

# Signale und Sicherheit im Verschub

Jonathan Fleig, Robert Kunov, Manuel Pankop, Markus Zibusch  
Stand: 16. Juni 2025

# Inhaltsverzeichnis

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Abstract .....</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>1 Einleitung.....</b>                                  | <b>4</b>  |
| 1.1 Ausgangslage .....                                    | 4         |
| 1.2 Signalkonzepte in verschiedenen Ländern .....         | 4         |
| 1.3 Methodik .....                                        | 5         |
| 1.3.1 Datenlage .....                                     | 5         |
| 1.3.2 Statistische Signifikanz .....                      | 6         |
| 1.4 Studie zur Gestaltung von Rangiersignalen .....       | 6         |
| 1.4.1 Testdesign .....                                    | 6         |
| 1.4.2 Ergebnisse .....                                    | 6         |
| 1.4.3 Schlussfolgerung für die vorliegende Arbeit .....   | 7         |
| <b>2 Daten .....</b>                                      | <b>7</b>  |
| 2.1 Statistische Daten einzelner Länder .....             | 7         |
| 2.1.1 Polen (sich farblich ändernder Lichtpunkt) .....    | 7         |
| 2.1.2 Schweiz (formändernde Signale gleicher Farbe) ..... | 7         |
| 2.1.3 Austria (morphing signals of the same colour) ..... | 8         |
| 2.2 ÖBB Feldversuch Wels Verschiebebahnhof .....          | 9         |
| <b>3 Ergebnisse.....</b>                                  | <b>10</b> |
| 3.1 Ländervergleich .....                                 | 10        |
| 3.2 Conclusio .....                                       | 10        |
| <b>4 Quellenverzeichnis.....</b>                          | <b>12</b> |
| <b>5 Bildquellenverzeichnis.....</b>                      | <b>13</b> |

## **Abstract**

In successfully operating a railway network safety needs to be monitored and improved all the time. One aspect is to decrease the number of signals passed at danger (SPAD). The signalling system and its design play a major role in achieving this goal. This study investigates whether it makes a statistically significant difference if a single-colour signal system with shape-changing light spots or a signal system with a single colour-changing light spot is used. Compared were the signalling systems of Poland, Switzerland and Austria. In every key figure Poland reaches the best result. In nearly every key figure the discrepancy is statistic relevant. Based on the results, it is recommended to use a signal system in which the light points have different colours depending on the signal term.

## **Zusammenfassung**

Zum erfolgreichen Betrieb eines Eisenbahnnetzes muss die Sicherheit ständig überwacht und verbessert werden. Ein Aspekt ist die Verringerung der Anzahl der unerlaubten Signalüberfahrungen (SPAD). Das Signalsystem und seine Gestaltung spielen eine wichtige Rolle bei der Erreichung dieses Ziels. In dieser Arbeit wird untersucht, ob es einen statistisch signifikanten Unterschied macht, ob ein einfarbiges Signalsystem mit formändernden Lichtpunkten oder ein Signalsystem mit einem, die Farbe verändernden Lichtpunkt verwendet wird. Verglichen wurden die Signalsysteme von Polen, der Schweiz und Österreich. In jeder Kennzahl erreicht Polen das beste Ergebnis. In fast jeder Kennzahl ist die Diskrepanz statistisch relevant. Aufgrund der Ergebnisse wird empfohlen, ein Signalsystem zu verwenden, in dem die Lichtpunkte je nach Signalbegriff unterschiedliche Farben haben.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Die Sicherheit der Eisenbahn ist ein zentrales Anliegen aller beteiligten Unternehmen und Behörden. Während die Zugfahrten in Europa weitgehend flächendeckend durch Zugsicherungssysteme überwacht und abgesichert werden, findet der Verschub ohne technische Überwachung statt. Die Sicherheit fußt auf der fachlichen Kompetenz und persönlichen Zuverlässigkeit der Mitarbeitenden. Eine einfach, schnell und eindeutig zu erkennende Signalisierung ist für eine sichere Verschubabwicklung von zentraler Bedeutung. Dennoch kommt es immer wieder zu Unregelmäßigkeiten beim Verschub. So sind beispielsweise 14 von 18 unerlaubten Signalüberfahrungen (im Folgenden mit dem Fachausdruck SPAD bezeichnet) bei der BLS Cargo AG zwischen Januar und März 2025 im Verschub passiert.<sup>1</sup> Es ist daher ein Anliegen, die Sicherheit im Verschub zu verbessern. Ziel dieser Arbeit ist, aufzuzeigen, wie groß der Einfluss des Designs der Signale auf die Anzahl der SPADs ist.

## 1.2 Signalkonzepte in verschiedenen Ländern

Zur Regelung des Verschubs wurden bei den verschiedenen Staatsbahnen Europas unterschiedliche Verfahren für Verschubprozesse und unterschiedliche Konzepte zur Signalisierung der Fahr- und Haltaufträge im Verschub entwickelt. Einige europäische Länder trennen nicht scharf zwischen Zug- und Verschubfahrten (z.B. Frankreich<sup>2</sup>). Diese Länder bleiben für diese Arbeit unberücksichtigt. Unter den Ländern, die scharf zwischen Zug- und Rangierfahrten trennen, bestehen drei grundlegende Konzepte der Signale für den Verschub (Siehe Abbildung 1):

1. Fahrt- und Haltbegriffe unterscheiden sich lediglich in der Anordnung gleichfarbiger Lichtpunkte (u.a. Österreich, Schweiz)
2. Fahrt- und Haltbegriffe unterscheiden sich in der Farbe

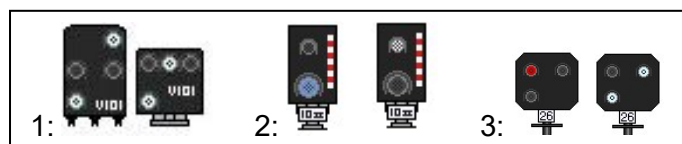


Abbildung 1: Beispiele für die unterschiedlichen Signaldesigns für Verschubfahrten.

<sup>1</sup> BLS Cargo AG, „Info CS 1613-01“, 2.

<sup>2</sup> „www.stellwerke.de - Signalsysteme“.

eines Lichtpunktes (u. a. Luxemburg, Polen)

3. Fahrt- und Haltbegriffe unterscheiden sich sowohl in der Farbe als auch in der Form mehrerer Lichtpunkte (u.a. Deutschland, Montenegro)

Für die Gestaltung von Signalbildern müssen psychologische Prozesse berücksichtigt werden, um ein angemessenes Verhalten durch die Triebfahrzeugführer zu bewirken: Signale müssen wahrgenommen, erkannt und verstanden werden, bevor eine Handlung vorgenommen wird.<sup>3</sup> Die untersuchten Designs lassen vermuten, dass sie sich in Wahrnehmung und Erkennbarkeit unterscheiden.

## 1.3 Methodik

### 1.3.1 Datenlage

Für diese Arbeit liegen Zahlen aus Österreich, Polen und der Schweiz vor. Aus diesen Zahlen werden Kennzahlen gebildet und diese miteinander verglichen, um darauf zu schließen, welches Design sich besser eignet, um den Vershub sicherer zu gestalten. Folgende Kennzahlen eignen sich zum Vergleich:

1. SPADs pro 1'000'000 Vershubbewegungen
2. SPADs pro 10'000 Vershubsignale
3. SPADs pro 100 Triebfahrzeugführer mit Vershubberechtigung
4. SPADs pro 100 Streckenkilometer
5. SPADs pro 1'000'000 Zugkilometer

Es sei an dieser Stelle bereits vorweggenommen, dass keines der drei Länder genaue Zahlen zu Vershubbewegungen und Vershubsignalen bereitstellen konnte. Verglichen werden konnten folglich ausschließlich die Kennzahlen 3–5. Auch gibt es für die Datenerhebung keine einheitlichen europäischen Vorgaben, was eine Interpretation der Daten erschwert. Da für das Signaldesign 3 (Änderung von Farbe und Form) kein Land Daten vorgelegt hat, fließt dieses nicht in den Vergleich ein.

---

<sup>3</sup> Fischer, „Arbeitspsychologische Beurteilung der Gestaltung von Rangiersignalen in L0 und ETCS Level 2“, 20.

### 1.3.2 Statistische Signifikanz

Eine Gleichwertigkeit der Signalisierungskonzepte aus Kapitel 1.2 wäre gegeben, wenn es keinerlei Unterschied zwischen den Kennzahlen der ausgewerteten Länder gibt (Nullhypothese). Da aus verschiedenen Gründen eine natürliche Streuung zu erwarten ist, wird als *statistisch signifikante* Abweichung definiert, wenn sich in einem Land die Kennzahlen um den Faktor 4 von anderen Ländern unterscheiden.

## 1.4 Studie zur Gestaltung von Rangiersignalen

Katrin Fischer untersuchte die Gestaltung von Rangiersignalen aus arbeitspsychologischer Sicht. Durch den fortschreitenden ETCS-Ausbau in der Schweiz ist die Notwendigkeit nach einer neuen Versubsignalisierung für den Level 2-Betrieb gegeben.<sup>4</sup> Es wurde untersucht, ob eine neu gestaltete blaue oder weiße Signalisierung Vorteile gegenüber der herkömmlichen Signalisierung erbringen würde.<sup>5</sup> Eine farblich gemischte Form der Signalisierung, wie die ÖBB im Feldversuch in Wels getestet hat, wurde nicht untersucht.

### 1.4.1 Testdesign

13 Lokführern und Rangiermitarbeitern mit mindestens 10 Jahren Berufserfahrung der SBB und BLS wurden Grafiken drei Typen von Versubsignalen (alt, blau-neu, weiß-neu) in Summe jeweils 180 Mal präsentiert. Erkennungszeiten und Fehlerraten wurden erfasst. Ebenso der subjektive Eindruck der Probanden.<sup>6</sup>

### 1.4.2 Ergebnisse

Die Studie liefert Hinweise darauf, dass die blaue Signalisierung kürzere Erkennungszeiten benötigt als die weiße bzw. die der alten Bauart. Ebenso waren die Raten der fehlerhaften Erkennung bei der blauen Signalisierung am geringsten.<sup>7</sup>

Der subjektive Eindruck der Probanden von der blauen Signalisierung war am negativsten. Als Hauptgründe wurden die schlechte Wahrnehmbarkeit besonders bei direkter Sonneinstrahlung auf den Signalschirm angeführt.<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> Fischer, 5.

<sup>5</sup> Fischer, 6.

<sup>6</sup> Fischer, 7f.

<sup>7</sup> Fischer, 10ff.

<sup>8</sup> Fischer, 15ff.

### 1.4.3 Schlussfolgerung für die vorliegende Arbeit

Fischers Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Farbe eines Lichtpunktes an einem Signal wesentlich zur Erkennbarkeit des Signalbildes beiträgt.

## 2 Daten

### 2.1 Statistische Daten einzelner Länder

#### 2.1.1 Polen (sich farblich ändernder Lichtpunkt)

Im Jahr 2023 wurden in Polen insgesamt 30 SPADS bei Versubsignalen bei der dortigen Aufsichtsbehörde gemeldet.<sup>9</sup> Gegenwärtig sind bei dieser 15.680 Triebfahrzeugführende mit EU Zulassungskategorie A1-A5 registriert.<sup>10</sup> Das polnische Eisenbahnnetz hatte 2023 eine Gesamtlänge von 18.806,723 km<sup>11</sup>, auf diesem wurden 269,75 Mio Zugkilometer zurückgelegt.<sup>12</sup> Es ergeben sich folgende Kennzahlen:

- SPADs pro 1 Mio. Versubbewegungen: keine Angabe
- SPADs pro 10.000 Versubsignale: keine Angabe
- SPADs pro 100 Triebfahrzeugführenden mit Versubberechtigung: 0,19
- SPADs pro 100 Streckenkilometer: 0,16
- SPADs pro 1 Mio. Zugkilometer: 0,11

#### 2.1.2 Schweiz (formändernde Signale gleicher Farbe)

226 SPADs wurden vom Bundesamt für Verkehr im Jahr 2024 erfasst.<sup>13</sup> In demselben Jahr waren 15 735 Triebfahrzeugführer mit Versubberechtigung registriert, wo noch jene hinzugezählt werden müssten, die keine Berechtigung benötigen.<sup>14</sup> Die Länge des schweizerischen Eisenbahnnetzes betrug im Jahr 2020, als sie zuletzt ermittelt wurde, 5 317

---

<sup>9</sup> Anna Dymowska, „[E] RE: Data Request: Shunting Signal Safety Study“, 26. März 2025.

<sup>10</sup> Anna Dymowska, „[E] RE: [E] RE: Data Request: Shunting Signal Safety Study“, 2. April 2025.

<sup>11</sup> PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., „2023 Annual Report“, 10.

<sup>12</sup> PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 7.

<sup>13</sup> Bundesamt für Verkehr, „Auszug nationale Ereignisdatenbank NEDB“.

<sup>14</sup> Vasileios Panopoulos, „[E] AW: Anfrage zur Übermittlung von Daten: Studie zu Rangiersignal-Sicherheit“, 21. März 2025.

km.<sup>15</sup> Auf dem Netz wurden 2023 insgesamt 240,06 Mio Zugkilometer produziert.<sup>16</sup> Damit errechnen sich die Kennzahlen wie folgt:

- SPADs pro Million Verschiebewegungen: keine Daten
- SPADs pro 10 000 Verschiebsignalen: keine Daten
- SPADs pro 100 Triebfahrzeugführern mit Verschiebberechtigung: 1,43
- SPADs pro 100 Streckenkilometer: 4,25
- SPADs pro 1 Mio. Zugkilometer: 0,94

### 2.1.3 Österreich (formändernde Signale gleicher Farbe)

In Österreich stehen drei verschiedene Datenquellen zur Sicherheit der Eisenbahn zur Verfügung:

- Der jährliche Sicherheitsbericht, veröffentlicht von der österreichischen Regierung
- Die "Common Safety Indicators Database" der Europäischen Eisenbahnagentur
- Der Konzernsicherheitsbericht der Österreichischen Bundesbahnen

Die Anzahl der SPADs im Verschieb werden in keinem der drei Quellen erfasst. Der jährliche Sicherheitsbericht enthielt diese Zahlen bis ins Jahr 2016. Auffallend ist, dass in den Jahren 2013 – 2016 viele Verschiebunfälle registriert waren, während die Anzahl SPADs im Vergleich zu späteren Jahren nur sehr niedrig war. Diese Korrelation hat sich bis heute vollständig umgekehrt. Die Daten zeigen eine sinkende Anzahl von Unfällen, während die Zahl der SPADs steigt. Es ist aber zu beachten, dass die verschiedenen Datenquellen unterschiedliche Angaben zu derselben Art von SPADs im jeweiligen Jahr machen. Die genauen Ursachen der Diskrepanzen waren ohne nähere Untersuchung, die kein Teil dieser Arbeit ist, nicht ermittelbar. Änderungen in der Methodik der Datenerfassung über die Jahre erschwerten die Ermittlung belastbarer Zahlen. Die Kennzahlen für "SPADs pro 100 Triebfahrzeugführer", "SPADs pro 100 Streckenkilometer" und „SPADs pro 1 Mio. Zugkilometer" wurden für das Jahr 2016 erfasst und sind in Tabelle 1 zu finden:

---

<sup>15</sup> „Infrastruktur und Streckenlänge“.

<sup>16</sup> Bundesamt für Statistik, „Öffentlicher Verkehr (inkl. Schienengüterverkehr)“, T5.

|                                        | <b>2016</b>         |
|----------------------------------------|---------------------|
| Kollisionen Vershub                    | 102 <sup>17</sup>   |
| Entgleisung Vershub                    | 94 <sup>18</sup>    |
| Signalüberfahung Zug gesamt            | 60 <sup>19</sup>    |
| Signalüberfahung Vershub gesamt        | 55 <sup>20</sup>    |
| Summe Signalüberfahrungen              | 115                 |
| Anz. Tzfz in Ö                         | 4750 <sup>21</sup>  |
| Gleislänge ÖBB in km                   | 5577 <sup>22</sup>  |
| Mio. Zugkilometer pro Jahr             | 146,1 <sup>23</sup> |
| <b>SPADS pro 100 Tzfz</b>              | <b>1,16</b>         |
| <b>SPADS pro 100 Streckenkilometer</b> | <b>0,98</b>         |
| <b>SPADS pro mio Zugkilometer</b>      | <b>0,38</b>         |

Abbildung 1: SPADs und Unfälle im österreichischen Eisenbahnnetz

## 2.2 ÖBB Feldversuch Wels Verschiebebahnhof

Um die Effektivität von zweifärbiger Vershubsignalisierung zu testen, führte die ÖBB Infa AG in den Jahren 2023 und 2024 einen Feldversuch am Verschiebebahnhof Wels durch.

Dort wurde an allen Vershubsignalen das Signalbild „Vershubverbot“, das aus zwei weißen, waagrecht angeordneten Lichtpunkten besteht, gegen blaue Lichtpunkte ersetzt. Das Ergebnis dieses Feldversuches steht noch aus.

<sup>17</sup> Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, „Sicherheitsbericht 2016 gemäß § 19 UUG 2005“, 27.

<sup>18</sup> Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, 27.

<sup>19</sup> Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, 29.

<sup>20</sup> Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, 29.

<sup>21</sup> European Union Agency for Railways (ERA), „ERA Railway Factsheet - Austria“.

<sup>22</sup> European Union Agency for Railways (ERA).

<sup>23</sup> ÖBB Infrastruktur AG, „Immer in Bewegung. Geschäftsbericht 2016“, 8.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Ländervergleich

Die durch die Untersuchung erhaltenen Daten zeigen nun, dass Polen, welches ein Signalsystem mit wechselnden Lichtfarben besitzt, im Vergleich zu der Schweiz und Österreich, welche ein gleichfarbiges Signalsystem benutzen, mit Abstand das geringste Verhältnis an Signalüberfahrungen aufzuweisen scheint. Allerdings ist durch die oben erwähnten Defizite der Datenlage die Belastbarkeit der Ergebnisse beschränkt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst und in Abbildung 2 grafisch aufbereitet.

|                                 | Polen | Faktor<br>PL↔CH | Schweiz | Faktor<br>CH↔AT | Österreich<br>(2016) | Faktor<br>AT↔PL |
|---------------------------------|-------|-----------------|---------|-----------------|----------------------|-----------------|
| SPADs pro 100 Tzf               | 0,19  | 7,53            | 1,43    | 1,23            | 1,16                 | 6,11            |
| SPADs pro 100 Streckenkilometer | 0,16  | 26,56           | 4,25    | 4,34            | 0,98                 | 6,125           |
| SPADs pro 1 Mio Zugkilometer    | 0,11  | 8,55            | 0,94    | 2,47            | 0,38                 | 3,45            |

Tabelle 2: Ergebnisse

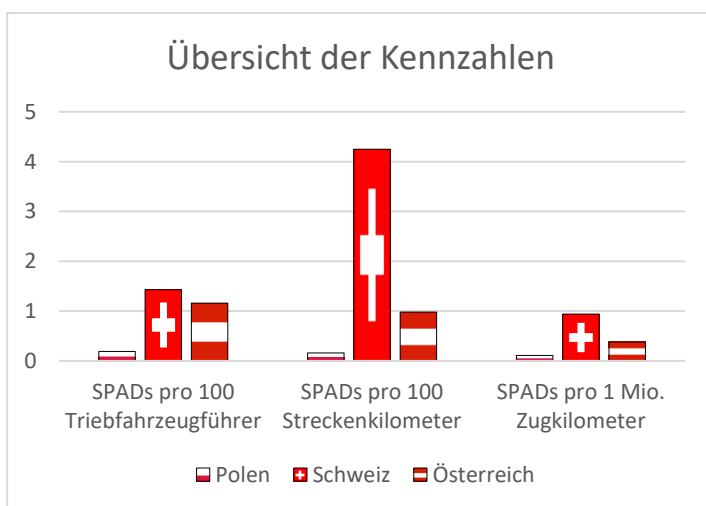


Abbildung 2: Übersicht der errechneten Kennzahlen

### 3.2 Conclusio

Der Methodik folgend zeigen die Daten, dass Polen mit seinem System aus einer wechselfarbigen Signalisierung die geringste Anzahl an Signalüberfahrungen aufweist.

Gegenüber Polen sind fast alle Kennzahlen aus der Schweiz und Österreich statistisch signifikant höher. Lediglich in Bezug auf SPADs pro Zugkilometer erreicht Österreich einen Wert knapp unter der Schwelle der statistischen Signifikanz. Die Robustheit der Daten ist aus mehreren Gründen beschränkt, da die Form der Datenerhebung von Land zu Land abweicht. Nichtsdestoweniger stellen sie ein Indiz dar, den Untersuchungsgegenstand weiter zu verfolgen, um mit detaillierteren Datensätzen zu belastbaren Ergebnissen zu gelangen.

Weiters würden sich Untersuchungen über den Effekt der sinkenden Zahl an Verschubunfällen bei einer gleichzeitig steigenden Zahl an Signalüberfahrungen anbieten. Wie schon unter 2.1.3 erwähnt unterscheiden sich die Zahlen an Signalüberfahrungen in den publizierten Sicherheitsberichten von ÖBB, der Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes und der ERA. Diese Diskrepanz zu erklären, sollte auch ein Thema weiterer Untersuchungen sein.

## 4 Quellenverzeichnis

Anna Dymowska. „[E] RE: Data Request: Shunting Signal Safety Study“, 26. März 2025.

———. „[E] RE: [E] RE: Data Request: Shunting Signal Safety Study“, 2. April 2025.

BLS Cargo AG, Hrsg. „Signalunregelmässigkeiten und Ereignisse“, 7. April 2025.

Bundesamt für Statistik. „Öffentlicher Verkehr (inkl. Schienengüterverkehr)“, Dezember 2024.  
<https://www.bfs.admin.ch/asset/de/32866968>.

Bundesamt für Verkehr. „Auszug nationale Ereignisdatenbank NEDB“, 21. März 2025.

European Union Agency for Railways (ERA). „ERA Railway Factsheet - Austria“, 21. Januar 2025. [https://www.era.europa.eu/assets/factsheets/austria/ERA\\_factsheet\\_AT.html](https://www.era.europa.eu/assets/factsheets/austria/ERA_factsheet_AT.html).

Fischer, Katrin. „Arbeitspsychologische Beurteilung der Gestaltung von Rangiersignalen in L0 und ETCS Level 2“. Schlussbericht. Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie, April 2016.

„Infrastruktur und Streckenlänge“. Zugegriffen 29. April 2025.  
<https://www.bfs.admin.ch/content/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/streckenlaenge.html>.

ÖBB Infrastruktur AG. „Immer in Bewegung. Geschäftsbericht 2016“. Wien, 2016.  
[https://presse.oebb.at/de/dam/jcr:226c287c-ce42-4494-a37d-b85175408775/OEBB\\_Infra\\_GB2016.pdf](https://presse.oebb.at/de/dam/jcr:226c287c-ce42-4494-a37d-b85175408775/OEBB_Infra_GB2016.pdf).

PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. „2023 Annual Report“. Jahresbericht. Warszawa. Zugegriffen 18. Mai 2025. [https://www.plk-sa.pl/files/public/raport\\_roczny/Raport\\_roczny\\_2023\\_EN.pdf](https://www.plk-sa.pl/files/public/raport_roczny/Raport_roczny_2023_EN.pdf).

Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes. „Sicherheitsbericht 2016 gemäß § 19 UUG 2005“. Wien, 6. Juni 2017.  
[https://www.parlament.gv.at/dokument/XXV/III/408/imfname\\_639395.pdf](https://www.parlament.gv.at/dokument/XXV/III/408/imfname_639395.pdf).

Vasileios Panopoulos. „[E] AW: Anfrage zur Übermittlung von Daten: Studie zu Rangiersignal-Sicherheit“, 21. März 2025.

„www.stellwerke.de - Signalsysteme“. Zugegriffen 29. April 2025.  
<http://stellwerke.de/signal/france/seite6.html#bsp10a>.

## 5 Bildquellenverzeichnis

Abbildung 1:

1) Mark Vogel: Austria Railway Signals (Basic), ÖBB Shunting Signal,  
[https://www.flickr.com/photos/mark\\_vogel/4039245980/in/album-72157622650233952](https://www.flickr.com/photos/mark_vogel/4039245980/in/album-72157622650233952),

2) Mark Vogel: Luxembourg Railway Signals (Basic), Shunting Signal,  
[https://www.flickr.com/photos/mark\\_vogel/3577428549/in/album-72157618910546225](https://www.flickr.com/photos/mark_vogel/3577428549/in/album-72157618910546225),

3) Mark Vogel: Turkey Railway Signals (Basic), TCDD DRS Signals,  
[https://www.flickr.com/photos/mark\\_vogel/5203675628/in/album-72157625332300951](https://www.flickr.com/photos/mark_vogel/5203675628/in/album-72157625332300951)

bearbeitet von Manuel Pankop

Abbildung 2: Manuel Pankop