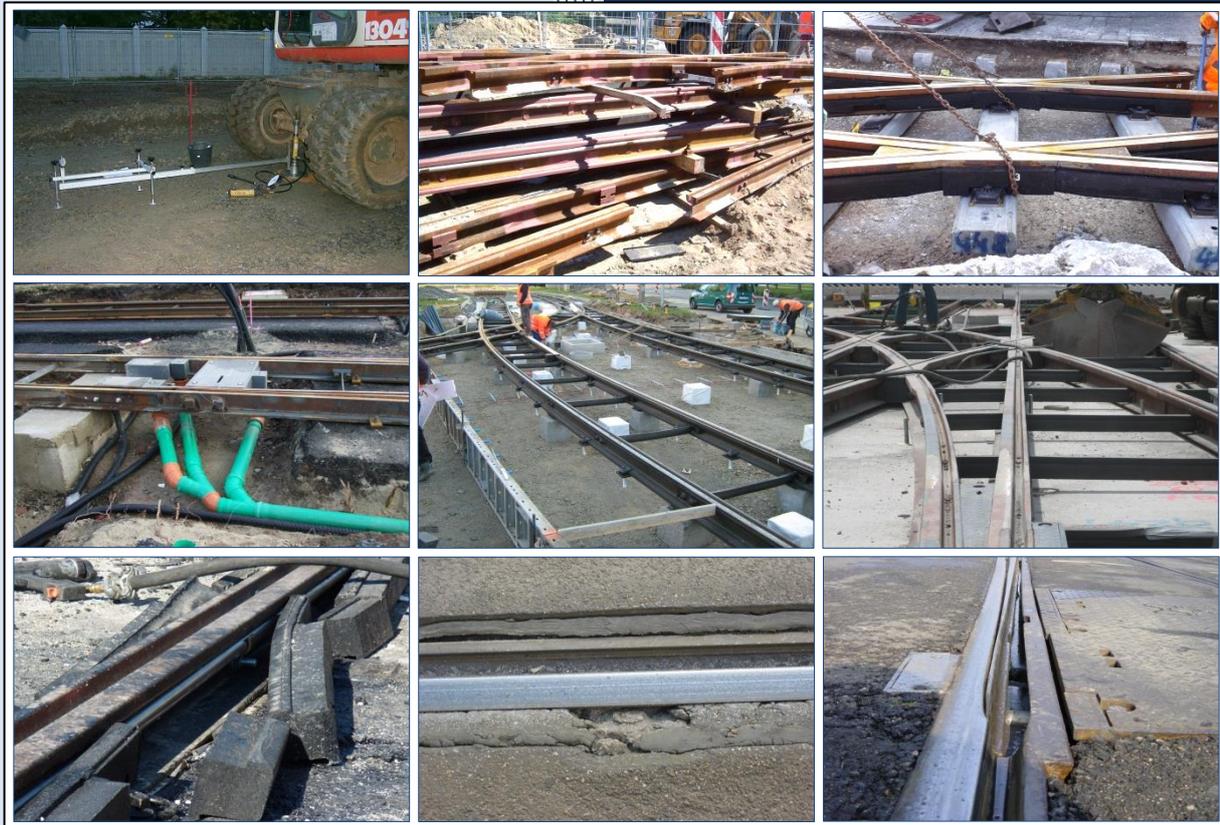


Rillenschienenweichen einbauen

Mögliche Einbaufehler erkennen und vermeiden



Vorwort

Straßenbahnen im klassischen Verständnis nutzen vielfach den gleichen Verkehrsraum wie der Individualverkehr. Das komplexe Gesamtsystem erfordert deshalb durch seine Schnittstelle „Rad (Gummirad Individualverkehr) – Rad (Straßenbahnrad) – Schiene“ bei der Planung, Bauausführung und Instandhaltung eine besondere Beachtung.

Eine optimale Nutzungsdauer der Anlage kann nur durch eine entsprechende Anfangsqualität, gepaart mit einer auf Lebenszykluskosten basierenden gemeinsamen Planung und Instandhaltung erreicht werden.

In meiner über zwanzigjährigen Tätigkeit im Bereich des Weichen- und des Gleisbaus habe ich erfahren, wie einerseits akribisch „auf 1000tel genau“ die Weiche (mit Recht) im Werk produziert und „abgenommen“ wird und wie rau, teilweise sogar „zerstörend“ dann eben diese Weiche auf der Baustelle bewegt und eingebaut wird. Die Folgen dieser Vorgehensweise sind hinlänglich bekannt!

Dieses Buch richtet sich an die Projekt- und Bauleiter, Bauüberwacher und Qualitätskontrolleure sowohl auf Auftraggeber- als auch Auftragnehmerseite. Es ist mein Ziel, nicht nur die klassischen Fehler darzustellen, sondern den Leser bezüglich möglicher Fehlerquellen und „Fallgruben“ zu sensibilisieren und ihm Handlungsempfehlungen für einen fach- und sachgerechten Einbau der Weiche zu geben.

Ziel ist es nicht, dem Gleiswerker mit diesem Buch einen detaillierten Leitfaden zum Einbau von Rillenschienenweichen an die Hand zu geben, da viele Teilprozesse in den technischen Lieferbedingungen, Handbüchern und Anweisungen der Komponentenlieferanten beschrieben sind – sie müssen nur beachtet werden.

Es ist mir sehr wohl bewusst, dass wir uns gerade bei der klassischen Wochenendbaustelle im Spannungsfeld zwischen den Vorgaben aus den Normen und Richtlinien einerseits sowie den betrieblichen Anforderungen andererseits befinden und eine „1:1 Umsetzung“ der Richtlinien nicht immer möglich ist, was allerdings die Sicherheit des Fahrweges „Schiene“ nicht beeinflussen darf.

Entscheidend für die Qualität der Anlage ist jedoch, dass den Verantwortlichen dieser „Verstoß“ bewusst ist und mit ingenieurtechnischem Sachverstand Lösungen und Alternativen gesucht sowie Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung ergriffen werden. „Augen zu und durch“ wie gelegentlich geschehen ist keine akzeptable Vorgehensweise.

Mein Dank gilt den Mitarbeitern der Verkehrsbetriebe, der Weichenwerke, der Ingenieurbüros und der Komponenten- bzw. Systemlieferanten, die mich in den vergangenen Monaten mit Informationen und Anregungen unterstützt und mir die notwendigen Dokumentationen zur Verfügung gestellt haben.

Das Handbuch soll ein Buch aus der Praxis für die Praxis sein – Anregungen, Informationen und auch Aufnahmen über gelungene aber auch misslungene Ausführungen sind für die geplante nächste Auflage jederzeit willkommen - selbstverständlich auf Wunsch mit Quellenangabe.

Viele Dank bereits jetzt für die Unterstützung.

Borken, im Juni 2015
Reinhold Rensing

Inhalt

I	Allgemein.....	9
1	Grundlagen und Ausgangssituation	9
2	Begriffsbestimmungen.....	10
3	Regelwerke im Überblick	13
4	Systemqualität	14
II	Konstruktion	16
5	Untergrund und Unterbau	16
5.1	Untergrund.....	16
5.2	Unterbau.....	16
6	Schutzschichten	17
6.1	Allgemein.....	17
6.2	Planumschutzschicht (PSS)	17
6.3	Frostschutzschicht (FSS).....	18
7	Tragschichten	19
7.1	Allgemein.....	19
7.2	Schottertragschicht.....	19
7.3	Asphalttragschicht	20
7.4	Betontragplatte	21
7.5	Betontragplatte mit vergossener Schwelle (monolithisch)	22
7.6	Betontragplatte mit Einzelstützpunkten (monolithisch).....	23
7.7	Masse - Feder - Systeme.....	24
8	Deckschichten	25
8.1	Asphalt.....	25
8.2	Beton	25
8.3	Pflaster.....	26
8.4	„Grünes Gleis“	26
9	Schienenlagerung.....	27
9.1	Allgemein.....	27
9.2	Kontinuierliche Lagerung	27
9.3	Diskrete Lagerung	30

10	Streustromisolierung	31
III	Grundlagen	33
11	Personalqualifikation	33
12	Werkzeuge / Maschinen / Hilfsmittel	33
13	Ausführungsunterlagen	35
14	Arbeitsvorbereitung	36
14.1	Allgemein	36
14.2	Planunterlagen	36
14.3	Bauablauf- bzw. Bauzeitenplan	36
15	Vermessung	38
16	Abnahmen / Zwischenabnahmen / Übergaben	39
IV	Arbeitsprozesse	41
17	Güteprüfung im Werk	41
18	Logistik	42
18.1	Allgemein	42
18.2	Transport und Anlieferung an die Baustelle	43
18.3	Heben.....	44
18.4	Lagerung	46
19	Entwässerung / Kabelschutzrohre	47
20	Einbau der Tragschichten	49
20.1	Beton – Grundsätze	49
20.2	Beton – Lieferung / Einbau / Nachbehandlung	51
20.3	Asphalt – Grundsätze	56
20.4	Asphalt – Lieferung / Einbau / Nachbehandlung	57
21	Montage der Weichenfahrbahn	60
21.5	Abnahme der Lieferung	60
21.6	Allgemein	61
21.7	Weichen auf Betontragschicht	61
21.8	Weichen mit Betonschwellen.....	61
21.9	Weichen mit Einzelstützpunkten.....	64
21.10	Weichen auf Asphalttragschicht	64

22	Verschweißen	65
23	Einbau von Schienenisolierungen und -lagerungen	68
23.1	Allgemein	68
23.2	Masse – Feder – System	70
23.3	Kontinuierliche Lagerung	71
24	Schienenunterguss	75
24.1	Materialien und Bauarten.....	75
24.2	Auswahlkriterien	75
24.3	Qualitätssicherung.....	76
24.4	Einbau (allgemeine Hinweise)	76
24.5	Unterguss auf Zement- oder Kunststoffbasis	77
24.6	Unterguss auf Bitumenbasis.....	77
24.7	Unterguss bzw. Vollguss auf Polyurethan-Basis	78
25	Einbauten der Betriebstechnik	79
26	Deckschichten	80
26.1	Allgemein.....	80
26.2	Walzasphalt.....	80
26.3	Gussasphalt	81
26.4	Beton.....	83
26.5	Pflaster.....	85
27	Schienen(fugen)verguss	86
27.1	Allgemein	86
27.2	Bitumenhaltiger Schienenfugenverguss.....	87
28	Schleifen	89
29	Qualitätssicherung / Zwischen- und Endabnahmen	90
29.1	Allgemein	90
29.2	Einsenkungsmessung	91
29.3	Anforderungen aus der VDV Schrift 600	93
29.4	Checklisten	95
30	Zusammenfassung und Ausblick	111
V	Literaturhinweise	112

I Allgemein

1 Grundlagen und Ausgangssituation

Da die Straßenbahn im klassischen Verständnis vielfach den gleichen Verkehrsraum wie der Individualverkehr nutzt, müssen Konstruktion und bauliche Ausbildung des Fahrweges ebenso wie die betrieblichen Einrichtungen sowohl auf die Anforderungen des Schienen- als auch des Individualverkehrs abgestimmt werden.

Gegenüber dem Fahrweg auf einem bahneigenen Körper – vielfach als offener Oberbau mit Vignolschienen ausgebildet – bestehen bei der „klassischen“ Straßenbahn folgende Besonderheiten:

- Es existiert eine Schnittstelle „Rad (Gummi) – Rad (Stahl) – Schiene“ mit speziellen Anforderungen an die Konstruktion, den Bau und die Instandhaltung.
- Die Komponenten (Weiche, Gleis) liegen im eingedeckten Bereich, so dass größere Einbaumängel nach Inbetriebnahme nur mit hohen zeitlichen und finanziellen Aufwänden beseitigt werden können.
- Instandsetzungsmaßnahmen an der Fahrwegkomponente sind mit Störungen des Nah- und des Individualverkehrs verbunden und stehen somit unweigerlich im Focus der Öffentlichkeit.

Diese Herausforderungen gilt es durch die Wahl einer anforderungsgerechten Konstruktion, durch einen qualitativ einwandfreien Einbau sowie durch eine zielgerichtete und zustandsorientierte Instandhaltung zu „meistern“.

Kostentreiber des Fahrweges bildet dabei die Weiche, sei es in der Beschaffung, im Einbau oder auch in der Instandhaltung, so dass gerade diese Fahrwegkomponente im gesamten Lebenszyklus eine erhöhte Aufmerksamkeit erfordert.

Gerade der Einbau von Straßenbahnweichen stellt sich aus den besagten Gründen vielfach als sehr komplexes Projekt verbunden mit einem hohen Fehlerpotential heraus.

Sicherlich befindet sich dabei gerade die Erneuerung von Rillenschienenweichen im eingedeckten Bereich im Spannungsfeld zwischen „Erfüllung der Norm“ und „betrieblichen Forderungen“. Konkret bedeutet dieses, dass betriebliche Zwänge wie die Forderung nach Minimierung der Störungen des Individual- und des Straßenbahnverkehrs, die Spezifika des Baufeldes (beengte Verhältnisse) und auch mögliche „politische“ Auflagen eine „1 zu 1“ Umsetzung der Vorschriften und Normen häufig nicht zulässt.

Nachfolgend ein immer wiederkehrendes Beispiel aus der Praxis:

Der Einbau von Gussasphalt auf einer neuen Betonschicht sollte erst 28 Tage nach dem Betonieren erfolgen, um das Ablösen des Asphalts bzw. die Bildung von Blasen durch Wasserdampfdiffusion zu verhindern. Während diese Forderung bei Neubaumaßnahmen erfüllbar ist, kann sie bei den klassischen Erneuerungsmaßnahmen (Wochenendbaustelle) nicht umgesetzt werden. Hier erfordert insbesondere der Individualverkehr i.d.R. eine Freigabe der Fahrbahn zum montäglichen Berufsverkehr, so dass dem Beton häufig nur „einige Stunden zum Erhärten gegeben werden“.

Die Ausführungen im Handbuch basieren wenn nicht gesondert angegeben auf die aktuell gültigen Normen – eine Interpretation und Anwendung angepasst auf die betrieblichen Randbedingungen hat deshalb projektbezogen mit ingenieurtechnischem Sachverstand zu erfolgen.

4 Systemqualität

Die Wettbewerbsfähigkeit des Fahrweges Schiene hängt wesentlich von der Sicherstellung einer marktgerechten und rentabilitätsorientierten Netzstruktur ab. Wesentliche Einflussfaktoren sind:

- Lebenslaufkosten (life-cycle-costs, LCC)
- Zuverlässigkeit (reliability)
- Verfügbarkeit (availability)
- Instandhaltbarkeit (maintainability)
- Sicherheit (safty)

Dabei sind das Produkt (die Weiche) und der Prozess (Einbau) eng miteinander verbunden.

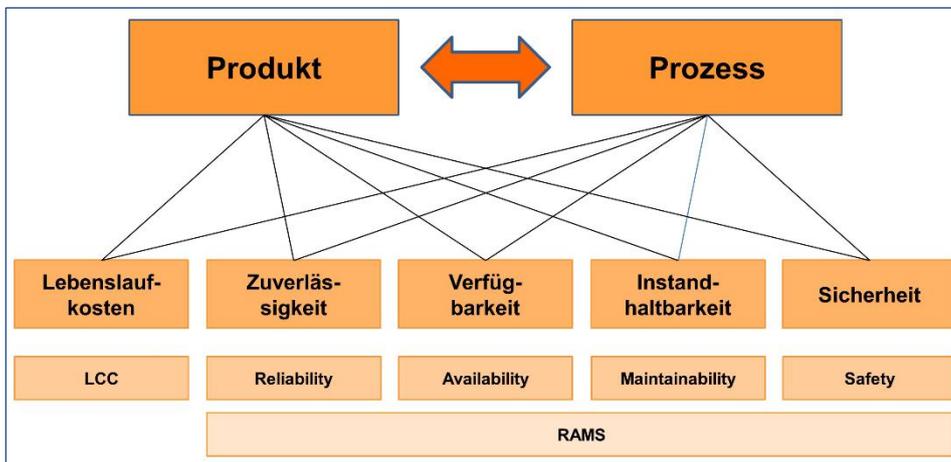


Abb.4.1 Verknüpfung von Produkt und Prozess

Die Qualität des Systems „Rillenschienenweiche“ ist das Resultat des Zusammenwirkens der Teilsysteme „Schiene“ und „Straße“ mit ihren einzelnen Bauteilen, Produkten und/oder auch Komponenten, die durch eine Vielzahl von Prozessen in der Bauplanung, Konstruktion, Fertigung und Bauausführung materialisiert worden sind.

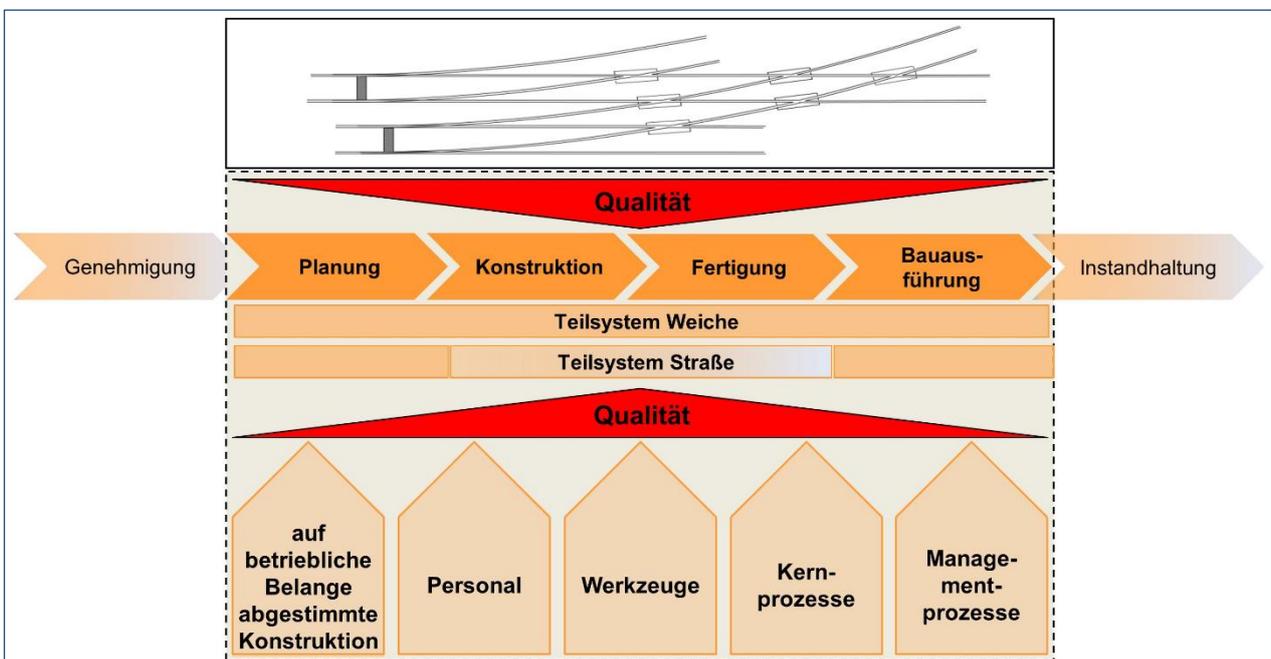


Abb.4.2 „Systemqualität“ Rillenschienenweiche

Ausführungsfehler können zu unplanmäßigen Beanspruchungen und somit zu vorzeitiger Instandsetzung oder gar vorzeitigem Funktionsverlust führen. Handwerklich einwandfreie Arbeit kann auf Grund des erhöhten Zeitdrucks – Sperrpausen müssen minimiert werden – nicht mehr als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Immer wieder wird bei der Ausführung gegen anerkannte Regeln der Technik verstoßen oder auch von Bauplänen abgewichen, so dass Schäden vor allem an sensiblen Teilen wie Weichen und Kreuzungen nicht ausgeschlossen werden können.

Die Beseitigung von Baumängeln an eingedeckten Weichen ist nach der Inbetriebnahme häufig nur mit hohem finanziellen Aufwand und größeren betrieblichen Störungen möglich.

Einerseits haben die Qualifikation und die Erfahrung der ausführenden Firmen bzw. des eingesetzten Personals einen erheblichen Einfluss auf die Ausführungsqualität und andererseits besteht die Möglichkeit, durch eine gewerkeorientierte Qualitätssicherung während der Ausführungsphase mögliche Fehlerquellen frühzeitig zu erkennen und vorhandene Mängel abzustellen. Beide „Stellgrößen“ sollten - wie die Analyse ergab - intensiver genutzt werden. Immer dort, wo das Know-how der Aufsicht oder auch des ausführenden Personals offensichtlich Defizite erkennen lässt, sollte deshalb eine Einbaubegleitung durch den Hersteller bzw. Lieferanten gefordert werden.

Abbildung 4.3 verdeutlicht die Hebelwirkung einer hohen Anfangsqualität bei der Inbetriebnahme auf den Abnutzungsvorrat, was wiederum zeitlich verzögerte Eingriffsschwellen für notwendige Instandsetzungsmaßnahmen zur Folge hat.

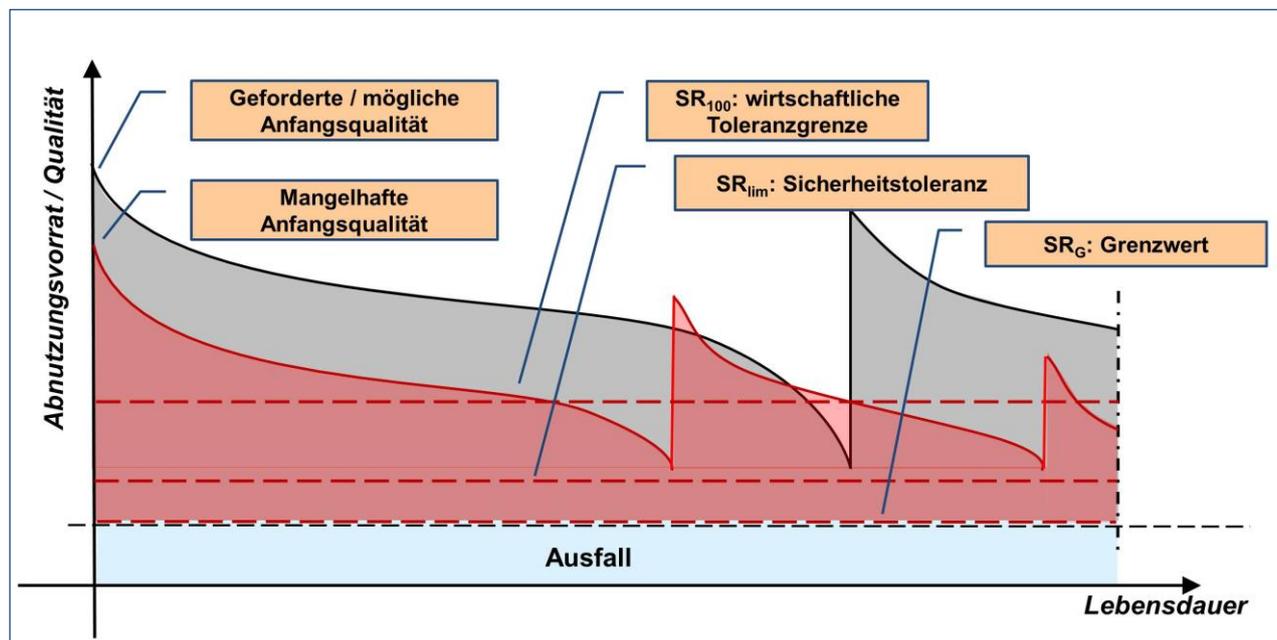


Abb.4.3 Funktionsverlauf der Abnutzung in Abhängigkeit von Anfangs- und Instandsetzungsqualität

IV Arbeitsprozesse

17 Güteprüfung im Werk

Die Güteprüfung der gefertigten Weichen (allgemein als Werksabnahme bezeichnet) ist heute i.d.R. fester Bestandteil des Auftrages. Diese „Abnahme“ dient der Qualitätsüberwachung und insbesondere der Überprüfung einer spezifikationskonformen Fertigung der Weiche hinsichtlich der geometrischen Maße und der konstruktiven Ausbildung. Neben dem Qualitätsüberwacher des Auftraggebers sollte auch ein Mitarbeiter des Bauunternehmens, das für den Einbau verantwortlich ist, an der Abnahme teilnehmen, da wesentliche Punkte der Logistik und des Handlings sowie der konstruktiven Ausbildung besprochen werden können.

Mit der Abnahme bzw. noch früher mit der Konstruktion und Fertigung der Weiche werden bereits wesentliche „Eckpunkte“ (z.B. Segmentgröße) für den späteren Einbau festgelegt.

Zur Reduzierung des „Gefährdungspotentials“ sollte deshalb Folgendes beachtet werden:

- ☞ Die Vorsegmentierung sollte auf den Bauprozess und die Örtlichkeiten abgestimmt werden. Das gilt sowohl für die Größe der einzelnen Segmente als auch für den Umfang der Vormontage (Isolationsprofile, Stellvorrichtungen,...).
- ☞ Da im Werk gegenüber der Baustelle oft „klinische“ Bedingungen vorherrschen, sollten Arbeiten nach Möglichkeit ins Werk verlegt werden (Isolierung).
- ☞ Der Umfang der Demontage von Weichenkomponenten im Werk sollte minimiert werden.
- ☞ Segmentgröße, -geometrie und -gewicht sowie die Entladungstechnologie (Zweiwegebagger, Kran, Einsatz einer Traverse) sollten unbedingt aufeinander abgestimmt werden. Gerade durch unsachgemäßes Handling (siehe auch Kapitel 18.3) entstehen „bleibende Schäden“, die die gewünschte hohe Anfangsqualität reduzieren.
- ☞ Anschlagpunkte sind für die Baustelle deutlich erkennbar zu kennzeichnen (ein für alle eindeutiges Piktogramm sollte Standard sein, siehe Abb. 18.1.2).
- ☞ Zur Reduzierung der Baustellenstöße - problematisch insbesondere bei hohen Einbautemperaturen - sollte ggf. die Segmentgröße sogar so gewählt werden, dass Sondertransporte (Überbreite) erforderlich werden können.
- ☞ Zur Optimierung der Transportkette „Werk – Lagerplatz (Betriebshof?) – Zwischenlager Baustelle – Einbaustelle“ sollten immer Möglichkeiten zur Anlieferung just-in-time überprüft werden.

Es wird deshalb empfohlen, dass

- ☞ mit Fertigstellung der Weiche grundsätzlich auch eine zwischen dem Werk, dem Auftraggeber und nach Möglichkeit auch dem Gleisbauer abgestimmte Logistikanweisung vorliegt. Die Anweisung sollte Bestandteil des Lieferumfanges werden.
- ☞ der Gleisbauer verpflichtet wird, die Weiche gemäß Logistikanweisung zu transportieren, zu heben und zu lagern – vielfach ist der Gleisbauer bei Konstruktion der Weiche noch nicht beauftragt, so dass zu diesem Zeitpunkt eine Abstimmung noch nicht erfolgen kann.
- ☞ bei der Werksabnahme neben dem Qualitätsbeauftragten des Nahverkehrsbetriebes nach Möglichkeit auch immer der verantwortliche Bauleiter des Gleisbauunternehmens anwesend ist, um o.a. Maßnahmen verbindlich festzulegen.

Es sollte ferner bei der Werksabnahme die Unterseite der Weichen / Schienen bezüglich Beschädigungen und fachgerechter Montage der Isolation mittels Spiegel kontrolliert werden. Die Abb. 17.1 zeigt beispielhaft die fehlerhafte Montage der Isolationsmatte unter einem Herzstück mit der Folge,

dass nach dem Unterguss mit Kunstharzmörtel sowohl der geforderte Schallschutz als auch die Elastizität nicht erreicht worden wäre. Dieser Fehler ist „rein zufällig“ beim Entladen auf der Baustelle durch den zuständigen Bauüberwacher festgestellt worden.

Neben dieser Güteprüfung im Weichenwerk wird im Entwurf zur Neufassung der VDV Schrift 600 [8] empfohlen, dass die vertragliche Abnahme der Weiche als Bauteil durch den Auftraggeber (Verkehrsunternehmen) gegenüber dem Hersteller nach Anlieferung und nach dem Abladen zur Baustelle erfolgen soll. Mit dieser vertraglichen Abnahme geht das Risiko vom Weichenwerk auf den Auftraggeber bzw. Bauunternehmer über.



Abb.17.1 Fehlerhafte Isolation der Herzstückunterseite (Arbeiten im Weichenwerk ausgeführt)



Abb.17.2 Mangel wäre durch Einsatz eines Inspektionsspiegels detektiert worden

18 Logistik

18.1 Allgemein

Wie bereits im Kapitel 17 dargestellt sollte bei komplexeren Anlagen eine zwischen den Prozessbeteiligten abgestimmte Logistikweisung grundsätzlich Bestandteil des Liefervertrages sein und zwar mit folgenden Angaben:

- Bezeichnung der Segmente mit Angabe der Abmessungen und des Gewichtes
- Einzusetzende Hebemittel
- Anschlagpunkte - auf Grund der vielen Signierungen in der Weiche sollten diese unmissverständlich am Schienensteg markiert werden.
- Reihenfolge der Anlieferung (Segment, Datum) mit Angabe der Richtung, so dass die Komponenten möglichst nicht auf der Baustelle gedreht werden müssen
- Bestückung der Transporteinheiten (i.d.R. LKW) mit Lage der Komponenten

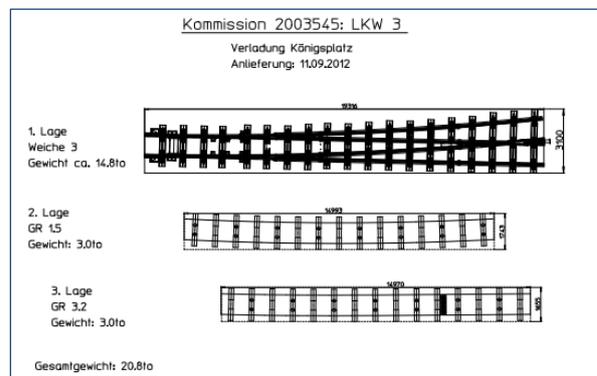


Abb.18.1.1 Auszug aus Logistikhandbuch (Quelle: Vossloh Laeis)



Abb.18.1.2 Vorschlag zu einem Symbol für den Anschlagpunkt (Markierung am Schienensteg)

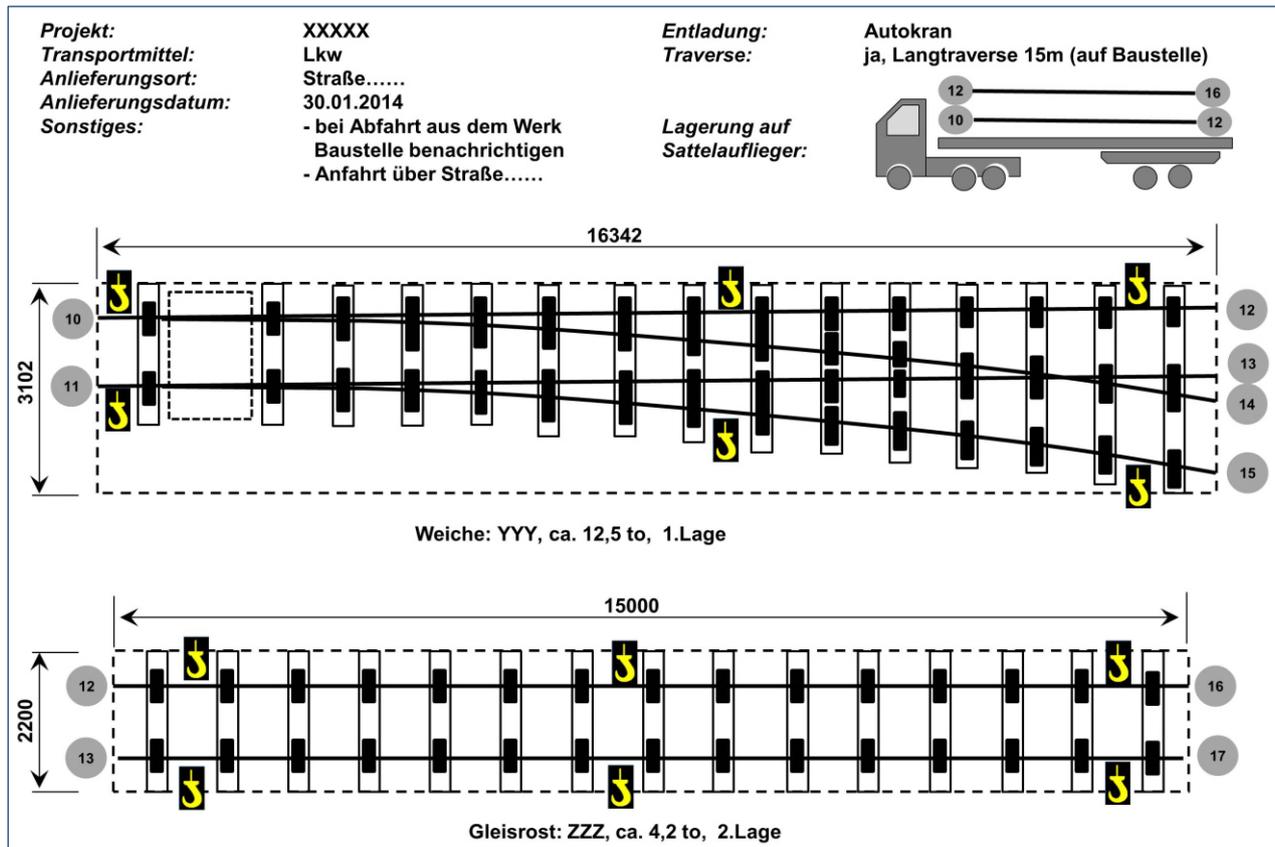


Abb.18.1.3 Logistikhandbuch mit allen notwendigen Informationen

18.2 Transport und Anlieferung an die Baustelle

Die Verantwortung für das sichere und fachgerechte Verladen im Werk obliegt dem Weichenhersteller und dem Spediteur. Neben einer anforderungsgerechten Ladungssicherung sind durch Verwendung von Unterlagen und Kanthölzern Beschädigungen an der Weiche und seinen Komponenten zu vermeiden.

Unbedingt sicherzustellen ist, dass Betonschwellen und Stahlteile (Schiene) bzw. Stahlteile verschiedener Komponenten keinen direkten Kontakt haben.

Bei einigen Nahverkehrsunternehmen erfolgt die Anlieferung mittels „Schräg Lkw“ – eine sinnvolle Alternative, die größere Segmente zulässt (siehe Abb. 18.2.3).



Abb.18.2.1 fachgerechte Ladungssicherung

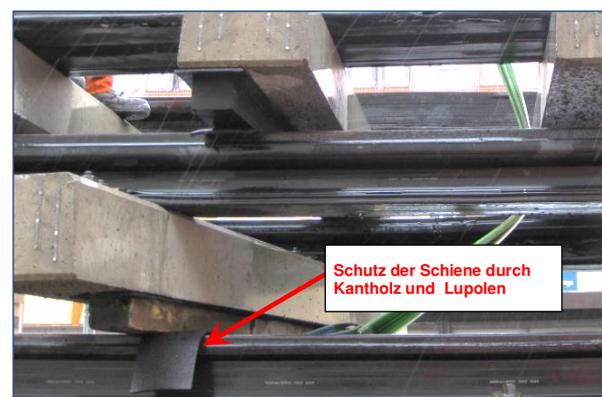


Abb.18.2.2 Schutz der Schienen vor Beschädigung



Abb.18.3.2. Keine Ketten als Anschlagmittel!!



Abb.18.3.3 Heben mit 2 Quertraversen und ZW



Abb.18.3.4 Verschieben des Fußprofils durch Schlupf, der in Schienenlängsrichtung geneigt ist
(Quelle: Datwyler Sealing Technologies)

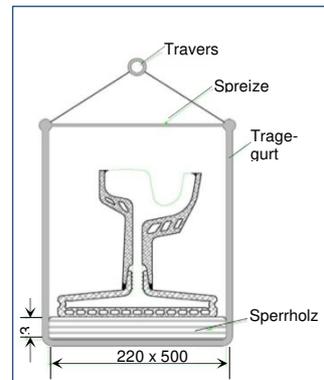


Abb.18.3.5 Schutz des Fußprofil
(Quelle: Datwyler Sealing Technologies)



Abb.18.3.6 Heben mit Nylon Schlüpfen (Fußprofil der Isolierung sollte durch Zwischenlage geschützt werden, besser Anschlag an Schwelle und gegen Abrutschen (nasse Kunststoffschwelle) gesichert)



Abb.18.3.7 Heben mit Stahlseilen, Schienenunterkante wurde durch Unterlage geschützt



Abb.18.3.8 Sehr problematisch: Entladung mit zwei Zweiwegebagger (Weiche direkt an Kette angeschlagen) und Radlader unter Fahrleitung



Abb.18.3.9 Heben mittels Quertraverse und Autokran (möglich, da keine Fahrleitung vorhanden)
(Quelle: Kölner Verkehrsbetriebe AG)

23 Einbau von Schienenisolationen und -lagerungen

23.1 Allgemein

Die schalltechnische Entkopplung der Schienen von Untergrund und Umgebung wird immer mehr zur Selbstverständlichkeit. Dabei sind Erschütterungen und Schallemissionen im Bereich von Weichen und Kreuzungen weitaus stärker ausgeprägt als im Streckengleis. Eine sorgfältige und fehlerfreie Ausführung der elastischen Lagerung ist besonders wichtig – Schallbrücken sind unbedingt zu vermeiden.

Nachfolgend werden die Bedingungen der Montage für die am häufigsten in Weichen vorkommenden Komponenten vorgestellt. Dabei sind bei der Montage grundsätzlich die Einbauanleitungen der Hersteller zu berücksichtigen.

Unabhängig von den nachfolgend dargestellten Systemen ist bei den Komponenten (Kammerfüllelemente, Fußmantelprofile, Schienenstegprofile, Matten im Bereich der Weichen-einbauten...) darauf zu achten, dass

- ☞ die Isolation beim Transport, Heben und Verlegen nicht beschädigt wird, wenn im Werk vormontiert wurde. Insbesondere das Fußmantelprofil ist beim Transport / beim Handling häufig betroffen. Auf der Baustelle sollten die Komponenten untersucht werden - beschädigte Teile sind auszutauschen.
- ☞ auch die Spurstangenummantelung korrekt „sitzt“ und unbeschädigt ist.
- ☞ im Bereich einer noch auszuführenden Verbindungsschweißung ca. 0,5 m beidseitig des Stoßes keine Isolation aufgebracht wurde. Baustellenschweißungen sind sorgfältig „nachzuisolieren“. Sämtliche Anschlüsse sind auf Beschädigungen zu überprüfen und Nähte sind abzudichten.
- ☞ die Streustromisolation gewährleistet ist. Es ist unbedingt zu vermeiden, dass durch fehlerhafte oder schadhafte Isolation Beton und/oder Zementschlämme in Hohlräume zwischen den Stößen der Profile bzw. zwischen Profil und Weichenkomponenten eindringen können.
- ☞ bei Isolation auf der Baustelle
 - der Abstand zwischen Schienenfuß und Tragplatte mindestens 4 cm beträgt.
 - grobe Verunreinigungen an Schienen und Weichen entfernt werden.
 - die Schweißungen erfolgt sein sollten, so dass „endlos“ isoliert werden kann.
 - beachtet wird, dass die Verarbeitung der Dichtstoffe nur in dem vom Hersteller vorgegebenen Temperaturbereich erfolgt.
 - die Ausführung bei Regen und stehendes Wasser möglichst zu vermeiden ist, da die Klebefähigkeit der Dichtstoffe beeinträchtigt ist.

Es wird empfohlen, dass

- ☞ bei komplexen Projekten die Arbeiten durch die Lieferanten selbst - i.d.R. bieten sie diese Dienstleistung an - oder durch entsprechend geschultes Fachpersonal erfolgen sollte. Eine nachträgliche Fehlerbeseitigung im eingedeckten Gleisbereich ist - wie bereits mehrfach erläutert - sehr aufwendig.
- ☞ die Bestückung der Weichen und Kreuzungen im Werk erfolgt, vorausgesetzt das gewählte System lässt es zu und der Logistikprozess (Beschädigung der Isolation durch das Handling der Weichenkomponenten) ist eindeutig definiert worden.



Abb.23.1.1 Beschädigung des Fußprofils durch unsachgemäße Lagerung (Quelle: Datwyler Sealing Technologies)



Abb.23.1.2 korrekte Montage im Bereich einer geplanten Schweißung (Quelle: Datwyler Sealing Technologies)



Abb.23.1.3 korrekte Isolierung des Spurstangenprofils (Quelle: Datwyler Sealing Technologies)



Abb.23.1.4 nicht korrekt befestigtes Fußprofil



Abb.23.1.5 Planungsfehler – wie sollen im Bereich des Leerrohres die Kammerfüllelemente passen?



Abb.23.1.6 durch Einsatz einer Kette beschädigte Fußisolierung (Weiche wurde so einbetoniert)



Abb.23.1.7 Fachgerechte Abdichtung des Schweißstoßes (Quelle: Datwyler Sealing Technologies)



Abb.23.1.8 Durchführung der Isolation im Werk (Quelle: edilon)(sedra)

27 Schienen(fugen)verguss

27.1 Allgemein

Fugen in Verkehrsflächen werden in der Regel in ca. 1 cm Breite ausgeführt. Gemäß den ZTV Fug-StB 01 [15] soll das Verhältnis der Fugenbreite zu der Fugenfüllungstiefe in Verkehrsflächen 1,5 – 2,5 betragen. Diese Vorgaben sind an Schienen von Straßenbahnen in der Regel nicht einzuhalten, denn die Fugen werden abhängig von der Breite der Radreifen der Straßenbahnfahrzeuge wesentlich breiter als im allgemeinen Straßenbau ausgeführt und können an der Außenseite bis zu 6 cm breit sein. Durch die breiten Fugen soll verhindert werden, dass die Radreifen bei einer Abnutzung der Schienen auf dem Asphalt laufen und diesen beschädigen. Bei breiten Schienenfugen treffen die Radreifen bei der Abnutzung der Schiene außerhalb der Asphaltfläche im Fugenbereich auf.

Grundsätzlich muss beachtet werden,

- ☞ dass die Elastizität des Schienenvergussmaterials auf die max. mögliche Einsenkung des Schienenuntergusses / der elastischen Lagerung abgestimmt ist. Bei maximalen Einsenkungen der Schiene bis 0,8 mm können heiß verarbeitbare Vergussmassen gem. TL Fug-Stb eingesetzt werden. Bei Einsenkungen der Schiene >0,8 mm ist damit zu rechnen, dass heiß verarbeitete Vergussmassen die vertikalen und horizontalen Bewegungen nicht mehr aufnehmen können bzw. das erforderliche Rückstellverhalten nicht erzielt werden kann. Hier sind Sonderlösungen z.B. auf Bitumenbasis oder auch auf Basis von kalt verarbeitbaren Fugenvergussmassen zu prüfen und ggf. einzubauen.

- ☞ dass die Schienenfugenmasse bezogen auf die Oberkante des Schienenkopfes mindestens 3 mm tiefer eingebaut werden muss.

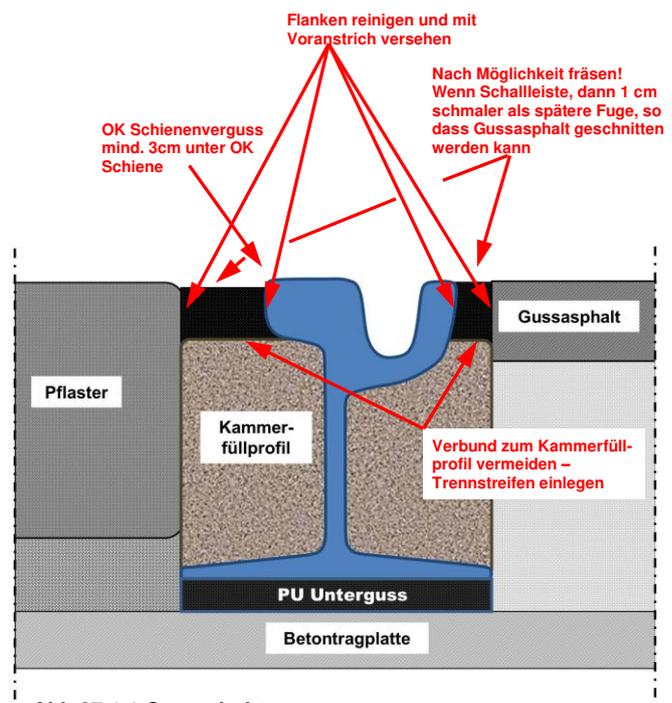


Abb.27.1.1 Querschnitt



Abb.27.1.2 „Nicht standfeste“ Kammerfüllung bzw. fehlerhafter Untergruss bewirkt ein Absacken der Schienenfuge



Abb.27.1.3 Fugenverguss von Betondecke abgerissen, da Verbund zum Kammerfüllelement vorhanden (kein Trennstreifen)

29 Qualitätssicherung / Zwischen- und Endabnahmen

29.1 Allgemein

Wie bereits in Kapitel 16 dargestellt wird im Zuge der Qualitätssicherung differenziert in Güteprüfung, Gebrauchsabnahme, vertragliche Abnahme und Inbetriebnahme. In diesem Kapitel werden noch einmal die wesentlichen Qualitätskontrollen und –sicherungsmaßnahmen dargestellt sowie in Tabelle 29.1 und 29.2 die dazugehörigen Anforderungen und Kriterien.

- **Personalqualifikation (Kapitel 11)**
Bei komplexen Anlagen sollte entweder der Bauleiter und/oder Polier sowie der Bauüberwacher über entsprechende Erfahrung verfügen. Bei offensichtlicher „Nichtqualifikation“ sollte das Personal nicht akzeptiert werden.
- **Maschinen / Werkzeuge und Hilfsmittel (Kapitel 12)**
Das Equipment sollte für die die vorgesehenen Arbeiten geeignet sein, insbesondere auf die spurführungstechnischen Anforderungen abgestimmt sein. Auch sollten frühzeitig die Hilfsmittel zur Abnahme festgelegt werden. Ketten als Anschlagmittel sind konsequent von der Baustelle zu „verbannen“.
- **Ausführungsunterlagen(Kapitel13)**
Die Korrektheit der Ausführungsunterlagen wird in diesem Zusammenhang vorausgesetzt. Wie bereits dargestellt, wurde in den Gesprächen vielfach die Qualität der Ausführungsunterlagen bemängelt. Aussagekräftige Pläne, die keinen Interpretationsspielraum zulassen, sind unbedingte Voraussetzung für einen anforderungsgerechten Einbau der Weichen. Im Zuge der Planfreigabe sollten Detaillierungsgrad und Schnittführungen besondere Aufmerksamkeit erhalten.
- **Logistikhandbuch (Kapitel 18)**
Viele Fehler bzw. hohes Fehlerpotential steckt im gesamten Logistikprozess angefangen vom Heben über den Transport bis hin zur Lagerung. Ein Logistikhandbuch wie in Kapitel 18.1 beschrieben sollte bei komplexen Projekten Standard sein.
- **Arbeitsvorbereitung (Kapitel 14)**
Der Einfluss einer frühzeitigen und intensiven Arbeitsvorbereitung auf den Erfolg des Projektes ist zwar allgemein bekannt, wird allerdings in der notwendigen Konsequenz häufig nicht umgesetzt.
- **Güteprüfung (Werksabnahme) Weichenwerk (Kapitel 17)**
Bisher wurde die Werksabnahme auch als vertragliche Abnahme betrachtet. Dem Entwurf zur Neufassung der VDV-Schrift 600 folgend sollte im Werk sicherlich weiterhin eine Abnahme im Beisein des Kunden und nach Möglichkeit des Bauunternehmers erfolgen, die eigentliche vertragliche Abnahme sollte aber auf der Baustelle stattfinden.
- **Vertragliche Abnahme Weichenlieferung**
Im Entwurf zur Neufassung der VDV 600 wird empfohlen, die vertragliche Abnahme durch das Verkehrsunternehmen gegenüber dem Hersteller nach der Anlieferung zur Baustelle durchzuführen. Es sollte dann nach dem Abladen die Lieferung von einem Vertreter des Auftraggebers und einem Vertreter des bauausführenden Unternehmens auf Vollständigkeit und evtl. Mängel überprüft werden. Das Ergebnis ist zu dokumentieren; alle festgestellten Mängel sind anzugeben. Ist nichts anderes vereinbart, so gilt die Bestätigung der Lieferung als vertragliche Abnahme.

Ebenso empfiehlt die VDV 600 – Entwurf, dass nach dem Auslegen der Weiche und zur Vermeidung von Problemen der Zuständigkeit in Regress- oder Gewährleistungsfällen nach

Möglichkeit eine förmliche Abnahme unter Beteiligung je eines Vertreters des Auftraggebers, des Lieferwerkes und des bauausführenden Unternehmens erfolgen soll. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

➤ **Vertragliche Abnahme Bauleistungen**

Die vertragliche Abnahme beinhaltet die Feststellung, dass die geschuldete Leistung vereinbarungsgemäß erbracht wurde. Beim Einbau der Rillenschienenweichen sollten Teilabnahmen erfolgen, wenn Bauteile oder Leistungen noch sichtbar sind.

➤ **Einsenkungsmessungen (Kapitel 29.2)**

Der Nachweis der Schieneneinsenkung zur Kontrolle der Spezifikation aber auch zum Nachweis, dass die elastische Lagerung im Bauprozess nicht fehlerhaft ausgeführt wurde, kann über eine Einfederungsmessung erfolgen. Einzelheiten dazu werden im Kapitel 29.2 beschrieben.

➤ **Einbaubegleitung**

Bei komplexen Anlagen wird empfohlen eine Einbaubegleitung durch den Hersteller zu beauftragen, da er über das beste Know-how bzgl. des Produktes verfügt.

➤ **Inbetriebnahmecheck (siehe Kapitel 29.4)**

Es wird empfohlen vor der Inbetriebnahmegenehmigung einen umfangreichen Check durch den Hersteller durchführen zu lassen, um eine möglichst hohe Anfangsqualität sicherzustellen, insbesondere dann, wenn im Bauprozess Unregelmäßigkeiten aufgetreten sind. Der Inbetriebnahmecheck sollte optional ausgeschrieben werden, so dass bei Bedarf eine kurzfristige und „unproblematische“ Beauftragung möglich ist.

Viele Nahverkehrsunternehmen haben in ihren zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen Anforderungen, Toleranzen und Grenzwerte angegeben, die beim Einbau der Weichen einzuhalten sind. Diese unterscheiden sich im Einzelfall durchaus von denen der gängigen Richtlinien und Normen, da sie die Spezifika des Projektes oder auch die speziellen Anforderungen des Nahverkehrsunternehmens berücksichtigen.

29.2 Einsenkungsmessung

Der Nachweis spezifikationskonformen Elastizität aber auch zum Nachweis, dass die elastische Lagerung im Bauprozess nicht fehlerhaft ausgeführt wurde, kann über eine Einfederungsmessung erfolgen.

Dabei wird wie folgt vorgegangen:

Die vor Ort ermittelten statischen Messwerte beziehen sich auf einen im definierten Abstand zum Radaufstandspunkt befindlichen Messpunkt (siehe Abb. 29.2.2). Mit Hilfe eines Berechnungsprogramms zur Berechnung eines kontinuierlich gelagerten oder auch punktgelagerten Balkens lassen sich die Einsenkungen der Schiene unter dem Rad und unter der Belastung ermitteln, wobei diese Werte sicherlich durch entsprechende Fachkompetenz beurteilt werden müssen.

Nachfolgend ein Beispiel aus der Praxis.

Gefordert wurde seitens des Kunden bei einer Weichenanlage eine Solleinfederung von 1,2-1,5 mm und die Steifigkeit des elastischen Untergusses war entsprechend darauf abzustimmen.

Aus den Messungen an den vorher festgelegten Punkten wurden gem. dem o.a. Verfahren die Steifigkeiten und daraus die Einfederungen unter Maximallast (Fahrzeugleergewicht +45%) ermittelt. Die entsprechenden Ergebnisse sind in der Tabelle 29.2.1 dargestellt.

29.4 Checklisten

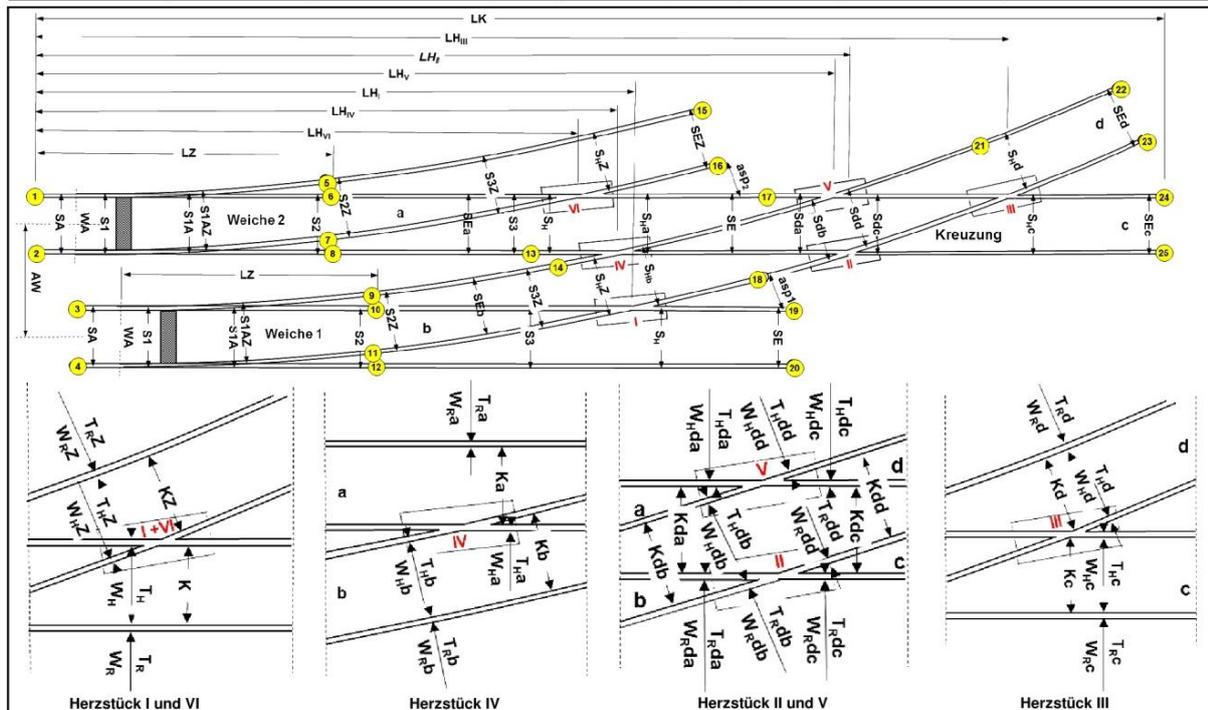
Wie bereits dargestellt wird empfohlen, einen abschließenden Übergabecheck / Inbetriebnahmecheck ggf. im Beisein des Hersteller durchzuführen. Die nachfolgenden Checklisten sind auf Basis des Entwurfes zur Neufassung der VDV Schrift 600 erstellt worden.

Die gültige Quermaßtabelle ist anzuwenden, so dass ggf. einzelne Werte neu festgelegt werden müssen.

Logo VB	Checkliste				Dokument Nr.	Seite
	Abschließender Übergabecheck Inbetriebnahmecheck					1 / 8

Projekt:

Weiche 1 Nr.		Weichentyp	...Doppelgleisiger Abzweig	Einbauort													
Weiche 2 Nr.																	
Kreuzung Nr.																	
Lieferant		Zeichnungsnummer		Strecke / Linie													
Stell-system		Herzstücktyp	<table border="1" style="font-size: small; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>I</td> <td>tief-tief</td> <td>IV</td> <td>tief-tief</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>tief-tief</td> <td>V</td> <td>tief-tief</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>tief-tief</td> <td>VI</td> <td>tief-tief</td> </tr> </table>	I	tief-tief	IV	tief-tief	II	tief-tief	V	tief-tief	III	tief-tief	VI	tief-tief	Einbau-datum	
I	tief-tief	IV	tief-tief														
II	tief-tief	V	tief-tief														
III	tief-tief	VI	tief-tief														



Hinweise:
 Spurweite im Bereich Herzstück 150mm hinter der praktischen Spitze messen
 Querhöhe wird in Blickrichtung Weichenende gemessen, die linke Schiene bildet dabei die Nullebene, rechte Schiene höher >> positiv, rechte Schiene tiefer >> negativ

Legende: Ergebnis gut: √ Ergebnis schlecht / nachbesseren: X Nachgebessert: ⊗

1. Weiche 1

1.1 Quermaße

Bezeichnung	Soll	BT+	BT-	Güteprüfung Werk	Abnahme Baustelle				Bemerkungen Kommentar
					Ist	i.O. / n.i.O.	Querhöhe ¹⁾	i.O. / n.i.O.	
SA	1435	+2	-2						
S1	1435	+2	-2						
S1A	1435	+2	-2						
S1AZ	1435	+2	-2						
S2	1435	+2	-2						
S2Z	1435	+2	-2						
S3	1435	+2	-2						
S3Z	1435	+2	-2						
SH	1433	+1	-1						
WH	27	+1	0						
K	≤1380								
WR	27	+1	0						