



eWayBW II Working Paper 02/2024

## **Pilotprojekt eWayBW: Vorbereitung des Realbetriebs**

Autorinnen und Autoren:

Tamara Engel; Marcel Zembrot (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg)

## eWayBW II Working Paper 02/2024

# Pilotprojekt eWayBW: Vorbereitung des Realbetriebs

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Vorhabenträger:



Baden-Württemberg  
MINISTERIUM FÜR VERKEHR

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Herausgeber

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg  
Dorotheenstraße 8  
70173 Stuttgart

## Projektpartner

Regierungspräsidium Karlsruhe  
Südwestdeutsche Verkehrs-Aktiengesellschaft (SWEG)  
Landkreis Rastatt  
  
Konsortium Forschung eWayBW:  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)  
PTV Transport Consult GmbH (PTV)  
Forschungszentrum Informatik (FZI)  
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)

## Assoziierte Partner

Spedition Fahrner GmbH  
Huettemann Logistics GmbH  
Casimir Kast Verpackung und Display GmbH  
MM Gernsbach GmbH  
Netze BW GmbH  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
e-mobil BW GmbH  
Verband Spedition und Logistik Baden-Württemberg

## **Ansprechpartner Projektgesamtleitung**

Marcel Zembrot  
Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg  
E-Mail: [marcel.zembrot@vm.bwl.de](mailto:marcel.zembrot@vm.bwl.de)

## **Wissenschaftliche Begleitforschung**

Prof. Dr. Martin Wietschel  
Leitung Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme  
Dr. Uta Burghard  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe  
Telefon: +49 721 6809-254  
E-Mail: [martin.wietschel@isi.fraunhofer.de](mailto:martin.wietschel@isi.fraunhofer.de)

## **Projekt-Webseite**

<https://ewaybw.de/>

## **Bildnachweis**

Deckblatt: Renata Sas

## **Zitierempfehlung**

Engel, T.; Zembrot, M. (2024): Pilotprojekt eWayBW: Vorbereitung des Realbetriebs; eWayBW II Working Paper 02/2024: Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.).

## **Veröffentlicht**

März 2024

## **Hinweise**

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Vorbereitung des Realbetriebs</b> .....	<b>9</b>
3.1	Betriebs- und Rettungskonzept .....	9
3.2	Schulungsmaßnahmen .....	9
3.3	Abschluss unterschiedlicher Verträge.....	10
3.4	Erweiterter Testbetrieb .....	10
3.5	Aufnahme des Realbetriebs.....	10
<b>4</b>	<b>Oberleitungsinfrastruktur</b> .....	<b>12</b>
4.1	Angaben zur Oberleitungsanlage .....	12
4.1.1	Allgemeines .....	12
4.1.2	Räumliche Ausdehnung der Fahrleitungsanlage.....	13
4.1.3	Besondere Einbaubedingungen.....	14
4.1.4	Elektrotechnische Auslegung der Anlage .....	17
4.1.5	Gleichrichterunterwerke .....	18
4.1.6	20-kV-Mittelspannungsschaltanlage .....	19
4.1.7	Kundenstation und Abgrenzung der Anlage zum Netzbetreiber.....	20
4.2	<b>Anlagenseitige Schutzeinrichtungen und Schutzkonzepte</b> .....	<b>21</b>
4.2.1	Integriertes elektrisches Schutzkonzept.....	21
4.2.2	Überspannungsschutzkonzept .....	21
4.2.3	Erdungskonzept.....	22
4.2.4	Erkennung von Kurzschlüssen und Fehlerströmen .....	22
4.2.5	Kettenwerk-Überwachungssystem (CMS).....	23
4.2.6	Gefährdung durch Eisbehang .....	23
4.2.7	Automatisches Kurzschluss- und Erdungssystem .....	24
4.3	<b>Videoüberwachung</b> .....	<b>25</b>
4.4	<b>Notrufeinrichtungen</b> .....	<b>26</b>
4.5	<b>Nutzungskonzept für die Pilotstrecke</b> .....	<b>26</b>
4.6	<b>Einsatzplanung Fahrzeuge</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Rahmenbedingungen des Regelbetriebs</b> .....	<b>29</b>
5.1	Aspekte des Logistikbetriebs .....	29
5.2	Aspekte des Straßenverkehrs.....	29
5.3	Durchführung von Großraum- und Schwertransporten .....	29
5.4	Aspekte der Instandhaltung und der Erhaltung von Straßen.....	31
5.5	Nutzung der Oberleitungsinfrastruktur .....	31

5.5.1	Genehmigungsvorbehalt .....	31
5.5.2	Nutzungsentgelt.....	32
5.5.3	Anforderungen an das Fahrzeug.....	33
5.5.4	Anforderungen an das Fahrpersonal .....	33
5.5.5	Zulässige Geschwindigkeiten .....	34
<b>6</b>	<b>Aspekte des Betriebs der Oberleitungsinfrastruktur .....</b>	<b>35</b>
6.1	Allgemeines .....	35
6.2	Rollen beim Betrieb der Oberleitungsinfrastruktur.....	36
6.2.1	Betreiberakteure .....	36
6.2.2	Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben (BOS).....	39
6.2.3	Sonstige Beteiligte.....	39
6.3	Grundsätze des Betriebs.....	40
6.4	Überwachung der Anlage .....	40
6.5	Instandhaltung der Anlage .....	42
6.5.1	Allgemeines .....	42
6.5.2	Inspektionen.....	42
6.5.3	Inspektionszyklen.....	43
6.5.4	Wartung .....	43
6.5.5	Instandsetzungsmaßnahmen .....	43
6.5.6	Verbesserungen an der Anlage.....	44
6.5.7	Arbeitsmittel.....	45
<b>7</b>	<b>Außerplanmäßige Ereignisse .....</b>	<b>46</b>
7.1	Allgemeines .....	46
7.2	Schutz vor elektrischen Gefahren .....	46
7.3	Stör- und Notfallmanagement .....	47
7.4	Stör- und Notfallmeldungen.....	48
7.5	Allgemeine Einsatzgrundsätze.....	49
7.6	Anforderungen der Luftrettung .....	49
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>51</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>52</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>53</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>54</b>
A.1	Standardprozess bei außerplanmäßigen Ereignissen.....	57
A.2	Darstellung unterschiedlicher Meldewege.....	58
A.3	ADR 1.000-Punkte-Regel.....	60

## 1 Zusammenfassung

---

Das Pilotprojekt eWayBW ist einer von deutschlandweit drei Feldversuchen zur Erforschung der eHighway-Technologie zum dynamischen Laden von Hybrid-Oberleitungs-Lkw (HO-Lkw). Das oberste Ziel dieser Versuche ist es, Lösungen für die Dekarbonisierung des schweren Güterverkehrs in Deutschland und damit Alternativen zu Verbrennungsmotoren, die mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden, zu finden. Anders als die anderen Feldversuche findet eWayBW nicht auf einer Autobahn, sondern auf einer Bundesstraße statt. Dadurch ergeben sich für den Betrieb der Oberleitungsanlage und der HO-Lkw besondere Rahmenbedingungen und Herausforderungen. Im Verlauf des Projektes sollen möglichst viele Erfahrungen und verwertbare Daten gewonnen werden, die Aufschluss über die Potentiale, Möglichkeiten aber auch Grenzen und Risiken der Oberleitungstechnologie geben sollen.

Dieses Papier gibt einen Überblick über die im Rahmen der Vorbereitung des Realbetriebs in Betrieb genommene Oberleitungs-Technik, die vorbereitenden Arbeiten für den Realbetrieb und die damit verbundenen besonderen Herausforderungen. Ein wichtiger Aspekt hierbei war und ist die Sicherheit aller mittelbar oder unmittelbar Beteiligter. Daher wurde bereits ab Beginn des Projekts ein reger fachlicher Austausch mit Einsatzkräften, Behörden und Projektbeteiligten über mögliche Risiken und Vorgehensweisen bei Not- und Störfällen etabliert. Daraus entstanden neben einem umfangreichen Betriebs- und Rettungskonzept auch Auflagen für die Durchführung von Großraumtransporten und Dienstanweisungen für das Personal in den Leitständen.

Die Schulung und Einweisung aller am Projekt beteiligter Akteure ist die Grundlage für die tägliche Arbeit im Realbetrieb. Neben einer sicheren und redundanten Technik ist das Fachpersonal der wichtigste Garant für reibungslose Abläufe. Ohne entsprechende Vorbereitungen wäre ein kontinuierlicher Realbetrieb der Pilotstrecke nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund sind die unterschiedlichen Aspekte zu berücksichtigen, die für den Regelbetrieb der Oberleitungsanlage und damit der Pilotstrecke unabdingbar sind. Neben der Technik, die einer kontinuierlichen Überwachung und regelmäßigen Wartung bedarf, sind hier natürlich auch mögliche ungeplante Ereignisse zu beachten. Um allen diesen Aspekten Rechnung zu tragen, wurden unterschiedliche Konzepte, Anweisungen und Abläufe geplant. Da nichts so konstant ist, wie die Veränderung selbst, werden diese je nach Bedarf auf Grundlage der bereits gesammelten Erfahrungen und an die geänderten Bedingungen angepasst.

## 2 Einleitung

---

Das Projekt eWayBW ist eines von drei Pilotprojekten zum dynamischen Laden von Hybrid-Oberleitungs-Lkw (HO-Lkw) auf öffentlichen Straßen. Die Teststrecke befindet sich auf der B 462 zwischen Kuppenheim und Gernsbach-Obertsrot in Baden-Württemberg. Hier wurden zwei Teilabschnitte mit einer Oberleitungsanlage ausgerüstet, um im Rahmen eines Realbetriebs den Einsatz von HO-Lkw zu untersuchen. Auf der Pilotstrecke werden Papier und Karton an sieben Tagen pro Woche im 24-Stunden-Betrieb von Papierherstellern in Gernsbach-Obertsrot zu Logistikzentren in Kuppenheim verbracht. Fünf Lkw mit Oberleitungstechnologie werden durch zwei Speditionen auf der Strecke eingesetzt. Dadurch kann die eHighway-Technologie mit ihrem Ansatz des dynamischen Ladens im Rahmen eines realitätsnahen Betriebs erprobt und weiterentwickelt werden.

Aufgrund der COVID-19-Pandemie sowie Verzögerungen durch das Vergabeverfahren musste der ursprüngliche Zeitplan für den Bau sowie Inbetriebnahme der Oberleitungsanlage im Rahmen des Projekts eWayBW geändert werden. Bedingt durch die Verzögerungen konnte der Realbetrieb erst drei Monate nach dem ursprünglich geplanten Termin beginnen. Um eine ausreichende Datenerfassung im Realbetrieb sicherstellen zu können, wurde daher beschlossen, den Zeitplan für die nachgeordneten Module entsprechend anzupassen.

In diesem Working Paper wird die Vorbereitung des Realbetriebs auf der eWayBW-Pilotstrecke beschrieben. Dies beinhaltet die Überlegungen und Tätigkeiten für einen ordnungsgemäßen und vor allem sicheren Betrieb der Anlage. Hierfür wurde in enger Abstimmung mit den Einsatz- und Rettungsdiensten sowie den entsprechenden öffentlichen Trägern ein Betriebs- und Rettungskonzept entwickelt und etabliert. Zusätzlich werden im Hinblick auf den Betrieb der Anlage die Besonderheiten der Strecke und der Technik kurz beschrieben. Darüber hinaus werden die verschiedenen Akteure und deren Aufgaben erläutert und auf die Aspekte des Betriebs eingegangen.

## 3 Vorbereitung des Realbetriebs

---

### 3.1 Betriebs- und Rettungskonzept

Die Oberleitungsanlage eWayBW stellt eine Verkehrsanlage gemäß § 1 Abs. 3 Nr. 3 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) dar. Da bislang für den Bereich der Bundesfernstraßen kein eingeführtes Regelwerk zum Betrieb von Oberleitungsinfrastruktur vorliegt, wurde im Vorfeld zur dreijährigen Pilotphase ein umfangreiches, sogenanntes *Betriebs- und Rettungskonzept* erstellt. Das Betriebs- und Rettungskonzept definiert die Anforderungen, Verantwortlichkeiten und Prozesse, die einen sicheren Betrieb der Oberleitungsinfrastruktur ermöglichen – sowohl im Regelbetrieb als auch bei außerplanmäßigen Ereignissen. Vor diesem Hintergrund wurde das Konzept Anfang 2021 in einem umfangreichen Prozess mit den folgenden Beteiligten abgestimmt:

- Albtal-Verkehrs-Gesellschaft
- Autobahn des Bundes GmbH
- Deutsches Rotes Kreuz Kreisverband Bühl-Achern
- DRF Stiftung Flugrettung
- Freiwillige Feuerwehren Bischweier, Gaggenau, Gernsbach und Kuppenheim
- Integrierte Leitstelle Mittelbaden
- Landratsamt Rastatt - Kreisbrandmeister
- Landratsamt Rastatt – Straßenbauamt inkl. Straßenmeisterei Gernsbach
- Landratsamt Rastatt – Straßenverkehrsbehörde
- Netze BW GmbH
- Polizeipräsidium Offenburg
- Regierungspräsidium Karlsruhe, Bezirksbrandmeister
- Regierungspräsidium Karlsruhe, Abteilung 4 (Mobilität, Verkehr, Straßen)
- Speditionen Fahrner und Huettemann

Das Betriebs- und Rettungskonzept wurde in der Version 1.0 vom Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg mit Schreiben vom 03.08.2021 offiziell zur Anwendung eingeführt.

### 3.2 Schulungsmaßnahmen

Aufbauend auf dem Betriebs- und Rettungskonzept wurden zwischen Juni und August 2021 zielgruppenspezifische Schulungsmaßnahmen durchgeführt. Rund 300 Personen haben an den Schulungen teilgenommen, darunter folgende Personengruppen:

- das Personal, das vor Ort und in den Leitständen den operativen Anlagenbetrieb sicherstellt,
- die Sicherheits- und Rettungskräfte (Feuerwehr, Rettungsdienst, Polizei), die bei außerplanmäßigen Ereignissen im Bereich der Oberleitungsanlage tätig sind,
- das Fahrpersonal der Speditionen, das Versuchsfahrzeuge bedient sowie



- das Personal des Straßenbetriebsdienstes, das wiederholt Arbeiten oder Prüfungen im Bereich der Oberleitungsanlage durchführt.

Das Schulungspensum umfasste theoretische Grundlagenschulungen, die pandemiebedingt online stattfanden, und praktische Einweisungen vor Ort an der Pilotstrecke sowie bei den Feuerwehren und den Speditionen. Abschließend wurde mit allen maßgebenden Stellen eine Übung durchgeführt, bei der die festgelegten Meldewege in Notfällen durchgespielt wurden.

Das Betriebs- und Rettungskonzept definiert detaillierte Vorgaben zum Qualifizierungsumfang für die unterschiedlichen Personengruppen. Auf diese Ausführungen wird verwiesen.

### **3.3 Abschluss unterschiedlicher Verträge**

Zur Sicherstellung des Realbetriebs waren unterschiedliche Verträge auszuarbeiten und abzuschließen. Dies waren im Einzelnen:

- Vertrag über die elektrotechnische Überwachung und Betreuung der Oberleitungsanlage im Zuge des Feldversuchs zu oberleitungsbetriebenem Straßengüterverkehr im öffentlichen Straßenraum in Baden-Württemberg eWayBW zwischen der Netze BW GmbH und dem Land Baden-Württemberg
- Vertrag zur Einrichtung und Koordinierung eines Fahrzeugpools mit Test-OH-Lkw im Zusammenhang mit dem Projekt eWayBW zwischen der TRAPICO GmbH und dem Land Baden-Württemberg
- Nutzungsvertrag über Testfahrzeuge zwischen der Scania CV AB und der TRAPICO GmbH
- Überlassungsvertrag über Testfahrzeuge zwischen der TRAPICO GmbH und den beteiligten Speditionen Fahrner und Huettemann

Nähere Informationen zur Fahrzeugbereitstellung finden sich im Kapitel 4.6.

### **3.4 Erweiterter Testbetrieb**

Die Inbetriebnahme der Oberleitungsanlage erfolgte zum 1. Juli 2021 in Form eines erweiterten Testbetriebs. Die Steuerung der Anlage wurde dabei vor Ort in den Unterwerken von Mitarbeitern des Anlagenbetreuers vorgenommen. Im Rahmen des Testbetriebs konnten Tests an den Fahrzeugen, den Stromabnehmern sowie anlagenspezifische Tests und Schulungen durchgeführt werden. Dadurch konnte eine schrittweise Annäherung an den 24/7-Regelbetrieb erfolgen.

### **3.5 Aufnahme des Realbetriebs**

Mit der Einbindung der Leitstände in Stuttgart und Heilbronn, die für die verkehrstechnische und elektrotechnische Überwachung der Oberleitungsanlage zuständig sind, erfolgte Mitte September 2021 die Aufnahme des Realbetriebs. Die Leitstände greifen per Fernzugriff auf die Anlage zu, was ermöglicht, die Anlage rund um die Uhr zu steuern und zu überwachen.

Zur Aufnahme des Realbetriebs standen zwei Oberleitungs-Hybrid-Lkw zur Verfügung. Zwei weitere Versuchsfahrzeuge folgten im Oktober 2021. Der fünfte und damit letzte Lkw wurde im April 2022 an die Speditionen ausgeliefert.

## 4 Oberleitungsinfrastruktur

---

### 4.1 Angaben zur Oberleitungsanlage

Die Oberleitungsanlage ist das Kernelement zur Spannungsversorgung der HO-Lkws. Oberleitungsanlagen sind in der Bahntechnik seit Jahrzehnten etabliert und erfahren insbesondere in Hinblick auf die Dekarbonisierung und Elektrifizierung des Schienenverkehrs auch aktuell großen Zuspruch. Im Bereich des Straßenverkehrs sind Oberleitungsanlagen bei Straßenbahnen und Oberleitungs-Bussen bekannt, jedoch sind sie außerhalb urbaner Infrastrukturen bislang nur im Pilot- bzw. Testbetrieb anzutreffen. Das heißt, der Bau und Betrieb auf Außerortsstraßen bringt spezielle Anforderungen und auch Herausforderungen an die Oberleitungsanlagen mit sich.

#### 4.1.1 Allgemeines

Die Oberleitungsanlage oder Fahrleitungsanlage ist als zweipoliges Gleichstromsystem mit zwei Fahrdrähten und Tragseilen ausgelegt, da der Rückstrom nicht über den Boden zurückfließen kann. Das gewählte Design gewährleistet einen sicheren Betrieb der Fahrleitungsanlage bis 100 km/h. Die Anlage besteht aus den folgenden Bestandteilen (Abbildung 1):

1) zwei Kettenwerke je Fahrtrichtung, bestehend aus

- Fahrdraht,
- Tragseil und
- Hängern

2) Stromverbinder, Schalter

3) Nachspanneinrichtungen

4) Festpunkt

5) Erdungsseil

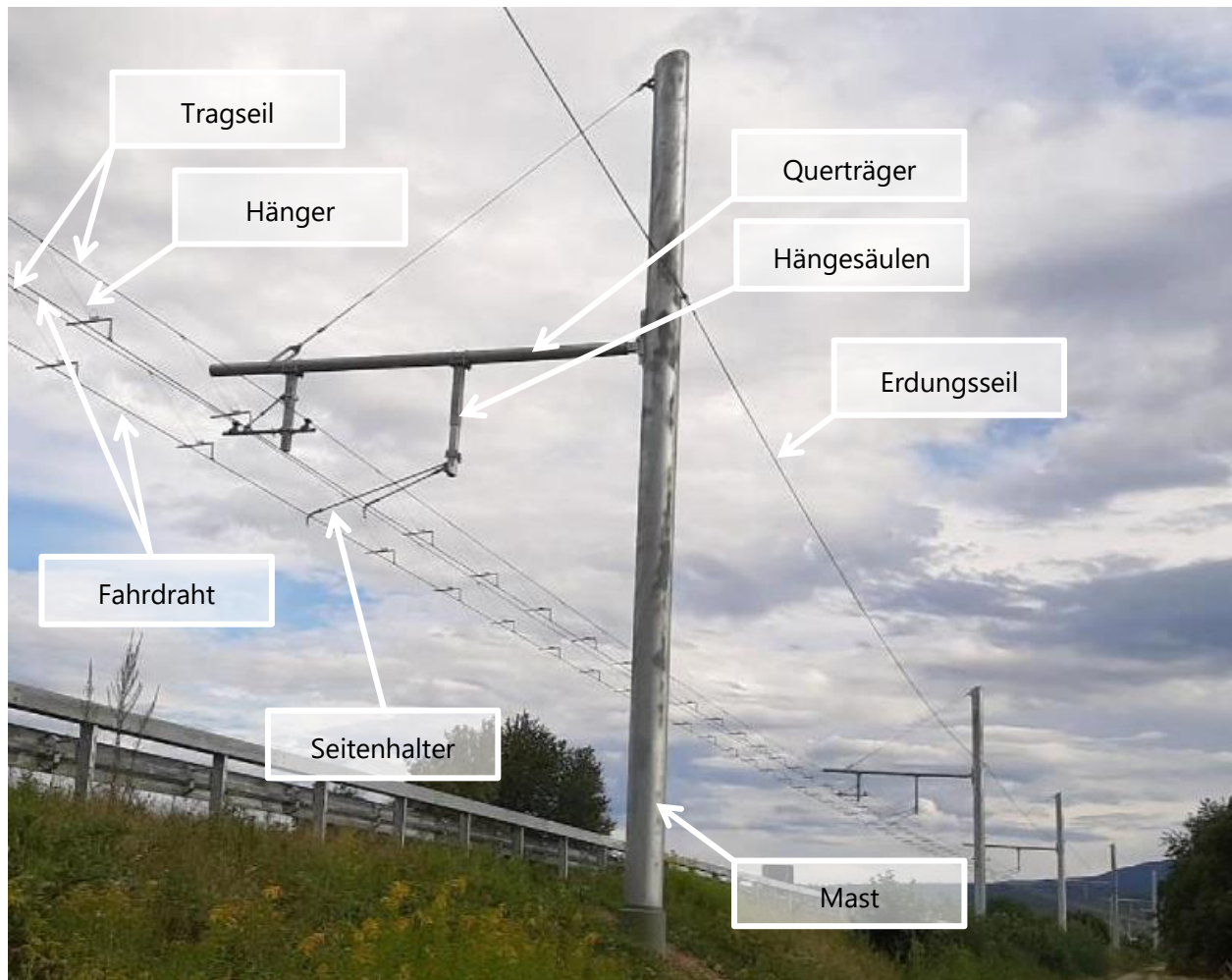
6) Tragwerkssystem bestehend aus:

- Gründung,
- Mast,
- Querträgern (Ausleger) mit Hängesäulen,
- Tragseilaufhängungen und
- Seitenhaltern für die Fahrdrähte.

Die Fahrdrähte sind fortlaufend entsprechend dem Achsverlauf des ersten (äußeren) Fahrstreifens geführt. Das Kettenwerk ist in den Kurvenbereichen windschief aufgehängt, um den Kurvenverlauf bestmöglich abzubilden. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass das Tragseil der Richtungsfahrbahn Rastatt aufgrund des engen Kurvenradius im Bereich der Murgbrücke sowie im Elektrifizierungsbereich 2 bis über den Verkehrsraum des zweiten Fahrstreifens reicht.

Die Regelhöhe der Fahrdrähte beträgt 5,10 Meter. Der Mastabstand beträgt bis zu 57 Meter und variiert in Abhängigkeit vom Streckenverlauf. Die Stromversorgung erfolgt aus Gleichrichterunterwerken, die mit dem Mittelspannungsnetz verbunden sind.

**Abbildung 1: Komponenten der Fahrleitungsanlage**

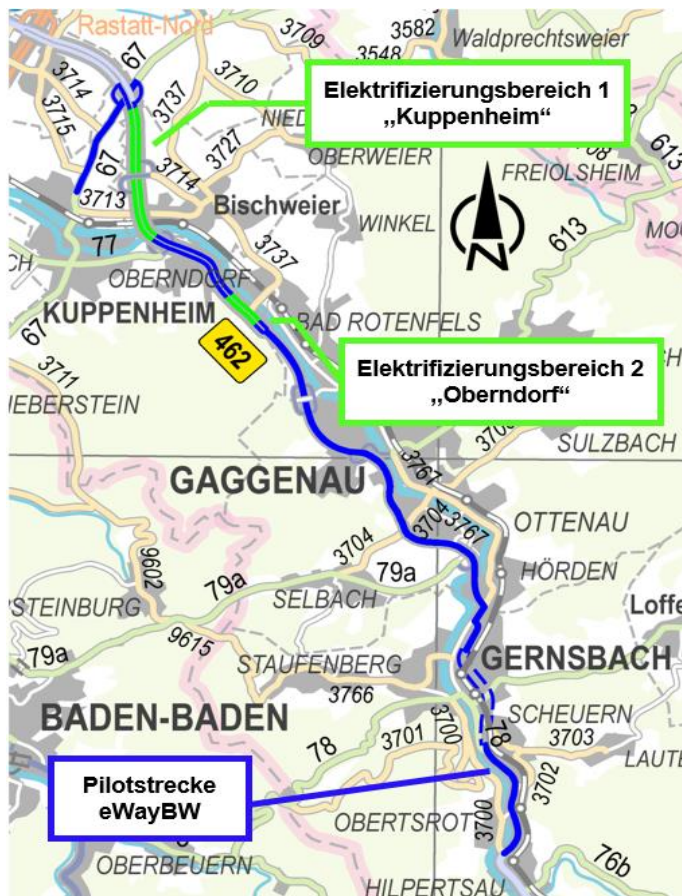


#### 4.1.2 Räumliche Ausdehnung der Fahrleitungsanlage

Die B 462 weist zwischen den Städten Kuppenheim und Gernsbach-Obertsrot eine Streckenabschnittslänge von etwa 18 Kilometern auf, die von Speditionsverkehr rund um die Uhr umlaufend befahren wird. Hiervon wurden zwei Abschnitte mit einer Gesamtlänge von rund 3,4 Kilometer durch eine elektrifizierte Oberleitung in jeder Fahrtrichtung ergänzt:

- Der Elektrifizierungsbereich 1 „Kuppenheim“ reicht von der Anschlussstelle B 462 / L 67 bis zum östlichen Uferbereich der Murg-Querung. Er hat eine Länge von rund 2,6 Kilometern.
- Der Elektrifizierungsbereich 2 „Oberndorf“ hat eine Länge von rund 750 Metern und überspannt den höhengleichen Anschluss der K 3737.

**Abbildung 2: Verlauf der Teststrecke mit den beiden Elektrifizierungsbereich**



### 4.1.3 Besondere Einbaubedingungen

Die örtlichen Gegebenheiten im Murgtal stellen besondere Herausforderungen an die bauliche Gestaltung der Oberleitungsanlage. Daher wurden spezielle Techniken für die Verlegung angewandt. Diese sind nachfolgend dargestellt.

#### 4.1.3.1 Überführungsbauwerk an der Anschlussstelle K 3714

Die Durchfahrtshöhe unter dem Überführungsbauwerk an der Anschlussstelle der K 3714 Bischweier erlaubt keine Durchführung der Oberleitung in Regelbauweise. Aus diesem Grund war zur Durchführung des Fahrdrabtes unter der Brücke eine Kettenwerksabsenkung in Verbindung mit einer Deckenstromschiene erforderlich.

Der Fahrdrabt wurde dabei in die Deckenstromschiene (Abbildung 3) eingezogen. Das Tragseil wurde über Rollen durch die Brücke geführt. Die lichte Höhe der Stromschiene beträgt 4,53 Meter über der Fahrbahn. Am Überführungsbauwerk wurden zum Schutz von Personen vor elektrischen Gefahren zusätzliche Berührungsschutzeinrichtungen montiert.

Die Konstruktion stellt keine besonderen Anforderungen im Hinblick auf die originären Aufgaben im Bereich des Straßenbetriebs und der Straßenerhaltung dar.

**Abbildung 3: Stromschiene am Überführungsbauwerk K 3714**

---



#### 4.1.3.2 Realisierung der Oberleitung im Bereich der Murgbrücke

**Abbildung 4: Stahlkonsole an einer Pfeilerscheibe**

---



Für die Elektrifizierung wurden Stahlmaste mit Auslegern auf Stahlkonsolen an der Murgbrücke montiert, wie in Abbildung 4 ersichtlich. Die Stahlkonsolen werden im Hinblick auf die Bauwerksverwaltung als unmittelbarer Bestandteil der Murgbrücke behandelt.

Auch diese Konstruktion stellt keine besonderen Anforderungen im Hinblick auf die originären Aufgaben im Bereich des Straßenbetriebs und der Straßenerhaltung. Gleichwohl handelt es sich um eine sehr aufwändige Konstruktion, die für einen dauerhaften Realbetrieb erhöhte Erhaltungsaufwendungen erwarten lässt. Vor diesem Hintergrund sollten für künftige Anwendungsfälle alternative Lösungsansätze erarbeitet werden, die die Toleranzgrenzen gleichermaßen einhalten, dabei aber eine höhere Wirtschaftlichkeit aufweisen. Denkbar wären in diesem Zusammenhang beispielsweise eine Rahmenkonstruktion, die an den Brückenkappen befestigt die gesamte Richtungsfahrbahn überspannt, oder eine Seilabspannung in Querrichtung.

#### **4.1.3.3 Lichtsignalanlage im Bereich der Einmündung der K 3737**

Auf Höhe von Bad Rotenfels ist die K 3737 höhengleich an die dort zweibahnig vierstreifig ausgebaute B 462 angeschlossen. Zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit wird der Knotenpunkt durch eine Lichtsignalanlage gesteuert, so dass es in diesem Bereich regelmäßig zu Brems- und Beschleunigungsvorgängen der in der Werkslogistik eingesetzten Lkw kommt (Abbildung 5). Um die Effekte im Hinblick auf die eHighway-Technologie untersuchen zu können, wurde entschieden, den Einmündungsbereich mit einer Fahrleitungsanlage zu versehen (Elektrifizierungsbereich 2). Da die bisherigen Peitschenausleger der Lichtsignalanlage eine zu geringe Höhe aufgewiesen haben, um den Fahrleitungsdraht durchgehend installieren zu können, musste im Vorfeld der baulichen Umsetzung der Fahrleitungsanlage das Lichtraumprofil<sup>1</sup> durch Höhersetzen der Peitschenausleger vergrößert werden.

Darüber hinaus ergaben sich für oder durch die Lichtsignalanlage keine besonderen Anforderungen, die im Rahmen der Vorbereitung des Realbetriebs hätten beachtet werden müssen.

---

<sup>1</sup> Lichtraumprofil ist eine definierte Profillinie, meist für die senkrechte Querebene eines Fahrweges. Es schreibt den „lichten Raum“ vor, der auf dem Fahrweg von Gegenständen freizuhalten ist; hier: Der notwendige Abstand, der zwischen den Bauteilen der Oberleitungsanlage zu anderen straßenbau-technischen Bauteilen freigehalten werden muss.

**Abbildung 5: Ursprungszustand der Lichtsignalanlage am Knotenpunkt mit der K 3737**



#### 4.1.4 Elektrotechnische Auslegung der Anlage

Die Schnittstelle zum Pantographen besteht aus zwei Fahrdrähten, wobei einer als positiver Pol (+) mit Nennspannung und der andere als negativer Pol (-) ausgeführt ist. Der Fahrdraht mit dem definierten negativen Pol ist geerdet.

Die Oberleitungsanlage ist auf folgende Spannungswerte dimensioniert:

**Tabelle 1: Spannungswerte der Oberleitung**

<b>KenngroÙe</b>	<b>Wert</b>
<b>Bemessungsspannung</b>	600 V DC
<b>maximale Dauerspannung</b>	730 V DC
<b>maximale Spannung für bis zu 5 Minuten</b>	780 V DC
<b>maximale Spannung für bis zu 20 ms</b>	1015 V DC
<b>minimale Dauerspannung</b>	500 V DC
<b>Bemessungsisolationsspannung (<math>U_{Nm}</math>)</b>	1,5 kV DC
<b>BemessungsstoÙspannung (<math>U_{Ni}</math>) nach DIN EN 50124-1</b>	6 kV DC

Bei Luftstrecken zwischen unter Spannung stehenden nicht isolierten Teilen der Oberleitungsanlage und Bauwerken oder Fahrzeugen müssen mindestens die folgenden Luftstrecken nach EN 50119 eingehalten werden:

- 100 mm im statischen Fall
- 150 mm im dynamischen Fall



Die Festlegung der spezifischen Mindestkriechstrecke<sup>2</sup> der Isolatoren erfolgt nach EN 50124-1 mit dem Wert 43 mm/kV. Bei einer Bemessungsspannung gleich 1,5 kV ( $U_{\max} = 1,8$  kV) wird eine Mindestkriechstrecke im höchsten Verschmutzungsgrad gleich 80 mm angesetzt.

## 4.1.5 Gleichrichterunterwerke

Jeder Elektrifizierungsabschnitt ist zur Gewährleistung der Stromversorgung mit einem Gleichrichterunterwerk ausgestattet. Die Unterwerke sind jeweils in folgende zwei Räume aufgeteilt:

- Steuer-/Schaltanlagenraum mit 20 kV Schaltanlage, DC-Schaltanlage und Steuerung
- Raum für den Gleichrichtertransformator und Eigenbedarfstransformator

Jedes Unterwerk ist zudem über eine Übergabestation an das Mittelspannungsnetz des Versorgungsnetzbetreibers angeschlossen. Versorgungsnetzbetreiber für Elektrifizierungsbereich 1 und 2 unterscheiden sich hierbei.

In jedem der Unterwerke befindet sich ein Mittelspannungsstromtransformator mit einer Nennleistung von 1.250 kVA für die Streckenspeisung und ein Eigenbedarfstransformator mit einer Nennleistung von 50 kVA. Für die Fahrstromversorgung kommt ein Drehstrom-Gießharz-Transformator für Bahngleichrichter nach DIN EN 50 329 für Innenaufstellung und für die Eigenversorgung ein Drehstrom-Gießharz-Transformator nach DIN VDE 0532 ebenfalls für Innenaufstellung zum Einsatz.

Die 20 kV-Mittelspannung wird auf eine niedrigere Sekundärspannung transformiert und in den Unterwerken für die Versorgung der Oberleitungsanlage gleichgerichtet.

### Abbildung 6: Einspeisestelle im Elektrifizierungsbereich 1



<sup>2</sup> Mindestkriechstrecke ist die kürzeste Strecke längs der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitenden Teilen.

Die Fahrleitung wird über eine Kabelverbindung an die Unterwerke angeschlossen. Die Stromspeisung in die Fahrdrähte erfolgt punktuell an Einspeisepunkten wie in Abbildung 6 dargestellt.

Jeder Speiseabschnitt wird über ein sogenanntes Streckenabgangsfeld mit DC-Leistungsschalter versorgt und stellt die Traktionsenergie für Oberleitungsfahrzeuge zur Verfügung.

Für eine vollständige Funktion müssen die einzelnen Anlagenteile mit einer Niederspannung versorgt werden. Ein Eigenbedarfstransformator in Kombination mit einer Niederspannungsschaltanlage, welche sich im Schaltanlagenraum befinden, stellt hierfür die Energie zur Verfügung. Diese versorgt die Hilfsbetriebe und die Sekundärverbraucher, wie z. B. die Eigenbedarfsanlage, Batterien und Ladegleichrichter, die Fernwirkanlage und die Gebäudeinstallation.

Grundsätzlich besteht im Elektrifizierungsbereich 2 aufgrund des geografischen Höhenprofils die Option zur Rückeinspeisung von Rekuperationsenergie in das Versorgungsnetz über einen Wechselrichter. In Anbetracht der Ergebnisse einer Simulationsberechnung, nach der die rekuperierte Energie üblicherweise in der Fahrzeugbatterie gespeichert werden kann, ist eine Umsetzung dieser Option derzeit nicht angedacht.

#### 4.1.6 20-kV-Mittelspannungsschaltanlage

Die 20-kV-Mittelspannungsschaltanlage wird als eine dreifeldrige, metallgekapselte, SF<sub>6</sub>-isolierte Kabelschaltanlage in Wandaufstellung ausgeführt. Die Kabel und Verbindungsleitungen sind in Kupfer ausgeführt und nach den einschlägigen VDE-Bestimmungen bemessen, gekennzeichnet und in der Kabelliste eingetragen. Sie ist für eine Bemessungskurzschlussleistung von 500 MVA und nach DIN EN 62271 bzw. VDE 0671-200 als fabrikfertige und typengeprüfte Anlage, welche durch die Energieversorgungsunternehmen zugelassen ist, ausgelegt. Sie weist die folgenden weiteren Nenndaten auf:

**Tabelle 2: Nenndaten der Mittelspannungsschaltanlagen**

<b>Kenngroße</b>	<b>Nennwert</b>
<b>Betriebsspannung</b>	20 kV
<b>Bemessungsnennspannung</b>	24 kV
<b>Bemessungsnennfrequenz</b>	50 Hz
<b>Bemessungskurzzeitstrom</b>	16 kA
<b>Kurzschlussdauer</b>	1 s
<b>Bemessungsstoßstrom</b>	40 kA
<b>Bemessungstehblitzstoßspannung Leiter/Leiter und Leiter/Erde</b>	125 kV
<b>Bemessungstehblitzstoßspannung Trennstrecke</b>	145 kV
<b>Schutzgrad</b>	IP2X

Die AC-Schaltanlage ist auf Störlichtbogen geprüft in der Qualifikation IAC AB 16kA/1s. Die Mittelspannungsschaltanlage entspricht damit den Bestimmungen der DIN VDE 0671 Teil 200. Alle Bedien- und Anzeigeelemente der Schutzeinrichtungen sind frontseitig zugänglich, bedienbar und ablesbar.

Die Mittelspannungsschaltanlage besteht aus den folgenden Feldern:

- Feld 1: Einspeisefeld  
Das Einspeisefeld bildet die Eingangsschnittstelle des Unterwerks. Um das gesamte Unterwerk vom Netz trennen zu können, ist dieses allpolig mit einem kurzschlussfesten Lasttrennschalter ausgestattet. Zu den Schutzeinrichtungen dieser Schaltzellen zählen die KSA/ESA sowie ein einschaltfester Erdungsschalter. Die Einstellwerte der Kurzschluss- und Erdschluss erfassungsgeräte erfolgen zum Schutz des vorgelagerten Netzes selektiv in Abstimmung mit dem Energieversorgungsunternehmen.
- Feld 2: Abgangsschaltfeld Mittelspannungsstromtransformator  
Das Abgangsschaltfeld zum Mittelspannungsstromtransformator ist an der Übergabestelle mit einem motorgetriebenen Leistungsschalter ausgestattet. Zum Schutz vor Kurzschluss als auch vor Überlast ist ein UMZ-Schutz realisiert. Zur weiteren Ausstattung zählen Einrichtungen der Strom- und Spannungsmessung. Weiterhin ist ein einschaltfester Dreistellungsschalter installiert.
- Feld 3: Abgangsschaltfeld für Eigenbedarfstransformator  
Das Abgangsfeld des Eigenbedarfstransformators ist aufgrund seiner Überdimensionierung und der daraus resultierenden niedrigen Ströme einfacher als das Abgangsfeld des Fahrstromtransformators ausgeführt. Dieser Dreistellungsschalter verfügt ebenfalls über eine Erdungsstellung. Den Kurzschlusschutz der Energiebetriebsanlagen erfüllt eine Lasttrennschalter-Sicherungskombination nach DIN EN 62271-105. Den Schutz gegen Überlast übernimmt ein dem Transformator nachgeschalteter Leitungsschutzschalter auf der Niederspannungsseite.

Der Schaltanlage zugeordnet ist auch die jeweilige Kundenstation, die die Schnittstelle zum Verteilnetz des Stromnetzbetreibers darstellt. Dabei werden alle Komponenten ab den Anschlussklemmen des netzbetreiberseitigen Mittelspannungsverteilsnetzes am Mittelspannungs-Lasttrennschalter der Kundenstation der eHighway-Anlage zugeordnet.

#### **4.1.7 Kundenstation und Abgrenzung der Anlage zum Netzbetreiber**

Die Kundenstationen (oder auch Übergabestationen) als Schnittstelle zu den Netzbetreibern gehören in beiden Elektrifizierungsabschnitten dem Kunden und sind insoweit Teil der Oberleitungsanlage.

Im Elektrifizierungsabschnitt 1 beginnt der Kundenbereich und damit die Oberleitungsanlage an den Anschlussklemmen der Ringschaltfelder des Mittelspannungsverteilsnetzes an den kunden-eigenen Mittelspannungslasttrennschaltern. Die Kundenstation ist eingebunden in das Versorgungsnetz des jeweiligen Stromnetzbetreibers.

Im Elektrifizierungsbereich 2 beginnt der Kundenbereich und damit die Oberleitungsanlage am Abgang des Sicherungslasttrennschalters zum Messfeld in der Übergabestation. Die Kundenstation ist eingebunden in das Versorgungsnetz des jeweiligen Stromnetzbetreibers.

## 4.2 Anlagenseitige Schutzeinrichtungen und Schutzkonzepte

### 4.2.1 Integriertes elektrisches Schutzkonzept

Zur Definition geeigneter Schutzmaßnahmen ist das Zusammenspiel der wesentlichen Komponenten zu berücksichtigen. Hierzu zählen:

- Die Energieversorgung für die Fahrdrähte, die elektrische Energie zur Verfügung stellt und im Fehlerfall sicher abschalten muss,
- die Übertragungsstrecke in Form der Fahrdrähte, deren metallisch blanke Leiter in einem sicheren Abstand zum Handbereich von Personen gehalten werden müssen und
- die Fahrzeuge, die in Kontakt mit der Fahrleitung stehen und über entsprechende Schutzmechanismen verfügen müssen.

Das elektrische Schutzkonzept der Anlage übernimmt die etablierten Schutzkonzepte aus der Bahntechnik und berücksichtigt insbesondere die folgenden Normen:

- Reihe DIN VDE 0100  
für alle allgemeinen Stromversorgungseinrichtungen bis 1 kV Wechselspannung
- DIN EN 61936-1 und DIN EN 50122  
für die VNB-Einspeisung aus dem Mittelspannungsnetz
- DIN EN 50122-1  
für die Versorgung der Fahrleitung

### 4.2.2 Überspannungsschutzkonzept

Der Schutz vor Überspannungen, insbesondere atmosphärischen Überspannungen (Blitze), erfolgt durch Überspannungsableiter, die die Überspannungsbeanspruchung der Bauteile und Komponenten auf eine geringe Restspannung begrenzen.

Die Überspannungsableiter sind an den Masten und den Anschlussstellen der Speise- und Rückleiterkabel installiert. Zudem werden Ableiter in Innenraumausführung in der Schaltanlage an den Anschlusspunkten der Speise- und Rückleiterkabel eingesetzt.

Die stationären elektrischen Anlagen in den Unterwerken sind durch die Gebäudehülle gegen direkte Blitzeinwirkungen geschützt. Um diese Wirkung permanent aufrecht zu erhalten, sind die Container mit einer geeigneten äußeren Blitzschutzanlage nach der Normenreihe DIN EN 62305 ausgestattet.

Darüber hinaus wurde ein innerer Blitzschutz installiert, der ebenfalls die Anforderungen der Normenreihe DIN EN 62305 erfüllt. Hierdurch wird die schädliche Wirkung von indirekten Blitzwirkungen verhindert, die induktiv über das Magnetfeld der Blitzströme und konduktiv über von außen eingeführte Kabel und Leitungen auf die elektrischen Anlagen im Unterwerk einwirken. Als wesentliche Maßnahmen sind hierbei zu nennen:

- die Blitzstromaufteilung in der äußeren Blitzschutzanlage zur Verminderung der magnetischen Felder
- Einhaltung von Trennungsabständen

- Blitzschutzpotenzialausgleich einschließlich Überspannungsschutz von Kabeln

Für den Überspannungsschutz der Speisekabel sind sowohl auf der Fahrleitungsseite als auch im Unterwerk jeweils Überspannungsableiter installiert.

Der Überspannungsschutz des Fahrleitungssystems ist inhärent durch die Konstruktion gegeben, da jeder Isolator auftretende Überspannungen durch einen Überschlag in Form eines Lichtbogens ableitet und dadurch begrenzt, ohne dass dabei Schäden entstehen. Durch den Überschlag treten die Überspannungen an der Tragkonstruktion einschließlich der Masten auf. Die Masten sind daher über ihr Fundament mit dem für Blitzschutzanlagen geforderten maximalen Erdausbreitungswiderstand von 10 Ohm geerdet, so dass Blitzströme ohne Folgeschäden in das Erdreich abgeleitet und die auftretenden Berührungsspannungen an den Masten wirkungsvoll begrenzt werden.

Weitere Einrichtungen, die mit der Fahrleitungsanlage leitend verbunden sind und eine geringere Isolationsfestigkeit aufweisen, benötigen einen zusätzlichen Überspannungsschutz. Weiterhin ist auch auf den Überspannungsschutz von Einrichtungen zu achten, die mit Steuerkabeln verbunden sind, welche von außerhalb des Gebäudes kommen.

### 4.2.3 Erdungskonzept

Die Stromversorgung erfolgt über zwei Fahrdrähte (Hin- und Rückleitung), die nicht erdsymmetrisch, sondern mit der Rückleitung etwa auf Erdpotential betrieb wird. Dazu ist die Rückleitersammelschiene im Unterwerk starr mit der Erdung verbunden.

Die Fahrleitungsmasten sind über ein Al/St-Freileitungsseil verbunden, das auch zur Aufhängung von Steuerkabeln verwendet wird. Die Verbindung dieses Seils zu den Masten ist elektrisch leitfähig, so dass es gleichzeitig die elektrische Funktion eines Erdungsseils übernimmt.

In den Unterwerken ist ein aus der Bahntechnik bekannter Gerüstschlussschutz<sup>3</sup> aktiv. Es sind jeweils zwei miteinander verbundene Potentialausgleichsschienen installiert. Eine dieser Schienen befindet sich im Transformatorraum, um den Transformator überspannungsseitig erden zu können. Die zweite befindet sich im Schaltanlagenraum und wird als Hauptpotentialausgleichsschiene (PAS) verwendet. An dieser PAS werden alle Erdungsverbindungen innerhalb des Containers aufgelegt und an die Außenerdungsanlage in Form eines Ringerders sowie zwei zusätzlichen Tiefenerdern über eine Kabelverbindung angeschlossen.

Die für die Erdung erforderliche feste Verbindung zwischen Erde und Rückleitung erfolgt ausschließlich im Unterwerk. Die als Rückleitung dienende Fahrleitung ist gegen die Tragwerkstruktur (Maste und Ausleger) isoliert.

### 4.2.4 Erkennung von Kurzschlüssen und Fehlerströmen

Die Schutzsysteme der Unterwerke sind in der Lage, Kurzschlüsse entlang der Strecke zu erkennen. In diesem Fall wird die Anlage automatisiert abgeschaltet. Mittels der metallisch leitenden

---

<sup>3</sup> Der Gerüstschlussschutz detektiert einen möglichen Schluss zwischen Gehäuse und den spannungsführenden Bauteilen (z. B. Transformator, Leistungsschalter), so dass (Elektro-)Brände bzw. Schäden an Bau- und Gebäudeteilen durch elektrische Überschläge verhindert werden können.

Erdungsverbinding in kurzschlussfester Ausführung wird über einen möglichst hohen Widerstandswert in der Rückleiterisolierung eine Verminderung von Streuströmen erreicht, so dass auch Fehlerströme zuverlässig im Fahrleitungsnetz erkennbar sind und die Anlage entsprechend schnell abgeschaltet werden kann.

#### 4.2.5 Kettenwerk-Überwachungssystem (CMS)

In die Fahrleitungsanlage wurde das berührungslose Kettenwerk-Überwachungssystem Sicat® CMS zur kontinuierlichen Überwachung von Zugkräften in Fahrdraht und Trageil und der Erfassung / Auswertung der Sensorinformationen integriert.

Um einen flächendeckenden Schutz der gesamten Nachspanneinrichtungen zu erzielen, kommt die sogenannte flächendeckende Überwachung zum Einsatz.

Die gefilterten Sensorinformationen werden über die Anlageninfrastruktur bis zur Leitstelle übermittelt. Der Zustand der Oberleitung sowie ausgewählte Schadensfälle lassen sich so schnell und ortsgenau bis auf die halbe Nachspannlänge ermitteln.

In den folgenden Fällen löst das Kettenwerk-Überwachungssystem eine automatisierte Abschaltung und Erdung der Anlage aus:

- Detektion von starken Oszillationen und Zugkraftabbau, z. B. durch einen Leiterseilriss
- Störung in der Stromversorgung oder der Kommunikation des CMS-Systems

#### 4.2.6 Gefährdung durch Eisbehang

Für den Fall eines Stillstandes der Anlage ist diese zur Vermeidung einer Gefährdung des Straßenverkehrs durch vom Kettenwerk abfallenden Eisbehang mit einer Enteisungsfunktion ausgestattet.

Im Elektrifizierungsbereich 1 (Kuppenheim) wird diese Funktion durch das Kurzschließen von Hin- und Rückleiter in der Fahrleitung erreicht. Der Vorgang für diese besondere Fahrleitungskonfiguration wird durch einen manuellen oder zyklisch eingestellten Vorgang angestoßen. Nach Aktivierung der Enteisung wird durch eine automatisierte Schaltfolge das Streckenspeisekonzept auf Enteisung umgeschaltet. Ein über das System geregelter und definierter Strom erwärmt das Trageil und den Fahrdraht.

Im Elektrifizierungsbereich 2 (Oberndorf) wird die Enteisungsfunktion über einen definierten Kreisstrom erreicht, der über den Gleichrichter erzeugt wird und über die Fahrleitungsanlage geführt wird. Damit fließt ebenfalls ein Strom über die Fahrleitung, der das Kettenwerk erwärmt.

Während der Enteisungszeit ist kein Fahrzeugbetrieb an der Anlage möglich, wobei zu beachten ist, dass bei einem kontinuierlichen Fahrzeugbetrieb keine Enteisung erforderlich wird. Zudem ist zu beachten, dass die Enteisung nur auf Teilbereiche der Oberleitungsanlage wirkt. Es wird lediglich der Eisbehang des Kettenwerks verhindert, nicht jedoch der anderen stromlosen Fahrleitungskomponenten (z. B. der Ausleger). Im Rahmen des Forschungsprojekts "ENUBA 2 – Elektromobilität bei schweren Nutzfahrzeugen zur Umweltentlastung von Ballungsräumen" wurden im Teilbereich 35 die Gefährdungen durch Eisbehang umfassend betrachtet. Dort wurde festgestellt, dass durch den Eisbehang keine besondere Gefährdung der Verkehrsteilnehmenden entsteht.

Auch aus dem städtischen Umfeld sind keine besonderen Gefährdungen der Verkehrsteilnehmenden durch abgescherten Eisbehang von vereisten Komponenten von Oberleitungsanlagen bekannt, so dass hier keine weiteren Schutzmaßnahmen zu ergreifen waren.

#### 4.2.7 Automatisches Kurzschluss- und Erdungssystem

Die Anlage ist so ausgestaltet, dass die Spannungsabschaltung im Notfall auch durch elektrotechnische Laien eingeleitet werden kann. Da jedoch elektrotechnische Laien weder schalten noch erden dürfen, wird hierfür die Sicherheitsverantwortung vom Anlagenverantwortlichen auf die Technik übertragen.

Im Notfall (z. B. bei Detektion eines Fahrleitungsrisses via CMS, Notruf über den Leitstand Verkehr) kann von den beiden Leitstellen aus an die Unterwerkssteuerung der Befehl zum automatisierten Erden der Anlage gesendet werden. Zudem kann die Erdung der Elektrifizierungsabschnitte auch im zugehörigen Unterwerk vor Ort veranlasst werden.

Sofern eine Erdung erfolgt ist, wird die Anlage automatisch gegen Wiedereinschalten gesichert und kann nur mittels Schlüsselschalter im zugehörigen Unterwerk zurückgesetzt werden.

Für die Einsatzkräfte der BOS-Dienste besteht die Möglichkeit, an den Erdungsmasttrennschaltern, die an den Masten der Einspeisestellen angebracht sind, durch eine visuelle Kontrolle nachzuvollziehen, ob die Anlage tatsächlich stromlos ist. Die Anlage ist stromlos, wenn wie in Abbildung 7 dargestellt die Erdungstrenner geschlossen sind.

**Abbildung 7: Erdungsmasttrennschalter an einer Einspeisestelle**



Die Abschaltung der Anlage erfolgt in den folgenden Schritten:

- 1) Die Anlage wird durch Öffnen aller speisenden Leistungsschalter gemäß Speisekonzept abgeschaltet. Die Rückmeldung des Zustandes erfolgt über das Leitsystem an die Leitstellen.
- 2) Der Schutz gegen Wiedereinschalten wird technisch durch die Installation eines Schlüsselschalters im jeweiligen Unterwerk sichergestellt.
- 3) Die Spannungsfreiheit wird über Mess- und Trennverstärker im Streckenabgang im Speisefeld des zugehörigen Unterwerkes geprüft.

Zur Absicherung des Arbeits- oder Rettungsbereiches im Fehlerfall wird die gesamte Anlage an den Einspeisepunkten geerdet. Die technische Umsetzung erfolgt mit zweipoligen Erdungsmasttrennschaltern und einer sicherheitszertifizierten Einlaufüberwachung Sicat® DMS, die beide Kettenwerke mit Erde verbindet (siehe hierzu Abbildung 7). Die Schalterstellung der motorisch betätigten Erdungstrenner wird technisch überwacht und kann zusätzlich durch Inaugenscheinnahme z. B. für Rettungskräfte festgestellt werden. Somit kann im Notfall nach der Abschaltung grundsätzlich auf das Anbringen von manuellen Erdungsstangen verzichtet werden, wenn die Leitstelle im ungestörten Betrieb alle Endlagen der korrekt eingelaufenen Erdungsschalter gemeldet bekommt und gemäß der obigen Ziffer 2) der Zustand gesichert ist. Die BOS-Dienste können diese Information jederzeit (z. B. auf der Anfahrt zum Rettungseinsatz) telefonisch beim Leitstand Verkehr erfragen.

Unabhängig von den automatischen Erdungssystemen wurden die Feuerwehren mit Spannungsprüfer und Erdungsstangen ausgestattet, sodass elektrotechnisch unterwiesene Einsatzkräfte zusätzlich an der Einsatzstelle Spannungsfreiheit feststellen sowie die Oberleitungsanlage erden und kurzschließen können. Bestehende Restrisiken (z. B. in der Informationskette via Telefon) können somit ausgeräumt werden und die Einsatzkräfte können vor Ort ohne zeitlichen Verzug mit dem Rettungseinsatz beginnen.

Für die elektrotechnische Wiederinbetriebnahme der Oberleitungsanlage ist die Betätigung eines Schlüsselschalters im entsprechenden Unterwerk erforderlich. Die zugehörigen Schlüssel werden beim Betriebsservice verwahrt. Der Schlüsselschalter darf ausschließlich von einem Anlagenverantwortlichen nach entsprechender Freigabe durch den Verantwortlichen Schaltberechtigten bedient werden.

### 4.3 Videoüberwachung

Es ist eine Videoanlage vorhanden, die eine lückenlose Überwachung der B 462 in den Bereichen, die mit einer Oberleitung versehen sind, zulässt. Die Verfügbarkeit der Kamerabilder ist keine zwingende Voraussetzung für den Betrieb der Oberleitungsanlage. Somit ist auch dann ein Regelbetrieb möglich, wenn beispielsweise durch starken Nebel oder durch einen Anlagendefekt keine oder nur wenige Bilder zur Verfügung stehen.

Die Kameras sind an den nachfolgend genannten Masten befestigt, wobei an jedem Standort zwei Kameras installiert sind:

- Elektrifizierungsbereich 1 – Kuppenheim  
Ra 00-04; Ra 00-08; Ra 00-11; Ra 00-15; Ra 00-19; Ra 01-10; Ra 01-17; Ga 01-25; Ga 01-30; Ga 02-05; Ga 02-13



- Elektrifizierungsbereich 2 – Oberndorf  
Ga 04-04; Ra 04-09; Ra 04-13

Die Kameras weisen folgende Charakteristika auf:

- Die Kameras weisen bereits eine erhöhte Nachtsichtfähigkeit auf. Sollte sich herausstellen, dass die Nachtsichtbarkeit nicht ausreichend ist, werden die Kameras gegebenenfalls um einen Infrarot-Strahler ergänzt.
- Die Kamerabilder werden ausschließlich intern genutzt und stehen dem Leitstand Verkehr für die verkehrstechnische Überwachung der Oberleitungsanlage zur Verfügung. Soweit erforderlich können die Kamerabilder auch anderen Betriebsakteuren oder den BOS-Diensten zur Verfügung gestellt werden. Die Bilder werden deshalb für mindestens 48 Stunden, längstens jedoch für 14 Tage zwischengespeichert.
- Die Kamerabilder werden zum Leitstand Verkehr übertragen. Auf der dortigen Medienwand ist ein Bereich reserviert, auf dem die Kameraperspektiven nacheinander durchgeschaltet werden. Es ist jedoch keine permanente Betrachtung dieser Bilder durch die Operatoren erforderlich.

#### **4.4 Notrufeinrichtungen**

Es existieren keine Notrufeinrichtungen im Bereich der Oberleitungsanlage. Notrufe können daher ausschließlich per Mobilfunktelefon abgesetzt werden.

#### **4.5 Nutzungskonzept für die Pilotstrecke**

Das Nutzungskonzept für die Pilotstrecke greift die bestehende Werkslogistik der Firmen Casimir Kast Verpackung und Display und MM Gernsbach auf. Den Firmen ist gemein, dass die Produktion bedingt durch die Tallage unter sehr beengten Verhältnissen erfolgt. Nennenswerte Flächen für die Lagerhaltung stehen dort nicht zur Verfügung, weshalb die fertig hergestellten Produkte fortlaufend von Gernsbach-Obertsrot aus im Rahmen eines 24/7-Shuttleverkehrs in Logistikzentren in Kuppenheim verbracht werden. In umgekehrter Richtung werden zur Vermeidung von Leerfahrten Rohstoffe, Altpapier oder sonstige Produktionsmittel angeliefert.

Die Logistikprozesse, die im Auftrag der Papierhersteller durch die Speditionen sichergestellt werden, sind dabei so ausgerichtet, dass ein möglichst hoher Nutzungsgrad der Sattelzugmaschinen erreicht wird. Mit dem Ziel, valide und vergleichbare Untersuchungsergebnisse zu erhalten, sind die bestehenden Logistikprozesse im Rahmen des Feldversuchs unabhängig von der Antriebstechnologie der zur Verfügung stehenden Sattelzugmaschine aufrecht zu erhalten.

Die Nutzlast im Rahmen der zu bedienenden Werkslogistik (= Gewicht der im Sattelanhänger transportierten Güter) beträgt im Mittel 23 Tonnen, wobei beim Transport der Fertigware üblicherweise Nutzlasten von bis zu 25 Tonnen gefahren werden. Aufgrund des im Vergleich zu konventionellen Sattelzugmaschinen erhöhten Gesamtgewichts der Versuchs-Lkw – dies betrifft sowohl die OH-Lkw als auch den im Rahmen des Technologievergleichs eingesetzten BEV-Lkw – hat das Land zur Sicherstellung der Werkslogistik eine Ausnahme gemäß § 70 StVO mit folgenden Ausnahmen erlassen:

- I. Das höchstzulässige Gesamtgewicht der Sattelkraftfahrzeuge darf abweichend von § 34 Abs. 6 StVZO 44 Tonnen betragen.
- II. Bei den Sattelzugmaschinen dürfen die gemäß § 34 Abs. 4 StVZO maximal zulässigen Achslasten um jeweils eine halbe Tonne überschritten werden.
- III. Die zulässige Gesamtlänge der Sattelkraftfahrzeuge darf den derzeitigen Grenzwert von 16,5 Metern in § 32 Abs. 4 StVZO um maximal einen Meter überschreiten. Die vorgeschriebenen Lade-Teillängen sind einzuhalten.
- IV. Bei den OH-Lkw darf der Pantograph die gemäß § 32 Abs. 2 StVZO zulässige Maximalhöhe von 4 Metern übersteigen (vgl. Abs. 6 Nr. 15). Ansonsten sind die Vorgaben in § 32 StVZO zur höchstzulässigen Höhe einzuhalten.

## 4.6 Einsatzplanung Fahrzeuge

Für den dreijährigen Realbetrieb standen zunächst fünf Oberleitungs-Hybrid-Lkw zur Verfügung. Diese Fahrzeuge haben neben einem vollwertigen Antriebsstrang mit einem klassischen Verbrennungsmotor einen parallelen elektrischen Antriebsstrang. Der Strombedarf des Elektroantriebs wird dabei durch eine Batterie sowie durch den Bezug via Oberleitung gedeckt.

Mit dem Ziel der Optimierung der Einsatzzeiten der Versuchsfahrzeuge sowie der Minimierung des wirtschaftlichen Risikos der beiden beteiligten Speditionen wurde für die Bereitstellung der OH-Lkw eine Poollösung realisiert. Grundsätzliche Idee dieser Poollösung ist es, dass gegenüber Scania nicht die Speditionen Fahrner und Huettemann, sondern das Land Baden-Württemberg als Mietnehmer für die OH-Lkw auftritt. So können die Versuchsfahrzeuge vom Land Baden-Württemberg den Speditionen innerhalb der Poollösung flexibel beigestellt werden. Bei dieser Lösung haben somit beide Speditionen grundsätzlich Zugriff auf alle Versuchsfahrzeuge, so dass auf Grundlage einer fortlaufenden Einsatzplanung eine weitgehende Optimierung der Einsatzzeiten der Lkw möglich ist.

Für die Umsetzung der Poollösung war neben dem Mietvertrag zwischen dem Land Baden-Württemberg und der Scania CV AB zusätzlich je Spedition ein Beistellungsvertrag erforderlich, der mit dem Land Baden-Württemberg abgeschlossen wird. Der Beistellungsvertrag regelt die Rechte und Pflichten der Speditionen und dient insoweit auch der Absicherung der berechtigten Interessen der Scania CV AB. Bezüglich des Mietvertrages ist auf Landeseite die Trapico GmbH, eine Tochtergesellschaft des landeseigenen Projektpartners SWEG als Vertragspartnerin eingesetzt. Die Trapico kann dabei auf das Know-how der Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg zurückgreifen, die zur Umsetzung des Baden-Württemberg-Modells bei der Vergabe und Durchführung von Fahrleistungen im Schienenpersonennahverkehr errichtet wurde. Entscheidet sich ein Eisenbahnverkehrsunternehmen im Rahmen des Vergabeverfahrens für die Nutzung des BW-Modells, finanziert die Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg die ggf. erforderliche Beschaffung von Neufahrzeugen, wird Eigentümerin der Fahrzeuge und verpachtet diese an das jeweilige Unternehmen. Dementsprechend hat die Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg im Hinblick auf die eWayBW-Poollösung eine weitreichende Expertise.

Im Rahmen des dreijährigen Realbetriebs ist vorgesehen, den Verbrennungsmotor eines Oberleitungs-Hybrid-Lkw über einen definierten Zeitraum hinweg mit reFuels zu betreiben. Besondere Anforderungen im Vergleich zum Einsatz von Dieselmotoren ergeben sich dadurch nicht. Zusätzlich ist im Rahmen eines Technologievergleichs der Einsatz einer reinen BEV-Sattelzugmaschine

der Daimler Truck AG geplant. Der ursprünglich vorgesehene Einsatz eines FCEV-Fahrzeugs der IVECO Magirus AG kann aufgrund von Verzögerungen in der Produktentwicklung nicht realisiert werden. Im Laufe des Realbetriebs können zusätzliche Fahrzeuge – ggf. mit weiteren Antriebstechnologien – zum Einsatz kommen.

## 5 Rahmenbedingungen des Regelbetriebs

---

### 5.1 Aspekte des Logistikbetriebs

Es bestehen grundsätzlich keine Einschränkungen im Hinblick auf die im Rahmen des Feldversuchs mit den Versuchsfahrzeugen zu transportierenden Güter. Generell dürfen keinerlei Güter transportiert werden, für die gemäß dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) eine Deklaration als Gefahrguttransport erforderlich ist. Jedoch ist ein Transport von ADR-Gütern im geschlossenen Container gemäß der 1.000-Punkte-Regel gestattet. Die 1.000-Punkte-Regel wird in Anhang A.3 näher beschrieben.

### 5.2 Aspekte des Straßenverkehrs

Ist eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch die Oberleitungsinfrastruktur oder durch die Versuchsfahrzeuge zu besorgen, sind der Betrieb der Oberleitungsanlage und/oder der Versuchsfahrzeuge zu unterbrechen und/oder weitere geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen. In diesem Fällen ist der Leitstand Verkehr entsprechend zu informieren.

Die im Rahmen des Betriebs der Oberleitungsinfrastruktur im Straßenraum erforderlichen Arbeiten sind so zu koordinieren und zu planen, dass die Leichtigkeit des Verkehrs auf der B 462 nicht mehr als nach den Umständen erforderlich beeinträchtigt wird. Geplante Eingriffe in den Straßenverkehr sind nur auf Grundlage einer gültigen straßenverkehrsrechtlichen Anordnung zulässig. Hierbei sind insbesondere auch die Regelungen der Richtlinien zur Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) zu beachten. Verkehrsrechtliche Anordnungen für Arbeitsstellen von kürzerer Dauer gemäß den RSA erlässt der Straßenmeister der Meisterei Gernsbach oder eine von ihm beauftragte Person.

Verkehrsrechtliche Anordnungen für Arbeitsstellen von längerer Dauer gemäß den RSA werden von der Koordinierungsstelle erlassen. Sofern bei Gefahr im Verzug ein unmittelbarer Eingriff in den Straßenverkehr erfolgen muss, ist die Polizei zu verständigen. Die Verkehrsregelung erfolgt dann durch die Polizei. In diesem Fall soll durch die Bereitstellung von Sicherungsfahrzeugen durch die Straßenmeisterei Gernsbach oder durch andere geeignete Maßnahmen möglichst schnell ein verkehrssicherer Zustand hergestellt werden.

### 5.3 Durchführung von Großraum- und Schwertransporten

Im Hinblick auf die Durchführung von Großraum- und Schwertransporten wurden folgende Regelungen festgelegt:

- (1) Erlaubnispflichtige Großraumtransporte sind im Bereich der Anlage soweit möglich, als dass ein Mindestabstand von 20 cm zwischen dem Lkw oder dessen Ladung und den stromführenden Bauteilen der Oberleitungsanlage zu jedem Zeitpunkt eingehalten wird. Vor diesem Hintergrund sind Großraumtransporte im Bereich der Oberleitungsinfrastruktur bis zu einer maximalen Gesamthöhe von 4,29 m ohne weitere Maßnahmen genehmigungsfähig. Ausschlaggebend hierfür ist die lichte Höhe der Fahrdrähte am Überführungsbauwerk 7115 698 (Überführung der K 3714) von 4,53 m.

- (2) Im Elektrifizierungsbereich 1 können Großraumtransporte ab einer maximalen Gesamthöhe von 4,30 m nur durchgeführt werden, sofern zu diesem Zweck die Oberleitung abgeschaltet und geerdet wird. Ungeachtet dessen haben die Großraumtransporte das Überführungsbauwerk 7115 698 (Elektrifizierungsbereich 1) auf dem Überholfahrstreifen zu durchfahren. Dieser muss spätestens 500 m vor dem Überführungsbauwerk eingenommen werden und darf frühestens 500 m nach dem Überführungsbauwerk wieder verlassen werden. Ob unter dieser Auflage und der vorhandenen lichten Höhe des Überführungsbauwerks sowie der Fahrbahnbreite eine Durchfahrt überhaupt möglich ist, ist im Rahmen des Erlaubnisverfahrens von der zuständigen Stelle zu prüfen.
- (3) Befahren Großraumtransporte ausschließlich den Elektrifizierungsbereich 2, sind diese aufgrund der Regelhöhe der Fahrdrähte von 5,10 m bis zu einer maximalen Gesamthöhe von 4,89 m ohne weitere Maßnahmen genehmigungsfähig. Großraumtransporte ab einer maximalen Gesamthöhe von 4,90 m können gegebenenfalls durchgeführt werden, sofern zu diesem Zweck die Oberleitung abgeschaltet und geerdet wird und der Großraumtransport die Überholfahrspur nutzt. Aufgrund der windschiefen Fahrdrahtaufhängung ist jedoch eine einzelfallspezifische Betrachtung im Rahmen des Erlaubnisverfahrens notwendig. Sofern der Transport durchgeführt werden kann, finden die Regelungen der nachfolgenden Ziffern (4) – (6) Anwendung.
- (4) Um Großraumtransporte, für die eine Abschaltung und Erdung der Oberleitungsanlage notwendig ist, sicherstellen zu können, ist es zwingend erforderlich, dass diese Großraumtransporte spätestens 24 Stunden vor der beabsichtigten Befahrung des zu erdenden Oberleitungsabschnitts während der üblichen Dienstzeiten schriftlich bei der Koordinierungsstelle angemeldet werden. Entsprechende Auflagen sind in die Erlaubnis nach § 70 StVZO in Verbindung mit § 29 Abs. 3 StVO aufzunehmen.
- (5) Vor dem Befahren des Elektrifizierungsbereichs ist von der transportdurchführenden Person eine Bestätigung einzuholen, dass sich die Anlage im stromlosen und geerdeten Zustand befindet. Erst nach dieser Bestätigung darf der Streckenabschnitt passiert werden. Hierzu meldet sich die transportdurchführende Person telefonisch beim Leitstand (LS) Verkehr an. Der LS Verkehr informiert den LS Betrieb über die notwendige Abschaltung der Anlage. Der LS Betrieb überführt die Anlage in den stromlosen und geerdeten Zustand. Der stromlose und geerdete Zustand ist vom Anlagenverantwortlichen vor Ort zu überprüfen. Nach erfolgter Prüfung teilt der LS Betrieb dem LS Verkehr den geänderten Anlagenstatus mit. Der LS Verkehr gibt diese Information an die transportdurchführende Person weiter.
- (6) Nachdem der Großraumtransport den geerdeten Oberleitungsabschnitt passiert hat, meldet sich die transportdurchführende Person telefonisch beim LS Verkehr ab. Der LS Verkehr informiert den LS Betrieb, der die Anlage in Zusammenarbeit mit dem Betriebsservice wieder in Betrieb nimmt.
- (7) Im Rahmen der Erlaubnisverfahren nach § 70 StVZO in Verbindung mit § 29 Abs. 3 StVO sind die Regelungen der Ziffern (1) – (6) zu beachten und als Auflagen in die Erlaubnisse mit aufzunehmen.

Zur Umsetzung der Ziffer (7) ist im Hinblick auf das Anhörungsverfahren im Zusammenhang mit Anträgen für die Durchführung von Großraum- und Schwertransporten, die die eWayBW-Teststrecke nutzen wollen, eine Musterstellungnahme mit entsprechenden Auflagen erstellt worden.

## 5.4 Aspekte der Instandhaltung und der Erhaltung von Straßen

Alle Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes im Bereich der Oberleitungsinfrastruktur bedürfen einer besonderen Sorgfaltspflicht. Es dürfen daher im Bereich der Oberleitungsinfrastruktur nur solche Mitarbeitende Arbeiten ausführen, die eine Einweisung gemäß den Ausführungen des Betriebs- und Rettungskonzeptes erhalten haben.

Der Abstand zwischen aktiven Teilen einer Oberleitungsanlage und Ästen von Bäumen oder Sträuchern, die sich darüber, darunter oder seitlich davon befinden, muss immer, auch unter Berücksichtigung von Witterungseinflüssen (Sturm, Schnee, Eis, Raureif), mindestens 2,5 m betragen. Das Zurückschneiden der Vegetation soll rechtzeitig möglichst unter Einhaltung der Schonzeitregelungen des § 39 Abs. 5 BNatSchG erfolgen.

Arbeiten im Zusammenhang mit Erhaltungsmaßnahmen an der B 462 sind frühzeitig auch im Hinblick auf die Aspekte des Betriebs der Oberleitung mit dem Betriebsleiter abzustimmen. Für diese Maßnahmen sind ggf. einzelfallbezogene Regelungen festzulegen.

Sofern straßenbetriebliche oder andere Arbeiten durchgeführt werden, bei denen es planmäßig zu einer Annäherung an die Oberleitung kommt (z. B. Durchführung einer Bauwerkshauptprüfung am Überführungsbauwerk auf Höhe Bischweier) oder bei denen eine unbeabsichtigte Annäherung oder Berührung zu besorgen ist (z. B. maschinelle Mäharbeiten in Verbindung mit Auslegermähern), dürfen solche Arbeiten nur dann durchgeführt werden, wenn die Oberleitungsanlage stromlos geschaltet und geerdet<sup>4</sup> ist. Solche Arbeiten sind mit einem Vorlauf von mindestens 24 Stunden und während der üblichen Dienstzeiten unter Angabe des geplanten Zeitraums für die Durchführung bei der Koordinierungsstelle anzumelden.

Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn eine anlagenverantwortliche Person des Betriebsservice den geerdeten Zustand der Anlage vor Ort bestätigt und eine entsprechende Durchführungserlaubnis erteilt hat. Die Durchführungserlaubnis ist nach der Beendigung der Arbeiten wieder an den Betriebsservice zu übergeben.

## 5.5 Nutzung der Oberleitungsinfrastruktur

### 5.5.1 Genehmigungsvorbehalt

Für die Nutzung der Oberleitungsinfrastruktur sind die folgenden Punkte definiert worden:

- 1) Die Nutzung der Versuchsanlage ist ausschließlich mit solchen Fahrzeugen zulässig, die neben einer Betriebserlaubnis nach der Straßenverkehrszulassungsverordnung (StVZO) auch über eine Nutzungsgenehmigung verfügen. Die Nutzungsgenehmigung erfolgt durch Abschluss eines privatrechtlichen Vertrags zwischen dem Nutzer und dem Land Baden-Württemberg, in dem die unterschiedlichen Rechte und Pflichten geregelt werden.
- 2) Die Betriebserlaubnis des Versuchsfahrzeugs muss den Betrieb des Pantographen an der Oberleitungsinfrastruktur auf der B 462 umfassen.

---

<sup>4</sup> Die Abschaltung der Anlage ist jedoch nur erforderlich, wenn der Mindestabstand von einem Meter zur Anlage nicht eingehalten werden kann.

- 3) Die Nutzung der Versuchsanlage ist ausschließlich zum Strombezug im Rahmen der erteilten Genehmigung zulässig.
- 4) Die Nutzungsgenehmigung wird vom Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg ausgesprochen. Sie kann nur dem Fahrzeugeigentümer für ein konkretes Fahrzeug erteilt werden und ist zeitlich befristet. Der Anlagenbetreiber hat das Recht, eine Genehmigung jederzeit und ohne Angaben von Gründen zu widerrufen.
- 5) Voraussetzungen für die Erteilung einer Nutzungsgenehmigung sind üblicherweise:
  - die Vorlage der Betriebserlaubnis für das beantragte Fahrzeug, aus der hervorgeht, dass die Schnittstellenanforderungen erfüllt sind
  - die Vorlage von Fahrzeugkenndaten, von Rettungskarten sowie ggf. weiteren sicherheitsrelevanten Informationen vom Fahrzeughersteller
  - der Nachweis einer bestehenden ordnungsgemäßen Haftpflichtversicherung, die insbesondere auch den Betrieb des Pantographen an der Oberleitung umfasst und für die Dauer der Genehmigung aufrecht zu erhalten ist
  - die Benennung einer verantwortlichen Ansprechperson mit Kontaktdaten für das jeweilige Fahrzeug
  - die Verpflichtung der weiteren nutzungsseitig Beteiligten zur Einhaltung des Betriebs- und Rettungskonzepts sowie ggf. weiterer einzelfallbezogener Festlegungen durch den Antragsstellenden
  - der ausschließliche Einsatz von Fahrzeugführern, die die im Kapitel 5.5.4 definierten Anforderungen erfüllen
  - die frühzeitige Anmeldung der beabsichtigten Nutzung beim Betriebsleiter sowie die Meldung der Aufnahme des Fahrbetriebs vor der ersten Fahrt an einem Tag an den Leitstand Verkehr
  - die Zusicherung des Antragstellers, Anlageschäden – unabhängig davon, ob er diese selbst verursacht hat – unverzüglich beim Leitstand Verkehr zu melden

## 5.5.2 Nutzungsentgelt

Die Festlegung, ob und wenn ja, in welcher Höhe die durch die Nutzung der Versuchsanlage bezogene elektrische Energie zu vergüten oder ein sonstiges Nutzungsentgelt zu zahlen ist, erfolgt mit der Genehmigung durch das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. Für die verwaltungsseitigen Aufwände ist in jedem Fall eine Verwaltungsgebühr zu verlangen, deren Höhe sich nach den einschlägigen Regelungen bemisst.

### 5.5.3 Anforderungen an das Fahrzeug

Die zum Einsatz kommenden Fahrzeuge müssen:

- eine Betriebserlaubnis gemäß StVZO besitzen, aus der unter anderem auch hervorgeht, dass die Schnittstellenanforderungen bezüglich der Fahrleitungsanlage erfüllt sind,
- über ein fahrzeugbezogenes Fahrtenbuch zur Dokumentation der durchgeführten Fahrten sowie weiterer Informationen verfügen,
- sich bei einer Teilnahme am Straßenverkehr in einem verkehrssicheren Zustand befinden, wobei der verkehrssichere Zustand vor jeder Abfahrt vom Fahrer durch eine Sichtkontrolle zu überprüfen und im Fahrtenbuch zu dokumentieren ist sowie
- regelmäßig gewartet und kontrolliert und mindestens jährlich durch eine hierzu nachweislich qualifizierte Fachwerkstatt geprüft werden.

Alle betrieblichen Wartungs- und Kontrollpflichten für das Fahrzeug und den Stromabnehmer müssen in entsprechenden Handbüchern durch den Fahrzeug- und/oder Pantographenhersteller definiert und durch den Fahrzeughalter nachweislich erfüllt sein. Die Handbücher sowie schriftlichen Nachweise zur Erfüllung der betrieblichen Wartungs- und Kontrollpflichten sind dem Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg auf Anforderung vorzulegen.

### 5.5.4 Anforderungen an das Fahrpersonal

Da es sich bei den Lkw um Prototypen auf einer öffentlichen Pilotstrecke handelt, gelten auch für das Fahrpersonal besondere Anforderungen. Diesbezüglich wurde folgendes definiert:

- 1) Das zum Einsatz kommende Personal muss über eine gültige, dem Fahrzeugtyp entsprechende Fahrerlaubnis verfügen und ohne Einschränkungen fahrtüchtig sein.
- 2) Das Fahrpersonal muss die deutsche Sprache entsprechend dem Niveau B2 „Selbstständige Sprachverwendung“ gemäß des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) beherrschen.
- 3) Ferner muss das Personal hinsichtlich des Umgangs mit den Fahrzeugen und des Verhaltens in Notfällen geschult sein.
- 4) Das zum Einsatz kommende Fahrpersonal ist gegenüber dem Anlagenbetreiber schriftlich anzuzeigen. Zudem sind die einzelnen Fahrten des Fahrzeugpersonals in einem fahrzeugbezogenen Fahrtenbuch zu dokumentieren.
- 5) Die Erreichbarkeit des Fahrpersonals ist während des Einsatzes auf der Pilotstrecke jederzeit sicherzustellen. Hierzu ist jeweils eine Ansprechperson bei den Speditionen zu benennen, die bei außerplanmäßigen Ereignissen die Informationsweitergabe an das Fahrpersonal übernimmt. Die entsprechenden Kontaktdaten sind bei der Koordinierungsstelle und beim Leitstand Verkehr zu hinterlegen.
- 6) Das Fahrpersonal hat sich bei der Nutzung der Versuchsanlage so zu verhalten und das Fahrzeug so führen, wie es die Sicherheit und Ordnung des Verkehrs, der Versuchsanlagen und die Rücksicht auf andere Verkehrsteilnehmer gebietet. Die Regelungen der StVO sind in besonderem Maße zu befolgen.



7) Es ist ihnen insbesondere untersagt,

- mit dem Ziel der Maximierung des Ladezustands der Batterien den elektrifizierten Fahrstreifen so langsam zu befahren, dass der Verkehrsfluss behindert wird (siehe hierzu auch StVO § 3 Abs. 2),
- den Kontakt mit der Oberleitungsanlage anders herzustellen, als mithilfe eines nachweislich geeigneten Stromabnehmers.

Die Verantwortung für die Einhaltung der Anforderungen an das Fahrpersonal liegt beim Fahrzeughalter oder, soweit das Fahrzeug innerhalb der Geschäftsprozesse einer Spedition eingesetzt wird, beim Inhaber der Spedition.

### **5.5.5 Zulässige Geschwindigkeiten**

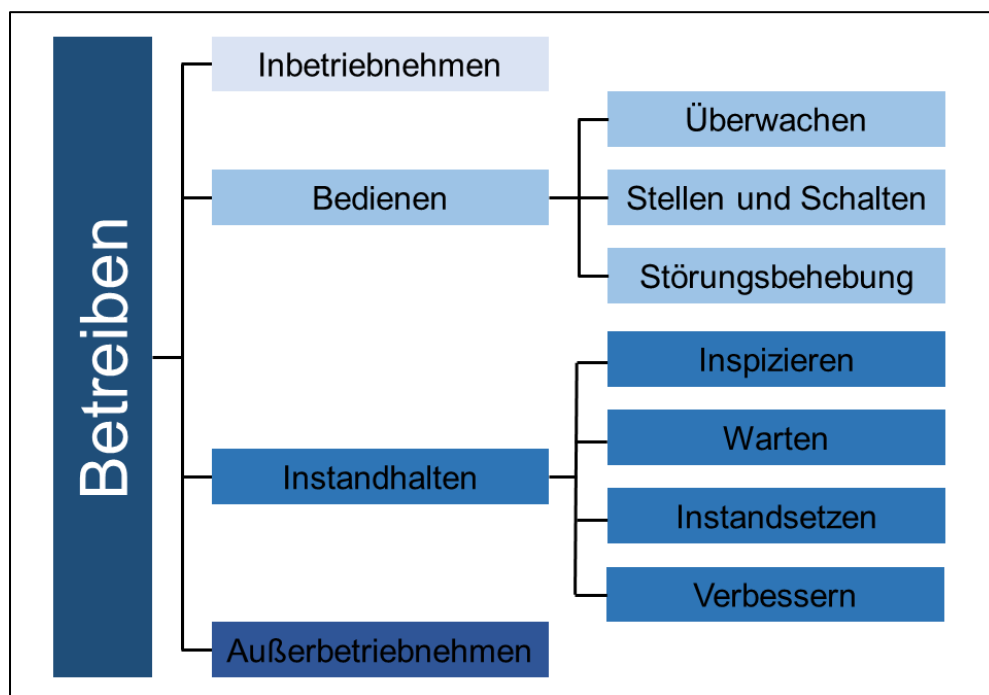
Aufgrund der Dimensionierung der Fahrdrähte der Oberleitungsanlage im Rahmen der Planungsphase ist die max. Geschwindigkeit zum Befahren der Teststrecke auf 100km/h ausgelegt. Darüber hinaus gelten die Regelungen der StVO in Verbindung mit den vor Ort verkehrsrechtlich angeordneten zulässigen Höchstgeschwindigkeiten.

## 6 Aspekte des Betriebs der Oberleitungsinfrastruktur

### 6.1 Allgemeines

Gemäß den normierten Vorgaben nach DIN 31051:2003-06 (DIN 32541) ist das Betreiben der Oberleitungsinfrastruktur, wie in der nachfolgenden Abbildung 8 dargestellt, definiert.

**Abbildung 8: Struktur und Tätigkeiten beim Betreiben nach DIN 31051**



Soweit nicht spezifische Regelungen im Betriebs- und Rettungskonzept getroffen werden, sind die Regelungen der „Rahmen-Dienstanweisung für Arbeiten an und in der Nähe von unter Spannung stehenden Oberleitungsanlagen von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen“ (VDV-Schrift 570) sinngemäß anzuwenden.

Die Oberleitungsanlage ist einschließlich aller Komponenten so zu betreiben und instand zu halten, dass ein sicherer Betrieb bei gleichzeitig hoher Verfügbarkeit sichergestellt ist. Treten während des Betriebes Mängel auf, die die Betriebssicherheit beeinträchtigen können (z. B. Ausfall oder Beeinträchtigung des Leitsystems, mechanische Mängel an der Oberleitung), sind die entsprechenden Anlagenteile ganz oder teilweise außer Betrieb zu nehmen und erforderlichenfalls abzusichern.

Durch betriebliche Vorkehrungen ist zudem dafür zu sorgen, dass Betriebsstörungen zügig beseitigt werden, bei Unfällen und gefährlichen Ereignissen unverzüglich Hilfe geleistet wird und insbesondere bei Brandfällen die Möglichkeit zur Selbst- oder Fremdrettung von Personen oder eine Kombination von beidem in Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen besteht.

## 6.2 Rollen beim Betrieb der Oberleitungsinfrastruktur

Die möglichen Akteure werden den folgenden drei Akteursgruppen zugeordnet:

- Betreiberakteure,
- Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) sowie
- sonstige Beteiligte.

Der Gruppe der Betreiberakteure sind alle Akteure zugeordnet, die Baulastträgeraufgaben als unmittelbare Behörde des Landes oder im Auftrag des Landes insbesondere im Zusammenhang mit den Sicherheitsvorschriften gemäß § 4 FStrG erbringen.

Der Gruppe der sonstigen Beteiligten sind alle die Akteure zugeordnet, die nicht Betriebsakteur oder BOS sind, die jedoch am Pilotbetrieb mitwirken.

Die Rolle der technischen Aufsicht, wie sie beispielsweise in der Straßenbahn Bau- und Betriebsordnung (BOStrab) definiert wird, ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich. Hintergrund dafür ist, dass der Baulastträger gemäß § 4 FStrG für die Sicherheit seiner Anlagen allein verantwortlich ist. Behördlicher Genehmigungen, Erlaubnisse und Abnahmen durch andere als die Straßenbaubehörden bedarf es dabei nicht.

### 6.2.1 Betreiberakteure

Die Betreiberakteure sind im Folgenden mit ihren jeweiligen Aufgaben gelistet.

#### 1) Anlagenbetreiber

Die Rolle des Anlagenbetreibers fällt dem Baulastträger und damit gemäß § 5 FStrG der Bundesrepublik Deutschland zu. Im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung werden alle mit dieser Rolle zusammenhängenden Aufgaben jedoch vom Land Baden-Württemberg wahrgenommen. Insoweit obliegt dem Land Baden-Württemberg auch die Verantwortung für den sicheren Betrieb und ordnungsgemäßen Zustand der Oberleitungsanlage. Mit dieser Verantwortung einhergehende Verpflichtungen und Aufgaben können vom Land – soweit erforderlich – auf andere natürliche oder juristische Personen übertragen werden.

#### 2) Betriebsleiter

Der Betriebsleiter ist eine beim Anlagenbetreiber bedienstete oder angestellte natürliche Person. Der Betriebsleiter ist für die sichere und ordnungsgemäße Durchführung des Betriebs insgesamt verantwortlich. Hierzu koordiniert er alle Teilsysteme, die sich auf die sichere und ordnungsgemäße Betriebsführung auswirken können. Dem Betriebsleiter steht hierzu ein fachliches Weisungsrecht gegenüber allen anderen Betreiberakteuren zu. Zu guter Letzt obliegt es dem Betriebsleiter, Nutzungserlaubnisse gemäß Kapitel 5.5.1 zu erteilen und ggf. auch zu widerrufen. Der Betriebsleiter kann seine Aufgaben, mit Ausnahme des Weisungsrechts, an eine geeignete, ihm disziplinarrechtlich unterstellte Person delegieren.

#### 3) Koordinierungsstelle

Die Koordinierungsstelle ist im Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg eingerichtet. Aufgabe der Koordinierungsstelle ist unter anderem, den Feldversuch insgesamt, insbesondere aber den Einsatz der Versuchsfahrzeuge zu koordinieren. In diesem Zusammenhang übernimmt die Koordinierungsstelle auch die Koordination aller planbaren Ereignisse, sofern im Betriebs- und Rettungskonzept nicht andere Einzelfallregelungen vorgesehen sind. Soweit

sich aus dem Betriebs- und Rettungskonzept Dokumentations- und Meldepflichten ergeben, sind die entsprechenden Meldungen bei der Koordinierungsstelle einzureichen.

4) Anlagenbetreuer

Beim Anlagenbetreuer handelt es sich um eine juristische oder natürliche Person, die im Auftrag des Anlagenbetreibers den sicheren Betrieb und den ordnungsgemäßen Zustand sämtlicher Komponenten der Oberleitungsanlage entsprechend der Systembeschreibungen sicherstellt.

5) Verantwortlicher für die Anlagenbetreuung

Der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung ist eine beim Anlagenbetreuer angestellte natürliche Person, die im Auftrag des Anlagenbetreuers den sicheren Betrieb und ordnungsgemäßen Zustand der Oberleitungsanlage verantwortet. Der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung kann die möglichen Auswirkungen der Arbeiten auf die in seinem Zuständigkeitsbereich befindlichen Anlagen bzw. die Anlagenteile und die Auswirkungen von diesen auf die vorgesehene Arbeitsausführung sowie den sicheren Regelbetrieb sicher beurteilen. Er übernimmt dabei insbesondere die folgenden Einzelaufgaben:

- Überwachung der Inspektions- und Wartungspflichten
- Festlegen der Arbeitsverfahren und Organisieren der Arbeiten
- Koordinieren und Überwachen der Arbeiten von Drittfirmen
- Abstimmungen mit dem Straßenbetriebsverantwortlichen
- Hinweisen auf besondere Gefahren
- Auswählen der geeigneten Arbeits- und Aufsichtskräfte
- Bekanntgeben und Schulen der einschlägigen Sicherheitsfestlegungen
- Unterweisen über anzuwendende Schutzmaßnahmen
- Festlegung der zu verwendenden Körperschutzmittel und Schutzvorrichtungen
- Durchführen notwendiger Schulungs- und Qualifizierungsmaßnahmen

Der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung nimmt seine Aufgaben in enger Abstimmung mit dem Betriebsleiter wahr und meldet dem Betriebsleiter notwendige Fortschreibungsbedarfe im Betriebs- und Rettungskonzept. Bei sicherheitsrelevanten Festlegungen hat diese Meldung unverzüglich zu erfolgen. Der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung kann seine Aufgaben, an eine oder mehrere geeignete natürliche oder juristische Personen delegieren.

6) Leitstand Verkehr

Der Leitstand Verkehr ist beim Anlagenbetreiber eingerichtet und stellt die verkehrliche 24/7-Überwachung der Anlage sicher. Der Leitstand ist dabei als Single-Point-of-Contact für externe Stellen im Falle von Stör- und Notfällen vorgesehen.

7) Leitstand Betrieb

Der Leitstand Betrieb ist beim Anlagenbetreuer eingerichtet und stellt die elektrotechnische 24/7-Betreuung der Anlage sicher.

8) Schaltberechtigte Personen

Der Leitstand Betrieb ist schaltanweisungs- und schaltberechtigt durch Fernsteuerung. Mitarbeiter des Anlagenbetreuers sind schaltberechtigt vor Ort. Die Schaltanweisungsberechtigten und schaltberechtigten Personen müssen mindestens die Anforderungen an eine elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP) gemäß DIN VDE 105-100 erfüllen.

9) Schaltverantwortlicher

Im Leitstand Betrieb ist für jede Schicht aus dem Kreis der anwesenden schaltberechtigten Personen ein Schaltverantwortlicher zu bestimmen. Der Schaltverantwortliche koordiniert sämtliche Schalthandlungen; dies insbesondere dann, wenn Schalthandlungen durch schaltberechtigte Personen vor Ort in den Unterwerken vorgenommen werden. Zudem übernimmt der Schaltverantwortliche die Koordination mit dem Leitstand Verkehr. Im Falle einer (Wieder-) Inbetriebnahme prüft der Schaltverantwortliche, ob alle Voraussetzungen für den elektrotechnischen Regelbetrieb der Anlage vorliegen. Sofern die Voraussetzungen erfüllt sind, erteilt er die Freigabe für die (Wieder-)Inbetriebnahme und meldet den elektrotechnischen Regelbetrieb an den Leitstand Verkehr.

10) Anlagenüberwacher

Die Operatoren im Leitstand Verkehr stellen die verkehrliche Anlagenüberwachung im 24/7-Betrieb sicher und agieren daher als Anlagenüberwacher. Die Anlagenüberwacher müssen keine besonderen elektrotechnischen Anforderungen erfüllen. Jedoch ist durch eine Einweisung ein hinreichendes Fachwissen zur angemessenen Sicherstellung der Anlagenüberwachung sowie der definierten Prozesse und Meldewege sicherzustellen.

11) Betriebsservice

Der Betriebsservice ist eine Einheit des Anlagenbetreuers, die Arbeiten im Zusammenhang mit der Inspektion, Wartung und Instandhaltung der Oberleitungsanlage sowie aller ihrer Komponenten durchführt. Für Notfälle ist sicherzustellen, dass die erforderlichen Maßnahmen kurzfristig ergriffen werden können, so dass sich für den Betriebsservice das Erfordernis einer 24/7-Einsatzbereitschaft in Verbindung mit einer angemessenen Eingriffszeit ergibt.

12) Anlagenverantwortlicher

Der Anlagenverantwortliche ist eine natürliche Person des Betriebsservice. Sie ist vom Verantwortlichen für die Anlagenbetreuung beauftragt, vor Ort während der Durchführung von Arbeiten die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlage oder der Anlagenteile zu tragen, die zur Arbeitsstelle gehören. Der Anlagenverantwortliche muss die möglichen Auswirkungen der Arbeiten auf die in seinem Zuständigkeitsbereich befindlichen Anlagen bzw. Anlagenteile und die Auswirkungen von diesen auf die vorgesehene Arbeitsausführung beurteilen können. Vor diesem Hintergrund muss der Anlagenverantwortliche die Anforderungen an eine Elektrofachkraft gemäß DIN VDE 105-100 erfüllen. Der Anlagenverantwortliche muss zudem auch immer eine Schaltberechtigung besitzen. Für jede Schicht im Betriebsservice soll ein Anlagenverantwortlicher eingeteilt sein.

13) Arbeitsverantwortlicher

Der Arbeitsverantwortliche erfüllt ebenfalls die Anforderungen an eine Elektrofachkraft gemäß DIN VDE 105-100 und trägt die unmittelbare Verantwortung vor Ort für die fachliche und organisatorische Durchführung der Arbeiten an der Oberleitung. Sie hat an der Arbeitsstelle die Aufsicht über die Arbeitsfachkräfte zu führen. Insoweit sind beim Arbeitsverantwortlichen vertiefte Kenntnisse der Örtlichkeiten sowie der Anlagentechnik und der Betriebszustände vorauszusetzen.

Sofern der Arbeitsverantwortliche durch eine Drittfirma gestellt wird, ist durch den Anlagenverantwortlichen sicherzustellen, dass der Arbeitsverantwortliche der Drittfirma die oben dargestellten Anforderungen erfüllt.

#### 14) Arbeitsfachkraft

Arbeitsfachkräfte können vom Betriebsservice oder von Drittfirmen gestellt werden und führen unmittelbar elektrotechnische Arbeiten an der Oberleitungsanlage aus. Sie müssen daher mindestens die Anforderungen an eine Elektrofachkraft gemäß DIN VDE 105-100 erfüllen und in die Durchführung der Arbeiten eingewiesen sein. Soweit von den Arbeitsfachkräften Schalthandlungen vorgenommen werden sollen, ist auch für diese Personen die Erteilung einer Schaltberechtigung erforderlich.

#### 15) Verantwortlicher für den Straßenbetriebsdienst

Verantwortlicher für den Straßenbetriebsdienst ist der Leiter der Straßenmeisterei Gernsbach. Er koordiniert die Aufgaben des Straßenbetriebsdienstes im Bereich der Oberleitung und stellt eine hinreichende Einweisung der dort eingesetzten Straßenwärter sicher.

## 6.2.2 Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

Unter dieser Akteursgruppe werden alle Behörden und Organisationen zusammengefasst, die Sicherheitsaufgaben wahrnehmen. Zu diesen BOS-Diensten gehören staatliche und nichtstaatliche Akteure, die spezifische Aufgaben zur Bewahrung und/oder Wiedererlangung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung wahrnehmen. Dabei wird unterschieden in die polizeiliche und die nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr:

- Die polizeiliche Gefahrenabwehr dient der Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung.
- Die nichtpolizeiliche Gefahrenabwehr im Sinne des Betriebs- und Rettungskonzepts umfasst den abwehrenden Brandschutz (Brandbekämpfung), die Technische Hilfeleistung sowie die Notfallmedizinische Versorgung am Ereignisort.

## 6.2.3 Sonstige Beteiligte

Unter den sonstigen Beteiligten werden alle die Akteure zusammengefasst, die im Rahmen des Realbetriebs mitwirken, dabei aber weder zu den Betriebsakteuren noch zu den BOS-Diensten gehören.

Zu den sonstigen Beteiligten zählen insbesondere:

- die Spediteure im Partnerschaftsverbund,
- mögliche Dritte, die die Oberleitungsanlage ebenfalls nutzen wollen,
- die Stromnetzbetreiber,
- das Energieversorgungsunternehmen sowie
- die wissenschaftliche Begleitforschung.

## 6.3 Grundsätze des Betriebs

Am Betrieb der Anlage dürfen nur fachkundige und qualifizierte Personen mitwirken. Auch die Mitarbeitenden der BOS-Dienste sind soweit wie möglich und erforderlich in die sicherheitsrelevanten Aspekte einzuweisen. Die Inbetriebnahme und der fortlaufende Betrieb der Oberleitungsanlage sind nur dann zulässig, wenn keine Gefährdung von Personen oder Gegenständen zu besorgen ist.

Das (Wieder-)Einschalten der Fahrleitungsspannung kann nur durch den Schaltverantwortlichen vor Ort angewiesen werden. Zuvor hat der Schaltverantwortliche, ggf. in Absprache mit der vor Ort tätigen verantwortlichen Arbeitsfachkraft, zu prüfen, dass durch das (Wieder-)Einschalten keine Personen oder Gegenstände gefährdet werden. Für das (Wieder-)Einschalten der Fahrleitungsspannung muss im zugehörigen Unterwerk ein Schlüsselschalter entriegelt werden, um eine Zuschaltung per Nahsteuerung oder Fernsteuerung durch die Leitstelle zu ermöglichen. Dieses Vorgehen ist ausreichend, um die Abschaltung zu gewährleisten und während der Rettungsmaßnahmen beizubehalten.

Der automatisierte Betrieb der Oberleitungsanlage ist fortlaufend stichprobenhaft durch entsprechend eingewiesenes Personal im Leitstand-Verkehr zu überwachen. Für diese fortlaufende Betreuung der Anlage wurde eine gesonderte Dienstanweisung erarbeitet, die die Anforderungen, Aufgaben und Pflichten im Hinblick auf die Operatoren im Leitstand Verkehr definieren.

Schalthandlungen – unabhängig davon, ob diese vor Ort in den Unterwerken oder per Fernwirkung erfolgen – dürfen nur durch entsprechend qualifiziertes und entsprechend autorisiertes schaltberechtigtes Personal vorgenommen werden. Die Schaltberechtigung vor Ort wird vom Anlagenbetreuer schriftlich erteilt. Die Schaltberechtigung und Schaltanweisungsberechtigung über Fernsteuerung erteilt der Verantwortliche des Leitstands Betrieb.

Die Inbetriebnahme der Anlage sowie weitere wesentliche manuelle Schalthandlungen an der Anlage im Rahmen des Regelbetriebs sind in einem Logbuch zu dokumentieren. Nähere Festlegungen hierzu erfolgen in gesonderten Dienstanweisungen. Hierbei ist sicherzustellen, dass kein Lkw-Betrieb bei aktiver Enteisungsfunktion der Oberleitung stattfindet. Vor diesem Hintergrund meldet der Leitstand Betrieb die Notwendigkeit der Enteisung beim Leitstand Verkehr an. Der Leitstand Verkehr gibt die Information an die Versuchsfahrzeuge weiter.

## 6.4 Überwachung der Anlage

Die Oberleitungsanlage ist so aufgebaut, dass ein weitgehend automatisierter Betrieb möglich ist. Ungeachtet dessen ist die Anlage fortlaufend zu überwachen. Die Überwachung der Anlage erfolgt getrennt für den verkehrlichen Bereich im Leitstand Verkehr (LS Verkehr) und für den elektrotechnischen Betrieb im Leitstand Betrieb (LS Betrieb). Es ist sicherzustellen, dass zu jedem Zeitpunkt einem Leitstand die verantwortliche Anlagenüberwachung obliegt.

Der Leitstand Verkehr wurde innerhalb der Kooperativen Verkehrsleitzentrale (KVLZ) eingerichtet, die das Land Baden-Württemberg zusammen mit der Autobahn des Bundes GmbH in Stuttgart betreibt. Dort wurde der Remotezugriff auf das eWayBW-SCADA-System auf einem bestehenden Bedienarbeitsplatz sowie die Informationsanzeige auf der Medienwand der KVLZ-Software technisch integriert.

Der Leitstand Betrieb ist als abgesetzter Einzelarbeitsplatz in der Netzleitstelle Nord des Projektpartners Netze BW in Heilbronn eingerichtet. Auch von dort wird per Remoteverbindung auf einen Bedienrechner mit dem SCADA-System im Fernmelde- und Informationszentrum Ludwigsburg der Autobahn des Bundes GmbH zugegriffen.

Während des normalen Regelbetriebs erfolgt die Überwachung im 24/7-Betrieb im LS Verkehr. Vor diesem Hintergrund ist sicherzustellen, dass alle Operatoren im LS Verkehr die Anforderungen an die Rolle „Anlagenüberwacher“ sicherstellen.

Aufgabe des LS Verkehr ist es,

- das Verkehrsgeschehen im Bereich der Oberleitungsanlage über die vorhandenen Kamerabilder stichprobenhaft zu überwachen. Hierzu ist es ausreichend, wenn auf der Medienwand im Leitstand ein Bereich für die Streckenbilder reserviert wird und in diesem Bereich die einzelnen Streckenbilder dann durchgeschaltet werden.
- den automatisierten Anlagenbetrieb stichprobenhaft zu überwachen. Hierzu sind die Anlageninformationen auf einem Arbeitsplatz aufgeschaltet. Bei Unregelmäßigkeiten oder bei Fehlermeldungen sind der LS Betrieb und die Koordinierungsstelle zu informieren und ggf. die Anlagenüberwachung an den LS Betrieb zu übergeben.
- die Anlage, soweit eine Gefährdung der Verkehrssicherheit oder des sicheren elektrotechnischen Betriebs zu befürchten ist und sich die Anlage nicht ohnehin durch die automatische Abschaltung bereits selbst deaktiviert hat, über das SCADA-System stromlos zu schalten und zu erden. Weitere Schalthandlungen durch den Leitstand Verkehr sind nicht zulässig, weshalb dann eine unmittelbare Übergabe an den LS Betrieb erfolgt.
- im Falle von Stör- und Notfällen als Single-Point-of-Contact (SPoC) für externe Dritte zu fungieren. Insoweit stellt der LS Verkehr bei Notfällen auch die Schnittstelle zu den BOS-Diensten sicher.

Die elektrotechnische Fernsteuerung der Oberleitungsanlage erfolgt – mit Ausnahme des Stromlossschaltens in Notfällen – ausschließlich über den LS Betrieb. Auch über den LS Betrieb ist eine 24/7-Betreuung sichergestellt. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass in jeder Schicht ausreichend schaltberechtigte Operatoren anwesend sind und einer dieser Operatoren als verantwortlicher Schaltberechtigter fungiert.

Aufgabe des LS Betriebs ist es,

- die elektrotechnische Sicherheit des automatisierten Anlagenbetriebs zu überwachen;
- im Rahmen des Regelbetriebs, soweit erforderlich, manuelle Schalthandlungen an der Oberleitungsanlage vorzunehmen (z. B. Durchführung einer Enteisung);
- die Oberleitungsanlage bei geplanten Arbeiten an den Betriebsservice zu übergeben und nach Abschluss der Arbeiten wieder in den Regelbetrieb zu überführen;
- Störfälle, ggf. in enger Abstimmung mit dem Betriebsservice vor Ort sowie ggf. weiteren Dritten, abzarbeiten und schnellstmöglich wieder die Verfügbarkeit der Oberleitungsanlage im Regelbetrieb herzustellen.



## 6.5 Instandhaltung der Anlage

### 6.5.1 Allgemeines

Unter Instandhaltung werden die Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes verstanden. Die Instandhaltung umfasst die Bereiche Inspizieren, Warten, Instandsetzen sowie Verbessern und muss sich mindestens auf die Teile erstrecken, deren Zustand die Betriebssicherheit beeinflussen kann.

Art und Umfang von Inspektionen, Wartung und Instandsetzung haben sich nach Bauart und Belastung der Betriebsanlagen und der Fahrzeuge zu richten. Die Arbeiten sind ausschließlich von fachkundigem Personal, das in hinreichender Tiefe eingewiesen und mit der Anlagentechnik vertraut ist, durchzuführen. Diese Anforderungen sind auch beim Einsatz von Drittfirmen von deren Personal zu erfüllen.

Bei allen Instandhaltungsarbeiten sind die Regelungen des Arbeitsschutzes zu beachten.

Sofern Arbeiten im Verkehrsraum stattfinden, sind die Regelungen der Arbeitsschutzrichtlinien (ASR) A5.2 sowie die Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen zu beachten. Für solche Arbeiten wird zwingend eine verkehrsrechtliche Anordnung benötigt.

Alle Instandhaltungstätigkeiten sind in geeigneter Form zu dokumentieren. Die Dokumentation ist bis zum möglichen Rückbau der Anlage aufzubewahren. Nähere Festlegungen hierzu trifft der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung.

### 6.5.2 Inspektionen

Inspektionen sind all jene Maßnahmen, die dazu dienen, den Ist-Zustand festzustellen. Der erforderliche Umfang an Inspektionen ist im „eWayBW-Anlagenhandbuch“ der Siemens AG als Anlagenerrichterin definiert. Das Anlagenhandbuch ist in der jeweils aktuellen Fassung Teil des Betriebs- und Rettungskonzepts.

Zwingend durchzuführen sind alle die Inspektionen, die sich unmittelbar und mittelbar auf die Sicherheit der Oberleitungsanlage beziehen. Soweit Inspektionen vorgesehen sind, die lediglich auf einen Erkenntnisgewinn im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung ausgerichtet sind, müssen diese nicht zwingend, sondern können fakultativ ausgeführt werden.

Ergänzend zu den im Anlagenhandbuch definierten Inspektionen ist der Zustand der Anlage im Rahmen einer fortlaufenden Sichtkontrolle zu überwachen. Die Sichtkontrolle erfolgt mindestens dreimal pro Woche und wird vom Straßenbetriebsdienst im Rahmen der dort üblichen laufenden Streckenkontrolle zur Sicherstellung der Verkehrssicherungspflicht mit ausgeführt.

Die Inspektionen sind von fachkundigen und erfahrenen Personen durchzuführen. Die Festlegung, wer Inspektionen durchführen darf und welche Bauteile wie inspiziert werden, sowie weitere Regelungen trifft der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung. Er überwacht die ordnungsgemäße und fristgerechte Durchführung der Inspektionen.

### 6.5.3 Inspektionszyklen

Die Inspektionszyklen sind im eWayBW-Anlagenhandbuch definiert. Die definierten Inspektionszyklen sind für alle zwingend durchzuführenden Inspektionen verbindlich. Die Einhaltung ist vom Verantwortlichen für die Anlagenbetreuung zu überwachen und zu dokumentieren.

Sofern aus fachlicher Sicht geboten, kann der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung kürzere Inspektionszyklen sowie Sonderinspektionen festlegen.

### 6.5.4 Wartung

Unter Wartung wird die Durchführung all jener Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes wie Reinigung, Schmieren, Nachfüllen von Ergänzungsstoffen, Ersatz von Verschleißteilen sowie die Durchführung von Einstellungsarbeiten verstanden. Die Wartungen sind nach den Herstellervorgaben durchzuführen. Nähere Angaben hierzu enthält das eWayBW-Anlagenhandbuch.

Die Umsetzung der Wartungsarbeiten wird vom Anlagenverantwortlichen koordiniert. Der Anlagenverantwortliche entscheidet auch darüber, ob die Oberleitungsanlage für die Durchführung der Wartungsarbeiten abzuschalten ist.

### 6.5.5 Instandsetzungsmaßnahmen

Die Instandsetzung umfasst alle Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes. Dazu gehören insbesondere der Ersatz von unbrauchbaren Bauteilen und Komponenten sowie die Erneuerung von beschädigten Teilen oder Komponenten.

Instandsetzungsarbeiten werden ausschließlich nach Bedarf ausgeführt. Sie sollen so weit wie möglich vorausschauend geplant und durchgeführt werden. Im Störfall oder bei Notfällen sind Instandsetzungsmaßnahmen jedoch auch ungeplant durchzuführen.

Festgestellte Mängel, die geeignet sind, den sicheren Betrieb der Anlage zu gefährden, sind unverzüglich zu beseitigen. Sind die Arbeiten nicht unmittelbar möglich, weil beispielsweise benötigte Ersatzteile geliefert werden müssen, so entscheidet der Verantwortliche für die Anlagenbetreuung, ob ein Weiterbetrieb der Anlage möglich ist oder ob die Anlage bis zur Durchführung der Instandsetzungsarbeiten außer Betrieb gesetzt wird.

Sofern erforderlich, sind bis zur Durchführung der Instandsetzungsarbeiten geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen, so dass die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs auf der B 462 nicht mehr als unbedingt erforderlich eingeschränkt werden.

Die Umsetzung der Instandsetzungsarbeiten wird vom Anlagenverantwortlichen koordiniert. Der Anlagenverantwortliche entscheidet auch darüber, ob die Oberleitungsanlage für die Durchführung der Instandsetzungsarbeiten abzuschalten ist.

Bei der Instandsetzung werden die Gruppen IA1 und IA2 unterschieden. Der Umfang der beiden Gruppen ist nachfolgend dargestellt.

a) Instandsetzungsarbeiten 1 (IA1)

Die IA1 ergeben sich aus den Erkenntnissen der Inspektionstätigkeit und dem Störungsgeschehen der Oberleitungsanlage. Für die IA1 sind grundsätzlich keine Eingriffe in den Verkehr erforderlich. Es werden beispielsweise die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Erneuern von Korrosionsanstrich am unteren Teil der Masten
- Instandsetzen bzw. Erneuern von defekten Mastverankerungen
- Instandsetzen bzw. Erneuern von defekten Schalterantrieben
- Erneuern von beschädigten Erdungen
- Austausch von Komponenten in den Unterwerken

b) Instandsetzungsarbeiten 2 (IA2)

Im Rahmen von IA2-Maßnahmen werden auch solche Maßnahmen ausgeführt, die im unmittelbaren Verkehrsraum stattfinden und insoweit mit einem Eingriff in den Verkehr verbunden sind. Diese sind:

- Reinigen verschmutzter oder das Wechseln beschädigter Isolatoren
- Wechseln von Isolatoren mit Überschlägen
- Erneuern von Seilen mit Querschnittsminderungen von 20 % und mehr oder bei Seilbrüchen mit einem Anteil von 20 % und mehr
- Austausch von Fahrdrähten
- Tausch von Trennerkufen an beschleifbaren elektrischen Trenneinrichtungen
- Tausch korrodierter Klemmen und Schrauben
- Tausch von sonstigen defekten Bauteilen der Oberleitungsanlage
- Instandsetzung von Schaltern und Schaltgestängen

Die IA2 werden ausschließlich bei abgeschalteter und geerdeter Oberleitung durchgeführt.

## 6.5.6 Verbesserungen an der Anlage

Verbesserungen an der Anlage sind durch eine Fachplanung und eine detaillierte Arbeitsplanung vorzubereiten. Verbesserungsmaßnahmen sind nur dann zulässig, wenn der Anlagenbetreiber die Maßnahmen genehmigt hat.

Sofern sich zeigen sollte, dass durch die Oberleitungsanlage für Vögel ein erhöhtes Anflugrisiko besteht, ist die Anlage durch Vogelmarker zu ergänzen. Die Ergänzung der Vogelmarker ist mit den Naturschutzverbänden abzustimmen.

## 6.5.7 Arbeitsmittel

Für die Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind folgende Arbeitsmittel notwendig:

- Instandhaltungsfahrzeuge einschließlich Fahrzeug mit Arbeitsplattform
- Fahrzeuge und Material für die Verkehrssicherung
- Werkstatt im Betriebsservice
- persönliches Werkzeug und persönliche Schutzausrüstung
- Spezialwerkzeug und Messgeräte
- Betriebsmittel
- Kleinteile
- Lagermaterialien
- Kommunikationsgeräte

Das Betriebs- und Rettungskonzept macht zu den genannten Arbeitsmitteln weitergehende Vorgaben. Die detaillierte Festlegung der vorzuhaltenden Arbeitsmittel wird vom Verantwortlichen für die Anlagenbetreuung in Abstimmung mit dem Betriebsleiter vorgenommen und regelmäßig überprüft.

## 7 Außerplanmäßige Ereignisse

---

### 7.1 Allgemeines

Die Erfahrungen aus dem Betrieb der innerhalb von Straßen geführten Straßenbahnen oder dem Betrieb von Oberleitungsbussen haben erwarten lassen, dass sich auch durch den Betrieb einer Oberleitung auf einer Außerortsstraße keine negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit ergeben. Diese Vermutung wird durch die ersten Erfahrungen, die im Rahmen der Feldversuche ELISA und FESH gemacht worden sind, bestätigt. Vor diesem Hintergrund muss auf Grundlage der derzeit vorliegenden Erkenntnisse nicht von einer erhöhten Gefährdungslage ausgegangen werden. Diese Annahme zu Beginn des Realbetriebs hat sich zwischenzeitlich bestätigt.

Auch durch die Antriebstechnologien der Versuchsfahrzeuge ergibt sich keine erhöhte Gefährdungslage. Die derzeit zum Einsatz angedachten Antriebstechnologien – klassischer Dieselmotoren, reFuels und batteriebasierte Elektroantriebe – befinden sich bereits heute im Rahmen des üblichen Gemeingebrauchs im Einsatz.

Vor diesem Hintergrund haben Abstimmungsgespräche mit der Feuerwehr auch keinen besonderen Handlungsbedarf für den Tunnel Gernsbach im Hinblick auf den Feldversuch eWayBW ergeben. Der Tunnel Gernsbach ist nicht mit Oberleitungsinfrastruktur versehen, wird jedoch von den Versuchsfahrzeugen durchfahren. Ungeachtet dessen haben die Abstimmungsgespräche ergeben, dass das derzeitige Notfall- und Rettungskonzept mit dem eingeführten Alarm- und Gefahrenabwehrplan (AGAP) für den Tunnel Gernsbach unverändert beibehalten werden kann.

Auch wenn die Durchführung des Feldversuchs eWayBW nicht mit einer erhöhten Gefährdungslage einhergeht, stellt die Oberleitung auf einer zweibahnigen Außerortsstraße einen Sonderfall dar, zu dem es bislang keine umfangreichen Erfahrungen und schon recht kein eingeführtes Regelwerk – vergleichbar zum Beispiel den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) – gibt. Vor diesem Hintergrund ist das Betriebs- und Rettungskonzept eng mit den BOS-Diensten abgestimmt worden. Auch mögliche Fortschreibungen sind, sofern eine entsprechende Betroffenheit besteht, mit den BOS-Diensten abzustimmen. In jedem Fall sind Fortschreibungen immer auch den BOS-Diensten zu übermitteln.

### 7.2 Schutz vor elektrischen Gefahren

Auch bei Stör- oder Notfällen hat der Schutz vor elektrischen Gefahren höchste Priorität. Vor diesem Hintergrund wurden in das Betriebs- und Rettungskonzept einschlägige Regelungen mit aufgenommen, die von den beteiligten Personen angewandt werden sollen. In diesem Zusammenhang ist vom Betriebsleiter sicherzustellen, dass passende Qualifizierungsmaßnahmen, auch für die Angehörigen der BOS-Dienste, angeboten werden.

Beim Schutz vor elektrischen Gefahren ist zu unterscheiden zwischen elektrischen Gefahren aus dem Betrieb der Oberleitungsanlage und den elektrischen Gefahren aus dem Betrieb strombasierter Versuchsfahrzeuge.

a) Schutz vor elektrischen Gefahren aus der Oberleitung

- 1) Wesentlich für den Schutz vor elektrischen Gefahren bei Notfällen ist die zeitnahe Abschaltung und Erdung der Anlage. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten: Die Oberleitungsanlage ist mit umfangreichen automatisierten Schutzsystemen ausgestattet, die im Kapitel 4.2 näher beschrieben sind. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang ein automatisches Kurzschluss- und Erdungssystem, das im Falle eines detektierten Störfalls die Anlage automatisch abschaltet und in einen elektrotechnisch sicheren Zustand überführt. Daneben kann die Oberleitungsanlage durch die beiden Leitstände auch über das SCADA-System in den stromlosen und geerdeten Zustand überführt werden.
- 2) Der geerdete Zustand eines Elektrifizierungsbereichs kann an den Einspeisestellen der jeweiligen Elektrifizierungsabschnitte durch visuelle Kontrolle der Trennschalter geprüft werden.
- 3) Es ist zu beachten, dass üblicherweise nur jeweils der Elektrifizierungsbereich abgeschaltet und geerdet wird, für den ein Stör- oder Notfall festgestellt wurde. Im betroffenen Elektrifizierungsbereich wird die Anlage jedoch immer komplett, also in beiden Fahrtrichtungen abgeschaltet und geerdet.
- 4) Die Einsatzkräfte der BOS-Dienste können bereits auf der Zufahrt zur Einsatzstelle telefonisch beim Leitstand Verkehr den aktuellen Anlagenstatus abfragen.
- 5) Ungeachtet der in Ziffer 4) beschriebenen Funktionalität wurden die Feuerwehren mit Erdungsstangen ausgestattet, so dass bestehende Restrisiken (z. B. in der Informationskette via Telefon) ausgeräumt sind und Rettungseinsätze vor Ort in jedem Fall ohne zeitlichen Verzug beginnen können.

b) Schutz vor elektrischen Gefahren aus den Versuchsfahrzeugen

- 1) Neben der Oberleitung können elektrische Gefahren auch von den Versuchsfahrzeugen ausgehen, z. B. bei Schneidarbeiten mit einer hydraulischen Rettungsschere an der Karosserie eines verunfallten Versuchsfahrzeugs.
- 2) Zur Minimierung dieser Risiken dürfen im Rahmen des Feldversuchs nur solche Fahrzeuge eingesetzt werden, für die hinreichend detailliert ausgearbeitete Rettungskarten mit einschlägigen Hinweisen auch zum Schutz vor elektrischen Gefahren vorliegen. Die Rettungskarten werden den Feuerwehren zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus ist keine Spezialausstattung bei den Feuerwehren erforderlich.
- 3) Vor dem erstmaligen Einsatz eines Versuchsfahrzeugs erfolgt für die Feuerwehren eine fahrzeugbezogene Einweisung.

## 7.3 Stör- und Notfallmanagement

Bei den außerplanmäßigen Ereignissen wird unterschieden in Störfälle und Notfälle.

Störfälle sind dadurch gekennzeichnet, dass der Betrieb der Oberleitungsanlage durch ein plötzliches, nicht geplantes Ereignis in der Anlagentechnik nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, ohne dass sich durch diesen Zustand eine Gefährdung Dritter ergibt (z. B. plötzlicher Ausfall einer Komponente im Unterwerk).

Notfälle sind dadurch gekennzeichnet, dass

- der Betrieb der Oberleitungsanlage durch ein plötzliches, nicht geplantes Ereignis in der Anlagentechnik nicht oder nur eingeschränkt möglich ist (z. B. Fahrleitungsriss)  
oder
- ein plötzliches, nicht geplantes externes Ereignis im Bereich der Oberleitungsanlage geschieht (z. B. ein Fahrzeugbrand oder ein Anfahrnfall)

und eine Gefährdung Dritter besteht oder eine solche Gefährdung zu besorgen ist.

Der festgelegte Standardprozess für das Störfallmanagement und das Notfallmanagement ist in Anhang A.1 als Flussdiagramm dargestellt.

Um kurze Eingriffszeiten vor Ort mit fachtechnischem Personal sicherzustellen, steht der Betriebsservice mit seiner 24/7-Besetzung zur Verfügung. Bei Störungseinsätzen sollen üblicherweise innerhalb von 60 Minuten Erstmaßnahmen ergriffen werden. In den Nachtstunden sind grundsätzlich auch längere Eingriffszeiten denkbar, sofern durch die Störung keine Gefahr für die öffentliche Ordnung und Sicherheit ausgeht und keine weiteren Schäden an der Anlage zu besorgen sind. Tritt hingegen ein Notfall ein, so ist ein unverzügliches Ausrücken mindestens eines Mitarbeiters des Betriebsservice angezeigt.

Sofern der Betriebsservice durch mehrere parallele Notfälle in Anspruch genommen werden sollte, entscheidet der Leitstand Betrieb in Abstimmung mit dem Anlagenverantwortlichen auf Grundlage der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Informationen über die Prioritäten.

Bei Notfällen soll nach Möglichkeit immer auch der eingeteilte Anlagenverantwortliche vor Ort sein. In dieser Funktion veranlasst er eigenverantwortlich Maßnahmen zur Abwendung von Gefahren aus dem Oberleitungsbetrieb. Er koordiniert alle baulastträgerseitigen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Ereignisbewältigung und stimmt diese mit dem Einsatzleiter der Fremderrettung ab.

## 7.4 Stör- und Notfallmeldungen

Ist ein Notfall eingetreten, so ist unverzüglich eine Notfallmeldung abzusetzen. Die Notfallmeldung soll beim Leitstand Verkehr abgesetzt werden, der dann entsprechend dem im Anhang A.1 dargestellten Prozess tätig wird. Die Notfallmeldung muss eindeutig und möglichst kurz sein. Die Erstmeldung darf nicht durch die Feststellung von Einzelheiten verzögert werden; erforderlichenfalls ist sie durch nachlaufende Abstimmungen zu ergänzen.

Alle Notfallmeldungen sind eilig und unverzüglich zu bearbeiten.

Zwar werden Störfälle üblicherweise durch die anlagenseitigen Schutzeinrichtungen detektiert und über das SCADA-System an die Leitstände gemeldet. Ungeachtet dessen sind alle Störfälle aber auch mündlich (telefonisch) an den Leitstand Verkehr zu melden. Die unterschiedlichen Meldewege sind im Anhang A.2 dargestellt.

Soweit das Ereignis die Meldung an weitere Behörden (z. B. Umweltbehörde oder Ordnungsamt) erfordert, erfolgt die Meldung über die Einsatzleitung der BOS-Dienste über deren Leitstelle. Bei Bedarf, insbesondere bei einer erforderlichen Vollsperrung der B 462 für mehr als 15 Minuten, informiert das Führungs- und Lagezentrum des Polizeipräsidiums Offenburg den Verkehrswarndienst Baden-Württemberg.

Sofern das Notfallereignis Auswirkungen auf die im Elektrifizierungsbereich 1 kreuzende, ebenfalls elektrifizierte Eisenbahnlinie (Murgtalbahn) hat oder haben könnte, alarmiert der Anlagenverantwortliche den Fahrdienst Gernsbach der Albtal-Verkehrsgesellschaft.

## 7.5 Allgemeine Einsatzgrundsätze

Bei einem Notfall im Bereich der Oberleitungsinfrastruktur sind je nach Einsatzlage folgende Dienste alleine oder gemeinsam mit anderen Diensten zuständig:

**Tabelle 3: Alarmierung der zuständigen Dienste**

Dienst	Alarmierung / Kontakt über
<b>Polizei</b>	Führungs- und Lagezentrum des Polizeipräsidiums Offenburg
<b>Feuerwehr</b>	Integrierte Leitstelle Mittelbaden (ILS)
<b>Rettungsdienst</b>	Integrierte Leitstelle Mittelbaden (ILS)
<b>Anlagenbetreuer</b>	Leitstand Verkehr
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Leitstand Verkehr

Werden Einsatzkräfte der Polizei, der Feuerwehr oder des Rettungsdienstes alarmiert, ist über den Leitstand Verkehr stets auch der Betriebsservice des Anlagenbetreuers zu alarmieren. Eine 24h-Rufbereitschaft ist dort sicherzustellen. In Abhängigkeit der spezifischen Lagebeschreibung rückt mindestens der diensthabende Anlagenverantwortliche, ggf. auch weitere Mitarbeitende des Betriebsservice aus.

Die Einsatzleitung obliegt bei einem Notfall je nach Einsatzlage der Polizei, der Feuerwehr oder dem Rettungsdienst. Für die Einsatzleitung der BOS-Dienste ist der diensthabende Anlagenverantwortliche auf Betreiberseite verantwortlicher Ansprechpartner.

Die Einsatzleitung der BOS-Dienste erklärt am Ende des Einsatzes gegenüber dem diensthabenden Anlagenverantwortlichen den Abschluss des Einsatzes. Erst dann wird die Anlage – sofern möglich – wieder in Betrieb genommen.

Als Grundlage für die im Ereignisfall zu veranlassenden Maßnahmen sind die nachfolgend beschriebenen taktischen Ziele in der Reihenfolge ihrer Priorität zu beachten:

- **Priorität 1:** Rettung von Menschenleben
- **Priorität 2:** Eindämmen des Schadensausmaßes und der Gefahrensituation
- **Priorität 3:** Einleitung von Strafverfolgungsmaßnahmen zur Sicherung eines beweiskräftigen Strafverfahrens
- **Priorität 4:** Reduzierung von Störungen des Straßenverkehrs

## 7.6 Anforderungen der Luftrettung

Nach Rücksprache mit dem Luftrettungsdienst sind keine besonderen Maßnahmen infolge der Oberleitungsinfrastruktur erforderlich. Der Hubschrauber wird sich üblicherweise im Bereich der



Einsatzstelle einen Landeplatz entlang der Pilotstrecke suchen. Sofern ein entsprechender Landeplatz nicht zur Verfügung steht, ist auch denkbar, dass die Landung am Anfang oder Ende der Pilotstrecke auf der B 462 erfolgt, verbunden mit einer Zubringerfahrt mit einem Rettungswagen.

Dem Luftrettungsdienst sind die jeweils aktuelle Planunterlagen zur Verfügung zu stellen, aus denen die Lage der Fahrdrähte ersichtlich sind.

## 8 Ausblick

---

Eine umfassende und ausreichend tiefgreifende Vorbereitung ist für den sicheren Realbetrieb einer Oberleitungsanlage im Straßenraum von essentieller Bedeutung. Darüber hinaus sind der kontinuierliche fachliche Austausch und die Anpassung der Regelwerke an geänderte Bedingungen während des Betriebs obligatorisch, um den kommenden Herausforderungen und Widrigkeiten begegnen zu können. Daher ist es wichtig, dass alle Projektbeteiligte nicht nur alle relevanten Informationen erhalten, sondern auch ihre Aufgaben kennen und beherrschen.

Besonders in Ausnahmesituationen wird dies sehr schnell deutlich. Deshalb sind die Überlegungen und Grundlagen zum Betrieb der Oberleitungsanlage, die bereits vor und während der Bauphase angestellt wurden und die im Betriebs- und Rettungskonzept transparent zusammengefasst sind, ein umfangreiches und doch unverzichtbares Rüstzeug für einen reibungslosen Betrieb der Teststrecke. Der gewählte Weg hat sich insoweit bewährt.

Die unterschiedlichen Herausforderungen und speziellen Bedürfnisse, um eine etablierte und bewährte Eisenbahntechnik auf die Straße zu bringen, konnten durch Einsatzfreude, Zusammenarbeit und Lernbereitschaft aller am Projekt Beteiligter bisher gut gemeistert werden. Der Realbetrieb und die damit verbundenen geplanten Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an der Infrastruktur und den Fahrzeugen stellen alle Beteiligte täglich vor neue Herausforderungen. Diesen immer wieder aufs Neue zu begegnen und diese zu meistern, ist nur durch eine offene und gezielte Kommunikation und gut geschultes bzw. eingewiesenes Personal möglich. Durch routinierte und standardisierte Abläufe kann so auch auf unvorhergesehene Geschehnisse schnell, kompetent und wirksam reagiert werden. Das Betriebs- und Rettungskonzept, sowie die Arbeits- und Dienstanweisungen werden deshalb kontinuierlich an veränderte Bedingungen angepasst. So kann letztlich nicht nur ein kontinuierlicher und reibungsloser, sondern vor allem ein sicherer Betrieb der Teststrecke gewährleistet werden.

Die Technologie hat das Potential, einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung des schweren Güterverkehrs zu leisten. Der Realbetrieb und der geplante Technologievergleich werden die Möglichkeiten und die Grenzen der Technik aufzeigen. Letztlich werden die Daten auch aus dem Projekt eWayBW zeigen, was zukünftig möglich sein könnte, um so politischen und anderen Entscheidungsträgern als Grundlage für künftige Zielsetzungen, Entscheidungen und Entwicklungen dienen zu können.

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Komponenten der Fahrleitungsanlage .....	13
Abbildung 2: Verlauf der Teststrecke mit den beiden Elektrifizierungsbereich .....	14
Abbildung 3: Stromschiene am Überführungsbauwerk K 3714.....	15
Abbildung 4: Stahlkonsole an einer Pfeilerscheibe .....	15
Abbildung 5: Ursprungszustand der Lichtsignalanlage am Knotenpunkt mit der K 3737 .....	17
Abbildung 6: Einspeisestelle im Elektrifizierungsbereich 1 .....	18
Abbildung 7: Erdungsmasttrennschalter an einer Einspeisestelle .....	24
Abbildung 8: Struktur und Tätigkeiten beim Betreiben nach DIN 31051 .....	35
Abbildung 9: Prozessdiagramm für ungewöhnlicher Ereignisse .....	57
Abbildung 10: Meldewege im Notfall – Meldung durch Verkehrsteilnehmende oder Polizei .....	58
Abbildung 11: Meldewege im Notfall – Meldung durch Betriebsakteure .....	58
Abbildung 12: Meldewege im Störfall.....	59

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1:	Spannungswerte der Oberleitung .....	17
Tabelle 2:	Nennaten der Mittelspannungsschaltanlagen.....	19
Tabelle 3:	Alarmierung der zuständigen Dienste .....	49
Tabelle 4:	Beförderungskategorien und zugehörige Faktoren.....	60
Tabelle 5:	Beförderungspapier (Beispiel) .....	61

## Abkürzungsverzeichnis

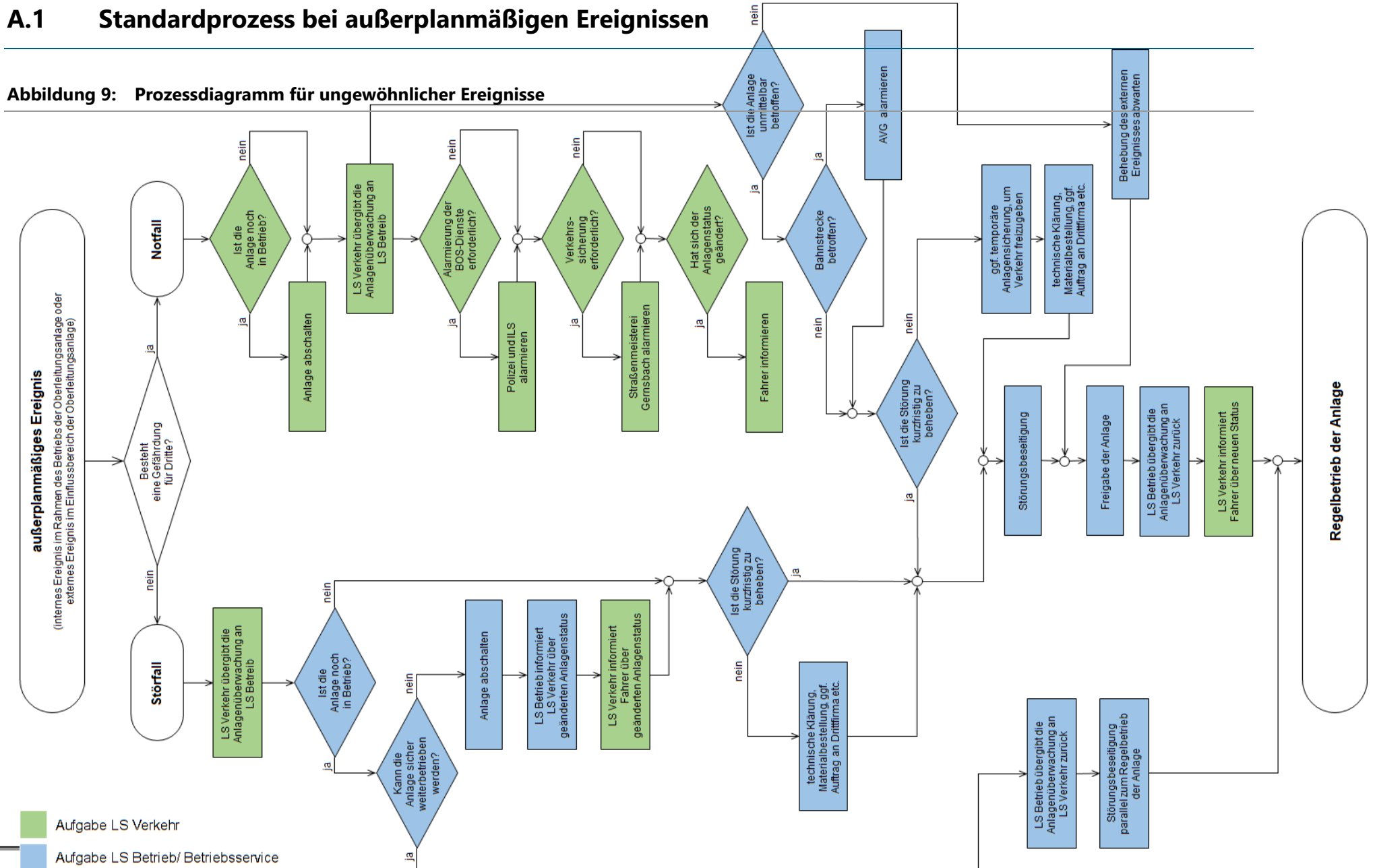
<b>Abs.</b>	<b>Absatz</b>
<b>AC</b>	Wechselstrom (Alternating Current)
<b>ADR</b>	Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)
<b>AGAP</b>	Alarm- und Gefahrenabwehrplan
<b>Al/St</b>	Aluminium-Stahl
<b>ASR</b>	Arbeitsschutzrichtlinien
<b>B 462</b>	Bundesstraße 462
<b>B2</b>	Sprachniveau-Stufe
<b>BEV</b>	Batterieelektrisches Fahrzeug (Battery Electric Vehicle)
<b>BNatSchG</b>	Bundesnaturschutzgesetz
<b>BOS</b>	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
<b>BOStrab</b>	Straßenbahn Bau- und Betriebsordnung
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>CMS</b>	Kettenwerksüberwachungssystem (Catenary Monitoring System)
<b>DC</b>	Gleichstrom (Discrete Current)
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung (Nationale Norm)
<b>eFuel</b>	Synthetischer Kraftstoff
<b>EN</b>	Europäische Norm
<b>ENUBA</b>	Elektromobilität bei schweren Nutzfahrzeugen zur Umweltentlastung von Ballungsräumen
<b>ESA</b>	Erdschlussanzeiger
<b>EuP</b>	Elektrotechnisch unterwiesene Person
<b>FCEV</b>	Brennstoffzellenfahrzeug (Fuel Cell Electrical Vehicle)
<b>FStrG</b>	Bundesfernstraßengesetz
<b>Ga</b>	Fahrtrichtung Gernsbach
<b>GER</b>	Deutsch (German)
<b>ggf.</b>	gegebenenfalls
<b>HO-Lkw</b>	Hybrid-Oberleitungs-Lastkraftwagen
<b>Hz</b>	Hertz

<b>IAC</b>	Störlichtbogenklassifikation (Internal Arc Classified)
<b>ILS</b>	Integrierte Leitstelle
<b>IP2X</b>	Eindringenschutzklasse - Berührungsschutz für Objekte $\geq 12,5$ mm, Wasserdicht
<b>K 3714</b>	Kreisstraße 3714
<b>kA</b>	Kiloampere
<b>KSA</b>	Kurzschlussanzeiger
<b>kV</b>	Kilovolt
<b>kVA</b>	Kilovoltampere
<b>Lkw</b>	Lastkraftwagen
<b>LS</b>	Leitstand
<b>m</b>	Meter
<b>mm</b>	Millimeter
<b>mm/kV</b>	Millimeter je Kilovolt
<b>ms</b>	Millisekunde
<b>MVA</b>	Megavoltampere
<b>O-BEV</b>	Oberleitungs-Batterieelektrisches-Fahrzeug
<b>PAS</b>	Potentialausgleichsschiene
<b>Ra</b>	Fahrtrichtung Rastatt
<b>RABT</b>	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Tunneln
<b>RSA</b>	Richtlinien zur Sicherung von Arbeitsstätten an Straßen
<b>SCADA</b>	System zur Überwachung, Steuerung und Datenerfassung (Supervisory Control and Data Acquisition)
<b>SF<sub>6</sub></b>	Schwefelhexafluorid
<b>SPoC</b>	einzigster / zentraler Ansprechpartner (Single-Point-of-Contact)
<b>StVO</b>	Straßenverkehrsordnung
<b>StVZO</b>	Straßenverkehrszulassungsordnung
<b>U<sub>max</sub></b>	Maximalspannung
<b>UMZ</b>	Unabhängiger Maximalstromzeitschutz
<b>U<sub>Ni</sub></b>	Bemessungsstoßspannung
<b>U<sub>Nm</sub></b>	Bemessungsisolationsspannung
<b>VDE</b>	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informatik

<b>VDV</b>	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
<b>VNB</b>	Verteilnetzbetreiber
<b>z. B.</b>	Zum Beispiel

## A.1 Standardprozess bei außerplanmäßigen Ereignissen

Abbildung 9: Prozessdiagramm für ungewöhnlicher Ereignisse





## A.2 Darstellung unterschiedlicher Meldewege

Abbildung 10: Meldewege im Notfall – Meldung durch Verkehrsteilnehmende oder Polizei

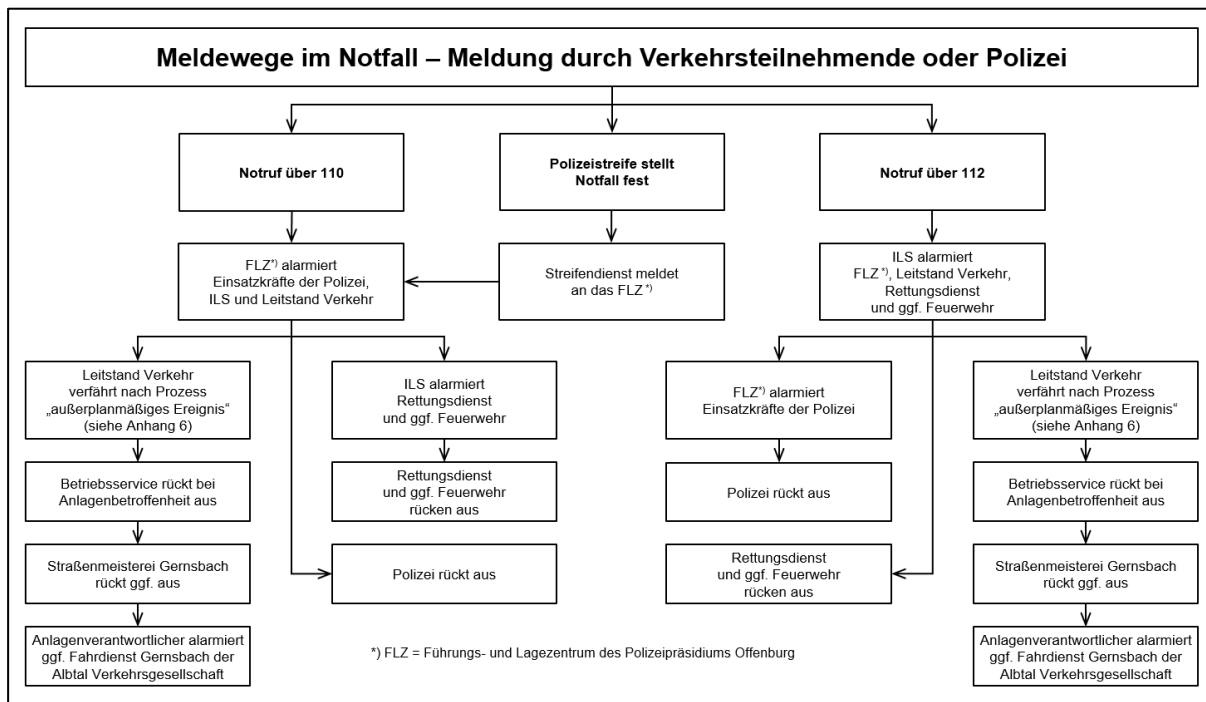


Abbildung 11: Meldewege im Notfall – Meldung durch Betriebsakteure

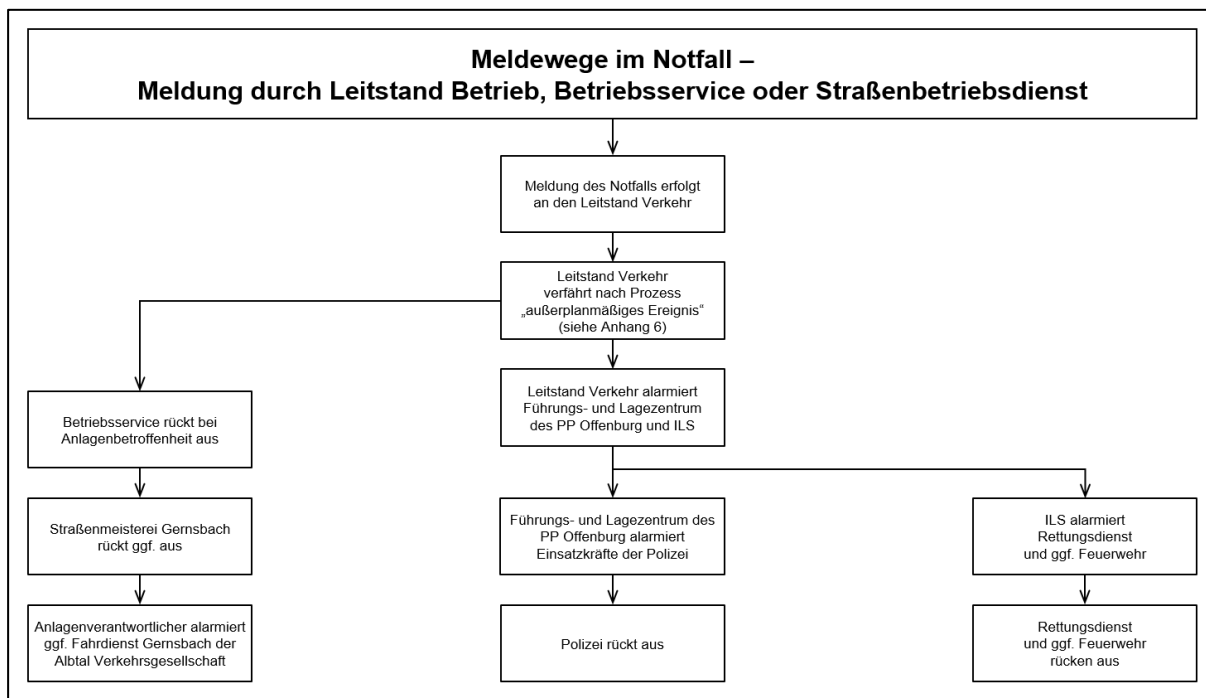
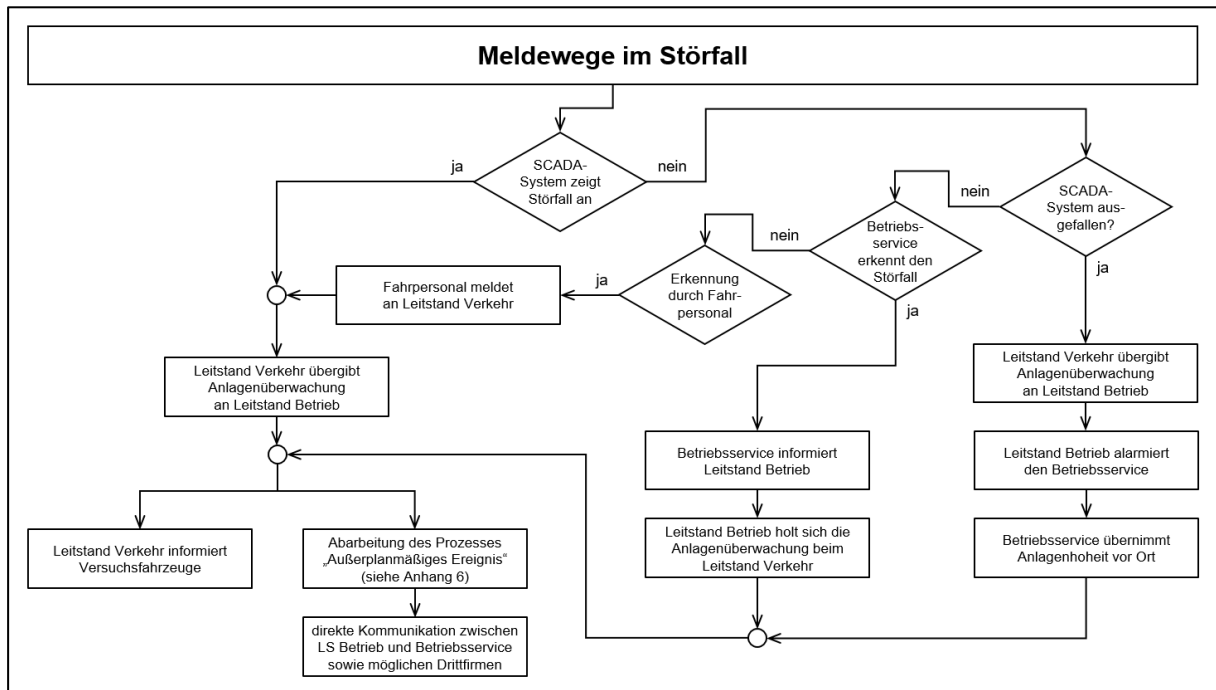


Abbildung 12: Meldewege im Störfall



### A.3 ADR 1.000-Punkte-Regel

Gefahrgut muss speziell verpackt und gekennzeichnet werden damit der Transport sicher durchgeführt werden kann. Ebenso unterliegen die Fahrzeuge gewissen Anforderungen in Bezug auf die Ausrüstung sowie deren Bauvorschriften. Die Beförderungspapiere, wie Frachtbrief oder Lieferschein, müssen genau definierte Angaben enthalten. Zudem müssen alle Mitarbeiter vor der ersten Beförderung entweder unterwiesen oder geschult worden sein.

Konsequenterweise bedeutet dies, dass bereits bei kleinen Mengen Gefahrgut ein hoher und intensiver Aufwand betrieben werden müsste. Alle Fahrzeuge müssten wie oben beschrieben ausgerüstet und die Fahrer geschult worden sein.

Um diesen Aufwand zu reduzieren wurde im Unterabschnitt 1.1.3.6 ADR u. a. die 1.000-Punkte Regel für den Transport bestimmter Gefahrgüter auf der Straße eingeführt. Jedem Gefahrgut wird je nach Gefährlichkeit ein Faktor (0, 1, 3 oder 50) zugeordnet. Für eine bessere Übersicht werden für die entsprechenden Faktoren in der Gefahrstofftabelle die zugehörigen Beförderungsklassen (BK) 0 – 4 verwendet (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4: Beförderungskategorien und zugehörige Faktoren**

Beförderungskategorie	Faktor
0	* immer über 1000 Punkte
1	50 <sup>5</sup>
2	3
3	1
4	0

Als Grundlage für die Berechnung gilt die Gesamtmenge je Beförderungseinheit mit folgenden Vorgaben:

- Für Gegenstände die Gesamtmasse in Kilogramm der Gegenstände ohne ihre Verpackungen;
  - für Gegenstände der Klasse 1, die Nettomasse des explosiven Stoffes in Kilogramm;
  - für gefährliche Güter in Geräten und Ausrüstungen, die in der Anlage der ADR näher bezeichnet sind, die Gesamtmenge der darin enthaltenen gefährlichen Güter in Kilogramm bzw. in Liter;
- für feste Stoffe, verflüssigte Gase, tiefgekühlt verflüssigte Gase und gelöste Gase die Nettomasse in Kilogramm;
- für flüssige Stoffe die Gesamtmenge der enthaltenen gefährlichen Güter in Litern;
- für verdichtete Gase, absorbierte Gase und Chemikalien unter Druck der mit Wasser ausgeliterte Fassungsraum des Gefäßes in Litern

<sup>5</sup> In Fußnote a) zur Tabelle in Abs. 1.1.3.6.3 ADR werden Stoffe und Gegenstände gelistet, die der Beförderungskategorie 1 angehören, deren Faktor jedoch abweichend anstatt 50 nur 20 beträgt.

Die Berechnung der Punkte muss für jede Stoffgruppe entsprechend der Verpackungseinheit vorgenommen werden. Hierfür ergibt sich folgende Formel:

**Menge (Verpackungseinheit) x Faktor = Punkte**

Die Punkteergebnisse sind jeweils zu addieren. Zusätzlich müssen die Summen der Punkteergebnisse nach Beförderungskategorie sortiert, wie im Beispiel in Tabelle 5 dargestellt, ins Beförderungspapier eingetragen werden.

**Tabelle 5: Beförderungspapier (Beispiel)**

Beförderungskategorie	Menge	Faktor	Gesamtpunktzahl
<b>0</b>	0	1.001	0
<b>1</b>	4	50	200
<b>2</b>	60	3	180
<b>3</b>	200	1	200
<b>4</b>	400	0	0
<b>Gesamtpunktzahl</b>			<b>580</b>

Sofern die 1.000 Punkte unterschritten werden, entfallen folgende Anforderungen nach ADR:

- Kennzeichnung des Fahrzeugs mit orangefarbenen Warntafeln
- Kennzeichnung des Fahrzeugs mit Gefahrzetteln (Placards)
- ADR-Bescheinigung für den Fahrer
- Ausrüstung des Fahrzeugs mit z. B. Unterlegkeilen, selbststehenden Warnleuchten
- Mitführen eines Unfallmerkblattes (schriftliche Weisungen)

Trotz der Vereinfachungen durch die 1.000-Punkte-Regel gelten grundlegende Vorsichtsmaßnahmen bei allen Gefahrguttransporten, die eingehalten werden müssen:

- Gefahrzettel und Stoffnummer (UN-Nummer) auf jedem Versandstück
- Mindestens ein 2 Kilogramm Feuerlöscher (Pulver)
- Ausgefülltes Beförderungspapier (vergleichbar mit Tabelle 5)
- Ggf. Vorsichtsmaßnahmen bei Nahrungs-, Genuss- und Futtermitteln
- Ggf. Reinigung nach dem Entladen
- Überwachung der Güter (beim Parken)
- Rauchverbot beim Be- und Entladen
- Bei Klasse-1-Stoffen (explosive Stoffe): kein Feuer und offenes Licht
- Sicherstellen einer ausreichenden Belüftung beim Transport von Gasen (z. B. Acetylen)
- Einhaltung der Ladungssicherung
- Unterweisung der Mitarbeiter
- Nutzung bauartgeprüfte Verpackungen der Gefahrgüter
- Kennzeichnung der Umverpackungen mit dem Wort "Umverpackung", der Stoffnummer (UN-Nummer) und dem Gefahrzettel