



Systemtechnik

25. VPI Technische Informationsveranstaltung

Seitenwindsicherheit im Güterverkehr



18.6.2025 | nhow Berlin

- Allgemeines / Einordnung / Aktivitäten
- Regelwerk (europäisch / national)
- Seitenwind-relevante Themenstellungen im Güterverkehr
 - JNS Crosswind „RISK“
 - Infrastrukturbewertung für Güterverkehre bei Seitenwind
- Zusammenfassung

- Seitenwind im Eisenbahnverkehr ist ein komplexes Thema, da
 - Sicherheitlich relevant → Risikobetrachtung / Risikobewertung / Risikobeherrschung
 - Zusammenwirken von Infrastruktur, Fahrzeug und Betrieb
 - Zusammenwirken von aerodynamischen Effekten und mechanischen Eigenschaften
- Die Kombinationsmöglichkeit unterschiedlicher Güterwagentypen und deren Position im Zugverband, beliebige Fahrzeuggewichte und verschiedene Ladegüter auf Flachwagen führen zu hoher Variabilität der Seitenwindstabilitätseigenschaften jedes Wagentyps. Die Notwendigkeit aufwendige Untersuchungen zur Überprüfung der Stabilitätseigenschaften von Güterwagen durchzuführen ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Zusätzlich: Ladungssicherung macht das Thema noch schwieriger (Dynamik im Stützbock / Königszapfen oder Aufsetzapfen). Daher wird in der aerodynamischen Behandlung des Themas immer vorausgesetzt, dass das Fahrzeug (ggf. inkl. Ladung) als eine Einheit betrachtet wird.

Anlässe für „Güterverkehrsaktivitäten“



Regelwerk

- Im Nachgang der nationalen Regelwerksaktivitäten zur Seitenwindsicherheit Personenverkehr wurden Grundlagenuntersuchungen zum Güterverkehr begonnen, allerdings ca. 2008 beendet

Infrastruktur

- Mit der Inbetriebnahme der VDE 8 und SFS Wendlingen – Ulm werden neue SFS mit Mischbetrieb von Güterzügen und HGV einführt. Vorab Inbetriebnahme VDE 8 (2017) kam die Frage auf, ob Windmeldeanlagen zu planen sind.
- Alle SFS sind mit Windschutzwänden nach notifizierter Ril 807.04 ausgestattet.

Ereignis

- JNS „Arbeitsgruppen“ nach Vorfällen 2019 und 2021 auf der Great Belt Bridge

- Die frühere TSI WAG 2006 enthielt in Kap. 4.2.6.3 zum Thema Seitenwind einen „offenen Punkt“, der jedoch bei der nächsten Überarbeitung dieser TSI festgelegt werden muss.
- Seit 2013 keine Stabilitätsanforderung von Güterfahrzeugen unter Starkwindeinfluss in der TSI WAG enthalten.
- Anforderungen an die Infrastruktur zu „Einwirkungen von Seitenwind“ sind in der aktuellen TSI INF (Kap. 4.2.10.2) enthalten.

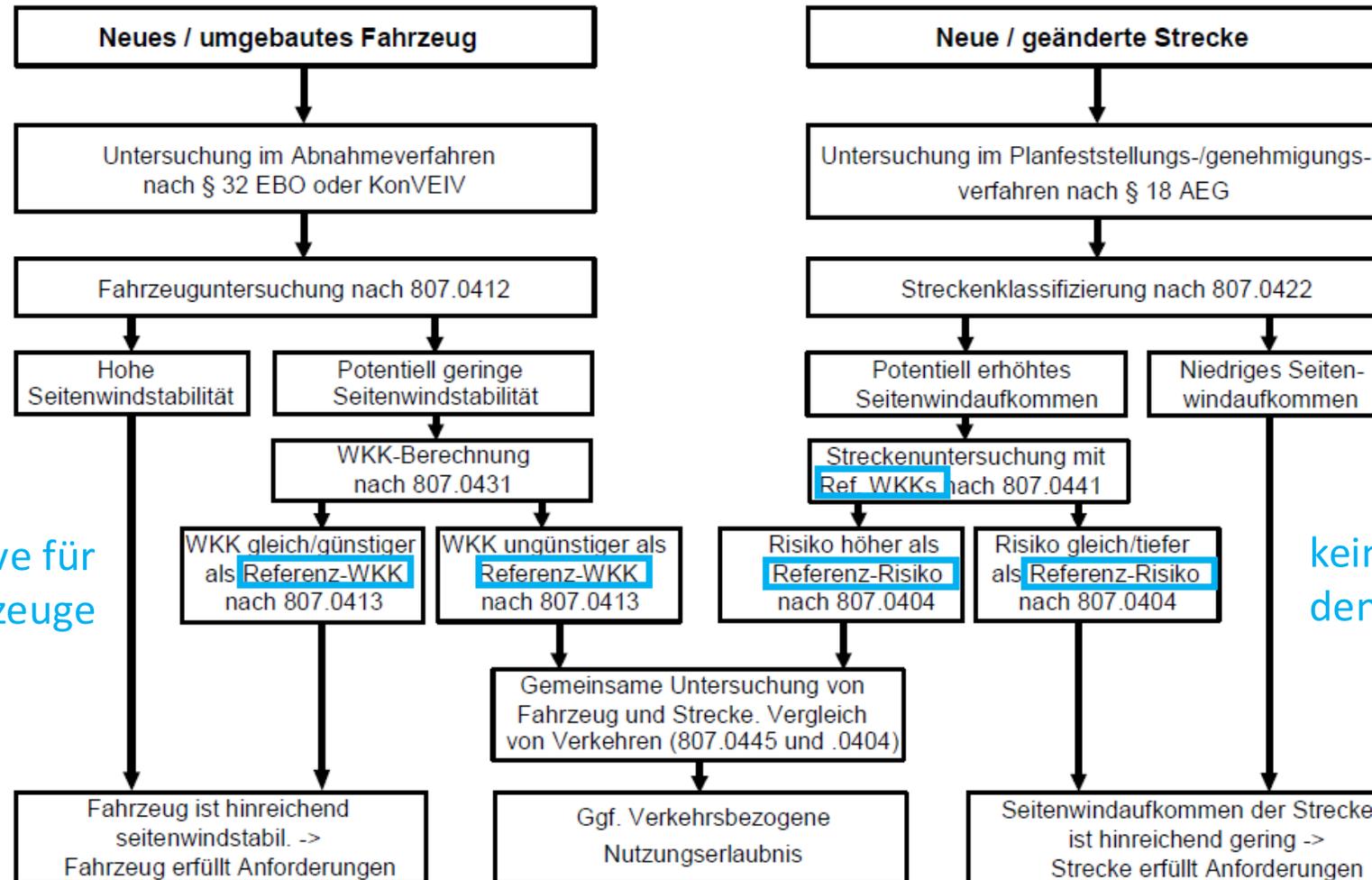
Für definierte Referenzfahrzeuge ist die Sicherheit unter kritischsten Betriebsbedingungen zu gewährleisten. Die TSI INF bezieht sich dabei auf Eigenschaften von Personenzügen gemäß TSI LOC&PAS, **nicht jedoch auf Eigenschaften des Güterverkehrs.**

- (1) Eine Strecke ist in Bezug auf Seitenwind interoperabel, wenn die Sicherheit für einen auf dieser Strecke fahrenden Referenzzug unter den kritischsten Betriebsbedingungen gewährleistet ist.
- (2) In den Bestimmungen für den Konformitätsnachweis sind die charakteristischen Windkurven der Referenzzüge gemäß der TSI LOC&PAS zu berücksichtigen.
- (3) Ist es aufgrund der geografischen Situation oder der spezifischen Streckenmerkmale nicht möglich, die Sicherheit ohne entsprechende Minderungsmaßnahmen zu gewährleisten, so muss der Infrastrukturbetreiber die notwendigen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit ergreifen, beispielsweise
 - indem er die Fahrgeschwindigkeit, gegebenenfalls vorübergehend bei Sturmgefahr, stellenweise verringert;
 - indem er Vorrichtungen anbringt, die das betreffende Gleis vor den Wirkungen des Seitenwinds schützen;
 - durch andere geeignete Mittel.
- (4) Nach Abschluss dieser Maßnahmen ist nachzuweisen, dass die Sicherheit gewährleistet ist.

- Betriebliche Konzernregelwerke (z.B. Ril 420.0561) aus den 1990er zur Durchführung windgefährdeter Güterzüge auf SFS
- Seitenwindregelwerk wurde 2006 eingeführt und wird bis heute sowohl für die Bewertung der Fahrzeugstabilität als auch des Seitenwindaufkommens einer Infrastruktur erfolgreich eingesetzt.
- Grundsatz ist immer das Vorliegen eines langjährig existierenden seitenwindsicheren Referenzzustands mit positiver Betriebserfahrung. Zukünftiger Eisenbahnbetrieb muss demnach mindestens das bisher als sicher erachtete Niveau einhalten.
- Ein Fahrzeug wird als regelwerkskonform betrachtet, wenn seine Windkennkurve (WKK) besser/gleich die entsprechende Referenzwindkennkurven (RWKK) ist, die Fahrzeugstabilität in einem Geschwindigkeitsbereich repräsentiert (Klassen A bis E).
- Eine Strecke gilt unter ihren Betriebsbedingungen als regelwerkskonform, wenn der Betrieb aller Referenzfahrzeuge (RWKK) das Sicherheitsziel erfüllt, das durch eine in Ril 807.04 definiertes tolerierbares Sicherheitsziel vorgegeben ist.
- Die Seitenwindsicherheit wird nur für den Personenverkehr behandelt, nicht für den Güterverkehr (keine Referenzkurve für Fahrzeuge im Güterverkehr, kein Sicherheitsziel für den Güterverkehr).

Seitenwindregelwerk Ril 807.04

Prinzipschaubild für Nachweisführung



keine Referenzkurve für Güterfahrzeuge

kein Sicherheitsziel für den Güterverkehr

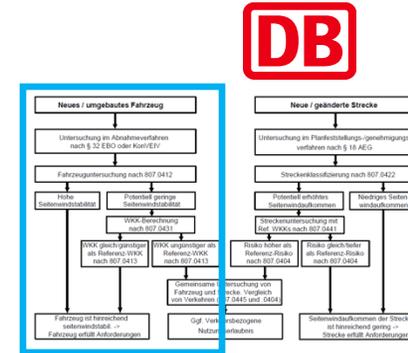
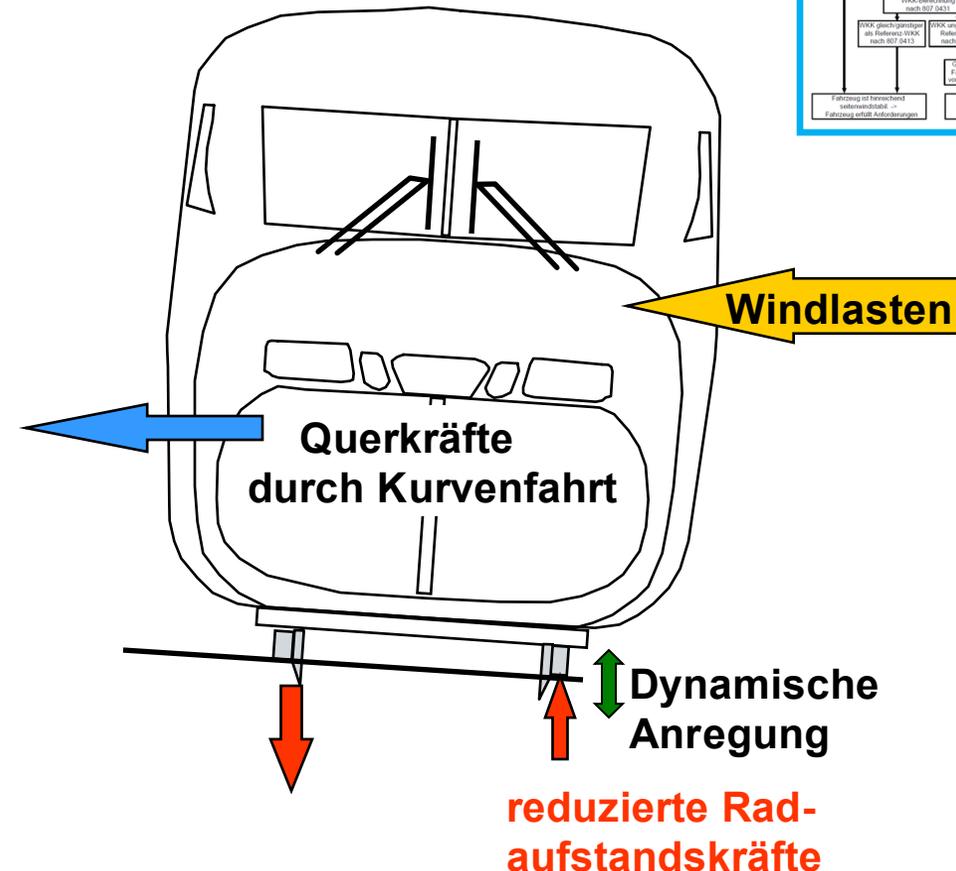
Fahrzeugstabilität („Kippsicherheit“)

Phänomen

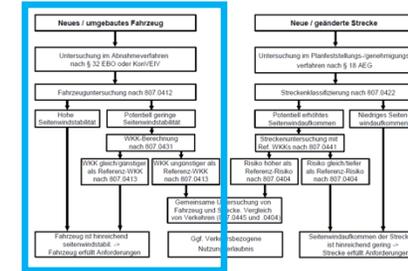
- Windlasten überlagern sich mit
- Querbeschleunigungskräften und
- dynamischen Lasten und bewirken
→ Radentlastung

Indikatoren windempfindlicher Fahrzeuge

- Position vom Fahrzeugverband (**Aerodynamik**)
- Leichte Fahrzeuge (**Beladung**)
- Große Seitenfläche (Fahrzeughöhe, **Beladung**)
- Bogenschneller Betrieb (Querkkräfte)
- (Hohe Betriebsgeschwindigkeiten)



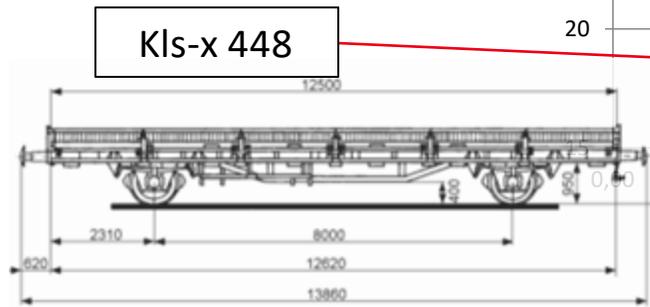
JNS Crosswind: Fahrzeuganforderung für zukünftige Güterfahrzeuge bis 120 km/h



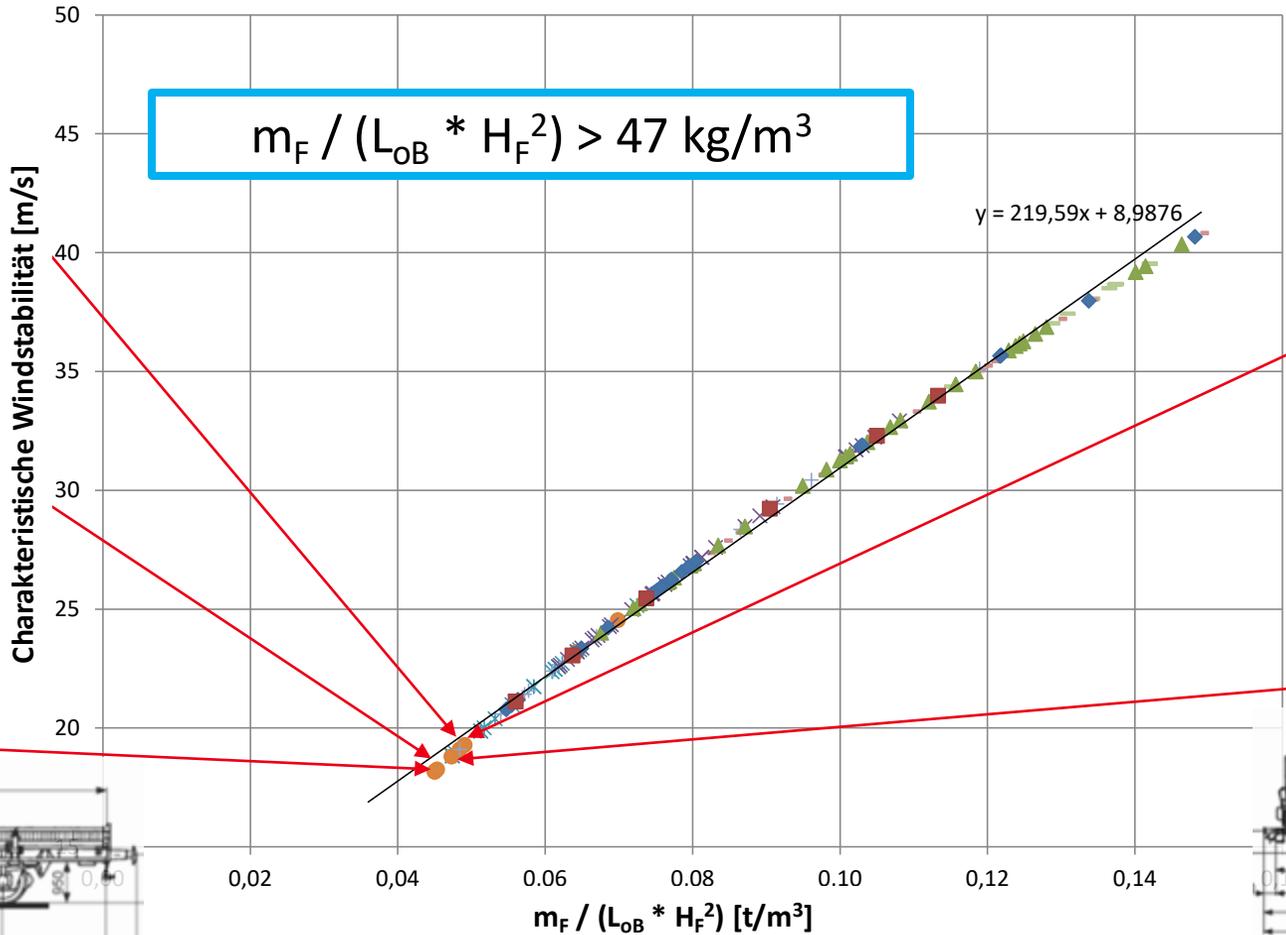
Klps 444



Kbs 442/443
(Kls 442)

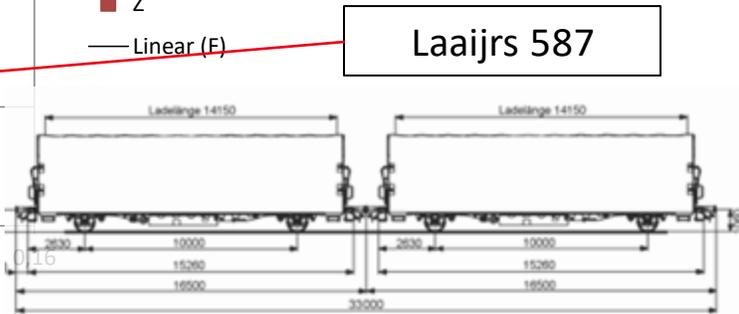


Kls-x 448



Hbbins-tt 309

- E
- F
- × H
- K
- + L
- × R
- ▲ S
- ◆ T
- Z
- Linear (F)



Laaijrs 587

Systemtechnik

Windaufkommen entlang der Infrastruktur (Modul 0441)



- Eingabedaten**
- Strecken-km/ Länge
 - Windzone (v_b , c_{dir})
 - Geländekategorie links/rechts
 - Orientierung
 - Höhe links/rechts
 - Damm/Brücke/Einschnitt/Tunnel

Windmaschine

- Ergebnis**
- Windüberschreitenshäufigkeiten
 - Ab 15 m/s bis 45 m/s
 - 0° bis 330° in 30° Schritten

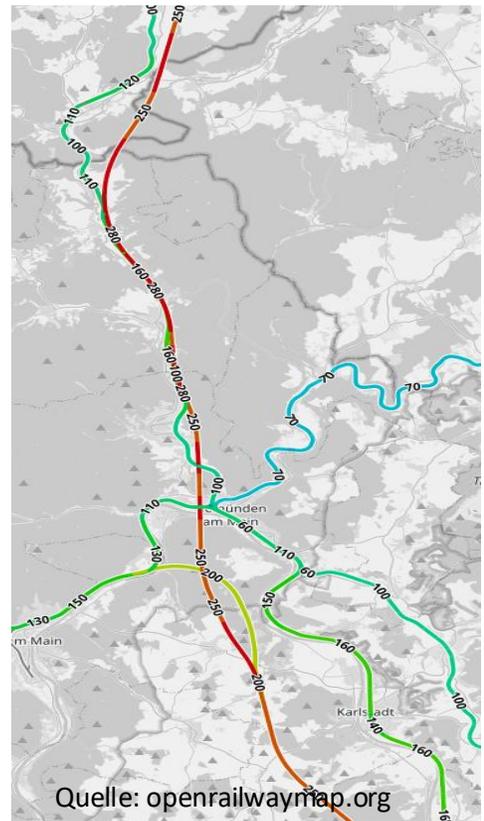
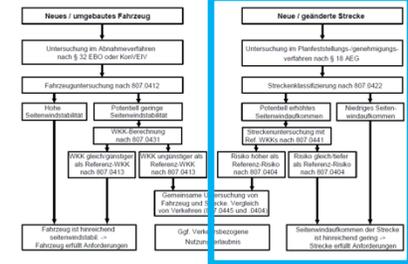
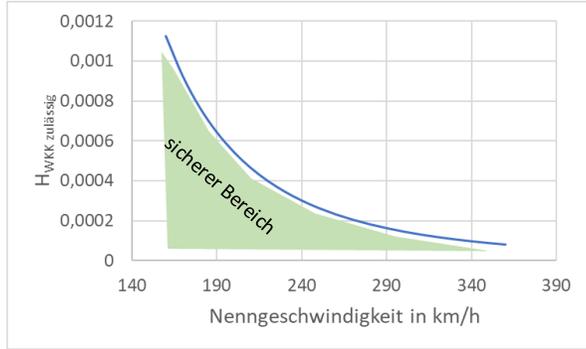


- Ergebnis**
- Windkennkurvenüberschreitenshäufigkeit für Fahrzeugklassen (A bis E) und Vergleich zum Sicherheitsziel nach Ril 807.0404

- Eingabedaten**
- Streckengeschwindigkeiten
 - Fahrzeugklassen (A bis E)
 - Radii und Überhöhungen
 - Windschutz links/rechts

Seitenwind-analyse

$$H_{WKK} \leq 16400 \frac{1}{a} * \left(\frac{v_{nenn}}{km/h} \right)^{-3,25}$$

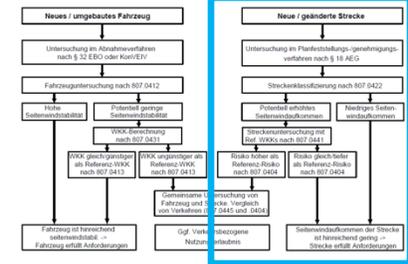


Systemtechnik

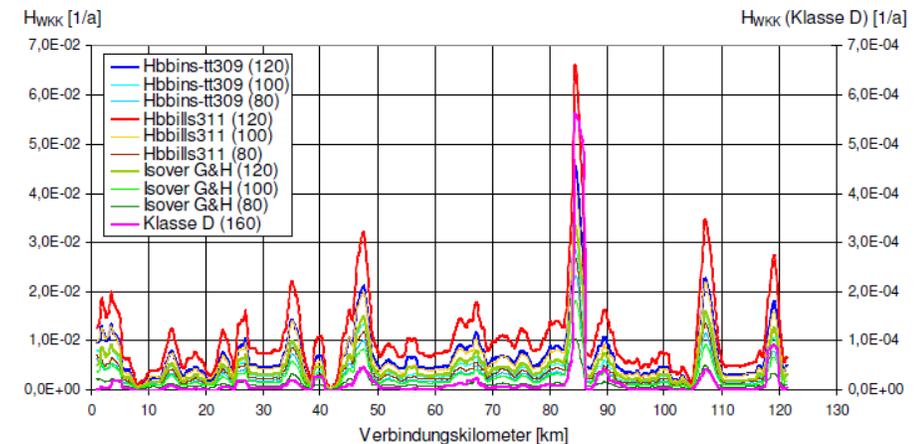
Infrastrukturbewertung Güterverkehr in Deutschland



- Es wurden Module für die Bewertung von Seitenwind im Güterverkehr ausgearbeitet. Seit die Ril 807.04 in Kraft ist, sind diese Module ohne regelnden Inhalt (kein Referenz-Güterfahrzeug, kein Sicherheitsziel für den Güterbetrieb).
- In der Vergangenheit wurde die Bewertung des Seitenwinds im Güterverkehr durch die Berücksichtigung eines langsam fahrenden regionalen Referenzzuges (Klasse D) vorgenommen. Dieser Ansatz beruht auf einer internen DB ST-Studie, wonach dieses Referenzfahrzeug ähnliche Merkmale der WKK-Überschreitungsrate wie ein Güterfahrzeug aufweist.
- Die Tatsache, dass die Bewertung des Seitenwindes der Infrastruktur durch den Personenverkehr auch den Güterverkehr einschließt, wurde von einer Experten-Gruppe in einer Risikobewertung schließlich bestätigt.

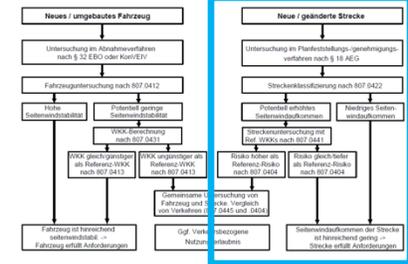
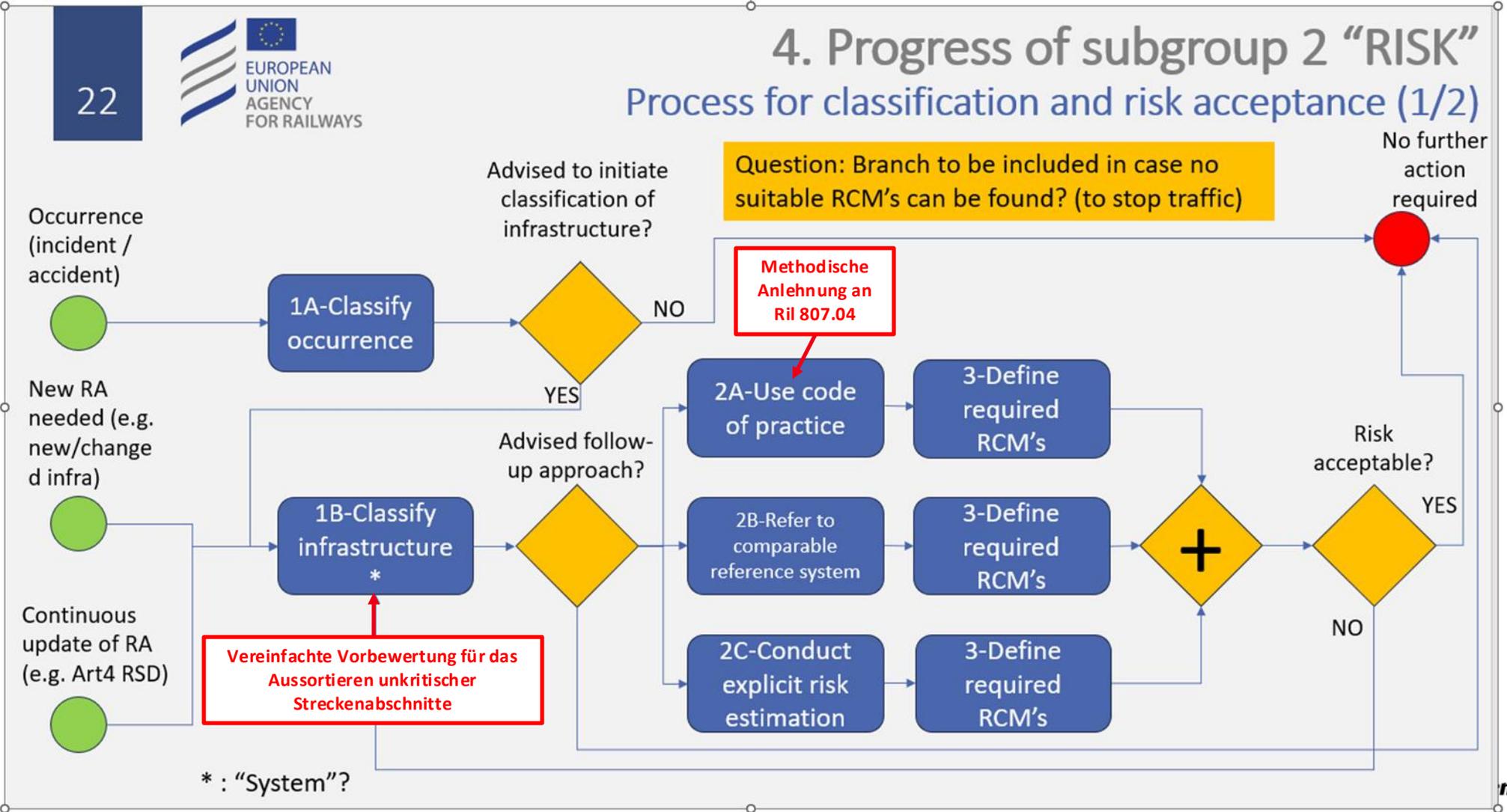


Richtlinie		Die Bahn	
Bautechnik, Leit-, Signal- u. Telekommunikationstechnik		Ausgewählte Maßnahmen und Anforderungen an das Gesamtsystem	
Aerodynamik / Seitenwind		807.0435	
- Windkennkurven Güterfahrzeuge -		Seite 1	
- in Bearbeitung -			



Systemtechnik

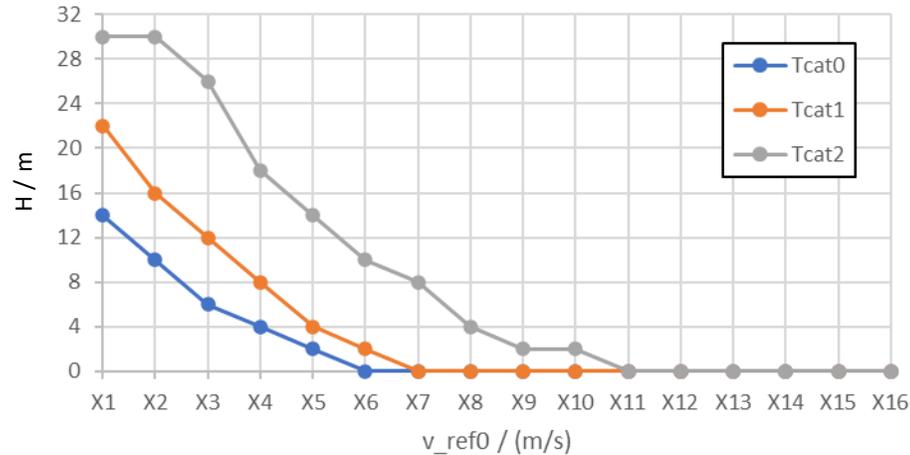
JNS Crosswind: Infrastrukturbewertung



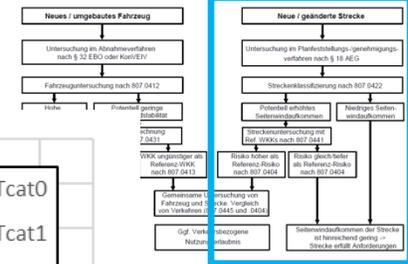
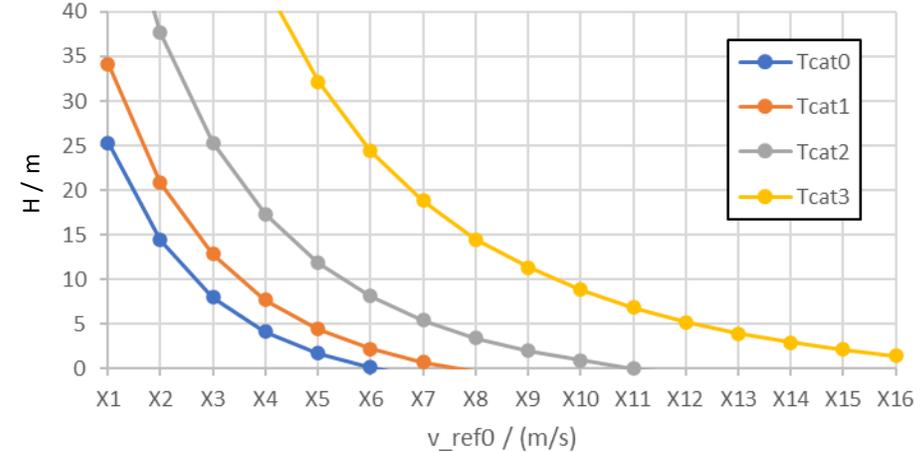
JNS Crosswind: Infrastrukturvorbewertung



Dämme / Aufschüttungen



Brücken



	Reference wind speed v_{ref0} / (m/s)															
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
$0 \text{ m/s}^2 \leq a_q < Y1 \text{ m/s}^2$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$Y1 \text{ m/s}^2 \leq a_q < Y2 \text{ m/s}^2$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
$Y2 \text{ m/s}^2 \leq a_q < Y3 \text{ m/s}^2$	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
$Y3 \text{ m/s}^2 \leq a_q \leq 1 \text{ m/s}^2$	15	16	17	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

- Methodenvorschlag für die Infrastrukturvorwertung unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussfaktoren vorhanden
- Unklar ist allerdings dessen Validierung im europäischen Kontext
- Praktische Anwendung offen (Instruktionen, Ermittlung der Einflussfaktoren)

- Entwicklungen / Untersuchungen / Wissensaufbau im Seitenwind waren in der Vergangenheit immer durch den Personenverkehr getrieben. → Güterverkehrsuntersuchungen sind eher Einzelfallbetrachtungen
- Für das deutsche Netz gilt im Hinblick auf die Seitenwindstabilität des Güterverkehrs: Der Verkehr ist sicher, das Sicherheitsniveau ist gesellschaftlich akzeptiert. Diese Aussage gilt für den derzeitigen Fahrzeugbestand, die heutige Infrastruktur und Betriebsweise sowie die derzeitige Witterungslage.
- In Deutschland ist ein Maßnahmenmix aus Anforderungen an die Fahrzeugtechnik und die Infrastruktur üblich. Maßstab sind die seitenwindspezifischen Eigenschaften von Referenzfahrzeugen als Mindestanforderung an die Seitenwindstabilität der Fahrzeuge einerseits, andererseits muss die Infrastruktur, ggf. durch geeignete Maßnahmen, den sicheren Betrieb der Referenzfahrzeuge gewährleisten.
- Dieses Referenzverfahren wird für den Personenverkehr angewendet, **die Seitenwindsicherheit des Güterverkehrs gilt damit als abgedeckt**. Die Praxis zeigt ausreichende Sicherheit für alle Verkehrsarten unter den augenblicklichen Betriebsbedingungen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



René Volkert

Aerodynamik und Klimatechnik

Völckerstraße 5

D-80939 München

+49 (0)89 1308-7698

Rene.Volkert@deutschebahn.com

www.db-systemtechnik.de

Systemtechnik