

Die neuen Weichenheizungen – effizient und umweltschonend

New point heating system – highly efficient and environment saving

Stefan Flick, Burbach (Deutschland)

Zusammenfassung

Sicherheit im Bahnverkehr muss heutzutage auch bei Schnee und Eis weder investitionsaufwändig noch energieintensiv sein. Innovative Weichenheizungssysteme der neuesten Generation sind hierfür der Beweis. Um ein Zufrieren der Weichen zu verhindern und sie schnee- und eisfrei zu halten, werden oft Flachheizstäbe eingesetzt, die jedoch sehr energieintensiv arbeiten und aufwändig zu lagern und zu installieren sind. „EL-Point“ hingegen ist ein neuartiges von der eltherm GmbH entwickeltes System, mit dem im Vergleich zu herkömmlichen Flachheizstäben Energie eingespart werden kann. Die Energieeinsparung bewirkt nicht nur eine Kostenreduzierung, sondern auch eine Entlastung der Umwelt durch Verringerung des Ausstoßes von Kohlendioxid; die konkreten Zahlen sind im Beitrag angegeben.

1 Einleitung

Um einen ungehinderten und sicheren Schienenverkehr zu gewährleisten, spielt der zuverlässige Frostschutz der Strecken in den Wintermonaten eine immer größere Rolle. Besonders die Weichen stellen die Betreiber dabei regelmäßig vor große Herausforderungen, weil sie durch die beweglichen Teile meistens kritische und kälteanfällige Elemente darstellen. Das manuelle Befreien der Weichen von Schnee und Eis ist jedoch nicht nur mühselig – es birgt auch eine ernstzunehmende Gefahr für die Instandhaltungsmitarbeiter.

Um ein Zufrieren der Weichen zu verhindern, sie schnee- und eisfrei und somit beweglich zu halten, wird daher zunehmend auf elektrische Beheizungssysteme zurückgegriffen. Häufig werden Flachheizstäbe eingesetzt, die jedoch sehr energieintensiv arbeiten und darüber hinaus aufwändig zu lagern und

zu installieren sind. Deshalb wurde in den letzten Jahren von den Spezialisten für elektrische Begleitheizungen bei der eltherm GmbH ein neuartiges System entwickelt: die Weichenheizung „EL-Point“. Sie besteht im Wesentlichen aus einem Heizkabel, das als Rollen-Meterware geliefert wird und vor Ort schnell und einfach von der Rolle konfektioniert und montiert werden kann (Bild 1). Dadurch entfällt gleichzeitig die umfangreiche Lagerhaltung, zu der die Betreiber von Heizstäben gezwungen sind.

2 Merkmale

2.1 Leistung und Energieaufwand

Neben den praktischen Gesichtspunkten überzeugt „EL-Point“ im Vergleich zu herkömmlichen Flachheizstäben durch größere Zuverlässigkeit, längere Lebensdauer und einen signifikant geringeren Ener-

Abstract

To prevent points from freezing and to keep them clear from snow and ice and thus free moving, electrical heating systems are becoming more and more popular. Flat heating elements are still commonly used, although they have high energy consumption, are bulky in storage and difficult to install. As an alternative, eltherm GmbH developed an innovative point heating system named „EL-Point“, which can save energy, compared against conventional flat heating elements. The energy efficiency would mean a cost reduction and the environmental pollution of CO₂ would be reduced too. Concrete figures are given in the present article.

gieverbrauch bei mehr Leistung. Letzteres ergibt sich aus der Flexibilität und der weichen Oberfläche, mit der „EL-Point“ direkt auf dem Schienensteg aufliegt (Bild 2), während ein steifes Flachheizelement zumeist nur an wenigen Punkten direkte Verbindung zu den oft unebenen Oberflächen des Schienenmaterials hat. So erfolgt ein sehr guter Wärmetransfer aus der Heizleitung in den Gleiskörper, was zu einer höheren Schienentemperatur bei vergleichsweise geringer Leistung führt. Dies spart bis zu 30 % Energie im Vergleich zu herkömmlichen Weichenheizungssystemen, wie aus den nachfolgenden Berechnungen ersichtlich wird.

2.2 Der umweltschonende Aspekt der Energieeffizienz

Die durch eine Umstellung auf „EL-Point“ erreichte Energieeinsparung wirkt sich nicht nur positiv auf die Betriebskosten aus – sie kommt darüber hinaus der Um-

welt zugute. Betrachtungen der Energieeffizienz im Vergleich zu herkömmlichen Flachheizstäben haben diesbezüglich erstaunliche Erkenntnisse gebracht. Demzufolge führte eine Umrüstung von im Dauerbetrieb genutzten Flachheizstäben auf „EL-Point“-Systeme mit einer intelli-

gerungs- bzw. Überwachungsequipment für Weichen- oder Schienenheizungen. Diese Steuerungen reagieren automatisch auf aktuelle Messungen von Wetterparametern einer oder mehrerer Wetterstationen und können gezielt Energie in das System leiten, bei Bedarf Fehleranalysen



Bild 1: Weiche mit „EL-Point“

genten Steuerung zu einer Energieeinsparung von etwa 29 000 kWh pro Weiche und Jahr. Bei einem Energiepreis von 0,12 € pro kWh entspricht das einer jährlichen Kostenreduktion von rd. 500 €. Hinsichtlich des Ausstoßes von Kohlendioxid führt dies bei Annahme eines Anteils von 596 g CO₂ je Kilowattstunde zu einer Entlastung der Umwelt in Höhe von 17,3 t Kohlendioxid pro Weiche und Jahr. Dies gilt für das im Abschnitt 3 beschriebene Szenario 1 „Dauerbetrieb von Oktober bis April“, kombiniert mit der intelligenten Steuerung aus Szenario 4.

2.3 Optimierung durch Steuerung

Für die Weichenheizung von eltherm werden optional intelligente Steuerungssysteme angeboten. Diese in Schaltschränken installierten Systeme dienen als Steu-

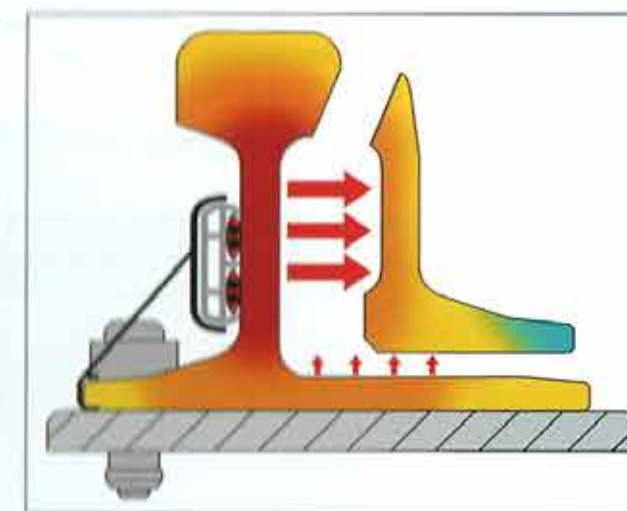


Bild 2: Prinzip der Installation von „EL-Point“ und Wärmeverlauf durch Wärmestrahlung zwischen Backenschiene und Weichenzunge in offener Position

durchführen und Meldungen ausgeben. Auf der Basis dieser Meldungen kann die vorbeugende Instandhaltung besser geplant und dank Auswertung der Daten von Wettervorhersagediensten durch rechtzeitiges Vorheizen einer Anlage eine hohe Verfügbarkeit gewährleistet werden. Um ein Höchstmaß an Energieeinsparung sowie die geringsten Lebenszykluskosten zu erreichen, bedarf es einer genauen Analyse aller Parameter am Einsatzort der

Anlage. Hierbei werden neben den Wetterdaten auch die verfügbare Anschlussleistung sowie kundenspezifische Daten, wie Fahr- und Wartungszeiten oder vorhandene technische Systeme mit in das technische Konzept der Anlage einbezogen. Das Einzelkonzept einer Steuerung kann dann in ein Gesamtkonzept mit vielen, untereinander vernetzten Anlagenanteilen integriert werden. Sowohl die Anbindung an ein Visualisierungssystem als auch die Integration in bestehende leittechnische Einrichtungen und Condition-Monitoring-Systeme ist jederzeit möglich. Je nach Ausstattung werden folgende Werte in der Logik verarbeitet bzw. dem Leitsystem zur Verfügung gestellt:

- aktueller Leistungsbezug,
- Energiebezug pro Tag / Woche / Monat / Jahr,
- Zustandsmeldungen aller verfügbaren Heizkreise,
- Eintragungen im Ereignisspeicher,
- Werte der Stromversorgung (Ströme, Spannungen, Energieverbrauch),
- Fehlermeldungen,
- Warnmeldungen zur vorbeugenden Instandhaltung sowie
- Wetterdaten, wie Windrichtung und -stärke, Niederschlagsart und -menge, Luft- und Schienentemperatur.

Beim Aufheizversuch im eltherm-eigenen Labor unter realistischen Rahmenbedingungen stellte sich die größte Temperaturdifferenz zwischen der Schiene und der Umgebung nach 250 min wie folgt ein: Beim Flachheizstab wurden 32,4 K bei einer Leistung von 330 W/m erreicht; bei „EL-Point“ waren es 41,8 K bei 300 W/m. Das Ergebnis ist deutlich: Bei „EL-Point“ wurde eine um 30 % größere Temperaturdifferenz mit 10 % weniger Leistung erreicht (Bild 3).

3 Szenarien und Modellrechnungen

Für die folgenden Modellrechnungen wurde die Weiche EW49-500 als Referenzweiche gewählt, die gemäß der Richtlinie 954.9101 der Deutschen Bahn mit Heizstäben bestückt wird. Die effektiv beheizte Länge je Seite ist 12 m, die gesamte Anschlussleistung der Flachheizstäbe beträgt 7 800 W. Die Beheizung mittels „EL-Point“ wird ebenfalls je Seite 12 m lang ausgeführt. Die gesamte Anschlussleistung beträgt hier 7 200 W. Als Energiepreis für die elektrische Energie wurde ein

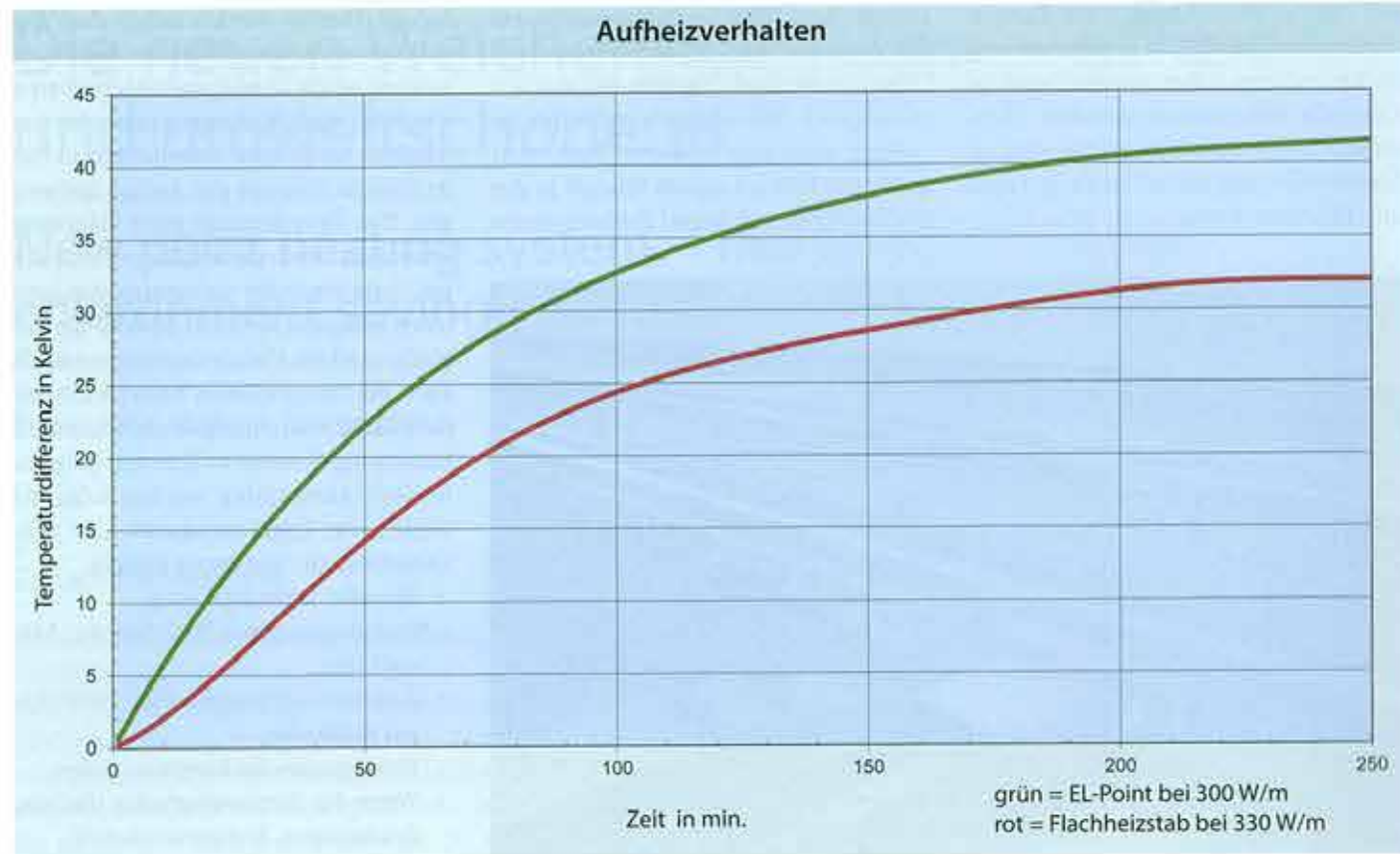


Bild 3: Aufheizverhalten von „EL-Point“ im Vergleich zu herkömmlichen Flachheizstäben

Wert von 12 ct/kWh angesetzt. Bei höheren Energiepreisen überwiegt der Vorteil des „EL-Point“-Systems noch deutlicher.

Bild 4 zeigt zum Vergleich den Energieverbrauch beider Heizungssysteme an einer Weiche EW49-500 in Oslo im Jahr

2013. Die Ergebnisse der nachstehenden Modellrechnungen sind in *Tafel 1* zusammengestellt.

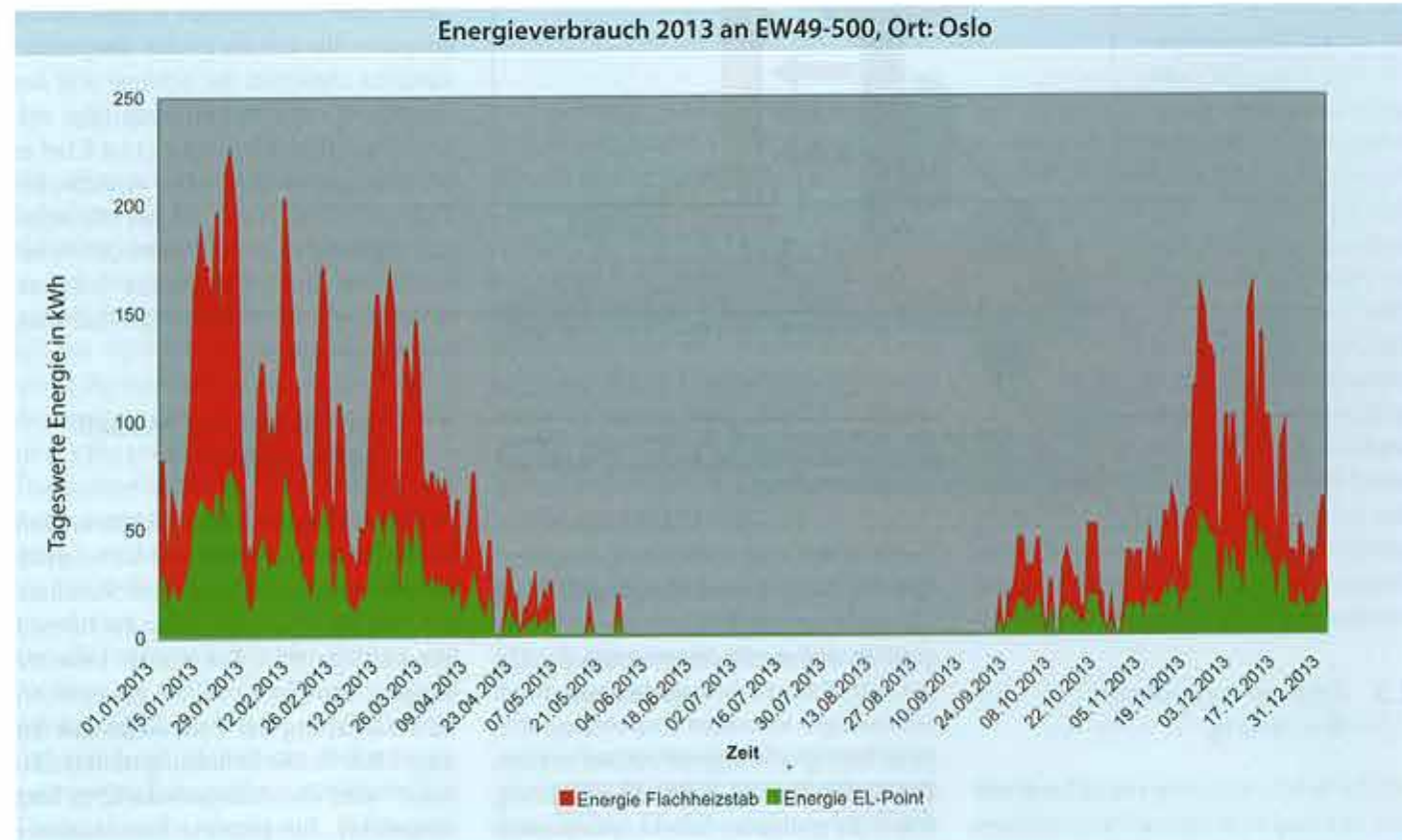


Bild 4: Energieverbrauch von Heizstäben und „EL-Point“ an einer Weiche EW49-500 in Oslo von Januar bis Dezember 2013

3.1 Szenario 1 – Dauerbetrieb von Oktober bis April

Eckdaten: Betriebszeit 182 Tage = 4368 Stunden
Energiekosten = Zeit x Anschlussleistung x Energiepreis

– Betrachtung Flachheizstab
Energiekosten:
 $4\,368\text{ h} \times 7,8\text{ kW} \times 0,12\text{ €/kWh} = 4\,088,45\text{ €}$

– Betrachtung „EL-Point“
Energiekosten:
 $4\,368\text{ h} \times 7,2\text{ kW} \times 0,12\text{ €/kWh} = 3\,773,95\text{ €}$

– Einsparungen durch „EL-Point“
Energieeinsparung =
 $34\,070,4\text{ kWh} - 31\,449,6\text{ kWh} = 2\,620,8\text{ kWh}$
Kostensparnis =
 $4\,088,45\text{ €} - 3\,773,95\text{ €} = 314,50\text{ €}$

3.2 Szenario 2 – Betrieb mit Umgebungsthermostat

Eckdaten: 93 Tage unter 3 °C, 208 Nächte unter 3 °C
Gesamtbetriebszeit =
 $93\text{ d} \times 12\text{ h} + 208\text{ n} \times 12\text{ h} = 3\,612\text{ h}$

– Betrachtung Flachheizstab
Energieverbrauch =
 $3\,612\text{ h} \times 7,8\text{ kW} = 28\,173,6\text{ kWh}$
Energiekosten =
 $28\,173,6 \times 0,12\text{ €/kWh} = 3\,380,83\text{ €}$

– Betrachtung „EL-Point“
Energieverbrauch =
 $3\,612 \times 7,2\text{ kW} = 26\,006,4\text{ kWh}$
Energiekosten =
 $26\,006,4 \times 0,12\text{ €/kWh} = 3\,120,77\text{ €}$

– Einsparungen durch „EL-Point“
Energieeinsparung =
 $28\,173,6\text{ kWh} - 26\,006,4\text{ kWh} = 2\,167,2\text{ kWh}$
Kostensparnis =
 $3\,380,83\text{ €} - 3\,120,77\text{ €} = 260,06\text{ €}$

3.3 Szenario 3 – Betrieb mit Umgebungsthermostat und Leistungsanpassung (nur „EL-Point“)

Eckdaten: 76 Tage unter 3 °C, 135 Nächte unter 3 °C, 17 Tage unter -5 °C, 73 Nächte unter -5 °C. Nennleistung bei Tem-

Tafel 1: Ergebnisse der Modellrechnungen zur Ermittlung möglicher Einsparungen

| MODELLBERECHNUNG: AUSWERTUNG | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Jahreswerte Energie | | | | |
| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 | Szenario 4 |
| Energie Flachheizstab | 34.070,4 kWh | 28.173,6 kWh | 28.173,6 kWh | 14.807,2 kWh |
| Energie EL-Point | 31.449,6 kWh | 26.006,4 kWh | 16.891,2 kWh | 5.069,7 kWh |
| Differenz | 2.620,8 kWh | 2.167,2 kWh | 11.282,4 kWh | 9.737,5 kWh |
| Ersparnis | 7,7 % | 7,7 % | 40,0 % | 65,8 % |
| Jahreswerte Geld | | | | |
| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 | Szenario 4 |
| Flachheizstab | 4.088,45 € | 3.380,83 € | 3.380,83 € | 1.776,86 € |
| EL-Point | 3.773,95 € | 3.120,77 € | 2.026,95 € | 608,36 € |
| Ersparnis | 314,50 € | 260,06 € | 1.353,88 € | 1.168,51 € |
| Jahreswerte Kohlendioxid | | | | |
| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 | Szenario 4 |
| Flachheizstab | 20,3 t | 16,8 t | 16,8 t | 8,8 t |
| EL-Point | 18,7 t | 15,5 t | 10,0 t | 3,0 t |
| Ersparnis | 1,6 t | 1,3 t | 6,8 t | 5,8 t |

peraturen < 3 °C und > -5 °C: 3,6 kW, Nennleistung bei Temperaturen < -5 °C: 7,2 kW.
Gesamtbetriebszeit mit 3,6 kW =
 $76\text{ d} \times 12\text{ h} + 135\text{ n} \times 12\text{ h} = 2\,532\text{ h}$,
Gesamtbetriebszeit mit 7,2 kW =
 $17\text{ d} \times 12\text{ h} + 73\text{ n} \times 12\text{ h} = 1\,080\text{ h}$,
Energieverbrauch =
 $2\,532\text{ h} \times 3,6\text{ kW} + 1\,080\text{ h} \times 7,2\text{ kW} = 16\,891,2\text{ kWh}$ und
Energiekosten =
 $16\,891,2\text{ kWh} \times 0,12\text{ €/kWh} = 2\,026,95\text{ €}$.

– Einsparungen durch „EL-Point“
(da eine Leistungsanpassung bei den Flachheizstäben nicht möglich ist, erfolgt der Vergleich mit dem Ergebnis aus Szenario 2)
Energieeinsparung =
 $28\,173,6\text{ kWh} - 16\,891,2\text{ kWh} = 11\,282,4\text{ kWh}$ und
Kostensparnis =
 $3\,380,83\text{ €} - 2\,026,95\text{ €} = 1\,353,88\text{ €}$.

3.4 Szenario 4 – Betrieb mit Warme-Schiene-Thermostat und Leistungsanpassung

Bei der Auswertung dieses Szenarios fallen insgesamt knapp 6000 Einzelergebnisse an. Daher ist eine detaillierte numerische Darstellung hier nicht möglich.

Aufsummiert ergeben sich folgende Jahreswerte:

- umgesetzte Energie Flachheizstab: 14 807,2 kWh,
- umgesetzte Energie „EL-Point“: 5 069,7 kWh,
- Energiekosten Flachheizstab: 1 776,87 €,
- Energiekosten „EL-Point“: 608,36 € und
- Vorteil „EL-Point“: 1 168,51 €.

4 Erfahrungen aus dem Betriebseinsatz

Auch die Deutsche Bahn erprobt bereits erfolgreich das Weichenheizungssystem „EL-Point“. Am Bahnübergang Jägerstraße des im Süden des Siegerlandes gelegenen Burbach werden zwei Backenschienen auf einer Länge von 10 Meter beheizt, um die fehlerfreie und effektive Funktion zu testen (Bild 5). Die Betriebserprobung wird voraussichtlich im Frühjahr 2015 abgeschlossen sein.

Ebenso wird das System vom schwedischen Trafikverket (schwedisches Zentralamt für Verkehrswesen) in verschiedenen Landesteilen Schwedens mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen getestet. Vor allem in Nord- und Ostschwedens sind die Winter hart und werden nach Nor-



das bereits unter extremen Witterungsbedingungen im sibirischen Winter von Jekaterinburg überzeugen konnte (Bild 6). „EL-Point“ wird bisher an einigen Orten auf der nördlichen Hemisphäre eingesetzt, wie z. B. im Harz, in Kopenhagen, in Russland sowie in Kanada.

5 Zusammenfassung

Um ein Zufrieren von Weichen zu verhindern und um sie schnee- und eisfrei zu halten, werden oft Flachheizstäbe eingesetzt, die jedoch sehr energieintensiv arbeiten und aufwändig zu lagern und zu installieren sind. Das neuartige, von der eltherm GmbH entwickelte System „EL-Point“ hingegen kann bis zu 30 % Energie im Vergleich zu herkömmlichen Flachheizstäben einsparen. Eine Umrüstung von im Dauerbetrieb genutzten Flachheizstäben auf „EL-Point“ mit einer intelligenten Steuerung ermöglicht eine Energieeinsparung von etwa 29 000 kWh pro Weiche und Jahr sowie eine jährliche Kostenreduktion von rd. 3 500 €. Legt man einen Anteil von 596 g CO₂ je Kilowattstunde zugrunde, resultiert dies hinsichtlich des

Kohlendioxid-Ausstoßes in einer Entlastung der Umwelt in Höhe von 17,3 t Kohlendioxid pro Weiche und Jahr.

– A 395 –

(Indexstichworte: Fahrweg- und Signaltechnik, Komponenten)

(Bildnachweis: 1 bis 6, eltherm)



Stefan Flick (34). Von 2001 bis 2003 Ausbildung zum Meister der Elektrotechnik an der Handwerkskammer Wiesbaden und Absolvierung der Staatlichen Technikerschule Weilburg. Seit 1996 als technische Fachkraft bei verschiedenen Unternehmen

im Bereich der Bahntechnik und seit 2009 bei der eltherm GmbH als Technischer Produktmanager für Eisenbahn-Heizungen und seit 2015 als Leiter der Abteilung Anwendungsingenieure beschäftigt, dabei tätig sowohl im Bereich Forschung und Entwicklung als auch als Sachverständiger mit mehrjähriger Berufserfahrung im Bereich Bahn- und Signaltechnik. Anschrift: eltherm GmbH, Ernst-Heinkel-Straße 6–10, 57299 Burbach, Deutschland. E-Mail: sflick@eltherm.com

Bild 5: Eisfreie Weiche der Deutschen Bahn in Burbach, die zur Erprobung mit „EL-Point“ ausgerüstet ist

den hin länger und kälter. Eine lang anhaltende Schneedecke auf den Weichen ist keine Seltenheit – eine besondere Herausforderung für das „EL-Point“-System,



Bild 6: Weiche mit „EL-Point“, die schon seit Jahren unter extremen Witterungsbedingungen im sibirischen Jekaterinburg im Einsatz ist