte Anwendung der elastischen Layer (Schichten). Mit Vorarbeiten und Grundsatzfestlegungen mittels Studien wurde das Programm „neues LCC-optimiertes Weichensortiment 2022“ im Jahr 2014 gestartet. Der vorliegende Aufsatz beschreibt die Vorgeschichte, Ziele, Strategie, Neuheiten und das Vorgehen im Programm.

### Abstract

In 2014, the three Swiss mainline railway companies SOB (Südostbahn), BLS (Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn) and SBB (Swiss Federal Railways) decided to develop a new state-of-the-art switches range adapted to their needs. The three railway companies received support from the Centre of Excellence for Tracks (KPZ) in Zurich. The main objectives are to reduce the number of types of switches, to extend the service life and to optimize components. In addition, the life cycle costs (LCC) should fall. The external geometry of the new switches and the switches components are to be able to be seamlessly integrated into the existing track switches kit. A key issue for the new switches is optimizing their elasticity through targeted use of the elastic layers. The "New LCC-optimized switches range 2022" programme started in 2014 with preliminary work and studies to establish principles. The essay which follows describes the background, aims, strategy, innovations and procedure of the programme.

## 1 Vorgeschichte

Seit jeher war es bei den Schweizerischen Normalspurbahnen üblich, je nach Anwendungsgebiet, die Schwellenart Holz, Stahl oder Beton einzusetzen. Dies galt nicht nur für das Gleis, sondern im Speziellen auch für die Weichen. Der heutige Weichenbaukasten widerspiegelt diese historische Entwicklung sowohl bezüglich Schwellenart wie Schienenprofil, ausgehend vom Profil 46E1, über das 54E2 bis hin zum 60E1/E2. In der Schweiz wurden diese Profile lange Zeit

mit SBB I, IV und VI benannt und logischerweise auch die Weichen. Die SBB-I-Weiche wurden ab 1902 über alle Weichentypen mit Holzschwellen eingesetzt. Anschließend folgten dann die IV-Weichen in den 1960er-Jahren und ab 1986 die VI-Weichen, zuerst mit Holzschwellen und ab 1992 auch mit Betonschwellen. Die VI-Weichen waren technologisch mit Spannklemmenbefestigung und innerer Backenschienenverspannung den übrigen Weichen technisch überlegen. Dieser Weichenstandard wurde dann ab 1992 auch bei den IV-Weichen, aber

nur auf Holzschwellen, realisiert und, um Verwechslungen der beiden Weichentypenfamilien vorzubeugen, wurden diese mit IV/90 bezeichnet. Wegen der komplexen Landestopographie wurden auch bald Bogenweichen als Grundtypen ins Sortiment aufgenommen (Abkürzung B). Alle Weichentypen sind so ausgestaltet, dass sie sowohl konvergierend (Innenbogenweiche) wie auch divergierend (Außenbogenweiche) gebogen werden können (Tabelle 1). Bei den 3 großen Normalspurbahnen in der Schweiz sind einfache Weichen in folgenden Anzahlen im Einsatz:

**Typenreihe Einfache Weichen SBB I, SBB IV, SBB IV/90 und SBB VI**

Weichentyp	Schwelle	SBB I			SBB IV		SBB IV/90	SBB VI	
		Holz	Stahl	Stahl isoliert	Holz	Beton	Holz	Holz	Beton
EW-185		frei	frei	frei	frei	frei			
EW-300		frei	frei	frei	frei	frei		frei	frei
EW-500		nicht			nicht		frei	frei	frei
EW-500 B							frei		frei
EW-900		nicht			nicht		frei	frei	frei
EW-900 B							frei		frei
EW-1600		nicht			nicht			frei	frei
EW-1600 B								frei	frei
EW-1600/2600					nicht			frei	frei

Erklärung:   
 nicht mehr verwenden   
 frei verwendbar

I Tabelle 1: Aktuelles Weichensortiment Standardweichen

SOB: 180 Stück,  
 BLS: 874 Stück und  
 SBB: 10.350 Stück.

Bereits ab der Jahrtausendwende machten sich die Bahnen erste Gedanken, wie diese hohe Typenvielfalt von mehr als 150 Varianten (dabei sind die verschiedenen Neigungsverhältnisse mitberücksichtigt) vereinfacht werden könnte. Grund dafür waren auch die gestiegenen Fahrgeschwindigkeiten und Radsatzlasten, die zu erhöhten Beanspruchungen der Weichenbauteile führten. Das Programm „neues LCC-optimiertes Weichensortiment 2022“ wurde mit den Aktivitäten einer Sortimentsanalyse im Jahre 2014 gestartet. Anschließend folgten Grundlagenstudien zur Stahlschwellenweiche, Elastizität und Spurweite sowie Vertiefungsprojekte zur Komponentendefinition bis Ende 2017. Die 3 Bahnen kamen zum Schluss, dass die Sortimentsbereinigung etappenweise in Arbeitspaketen angegangen werden sollte.

Das erste Arbeitspaket einer neuen LCC-optimierten Weichenfamilie für das Schienenprofil 54E2 auf beschlittenen Betonschwellen wurde in Angriff genommen. Es soll das große Weichen-Ersatzpotenzial erschließen und dabei vor allem Weichen auf Holzschwellen und wo möglich auch solche auf Stahlschwellen ersetzen. Gründe für den nötigen Ersatz von Holzschwellenweichen sind da-

bei vor allem die kürzere Nutzungsdauer im Vergleich zu Beton- und Stahlschwellenweichen, die steigende Belastung, die Beschaffungsproblematik der Eichenholzschwellen und deren notwendige Imprägnierung. Als zweites Arbeitspaket wurde eine Neukonstruktion der Stahlschwellenweiche, ebenfalls im Profil 54E2, mit der Möglichkeit der Isolierfähigkeit in Angriff genommen.

Weitere Arbeitspakete, unter anderem die Kreuzungsweiche auf Betonschwellen, sind momentan in Vorbereitung. Die folgenden Ausführungen zeigen beispielhaft am Arbeitspakete 1 „EW 54E2-Be“ die Vorgehensweise.

## 2 Projektziele

Es war von Anfang an klar, dass ein abgestimmtes Weichensortiment für alle 3 Bahnen über die gesamten Weichentypen inklusive Kreuzungen, die Schwellenarten, Schienenprofile und Stahlgüten entstehen sollte. Jede Bahn kann dann auf Grund ihrer speziellen Nutzungsvoraussetzungen aus dem Sortiment diejenigen Weichen verwenden, die ihren Anforderungen am besten entsprechen. So werden sich z.B. die SOB schwergewichtig auf Profil 54E2-Weichen konzentrieren, die BLS und SBB vorwiegend auf 54E2- und 60E1/E2-Weichen. Wenn immer möglich sollen die 46E1-Weichen in den Bahnnetzen bei

Fahrbahnerneuerungen verschwinden. Zusätzlich werden vorwiegend Betonschwellenweichen bzw. Stahlschwellenweichen, wo die Belastung geringer ist, zum Einsatz kommen. Durch die Bereitstellung von zwei neuen Weichenfamilien auf Beton- bzw. Stahlschwellen im Schienenprofil 54E2 wird ein enormes Ersatzpotenzial bei bestehenden Weichen ausgelöst. Die Folge ist eine Weichentypenreduktion. Die Vorgaben des Bundes bezüglich öffentlichem Beschaffungswesen vereinfachen den qualifizierten Lieferfirmen den Zugang zu den öffentlichen Beschaffungen der Bahnen. Das Thema Bauteilaustauschbarkeit gewinnt dabei an Bedeutung und verlangt mehr Aufmerksamkeit der Bahnen bezüglich harmonisierter und funktionaler Vorgaben. Ebenfalls wurde der Instandhaltung hinsichtlich Aufwand und Häufigkeit durch Bauteiloptimierung und Vereinfachung von Unterhaltsarbeiten gezielt Rechnung getragen. Nachstehend eine Übersicht der wichtigsten Projektziele:

- Schaffung eines Weichensortiments Normalspur Schweiz durch Zusammenarbeit von SOB, BLS und SBB,
- Reduktion der Anzahl Weichentypen,
- Reduktion der Profil-I-Weichen,
- Ersatz der Holzschwellenweichen,
- Sicherung von Mehrlieferantenstrategie und Bauteilaustauschbarkeit,

Typenreihe Einfache Weichen SBB I, SBB IV, SBB IV/90, SBB VI und SBB 54E2

Schwelle	SBB I			SBB IV / 54E2				SBB IV/90	SBB VI	SBB VI
	Holz	Stahl	Stahl isoliert	Holz	Stahl 54E2	Beton	Beton 54E2	Holz	Holz	Beton
Weichentyp										
EW-185	■	■	■	■	■	■	■		■	■
EW-300	■	■	■	■	■	■	■		■	■
EW-500	■			■	■		■	■	■	■
EW-500 B					■		■	■		■
EW-900	■			■	■		■	■	■	■
EW-900 B					■		■	■		■
EW-1600	■			■	eventuell		eventuell		■	■
EW-1600 B									■	■
EW-1600/2600				■					■	■

Erklärung: ■ nicht mehr verwenden  
■ frei verwendbar

Table 2: Neues Weichensortiment Standardweichen



Bild 1: Einsenkungsmesswagen der Firma InfraMT (Schweiz), Belastungswagen (gelb) und angehängtes Einsenkungsmesssystem

- Aufnahme der technologischen Weiterentwicklung ins neue Weichensortiment,
- Erreichung LCC Weiche neu < LCC Weiche alt (LCC - Life Cycle Cost, Lebenszykluskosten),
- Nutzungsdauerverlängerung durch Bauteiloptimierung,
- laufende Überprüfung der Annahmen durch ein Mess- und Überwachungsprogramm und

- Testen von Innovationen während der Betriebserprobung der Weichen.

### 3 Strategie

Um nun die eben erwähnten Projektziele zu erreichen, wurde in mehreren Durchgängen eine abgestimmte Strategie zur zukünftigen Verwendung der Weichentypen erarbeitet. Wie leicht zu erkennen ist, zielt dabei die Entwick-

lung klar auf die Schienenprofile 54E2 und 60E1 (SBB VI) mit der Schwellenausprägung Beton bzw. Stahl (Tabelle 2). Auf Bauteilebene ist es die klare Absicht, keine neuen unerprobten risikoreichen Bauteile einzusetzen und dabei eine lange Betriebserprobungszeit durchlaufen zu müssen. Die Bahnfestigkeit der Komponenten muss jederzeit gewährleistet sein. Eine möglichst rasche Serien-einführung der neuen Weichen in den nächsten Jahren muss realisierbar bleiben.

## 4 Neuerungen

Gegenüber dem heutigen eingesetzten Weichenstandard in der Schweiz werden folgende Hauptmerkmale in die neue Weiche integriert.

### 4.1 Optimierte Elastizität

Durch optimale Abstimmung der elastischen Layer durch Schwellenbesohlung, Rippenplattenunterlagen und Schienenzwischenlagen wird eine gleichmäßige Schieneneinsenkung für alle vier Schienenstränge der Weiche angestrebt. Diese Einsenkungen in der Größenordnung von 1,3 mm wurden mittels Finite-Element-Methode berechnet bzw. dimensioniert und die realen Ergebnisse werden anhand von quasistatischen Einsenkungsmessungen (Bild 1) nach dem Einbau mehrmalig überprüft.

Phase	Hauptziel	Produkt
<b>1</b> 2017-2021	<b>Prototypenerprobung von einem Weichentyp (3 Jahre)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Nachweis Bahnfestigkeit</li> <li>› Betriebserprobung</li> <li>› Vorbereitung Typenzulassung</li> <li>› <u>Begrenzte</u> Bauteilaustauschbarkeit</li> </ul>	4 Weichen von 2 Lieferanten EW 54E2-300-1:12-Be, besohlt
<b>2</b> 2018-2022	<b>Prototypenerprobung mehrerer Weichentypen bei 3 Bahnen (3 Jahre)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Nachweis Bahnfestigkeit</li> <li>› Betriebserprobung inklusive «Spezialitäten»</li> <li>› Vorbereitung Typenzulassung</li> <li>› <u>Abgestimmte</u> Bauteilaustauschbarkeit</li> </ul>	7 Weichen von 3 Lieferanten bei 3 Bahnen EW 54E2-185-Be, besohlt EW 54E2-500-Be, besohlt EW 54E2-900-Be, besohlt
<b>3</b> 2019-2022	<b>Vorbereitung Serienreife Weichenfamilie EW 54E2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Entwicklungs- und Zusammenarbeitsverträge mit Lieferanten</li> <li>› Definitive Konzeption inkl. Bauteilaustauschbarkeit</li> <li>› Dokumentation und Integration</li> <li>› Migration</li> <li>› Logistik inkl. Ersatzteile</li> <li>› Beschaffung</li> <li>› Montage</li> <li>› etc.</li> </ul>	Serien-Typenpläne für EW 54E2-185 / 300 / 500 / 900 Lastenheft mit Bahnvorgaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorgaben Bauteile</li> <li>▪ Austauschbarkeit</li> <li>▪ etc.</li> </ul>

I Tabelle 3: Planung der Arbeits-Phasen für die Weichen EW 54E2-Be

## 4.2 Schienenbefestigung

Wie im Gleis soll auch in der Weiche eine direkte Schienenbefestigung, also ohne Rippenplatten, realisiert werden. Dabei wird die herkömmliche 4-Schrauben-Rippenplattenbefestigung durch eine 2-Schraubigen-Befestigung in der Mittelachse der Schwelle mit entsprechenden Sicken ersetzt. Vor allem bei kleinbogigen Weichen und folglich hohen Seitenkräften in der Ablenkung ist die Entscheidung für die Direktbefestigung noch offen und sie wird im Rahmen der Prototypeneinbauten evaluiert.

## 4.3 Mehrlieferantenstrategie

Die gewollte Mehrlieferantenstrategie der Bahnen zwingt dazu, exaktere Vorgaben bezüglich der Bauteilschnittstellen zu erarbeiten. So werden z.B. die Schwellenteilungen und die Stoßlagen der Weichen inklusive des Schweißkonzepts vorgegeben. Die Modularität der Bauteilaustauschbarkeit soll auch für die Weichenbauteile möglich sein. So sollen halbe Zungenvorrichtungen, Herzstücke, Radlenker, Schienen und Schwellen mit Schienenbefestigung verschiedener qualifizierter Lieferanten an der gleichen Weiche einbaubar sein. Für die Prototypweichen konnten drei Lieferanten gewonnen werden, die ihre Weichen nach einem funktionalen Lastenheft der Bahnen konzipiert haben.

## 4.4 Übernahme der technologischen Weiterentwicklung

Die in den letzten Jahren gemachten Bahnerfahrungen bezüglich Weichen und die technologische Entwicklung sollen gezielt in das neue Weichensortiment aufgenommen werden:

- Spurweite 1437 mm,
- keine Federstellen in halben Zungenvorrichtungen,
- Wanderschutz anstelle Arretierzapfen, etc.

## 4.5 Tests von Innovationen

Die Erprobungsphase der neuen Weichenprototypen soll dazu genutzt werden, gezielte Innovation mit erfolgsversprechendem Nutzen bezüglich Senkung des Unterhaltsaufwands und/oder Verlängerung der Nutzungsdauer zu testen.

## 5 Planung des Vorgehens

Das Vorgehen ist in Phasen unterteilt und für das Arbeitspakete EW 54E2-Be im Folgenden bis zur geplanten Serieneinführung dargestellt (Tabelle 3).

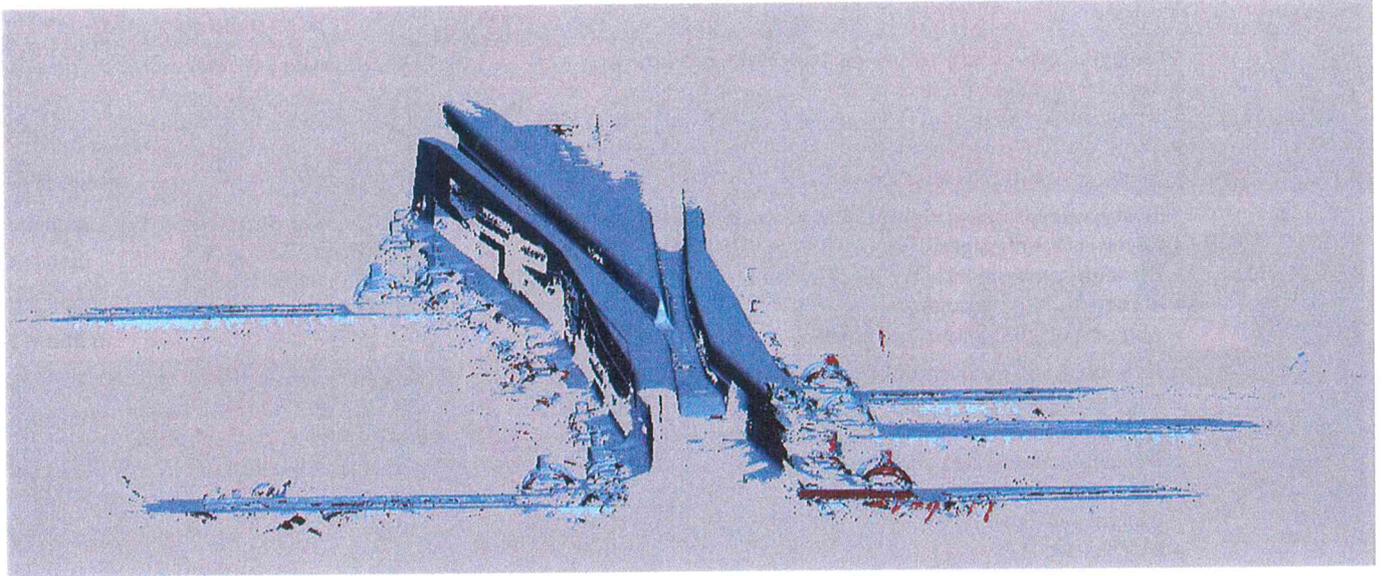
### 5.1 Mess- und Überwachungsprogramm

In den ersten 3 Jahren soll ein intensiviertes Mess- und Überwachungspro-

gramm für die eingebauten Weichen laufen. Dabei sind primär die Bahnfestigkeit und die Typenzulassungsfähigkeit nachzuweisen. Neben den möglichen Lieferantenvergleichen soll auf Basis der Verschlechterungsraten und Abweichungen auch die postulierte Nutzungsdauerverlängerung überprüft werden. Die grundlegenden Daten für jeden Weichentyp, ob bestehend oder neu, und jede Belastung werden mittels Standardelemente (Basisarbeiten Technische Universität Graz) dargestellt. So ist es möglich, laufend den IST-SOLL-Vergleich und das angestrebte Ziel von niedrigeren LCC-Kosten der neuen Weiche gegenüber der bestehenden zu überprüfen. Neben den üblichen regelmäßigen Weichenkontrollen (manuell und maschinell) wird zusätzlich punktuell die Weichendiagnose mittels Umstellstrommessung, 3-D-Scanning von Weichenbauteilen (Bild 2), Beschleunigungs-, Spannungs-, Setzungs- und Einsenkungsmessungen durchgeführt.

### 5.2 Zulassung

Die sicherheitsrelevanten neuen Bauteile sind vom Bundesamt für Verkehr (BAV) als zulassungspflichtig deklariert. Dafür wurde von den Bahnen ein entsprechender Antrag für Betriebserprobung gestellt. Die endgültigen Typenzulassungen neuer Bauteile sind dann von den betreffenden Lieferwerken auf Basis der



| Bild 2: Beispiel einer 3-D-Scanning-Messung an einer Herzstückspitze



| Bild 3: Weichenabnahme bei vaW in Zeltweg, August 2018



**Bild 4:** Weichenabbund im BTC Hägendorf, Herrliberg-Feldmeilen-Weiche 15, August 2018



**Bild 5:** Weicheneinbau in Sirnach, Weiche 3, Herzstück- und Zwischenpartie, Gewicht 37 t, September 2018

Resultate aus der Betriebserprobung direkt beim BAV zu erwirken.

## 6 Prototypen

Nachfolgende Fotos zeigen die ersten Prototypweichen bei einem der Lieferwerke voestalpine Weichensysteme GmbH (vaW) in Zeltweg, Österreich, (Bild 3), im Bahntechnikzentrum (BTC) der SBB in Hägendorf, Schweiz, (Bild 4) und beim Netzeinbau in Sirnach, Schweiz, (Bild 5).

## 7 Ausblick und Fazit

Mit dem gemeinsamen Vorgehen der 3 größten Schweizer Bahnunternehmungen,

der Bündelung der Ressourcen, dem Einbezug von mehreren Weichenlieferanten, der Reduktion von Weichentypen, der Abstimmung von möglichen Harmonisierungen im europäischen Umfeld, vorwiegend mit den Partnerbahnen DB und ÖBB, werden die neuen Weichen eine breite Wirkung entfalten und schlussendlich dazu beitragen, die Effizienz zu steigern, Kosten zu senken und somit einen Kundennutzen zu generieren. Die Entwicklung resilienterer technischer Systeme ist heute gefragter denn je, das gilt auch für die Weichen.

#563\_A3

(Bildnachweis: 1 bis 5, Verfasser)



*Dipl.-Ing. Norbert Krebs (47).* Maschineningenieurstudium an der Ingenieurschule Biel-Bienne Höhere Technische Lehranstalt ISB / HTL, Nachdiplom FH als Wirtschaftsingenieur. Seit 2011 bei der SBB und seit 2015 Leitung des Techno-

logischen Anlagenmanagements Fahrbahn. Anschrift: Schweizerische Bundesbahnen SBB, I-AT-FW-TAFB, Hilfikerstrasse 3, 3000 Bern 65, Schweiz.

E-Mail: [norbert.krebs@sbb.ch](mailto:norbert.krebs@sbb.ch)



*Dipl.-Ing. Martin Brunner (60).* Maschineningenieurstudium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Seit 2004 bei den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB), Anlagen und Technologie, Programmleiter neues Weichensortiment.

Anschrift: Schweizerische Bundesbahnen SBB, I-AT-FW-TAFB, Hilfikerstrasse 3, 3000 Bern 65, Schweiz.

E-Mail: [martin-alloys.brunner@sbb.ch](mailto:martin-alloys.brunner@sbb.ch)



*Dr. sc. nat. Peter Geiser (44).* Werkstoffingenieurstudium und Promotion im Bereich Festkörperphysik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Seit 2010 bei der BLS Netz AG, Anlagen und Projekte, Teamleiter Technologiema-

agement Fahrbahn.

Anschrift: BLS Netz AG, IAFT, Genfergasse 11, 3000 Bern 11, Schweiz.

E-Mail: [peter.geiser@bls.ch](mailto:peter.geiser@bls.ch)



*Dipl.-Ing. Stephan Hunn (48).* Bauingenieurstudium an der Fachhochschule Luzern. Seit 2011 bei der Schweizerischen Südostbahn als Leiter Fahrbahn & Ingenieurbau. Anschrift: Schweizerische Südostbahn AG, Stationsstrasse 52, 8833 Samstagern, Schweiz.

E-Mail: [stephan.hunn@sob.ch](mailto:stephan.hunn@sob.ch)



*Dipl.-Techniker HF Beat Wiedmer (57).* Maschinenteknikstudium an den eidgenössisch anerkannten IBZ Technikerschulen, Aarau. Seit 2016 beim Kompetenzzentrum Fahrbahn AG als mandatiertes Projektleiter neues Weichensortiment.

Anschrift: KPZ Fahrbahn AG, Genfergasse 11, 3011 Bern, Schweiz.

E-Mail: [beat.wiedmer@kpz-fahrbahn.ch](mailto:beat.wiedmer@kpz-fahrbahn.ch)