



INF. 14

12. November 2021

(nur Deutsch und Englisch)

RID: 13. Tagung der Ständigen Arbeitsgruppe des RID-Fachausschusses
(Genf, 15. bis 19. November 2021)

Thema: Stellungnahme des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung
beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) zu den informellen Dokumenten INF.10
(CEFIC) und INF.12 (CEFIC)

Information des DZSF im Namen Deutschlands

Einleitung

Zu den informellen Dokumenten INF.10 (CEFIC) und INF.12 (CEFIC) nimmt das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt (DZSF) wie folgt Stellung:

Anmerkungen zu den BASF-Kommentaren zur DZSF-Stellungnahme zur Risikobewertung der besonders großen Tankcontainer

WP 1

BASF: „Als Basis der Risikobewertung dient die Signifikanzbewertung, welche durch die BASF durchgeführt wurde. Darauf beruhend stellt die TU Berlin die technischen Hilfestellungen für die Gefährdungsermittlung und –bewertung. Eine Anwendung eines Risikomanagementverfahrens bzw. Betrachtung eines SMS ist aufgrund der Signifikanzanalyse nicht notwendig und war somit kein Teil der Arbeitspakete der TU Berlin.“

- (1) **DZSF:** Die Bewertung über eine signifikante Änderung ist Teil der CSM RA und muss bei jeder Änderung angewendet werden. Die Entscheidung bezüglich Signifikanz oder Nicht-Signifikanz impliziert nicht, dass keine Risikobewertung durchzuführen ist. Bei Signifikanz ist eine unabhängige Bewertungsstelle (Asbo) zu beteiligen. Da es sich ohnehin um eine sicherheitsrelevante Änderung handelt, ist eine

Risikobewertung auch nach eigenen Grundsätzen durchzuführen. Als Teil der Risikobewertung ist die Gefährdungsermittlung und z. B. die Wahl des Grundsatzes der Risikoakzeptanz "Ähnliche Referenzsysteme" anzusehen.

BASF: „Das Risk Assessment im Allgemeinen beruht auf dem Vergleich der Systeme bezüglich der technischen Versagenswahrscheinlichkeiten. Als Grundsatz für die Risikoakzeptanz wurde „die Analyse der Ähnlichkeit mit Referenzsystemen“ ausgewählt, wobei Kesselwagen und Standard Tankcontainer als Referenzsysteme gelten. Die B-TC ergeben keine zusätzlichen Gefährdungen im Bereich von Tunnelfahrten, Unfallszenarien oder Umwelteinflüssen (siehe untenstehende Stellungnahme), weshalb genannte Schnittstellen nicht explizit weiter betrachtet wurden.“

- (2) **DZSF:** Die Schnittstellenbetrachtung bezieht sich allgemein auf den Betrieb, die Instandhaltung und auf Prozesse innerhalb des Sicherheitsmanagementsystems der BASF. Es ist zudem unklar, welche konkrete Aufgabenteilung zwischen BASF und der TU Berlin innerhalb der Risikobewertung liegen. Die Vollständigkeit der Bewertung kann daher nicht eingeschätzt werden.

BASF: Entsprechende Anmerkung bezieht sich auf den Effekt eines Versagens (Umwelteinflüsse, Tunnelfahrten), welcher bei Versagen vergleichbar mit einem großen Kesselwagen (selbe Kesselgröße) ist. Die Auftretenswahrscheinlichkeit wird untersucht und als nicht höher eingestuft (WP1, Abschnitt 4.4). D.h. Das Risiko ist für diese Fälle bewertet. Unfallszenarien wurden in WP 4 und WP 5 untersucht.

- (3) **DZSF:** Es wurden als Referenzsystem konventionelle Tankcontainer und Kesselwagen herangezogen. Dieser Ansatz ist im Grunde geeignet, jedoch sollte eine fundierte Analyse zur Ähnlichkeit des Referenzsystems mit dem neuartigen System erfolgen. Eine Begründung, die sich zu großen Teilen auf die Kesselgröße bezieht, ist aus unserer Sicht dazu nicht ausreichend. Eine detailliertere Untersuchung der beiden Systeme auf Ähnlichkeit wäre für die Eignung der Wahl des Referenzsystems hilfreich.

WP 2

BASF: WP 2 dient rein zur Abschätzung von Stabilitätsgrößen und zum Vergleich der Konfigurationen, nicht für eine komplette Beurteilung. Aufgrund dessen wurde das vereinfachte Verfahren gewählt, da es gute Vergleichswerte liefert. Aufgrund des Hauptaugenmerks auf den leeren Wagen (kritisch für Fahrsicherheit) und teilbeladenen Wagen (Schwappbewegung, Einfluss des Schwappens) wurde die Radsatzaufstandskraft als Ausschlusskriterium im vollbeladenen Zustand nicht betrachtet.“

- (4) **DZSF:** Wir verweisen bezüglich dieser Aussage auf unsere Anmerkung (7). In dieser wird die Relevanz eines vollbeladenen Zustands deutlich, welcher hier aus der Betrachtung ausgeschlossen wird.

BASF: „Die Versuche wurden zusätzlich durchgeführt, da diese im Weiteren auch wichtig zur Datenaufnahme der Modellvalidierung in WP 3 sind.

BASF: Die Elastomere wurden eingeführt zur Versteifung der Querlagerung, um besser von Weg (kleine Amplitude) auf die Kraft schließen zu können. Der genannte Faktor wurde über den Hersteller ermittelt.

Insgesamt ist die Aussagekräftigkeit der Einzelmessungen bezogen auf den Grenzwert klein, da hier wenige Messungen bei geringen Geschwindigkeiten durchgeführt wurden, und große Schwankungen in den Bauteilgrößen vorliegen können. Die Messung konnte jedoch zeigen,

dass die Größenordnung der gemessenen Parameter des neuen Systems mit denen des konventionellen Systems, sowie denen der teilbeladenen Wagen, vergleichbar sind, und somit den Unterbau für die Simulationen liefern.

Die Messungenauigkeiten sind dabei in allen Wagentypen vorhanden und spiegeln sich in allen Messungen wieder. Im Lauf der Untersuchung zeigte sich, dass über die Simulation umfassendere und verlässlichere Aussagen gemacht werden können, sodass diese weniger effiziente messtechnische Untersuchung der S Bogenfahrten an Bedeutung verlor.“

- (5) **DZSF:** Die Ausführungen bezüglich der geringen Aussagekraft von Einzelmessungen, der Schwankungen in Bauteilgrößen und der Relevanz von Messungenauigkeiten bekräftigen die vom DZSF angebrachten Anmerkungen in der ursprünglichen Stellungnahme. Der hier angebrachte Verweis auf die dadurch resultierende weniger effiziente Untersuchung und daraus resultierende Unsicherheiten in den Ergebnissen wäre zur Relevanzeinordnung im ursprünglichen Bericht hilfreich.

WP 3

BASF: „Hier wird die Schwallbewegung des Wassers (gemessen) mit der Bewegung der Wasserkörper (im Modell simuliert) verglichen. Da die Modelle reine Verhaltensmodelle zum Kraftaufbau darstellen und lediglich mit den gemessenen Schwallbewegungen im Kessel verglichen werden können (Kraftmessung des Wassers gegen den Kessel war nicht möglich), ist ein reiner „Kraftamplituden“ oder „Bewegungsamplituden“ Vergleich nicht möglich oder sinnvoll.

Die Modelle wurden aus verschiedenen Quellen entnommen, welche diese ebenfalls auf Plausibilität überprüft haben.

Die Phasenlage für die Simulationen wurde empirisch so gewählt, dass eine möglichst ungünstige Schwall Bewegungen an möglichst kritischen Gleisabschnitten vorherrscht.

BASF: Nachträglich wurde im November 2020 eine weiterführende Untersuchung hierzu durchgeführt: Es wurde eine Simulation mit einer Flüssigkeit höherer Dichte (1,8 kg/l) und 50% Beladung, sowie einer 75% Beladung mit Wasser durchgeführt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

„Im S Bogen zeigt sich, dass für alle Konfigurationen bei regulären Geschwindigkeiten der kritischste teilbeladene Fall der 50 % beladene Zustand ist. Bei überhöhten Geschwindigkeiten zeigen sich, bei Fahrzeugen mit konventionellen Y25 Drehgestellen, leicht erhöhte Werte für den 75% beladenen B TC aufweisen, ohne jedoch signifikant kritischere Werte zu erreichen.“

- (6) **DZSF:** Die zusätzlichen Untersuchungen sind zu begrüßen, aufgrund fehlender Einblicke kann jedoch keine vollständige inhaltliche Bewertung vorgenommen werden. Daher bleibt fraglich, ob die Aussagen aus der Risikoanalyse ausreichen, um Regelwerksänderungen im Bereich der Füllgrade und Schwallbewegungen hinreichend sicher zu belegen.

BASF: „-Im Bogen zeigt sich, dass kein teilbeladenes Fahrzeug einen kritischen Wert erreicht. - Grundlegend ist ein Fahrzeug mit leerem oder vollem Container kritischer zu betrachten als jedes teilbeladene Fahrzeug.“

- (7) **DZSF:** Die Feststellung, dass ein Fahrzeug mit vollem Container kritischer zu betrachten ist, widerspricht in Teilen den Ausführungen zu WP 2, dass das Ausschlusskriterium *im vollbeladenen Zustand nicht betrachtet* wird (siehe auch Anmerkung (4).

BASF: „Die Viskosität wurde nicht beachtet. Die Modelle beziehen sich lediglich auf die Viskosität von Wasser. Der Kritische Zustand hier wäre: Hohe Dichte, geringe Viskosität. Die folgende Tabelle von möglichen/wahrscheinlichen Ladungsgütern (bereitgestellt durch die BASF) zeigt, dass jene Flüssigkeiten mit hoher Dichte eine eher hohe Viskosität aufweisen,

jene mit geringer Viskosität eine eher geringe Dichte. Darauf bauend wurde von einer weitergehenden Untersuchung abgesehen.“

- (8) **DZSF:** Die Ausführungen zu den kritischen Kombinationen bezüglich Dichte und Viskosität sind plausibel. Inwieweit diese jedoch für bestimmte mögliche extreme Werte gelten und inwieweit eine mögliche Streckenführung hier eine Rolle spielt, ist eine interessante weitergehende Forschungsfrage.

BASF: „Festsetzen einer Grenze bei 10 cm war sinnvoll. Allerdings haben alle Simulationen gezeigt, dass es KEIN Abheben oder Kippen (d.h. Abheben einzelner Cornercastings) des Containers in irgendeine Richtung gibt. Einen Grenzwert hätte es hierzu nicht bedurft. Im Bericht dazu:

„The maximum vertical displacement between spigot and corner casting of any set is less than 0.3 mm, which is caused by the non-infinite stiff-ness of the container-fixing force element“ (Quelle: BASF RA, WP3, Abschnitt3.3)“.

- (9) **DZSF:** Ohne die Festlegung eines plausiblen Grenzwertes kann keine zuverlässige Einschätzung der Kritikalität absoluter Werte vorgenommen werden. Hier verweisen wir auf unseren Vorschlag in den ursprünglichen Anmerkungen.

WP 4

BASF: „Die Aussage der Simulationen bezieht sich auf den Vergleich zwischen neuem und konventionellem System, nicht auf absolute Sicherheiten. Deshalb wurde hier keine Mindestsicherheit verwendet.“

- (10) **DZSF:** Die ursprünglichen Anmerkungen bezüglich der zugrundeliegenden Unsicherheiten haben nach wie vor Bestand.

BASF: „Alle Schweißnähte sind als starre Verbindungen modelliert, welche steifer sind als das Grundmaterial. In der Crash Zone wurde die Elementgröße auf 2 mm festgelegt, die kleiner als normal in der crash simulation ist.

BASF: Basis auf FEM Software Support könnten die Schweißnähte durch face2face und starre Verbindung vereinfacht werden. Dies wurde hier angewendet.

BASF: A (Area [mm²]) stellt den Tankboden dar, auf den die Wassersäule beim Aufprall drückt. Beim teilbeladenen Fall entsprechend die untere Hälfte des Tankbodens. Auf diese Fläche wirkt ein größerer Druck im Kessel, welche durch zusätzliche Flächenpressung implementiert wurde.

Es wurde eine Voranalyse durchgeführt, um den Einfluss des Schwappens auf die Containerstrukturen zu bewerten. Da hier keine Auswirkungen festgestellt wurden und die auftretenden Kräfte im Vergleich zu den Stoßkräften beim Crash gering sind, wurde während der Crash-Simulation auf eine weitere Untersuchung des auflaufenden Wagens verzichtet. Im teilbeladenen Zustand sind die Kräfte über eine längere Zeit verteilt und so kleiner als im voll beladenen Zustand.

BASF: Wegen der gegebenen Unvorhersehbarkeit des Auftretens wurde ein wahrscheinliches Szenario (Weiche mit 190m Radius) ausgewählt. Bei der Definition des Szenarios wurde empirisch in CAD jenes Auftreff-Szenario ermittelt, welches die schwerwiegendsten Ergebnisse erbringt (große Auftrefffläche am Container, geringe Energieaufnahme des Wagenkastens). Alle Systeme sind unter gleichen Randbedingungen untersucht.“

- (11) **DZSF:** Diese Ausführungen klären die ursprüngliche Anmerkung.

WP 5

BASF: „Diese Geschwindigkeit stellt nicht die Anfangsgeschwindigkeit vor, sondern die Geschwindigkeit nach Aufprall der Puffer inkl. Aufklettern dar. Diese Geschwindigkeit entspricht der Fahrzeug-Geschwindigkeit vor Kollision von ca. 27 km/h nach reiner Energieerhaltung, ohne die Energieaufnahme des sich verformenden Wagenkastens miteinzubeziehen. Aufgrund dessen wurde eine Kollisionsgeschwindigkeit von ~15 km/h festgelegt.“

- (12) **DZSF:** Die Anwendbarkeit der zitierten Norm EN 15227 ist nach wie vor fraglich. Zudem ist die relevante Geschwindigkeit nach wie vor deutlich unter 36 km/h.

BASF: „Hier wurde jeweils ein Set für die Vergleichbarkeit des B-TC auf iCTW45 (Set 3 und 4) erstellt:

- Füllgrad 50% (Set 5)
- Konventionelle Container (Set 11)

Da der 100 % befüllte B-TC auf iCTW45 als Hauptsystem geprüft wird, wurden hier 2 Sets geschaffen. Die Simulationen zeigen, dass die Messungen gut um/unter den Richtwerten bleiben. Für beide Füllgrade ist mit etwa 200 Messungen eine vergleichbare Anzahl vorhanden.

Lediglich Set 11 hat eine sehr geringe Datenlage, da es aber nicht das zu bewertende System ist, ist dies nicht ausschlaggebend.“

- (13) **DZSF:** Die erweiterte Beschreibung des Versuchsaufbaus ist nachvollziehbar. Jedoch bleibt bezüglich des konventionellen Sets die ursprüngliche Anmerkung bestehen. Auch wenn Set 11 nicht das zu bewertende System ist, könnte eine umfangreichere Datenlage eine noch bessere Vergleichsbasis darstellen. Dies würde auch für den Einsatz eines weiteren konventionellen Sets mit Füllgrad 50% gelten.

BASF: „Run #3 und #4 waren aufgrund eines Defekten Sensors nicht repräsentativ (Siehe „Data exclusion“ Abschnitt 2.3.2). Daher keine Überschreitungen auf der Mainline (0/18, 0%).

-Verweis auf Rangieren war nochmal zur Abgrenzung gedacht. Satz „The only exceedances are recorded at the destinations during shunting.“ war ggf. missverständlich formuliert, sollte gestrichen werden.“

- (14) **DZSF:** Die Aussagen zu den defekten Sensoren sind nachvollziehbar. Die Versuche sind jedoch in den Auswertungen enthalten und daher missverständlich dargestellt. Zudem wären mit einem Ausschluss dieser Versuche nicht mehr 18, sondern 16 Fahrten im Stichprobenumfang enthalten.