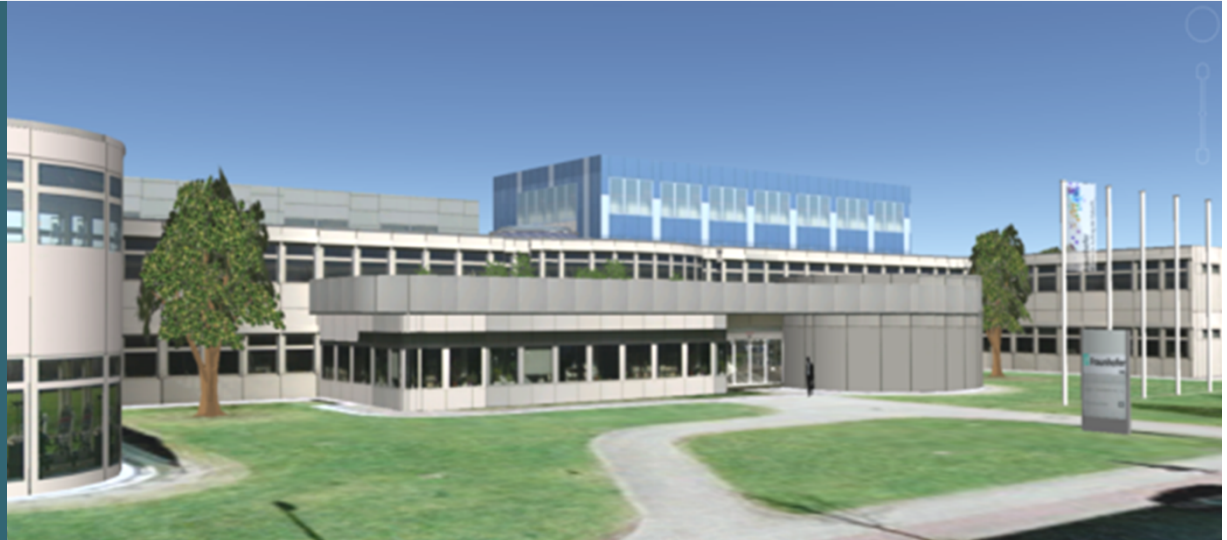




Alles im grünen Bereich.

Neue Entwicklungen bei der Ladungssicherung



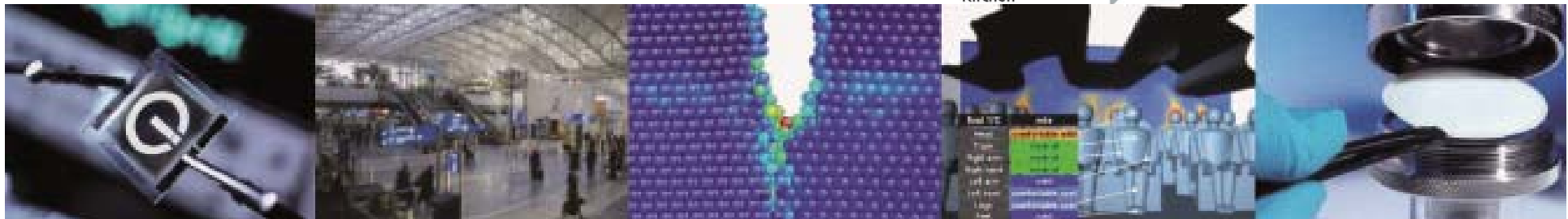
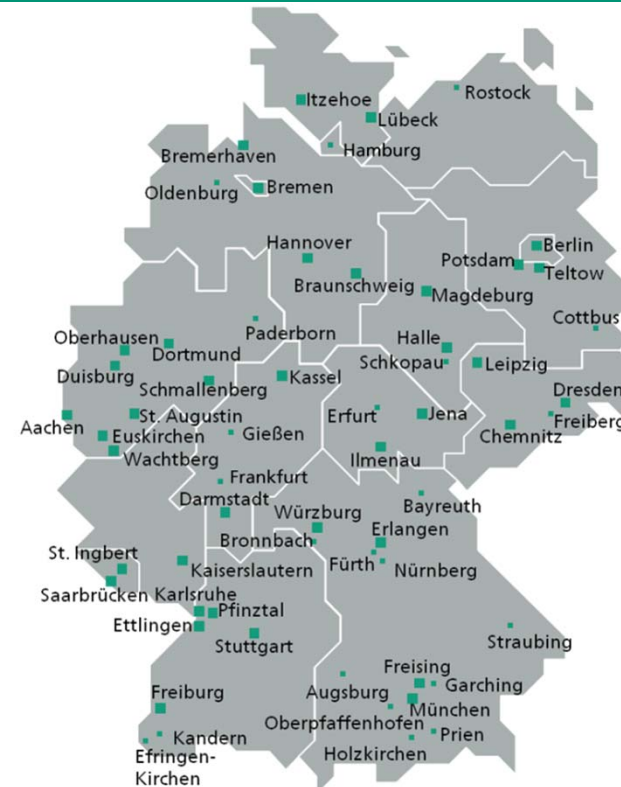
Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
23. und 24. Oktober 2013
EuroSpeedway Lausitz



Gerrit Hasselmann
Fraunhofer Institut IML,
Verpackungslabor / Ladungssicherung

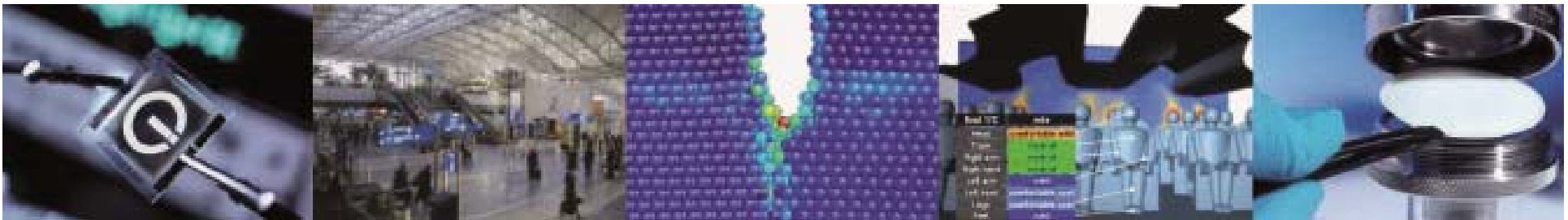
Die Fraunhofer-Gesellschaft - Standorte in Deutschland

- 66 Institute
- mehr als 22.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- <http://www.fraunhofer.de/de/institute-einrichtungen.html>



Die Fraunhofer-Gesellschaft - Forschungsthemen

- Gesundheit, Ernährung und Umwelt
- Schutz und Sicherheit
- Information und Kommunikation
- **Verkehr** und Mobilität
- Energie und Wohnen
- Produktion



Die Fraunhofer-Gesellschaft - Verkehr und Mobilität

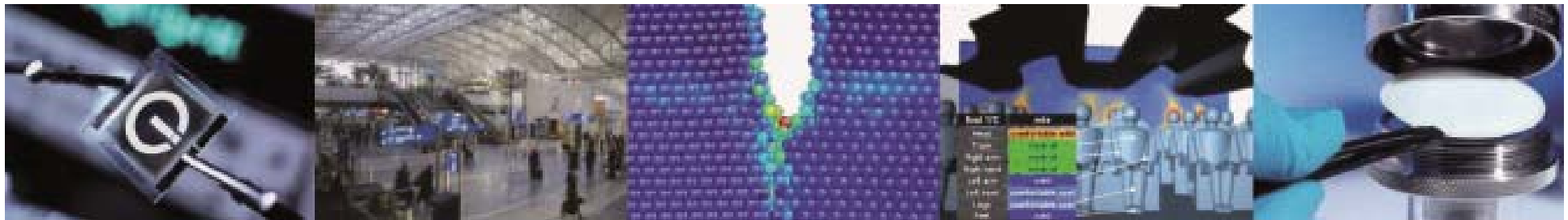


Fraunhofer Crashtest-Anlage

Sind die neuen Leichtbaufahrzeuge sicher?

Was passiert bei einem Unfall mit einem Elektroauto?

Diese und viele weitere Fragen untersuchen Forscher in der neuen flexiblen Crashtest-Anlage im baden-württembergischen Efringen-Kirchen.

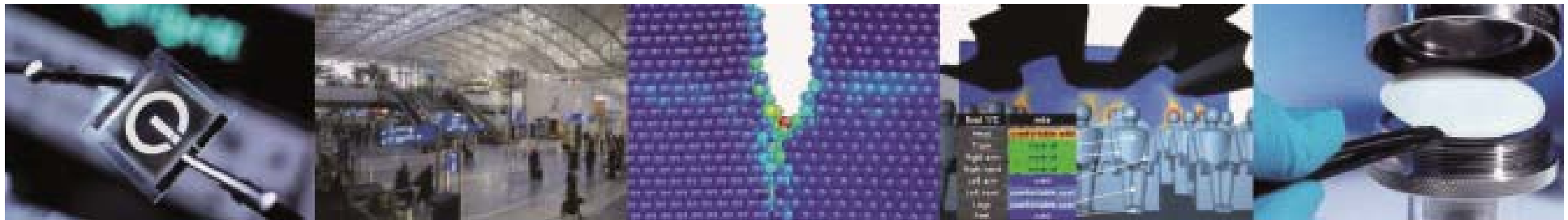


Die Fraunhofer-Gesellschaft - Verkehr und Mobilität



Unfallschutz in der Frontscheibe

Fahrerassistenzsysteme helfen Unfälle zu vermeiden. Denn je mehr ein Auto über seine Umgebung weiß, desto intelligenter kann es auf sie reagieren. Forscher haben jetzt einen optischen Sensor für die Frontscheibe entwickelt, der sogar Nebel von Dämmerlicht unterscheidet. Das System wird auch für Kleinwagen verfügbar sein.

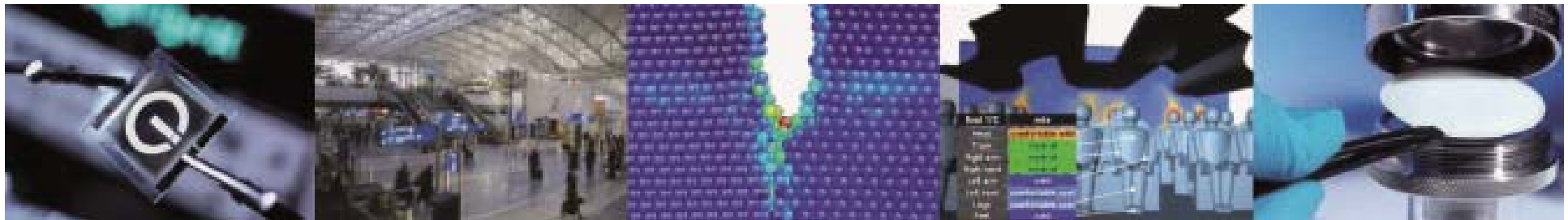


Die Fraunhofer-Gesellschaft - Verkehr und Mobilität



Eyetracker warnt vor Sekundenschlaf

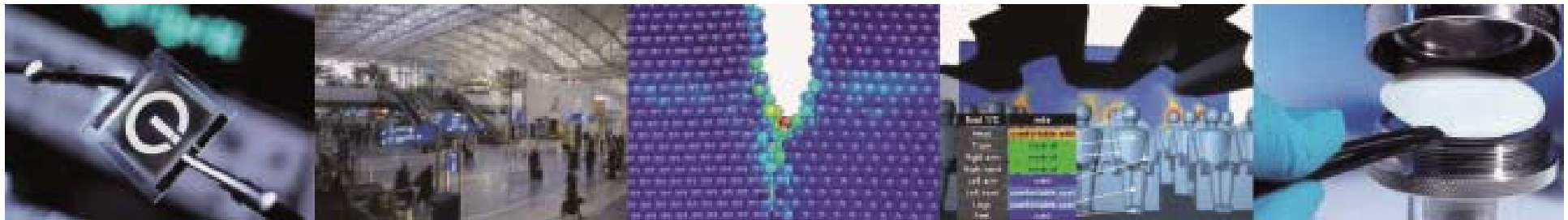
Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat gibt an, dass jeder vierte Unfall mit Todesfolge auf Autobahnen durch Sekundenschlaf verursacht wird. Der Eyetracker hilft aufmerksam zu bleiben.



Die Fraunhofer-Gesellschaft - Forschung und Entwicklung

Das **wichtigste Geschäftsfeld** der Fraunhofer-Gesellschaft ist die **Auftragsforschung**. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt konkret umsetzbare technische und organisatorische **Lösungen** und trägt zur breiten Anwendung neuer Technologien bei.

Im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen können Sie auch die Dienste akkreditierter **Prüflabors** in Anspruch nehmen und sich die Qualität Ihrer Produkte, die Einhaltung von Normen u. a. bestätigen lassen, z. B. durch Prüfbericht, Prüfzeugnis, Erteilung von Prüfsiegeln etc..



DAS FRAUNHOFER INSTITUT IML



Das Fraunhofer Institut IML - Daten und Fakten

- Gegründet 1981 durch Prof. Dr.-Ing. Reinhard Jünemann
- Aktuell ca. 220 Wissenschaftler/-innen
- Ca. 250 Studentische Mitarbeiter/-innen
- 23 Mio. € Umsatz (2012), davon 65% Aufträge aus der Wirtschaft
- Außenstellen & Projektzentren in:
Cottbus, Frankfurt am Main, Hamburg, Prien / Chiemsee
- Kooperationen mit:
HSG St. Gallen (Schweiz), Georgia Tech (USA),
Lissabon (Portugal), Shanghai (China), Rio de Janeiro (Brasilien)



Prüfungen im Labor



Statische Prüfungen (z.B. Konstruktions- & Materialoptimierung)
Klimatische Prüfungen
(z.B. Optimierung der Isolier- / Stabilitätseigenschaften)

I II
III IV

Dynamische Prüfungen (z.B. Sicherungs- & Polsteroptimierung)
Dynamische / statische & klimatisch Prüfungen
(z.B. Reduzierung von Lager- & Transportschäden)



- Laborprüfungen basieren auf nationalen und internationalen Normen

Prüfungen im Labor

Ziel von Prüfungen und Bewertungen im Labor in Bezug auf den Transport:

- Bilden einer transportgerechten Verpackungssystems bzw. von Ladeeinheiten.
- Transportgerecht bedeutet ausreichend formstabil gegenüber Belastungen durch Beschleunigungen und Zurrmittel,



Prüftechnik zur Ladungssicherung

Leistungen:

- Ermittlung von Reibzahlen
 - mit realen Ladungen
 - auf originalen Ladeflächen
- Prüfgutachten für Anti-Rutsch-Materialien (VDI 2700, Blatt 14 / 15)
- Dynamische Fahrprüfungen, Basis DIN EN 12642
- Konzeption / Entwicklung von Sicherungssystemen



Der sichere Transport – nicht ganz neu!

*Ich schwöre
einen Eid
zu Gott dem Allmächtigen,
daß ich das Gut, dass mir vom hiesigen
beeideten Reidemeister zu fahren
aufgeladen wird,
für billigmäßige Belohnung dahin fahren,
treulich verwahren und redlich überliefern,
kein Gut verfahren
oder irgend anderswo hinbringen
als mir aufgetragen ist,
was mir etwa an Geld und Wechseln
zurückzubringen gereicht wird,
aufrichtig und ohne einzige Hinterhaltung
überreichen,
auch für mich selbst kein Gut reiden
oder kaufen,
sondern mich in allem also betragen will
wie einem redlichen, aufrichtigen und
getreuen Fuhrmann gebührt.*



Der Fuhrmanns Eid
vom 6. August 1691

Fuhrmannseid vom 6. August 1691

Belastungen beim Transport?



Bremsen – Kurvenfahren - Spurwechsel bringen die Ladung zum ***Verrutschen*** und / oder ***Umkippen***.

Allgemein anerkannt sind die anzunehmenden Belastungen für den Straßenverkehr:

- In Fahrtrichtung $a=0,8\text{ g}$
- Quer zur Fahrtrichtung $a= 0,5\text{ g}$
- Gegen die Fahrtrichtung $a = 0,5\text{ g}$
- ($1\text{ g} = 9,81\text{ m/ s}^2$)



Belastungen beim Transport

- Woher kommen die Zahlenwerte für die Beschleunigungen?
- $a = 0,8$ (in Fahrtrichtung) und
- $a = 0,5$ (quer und gegen die Fahrtrichtung)
- Definiert in verschiedenen Normen und Richtlinien

Dyn. Fahrprüfungen DIN EN 12642

Dynamische Fahrprüfungen (gemäß DIN EN 12642)

- Wirksamkeit eines Sicherungskonzepts nachweisen durch Fahrmanöver:
 - Bremsen (vorwärts, rückwärts)
 - Halbkreis fahren
 - Spurwechsel fahren
- Mit Belastungen gemäß VDI 2700
 - a = 0,5 g quer
 - a = 0,5 g gegen
 - a = 0,8 g in Fahrtrichtung nachweisen
- Prüfbericht / Gutachten



Belastungen beim Transport

Grenzsituationen

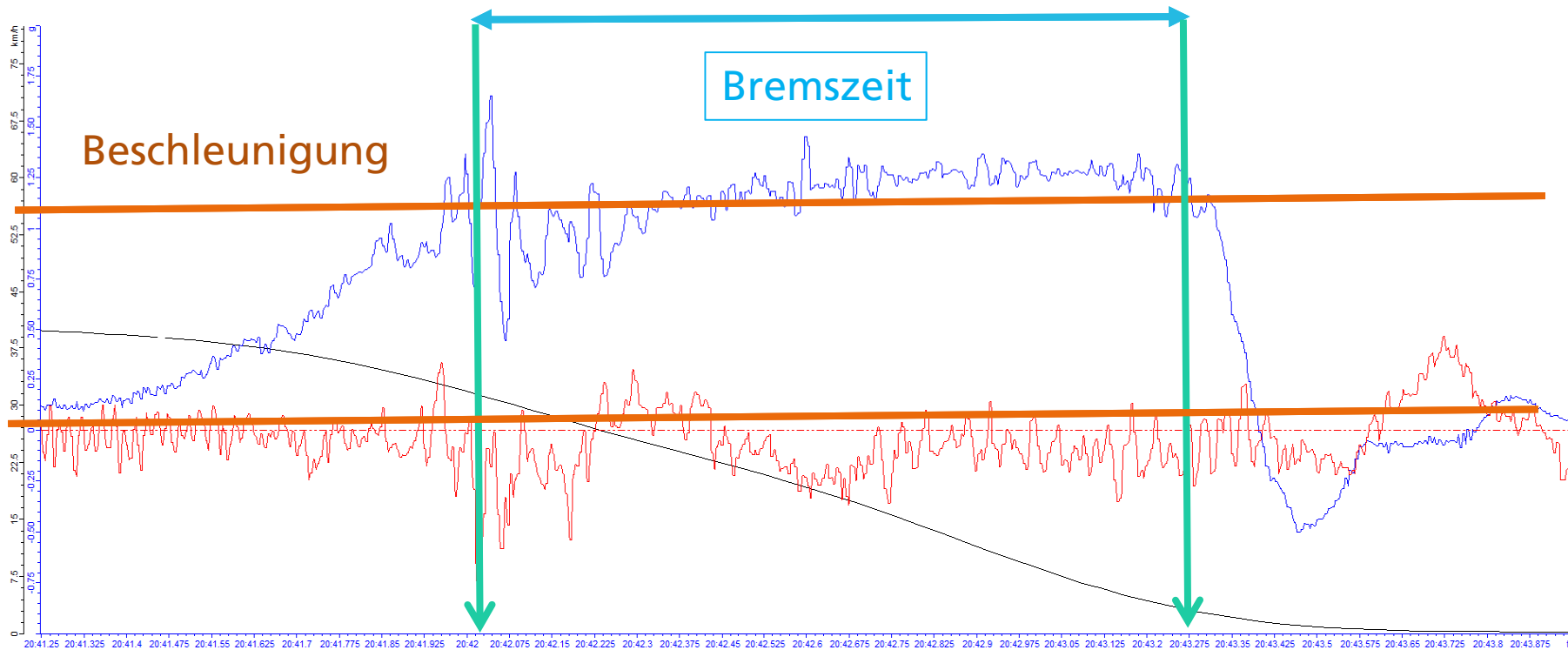


Video Zugmaschine

Belastungen beim Transport

Beschleunigung beim Vollbremsen

X-acc. (blue) vs. Z-acc. (red) and truck speed (black)

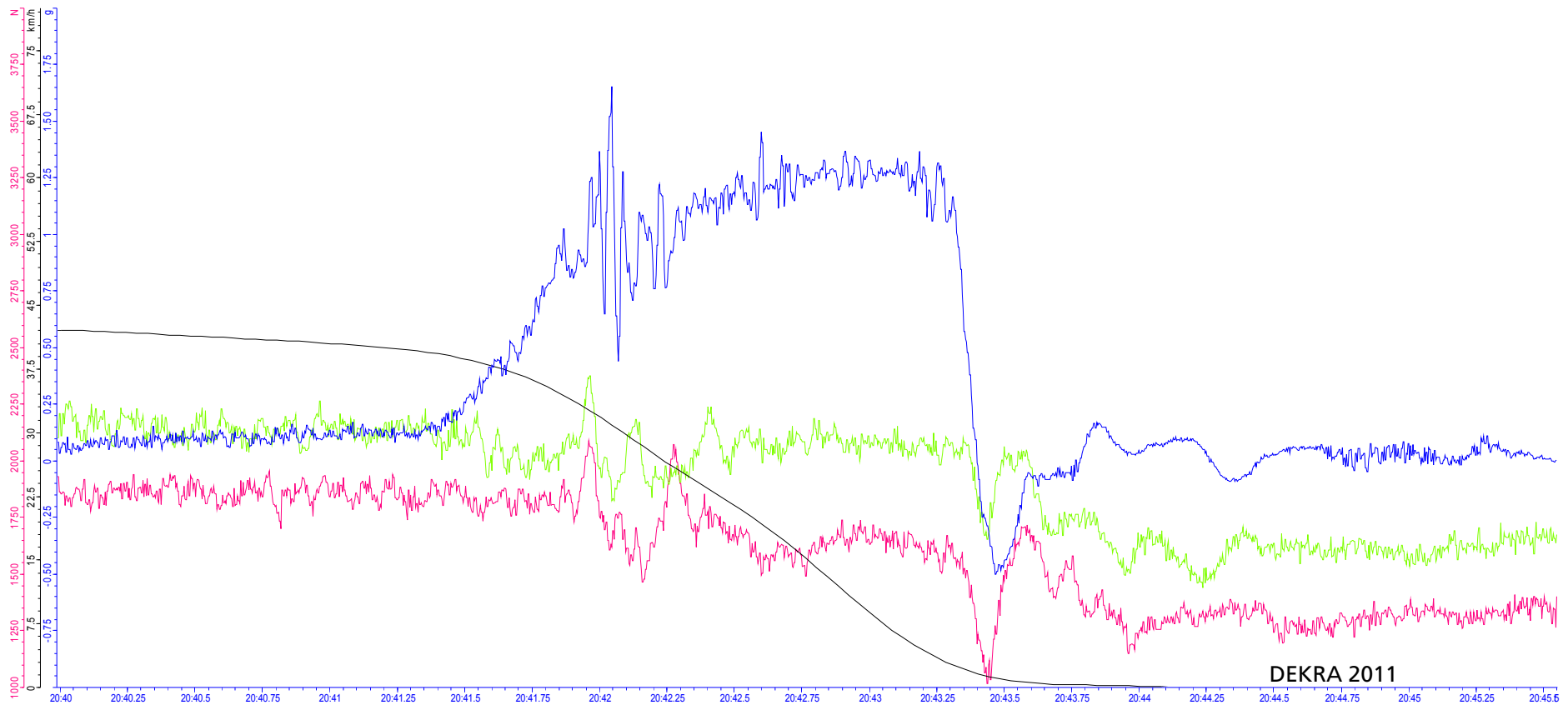


DEKRA 2011

Belastungen beim Transport

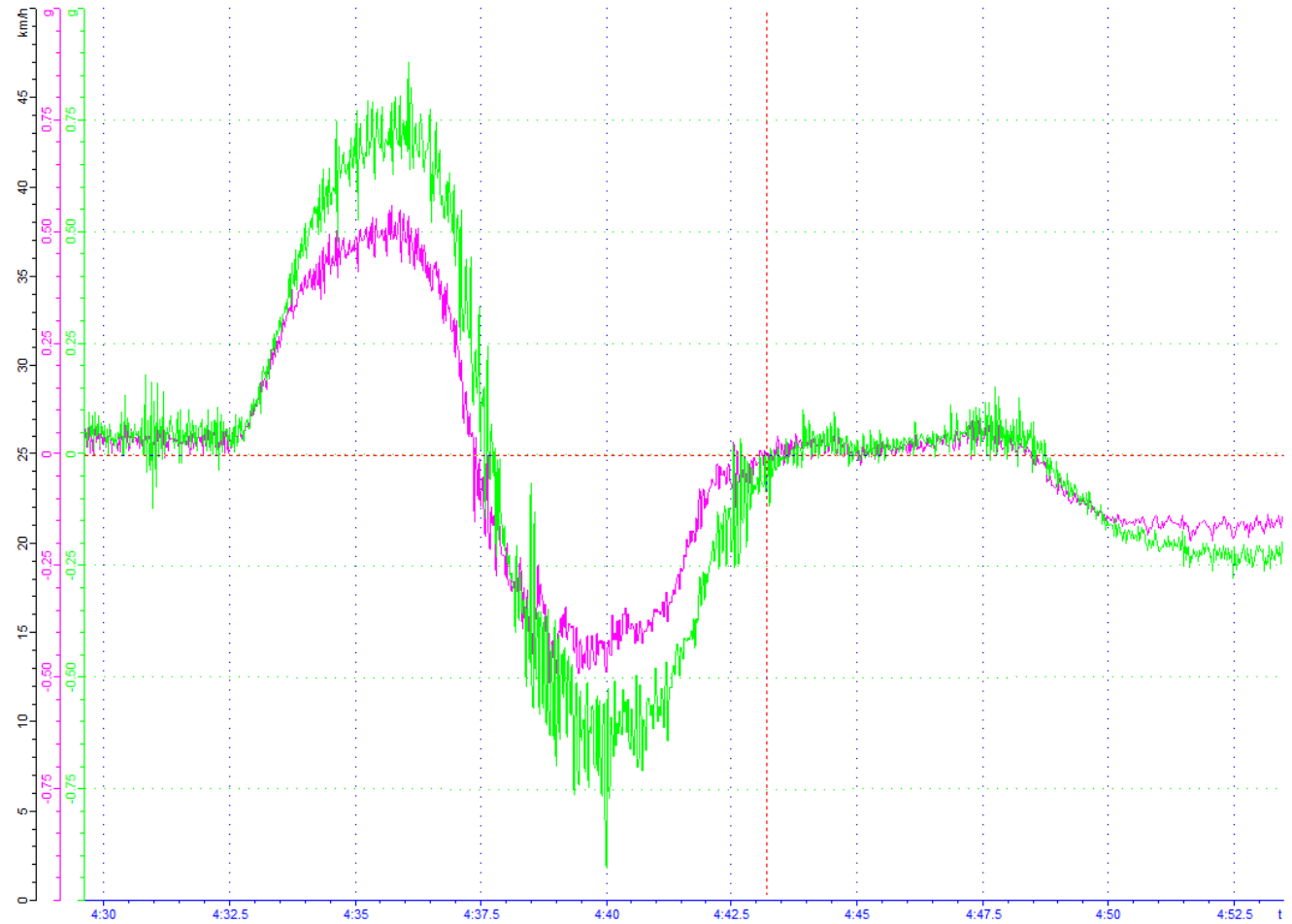
Beschleunigungsmessung

X-acc. (blue) vs. Z- acc. (red) + Y-acc. (green) and truck speed (black)



Belastungen beim Transport

Beschleunigungsmessungen beim Spurwechsel

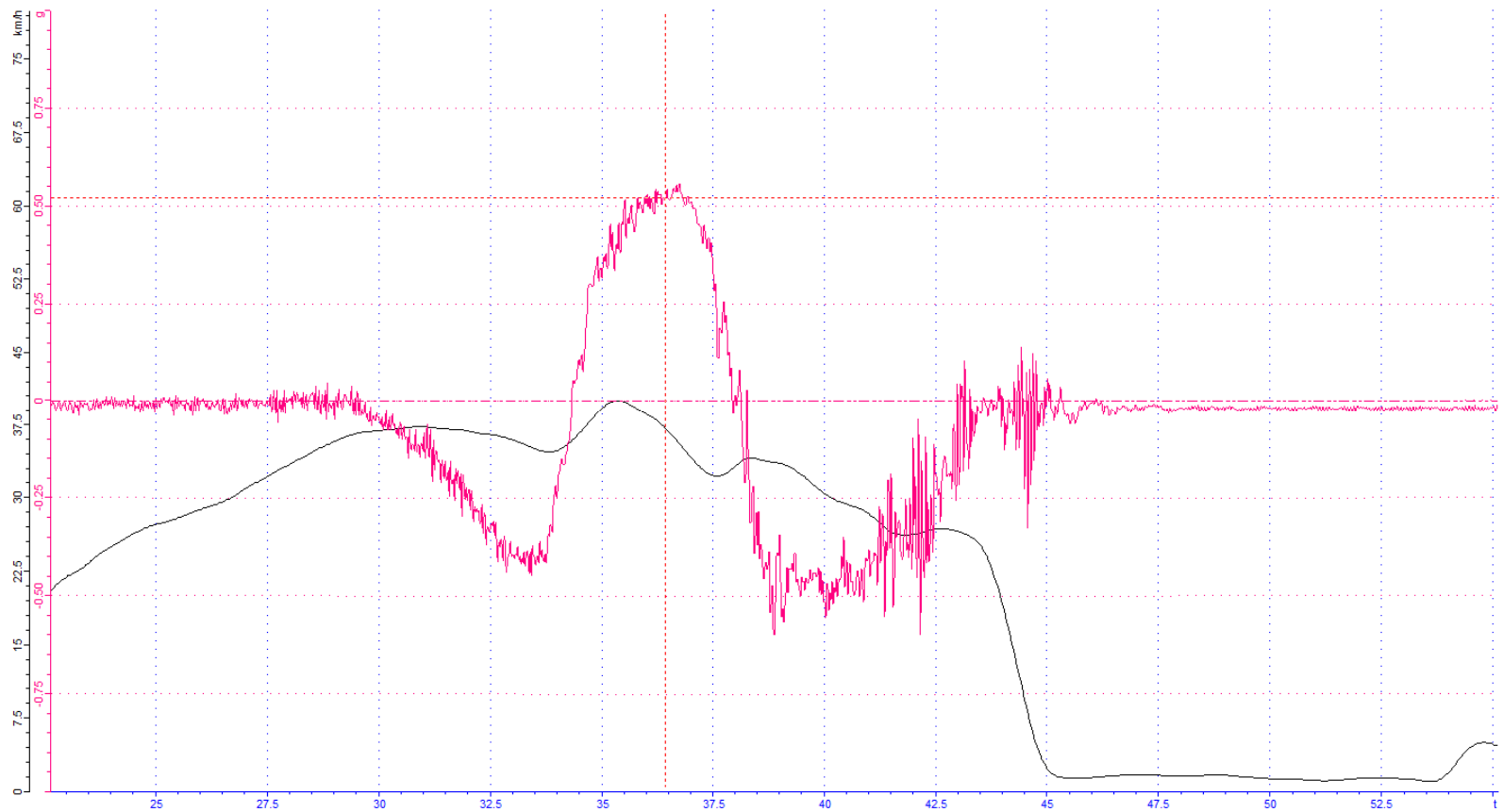


Belastungen beim Transport



Belastungen beim Transport

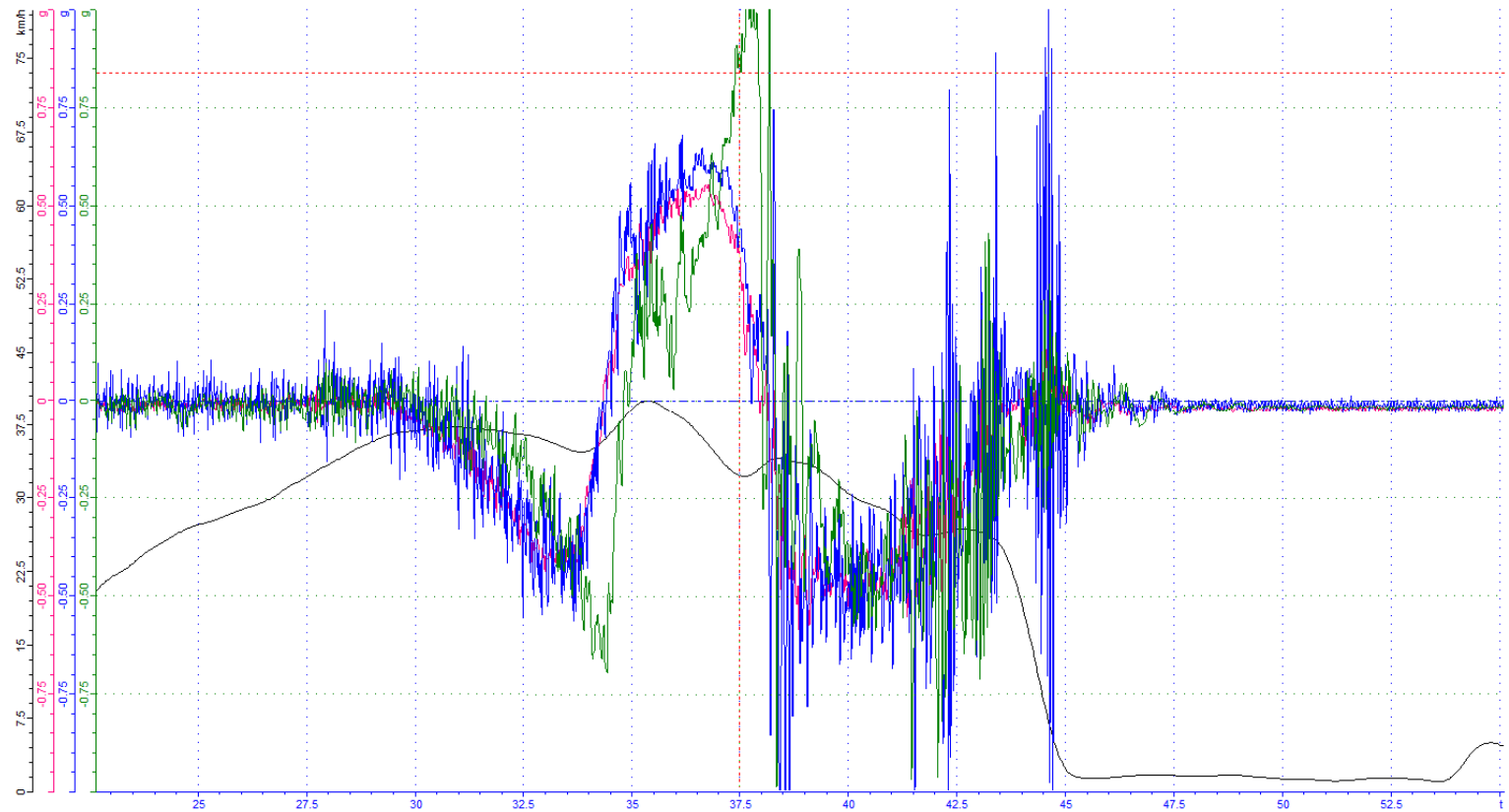
Beispiel 1- Spurwechsel:
Messung in Y-Richtung an der Position Mitte LF (rot)



Belastungen beim Transport

Beispiel 1- Spurwechsel:

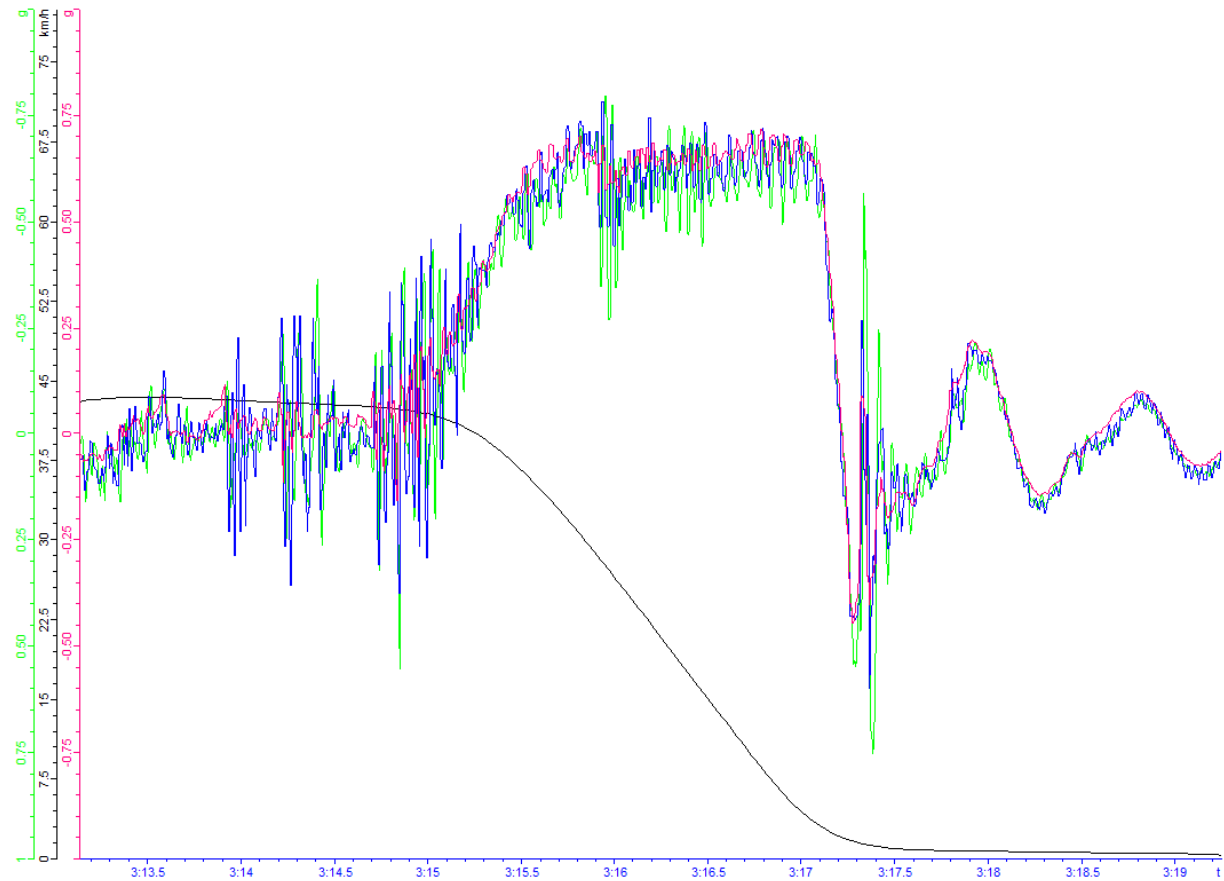
Messung in Y-Richtung an den Positionen Stirnwand (blau), Mitte LF (rot), Heck (grün)



Belastungen beim Transport

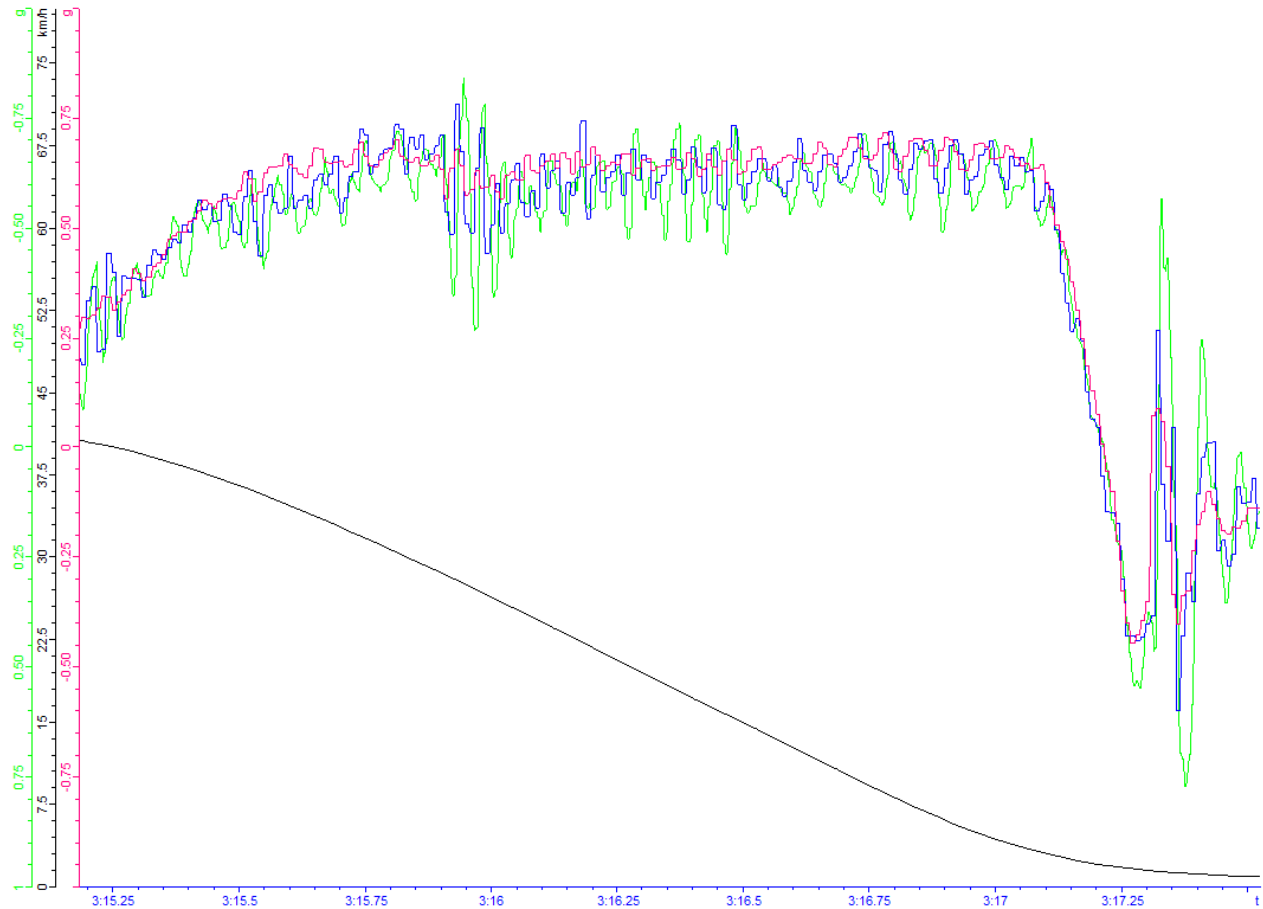
Beispiel 2 - Bremsen:

Messung in X-Richtung an den Positionen Stirnwand (blau), Mitte LF (rot), Heck (grün)



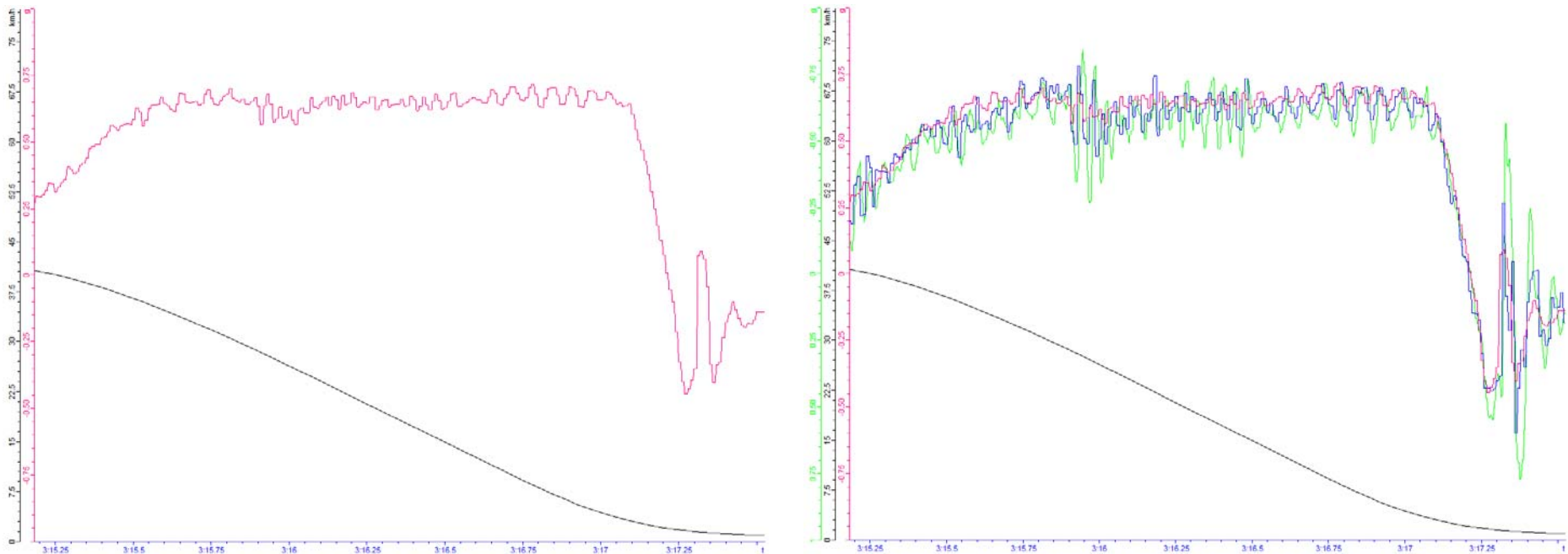
Belastungen beim Transport

Beispiel 2 –Bremsen (aufgelöst): Messung in X-Richtung an den Positionen Stirn (blau), Mitte LF (rot), Heck (grün)



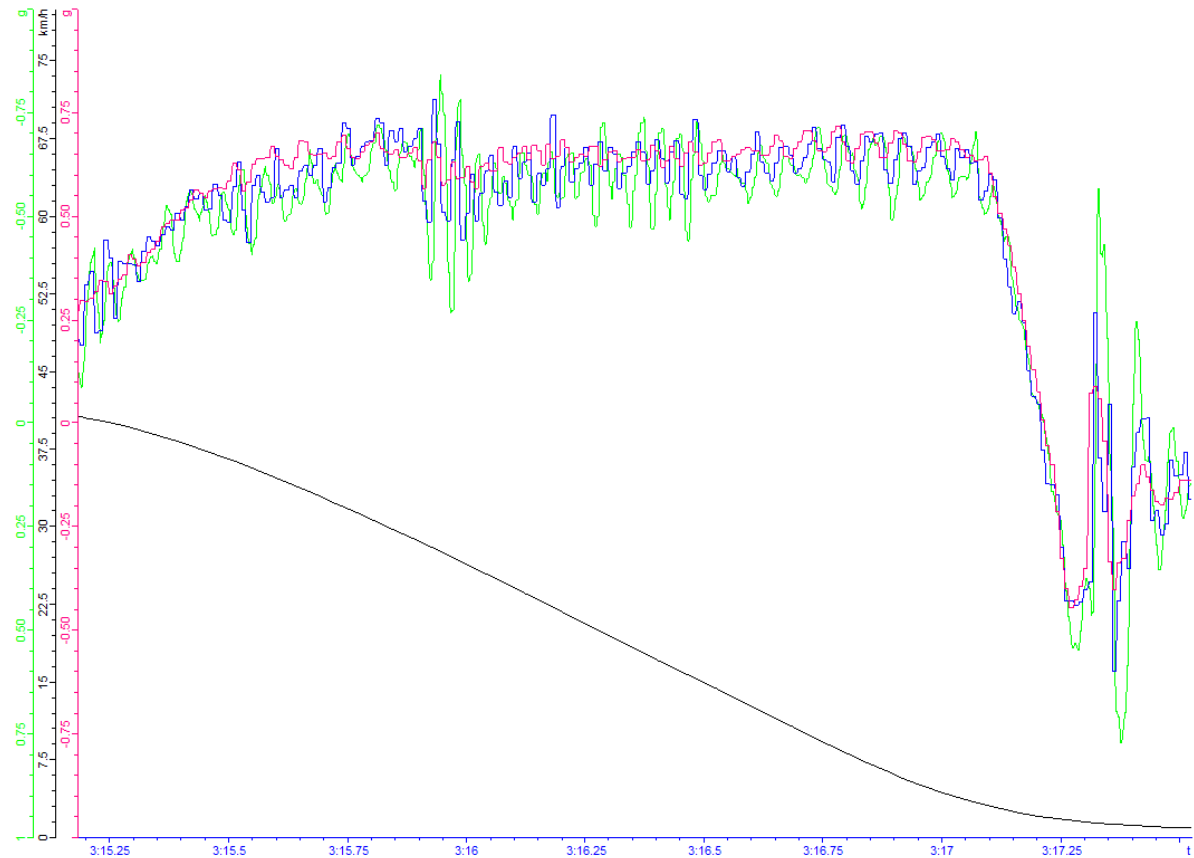
Belastungen beim Transport

Nur die linke Kurve ermöglicht eine seriöse Auswertung



Belastungen beim Transport

Es ist dringend notwendig in der Norm DIN EN 12 642 für Eindeutigkeit bei der Interpretation der Ergebnisse zu sorgen !



Inhalte



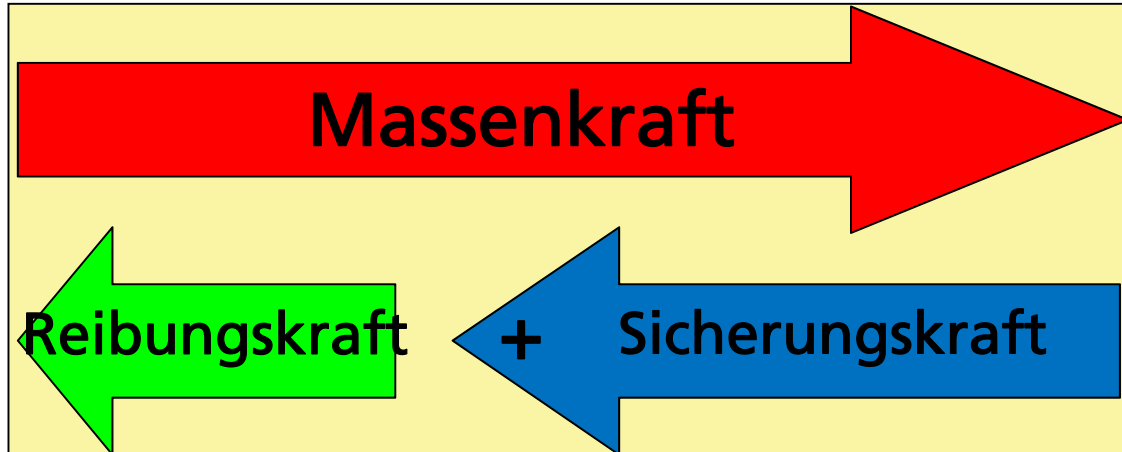
- **Reibung und Ladungssicherung**

Ladungssicherung durch Reibung

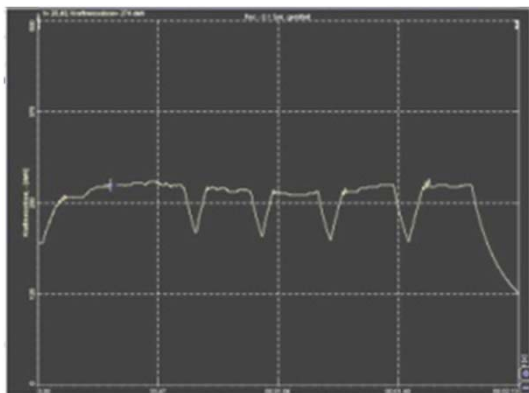
Die Ladungssicherung gegen Verrutschen ist ausreichend, wenn die Reibungskraft F_R und die Sicherungskraft F_S zusammen mindestens so groß sind wie die Massenkraft F_a .

Gleichgewicht der Kräfte: $F_a = F_R + F_S$

$$F_a - F_R = F_S$$



Ladungssicherung durch Reibung



- **Verrutschen von Ladungen verhindern?**
- Der Reibbeiwert der „Reibpaarung“ Ladegut / Ladefläche muss bekannt sein.
- Wichtig ist es, den Reibbeiwert real zu messen.
- Es sollten Ladung / Ladefläche spezifische Werte ermittelt / festgelegt werden
- Ist der Reibbeiwert zuverlässig bekannt, kann man mit der Reibkraft Ladungssicherungsmaßnahmen berechnen.

Reibwertmessungen

Branchen-Pool-Palette
auf Stahlblechboden



Reibwertmessungen

Pflastersteine – ohne
Palette – auf
Stahlblechboden



Reibwertmessungen



BDB

**Bundesverband
Betonbauteile Deutschland e.V.**
Kochstraße 6-7, D - 10969 Berlin
Telefon: +49 / 30 / 2592292-10
Telefax: +49 / 30 / 2592292-19
gf@betoninfo.de, www.betoninfo.de

SLG

**Betonverband Straße,
Landschaft, Garten e.V.**
Schloßallee 10, D - 53179 Bonn
Telefon: +49 / 228 / 95456-21
Telefax: +49 / 228 / 95456-90
slg@betoninfo.de, www.betonstein.de

**Ladungssicherung
von paketierfähigen Betonwaren**

Gutachten über die Untersuchungen zum
Gleit-Reibbeiwert unter Praxisbedingungen

SLG Betonverband
Straße, Landschaft,
Garten e.V.

Es kommt drauf an,
was man draus macht.

Reibwertmessungen

Beispiel: Tafelbleche gestapelt
Reibwertmessung in Bodenlage



Reibwertmessungen

Beispiel: Tafelbleche gestapelt – Reibwertmessung an der Zwischenlage



Reibwertmessungen

Beispiel: lange Tafelbleche – Reibwertmessung in Bodenlage



Reibwertmessungen

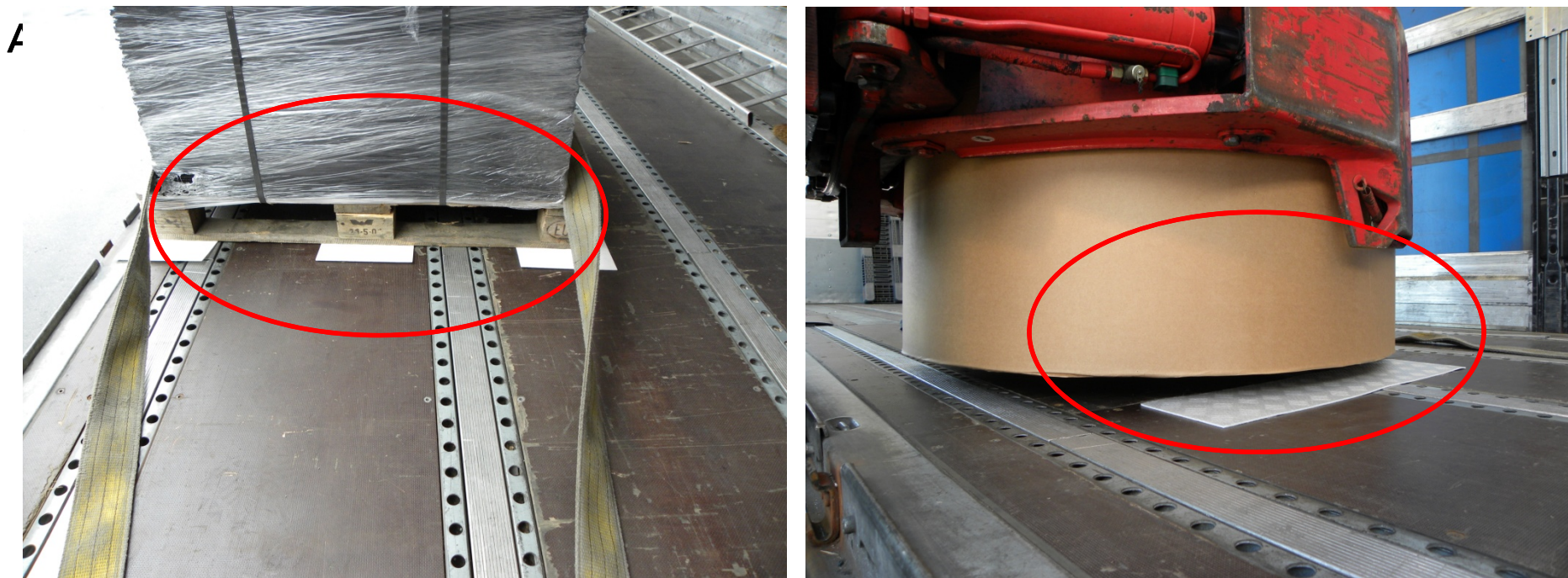
Beispiel: lange Tafelbleche – gummiertes
Stahlhohl Profil als eine Alternative zum
Holzbalken



Was kann man tun, wenn der Reibbeiwert durch Niederzurren nicht ausreichend erhöht werden kann ?

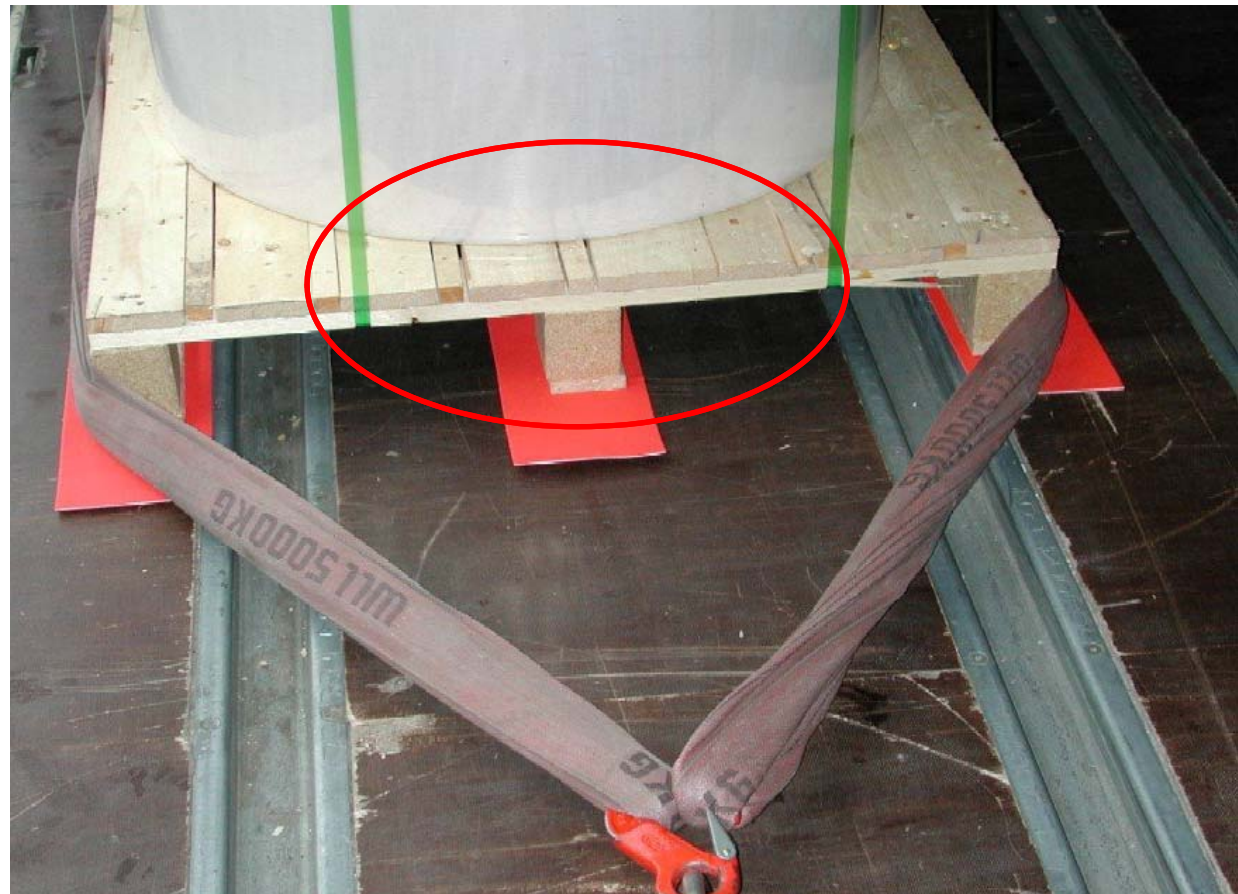
Reibwertmessungen

Rutschhemmendes Material (RhM) nach VDI 2700 Bl. 15 einsetzen um den natürlichen Reibbeiwert „künstlich“ zu erhöhen



Reibwertmessungen

Rutschhemmendes Material: Streifen unter Euro Holzpalette



Erkenntnis:

- Reibwerte können nicht abgeschätzt werden. Nur gezielte Messungen ergeben Sicherheit für den Anwender und den Transport.
- Es gibt nicht den allgemeinen Reibbeiwert für ein RhM sondern nur für eine Reibpaarung.
- Die Entwicklung von Hilfsmittel, um Ladung gegen Verrutschen zu sichern, ist aktiv.

Inhalt



- **Ladeflächen mit rutschhemmender Beschichtung**

Forschungsvorhaben COSATT

■ **Europäisches Forschungsvorhaben**

- Gefördert durch das BMWi
- Kooperationspartner:
 - Ka Ho St. Lieven, Gent, Prof. Marc Juwet
 - Transport-Technik Günther, Augsburg
 - Spedition Nuber, Augsburg
 - Spedition Bode, Reinfeld (Holstein)



■ **Forschungsziele:**

- Erhöhung der Transportsicherheit
- **Innovative Trailer Aufbauten (Ladefläche, Zurrpunkte)**
- Optimierung von Be- und Entladevorgängen
- Qualifizierte Aussagen zu Transport Vibrationen

Forschungsergebnisse

Aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen

Industrie Partner

Sped. Bode

Sped. Nuber

Transport-Technik

Günther

Wissenschaftlicher Partner

Hochschule KaHo St. Lieven, Gent

Prof. Marc Juwet

Dauer der Untersuchungen: 18 Monate

Die Ergebnisse werden publiziert in:

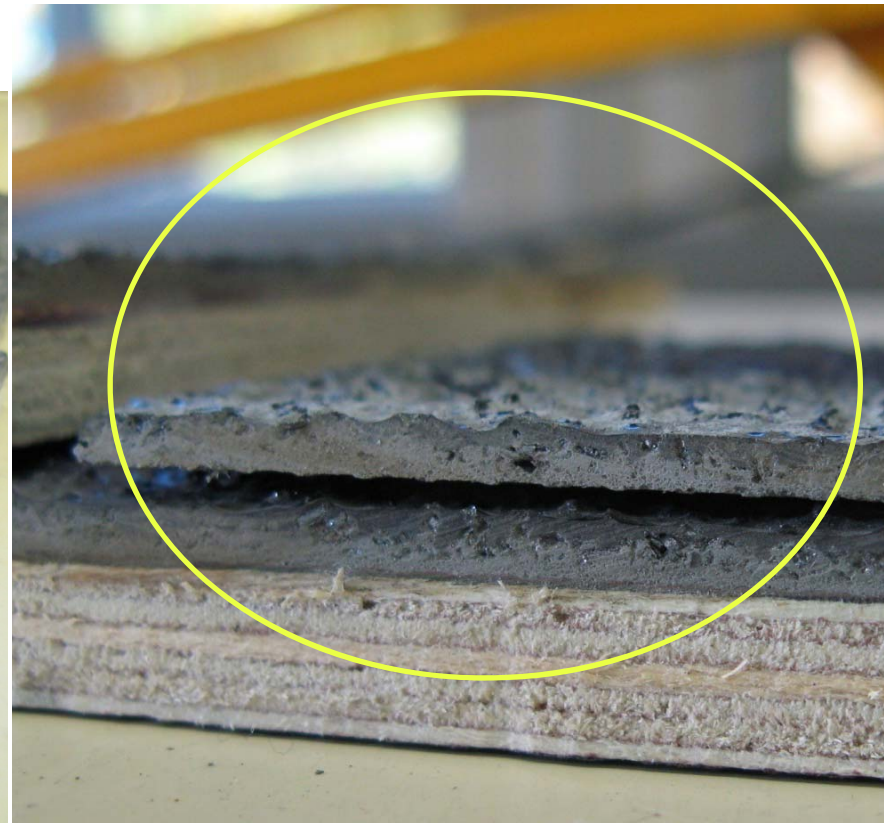
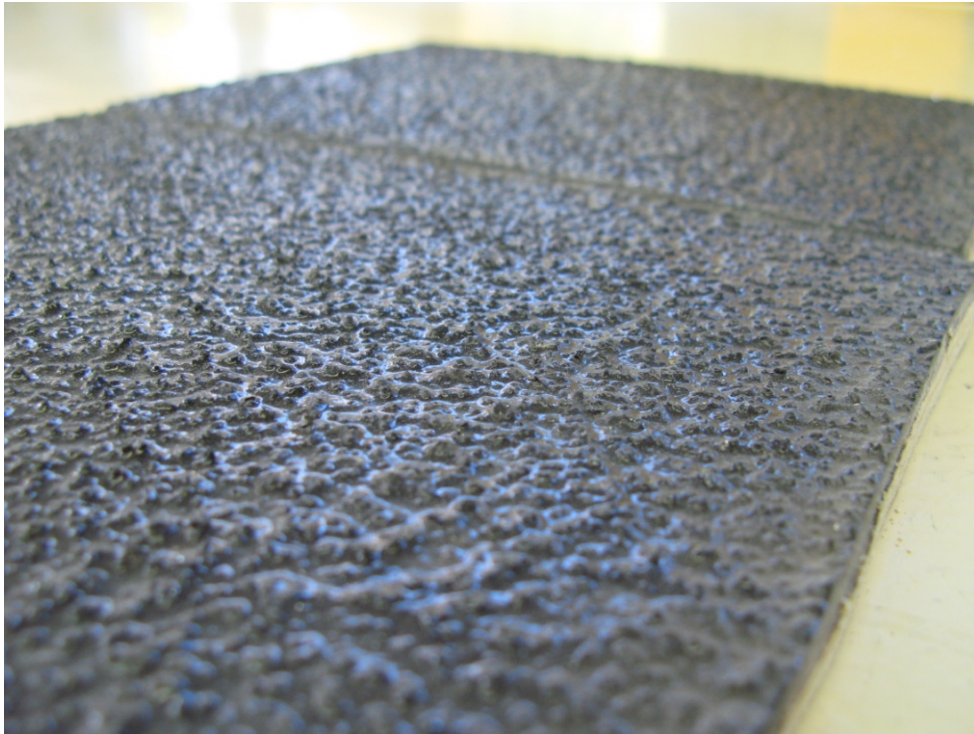
-Fachzeitschriften

-Vorträgen

-Workshop (Frühjahr 2014)

Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Beschichtete Ladefläche mit rutschhemmender Oberfläche
Hersteller: Antirutschboden® (2007 / 2008)



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller Antirutschboden® (2007 / 2008)

Neue Beschichtung auf offenem Fahrzeug



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller Antirutschboden ®
(2007 / 2008)

Beschichtete Ladefläche nach 6
Monaten im Einsatz auf offenem
Fahrzeug



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller: Antirutschboden ® (2007 / 2008)

Messungen mit verschiedenen Ladungen



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus Messungen an Antirutschboden ® (2007 / 2008):

Messungen mit Holzpaletten: $\mu = 0,7$

Messungen mit Gitterbox: $\mu = 0,6$

Messungen mit Betonwaren: $\mu = 0,6$



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Beschichtete Ladefläche mit rutschhemmender Oberfläche
Hersteller: DSB Totaal Onderhoud, Rotterdam (2010)

Beschichtete Ladefläche im Kofferverfahrzeug



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller: DSB Totaal Onderhoud, Rotterdam (2010)



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Beschichtete Ladefläche mit rutschhemmender Oberfläche
Hersteller: KCN Stuttgart (2011/ 2013)

Messungen an neuer Beschichtung



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller: KCN Stuttgart (2011/ 2013)

Beschichtete Ladefläche nach
9 Monaten im Einsatz im
Baustoffhandel



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller: KCN Stuttgart (2011/ 2013)

Beschichtete Ladefläche nach 9 Monaten im Einsatz im Baustoffhandel



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Hersteller: KCN Stuttgart (2011/ 2013)

Beschichtete Ladefläche nach 9 Monaten im Einsatz im Baustoffhandel



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #1)



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #1)

Floor element in trailer	Neutral product code	Initial coefficient of friction (measured with VCAT equipment)	Used floor friction (measured with Fraunhofer)
2a/2b	EVCType 1 Polyester base	0,96	0,77 en 0,80
3a/3b	EVCType2 Polyrice	0,53	0,61 en 0,58
4	EVCType 3 PU base, fine grain	0,79	Panel too small
5	EVCType 4 Phenol base, rough	0,79	0,71
6	KCN1	0,68	Panel too small
7	elastocoat 6335/101	0,75	0,77 en 0,73
8a/8b	BST fine	0,85	Panel too small
9	BST medium	0,84	0,71
10	Sk transfloor	0,75	0,76
11	VDH starline	0,44	0,35
12	VDH ecoline	0,43	0,49
13a/13b	LG ecotrans	0,43	0,65
14	Bux rubber grooved	0,64	0,91
15	Bux rubber bumped	0,80	0,82
16	PRTX UVR R11	0,56	Panel damaged
17	LG Tra-Woyla	0,33	Panel near end of trailer
18	UPM Wisatrans	0,34	Panel near end of trailer
19	LG ecotrans rood	0,43	Panel too small
20	VDH ecotrans rubber strokes	0,72	Panel damaged

Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #1)

Hervor gehoben und für **die weitere praktische Erprobung** zu empfehlen sind die nachfolgenden fünf Beläge mit den Nummern:

2 a/ 2 b – EVC Type 1 Polyester base – European Van Company

5 – EVC Type 4 Phenol base rough – European Van Company

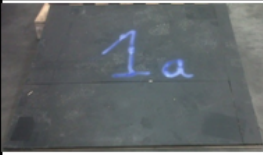

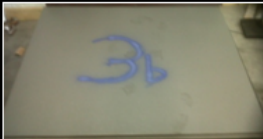
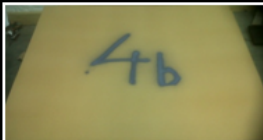
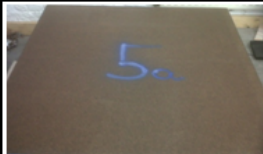
7 – elastocoat 6335/101 – Elastgran BV

10 – Sika transfloor – Sika NV

15 – Bux rubber bumped - BUX





Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #2)

n°	description	picture	friction new	friction used	comment	provider + type
1	Rubber mat glued on multiplex panel		0,80	0,72	glue failed completely, surface of rubber 100% OK.	Marotech Supergrip
2	rough grain coating on multiplex panel		0,76	0,64	roughness of grains decreased, no further damage	TT Gunther, coated by Theo Keller
3	soft grey coating		0,66	0,48	roughness decreased, no further damage	KCN, Rolf Blaess, type 335/13
4	soft yellow coating		0,53	0,5	fixation of coating failed	KCN, Rolf Blaess, type 335/01
5	cork layer		0,69	0,7	cork layer destroyed almost completely	Johann Kiss, K3P 081 0003

Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #2)

6	cork layer		0,62	No cork zones left to measure	cork layer destroyed completely	Johann Kiss, K3P 081 0002
7	cork layer		0,66	0,7	cork layer destroyed almost completely	Johann Kiss, K3P 081 0004
8	cork layer		0,67	0,73	cork layer more or less intact	Johann Kiss, K3P 081 0001
9	thin blue antislip mat glued on panel		1	0,75	antislip layer severely damaged	Astorplast
* measured friction factor according to EN12195-1:2010 in new condition						
** measured friction factor according to EN12195-1:2010 after 2 months						

Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #2)



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT
RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #2)



Innovative Trailer Aufbauten / Ladeflächen

Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben COSATT RhM-Materialien für Lkw-Ladeflächen (Test #2)

Hervor gehoben und für **die weitere praktische Erprobung** zu empfehlen sind die nachfolgenden vier Beläge (Nr. 3 mit Einschränkung) mit den Nummern:

- 1 – Gummimatte einseitig vulkanisiert – Marotech GmbH**
- 2 – Silikat Beschichtung – Antirutschboden Keller /Transport Technik Günther**
- (3) – Silikat Beschichtung 335/13 – KCN Rolf Blaess**
- 9 – Beschichteter Schaum (transpofoam) – Astorplast / Transport-Technik Günther**

Inhalt



- Zurrgurtkräfte / k - Faktor

Forschungsvorhaben COSATT

■ **Europäisches Forschungsvorhaben:**

- Gefördert durch das BMWi
- Kooperationspartner:
 - Ka Ho St. Lieven, Gent, Prof. Marc Juwet
 - Transport-Technik Günther, Augsburg
 - Spedition Nuber, Augsburg
 - Spedition Bode, Reinfeld (Holstein)

■ Forschungsziel:

- Erhöhung der Transportsicherheit
- Innovative Trailer Aufbauten (Ladefläche, Zurrpunkte)
- Optimierung von Be- und Entladevorgängen
- **Qualifizierte Aussagen zu Transport Vibrationen**



Transport Vibrationen

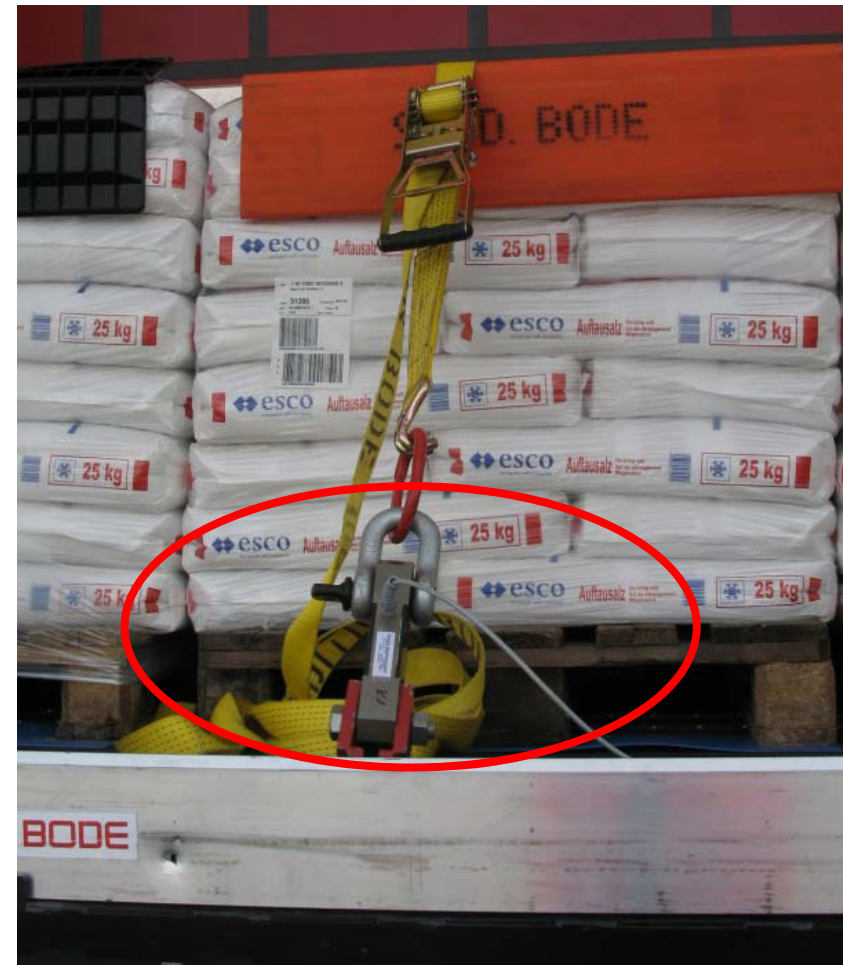
Messungen an Zurrgurten: Vibrationen und Zurrkräfte „Starres“ Ladegut



Transport Vibrationen

Messungen an Zurrgurten: Vibrationen und Zurrkräfte

„Weiches“ Ladegut mit Kantenschutz



Transport Vibrationen

Messungen an Zurrgurten: Vibrationen und Zurrkräfte

„Weiches“ Ladegut



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

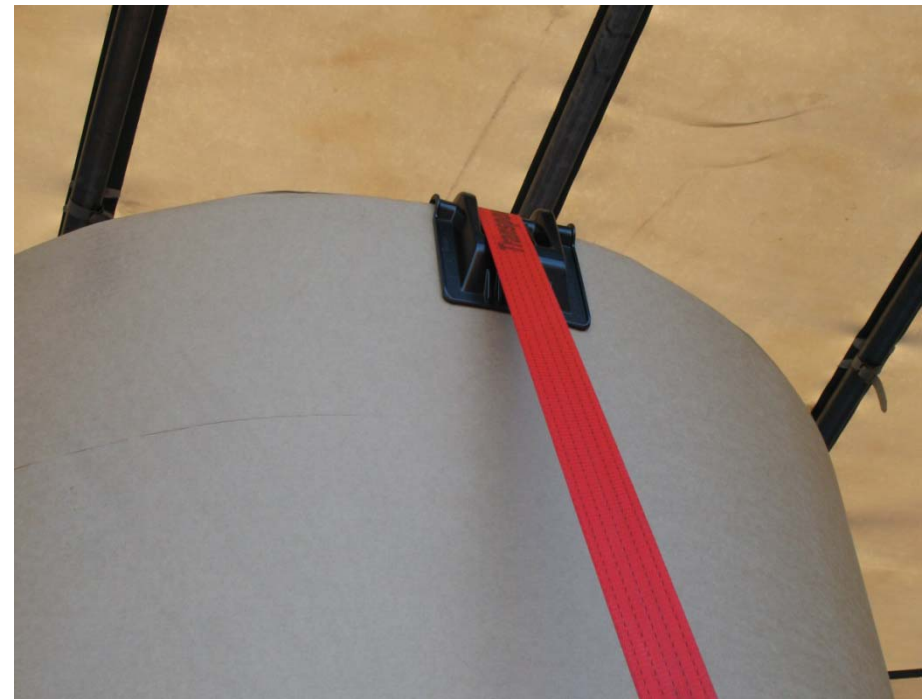
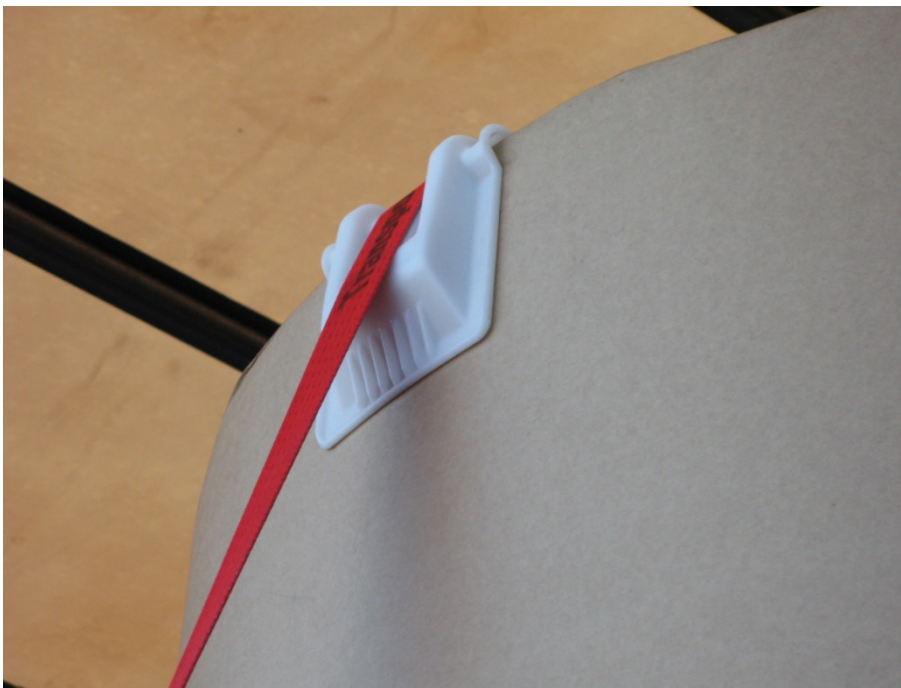
– hier: zwei verschiedene Kantenschützer



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

– hier: zwei verschiedene Kantenschützer



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

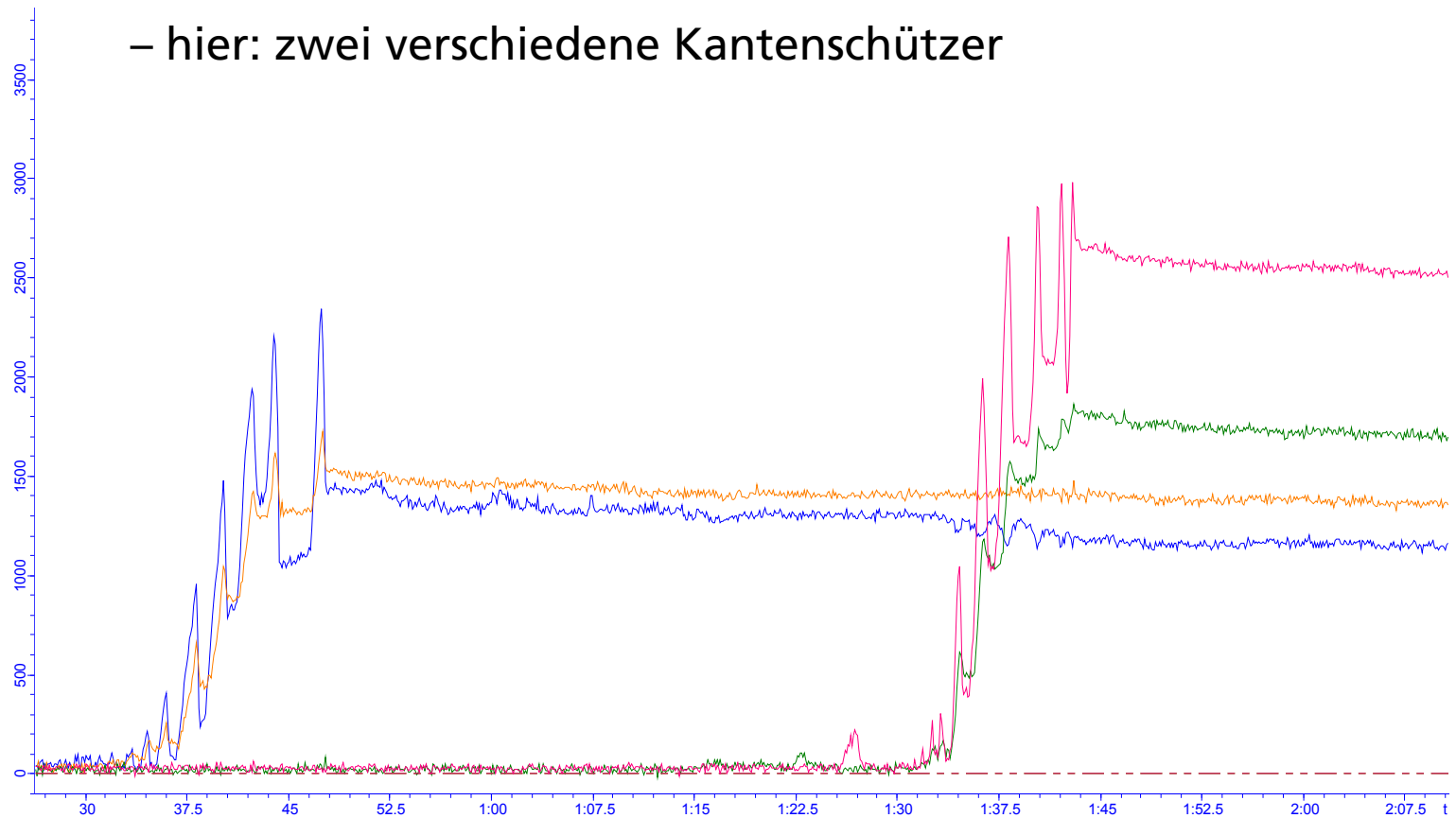
Kontrolle der maximalen Handkraft
durch „GUSPAKO“,
<http://www.guspako.com/>



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

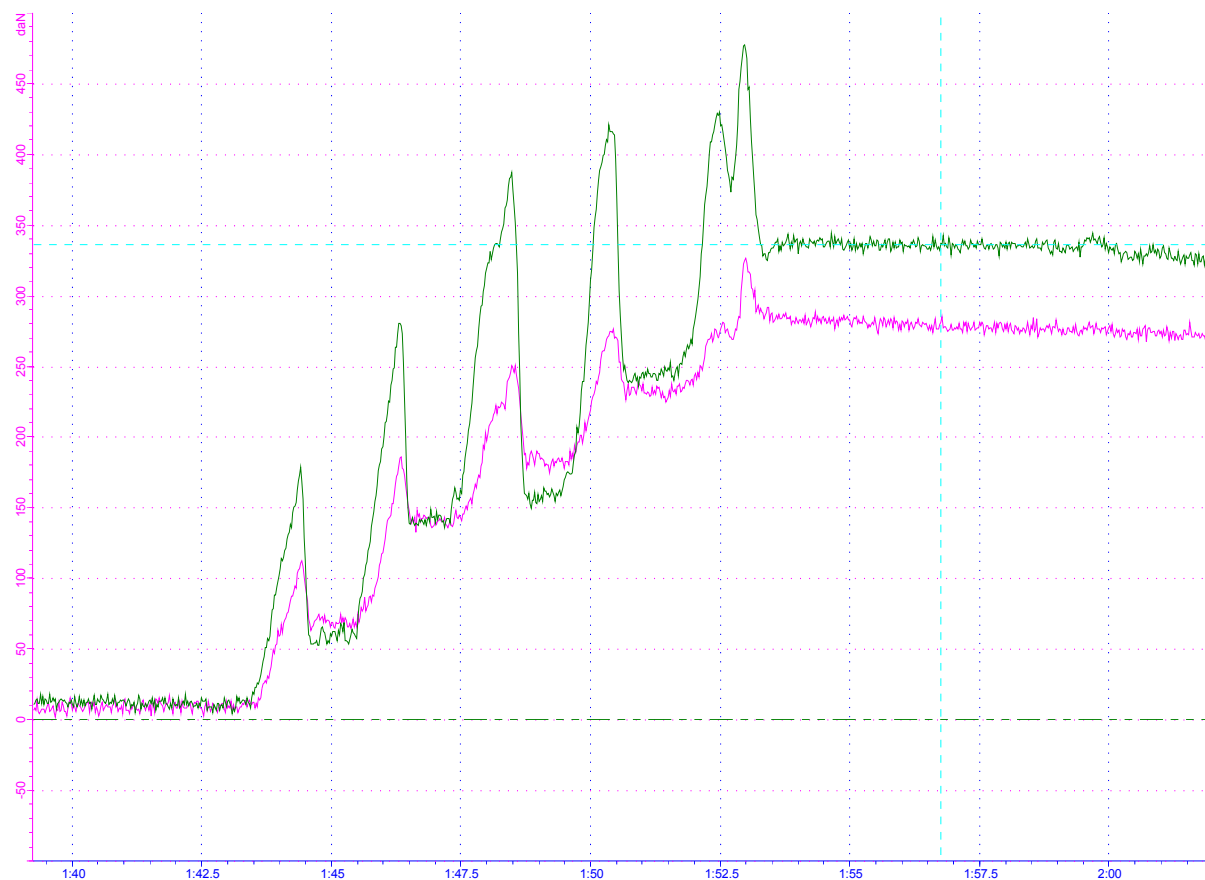
– hier: zwei verschiedene Kantenschützer



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

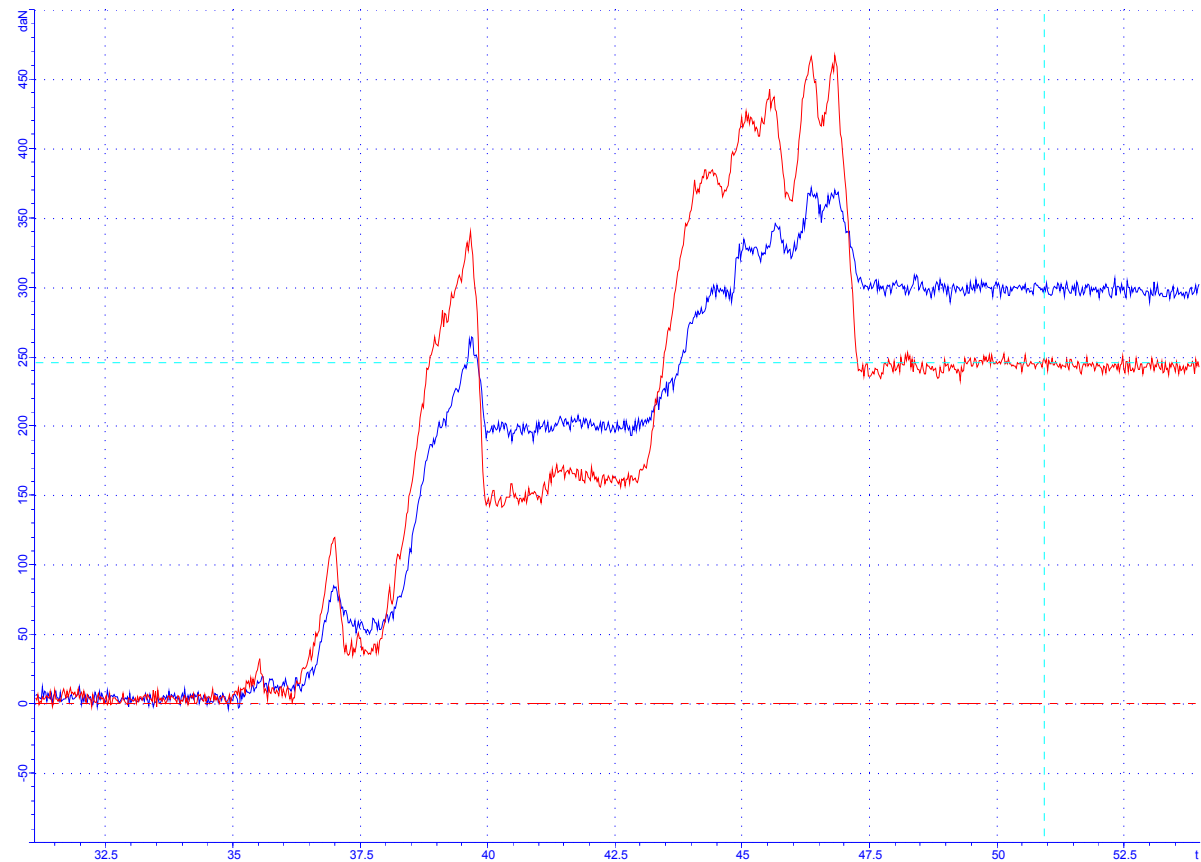
– hier: $F_{\text{Ratsche}} > F_{\text{leer}}$



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

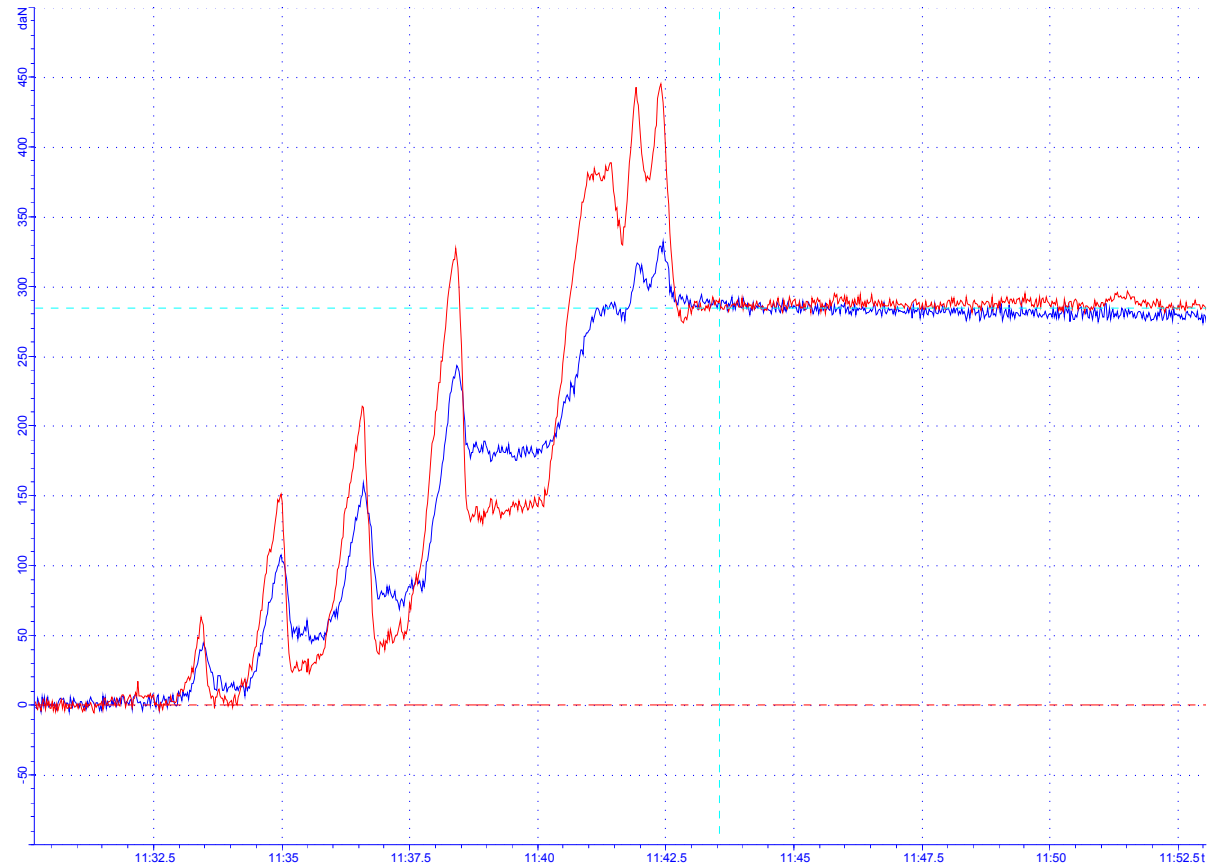
– hier: $F_{\text{Ratsche}} < F_{\text{leer}}$



Transport Vibrationen

Ermittlung des k-Faktors beim Niederzurren

– hier: F Ratsche = F leer



Erkenntnis:

- Die Qualität der Übertragung der Vorspannung eines Kantenschützers kann mit diesem Messaufbau sehr genau ermittelt werden.
- Es ist nicht richtig, dass die größte Zurrigurtspannung grundsätzlich auf der Ratschenseite vorliegt.
- Es ergeben sich Möglichkeiten den Vorspannungsausgleich beim Transport zu messen.

Inhalt

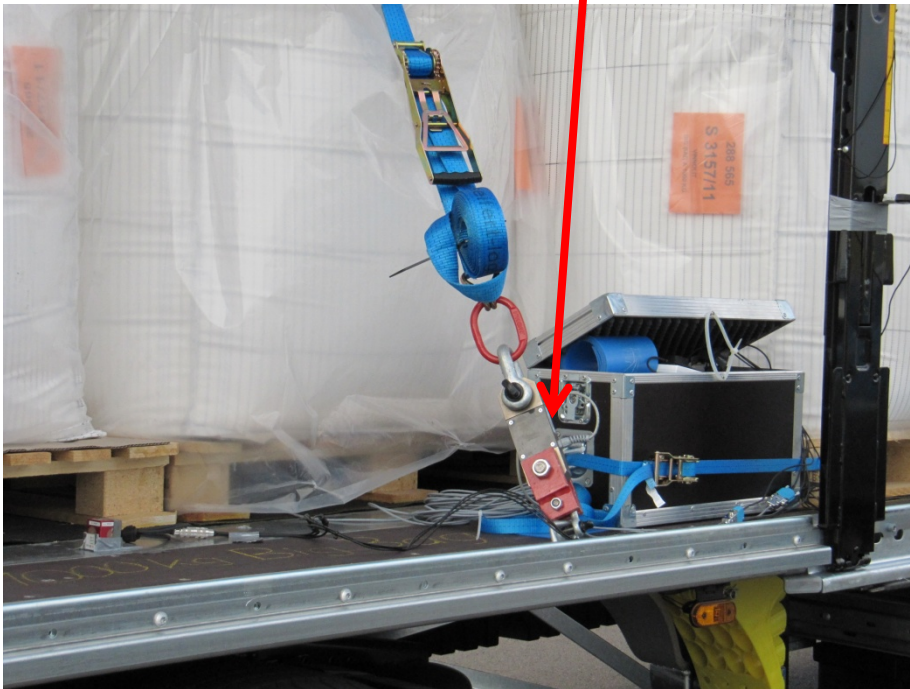


- **Zurrgurtkräfte und Beschleunigungen**

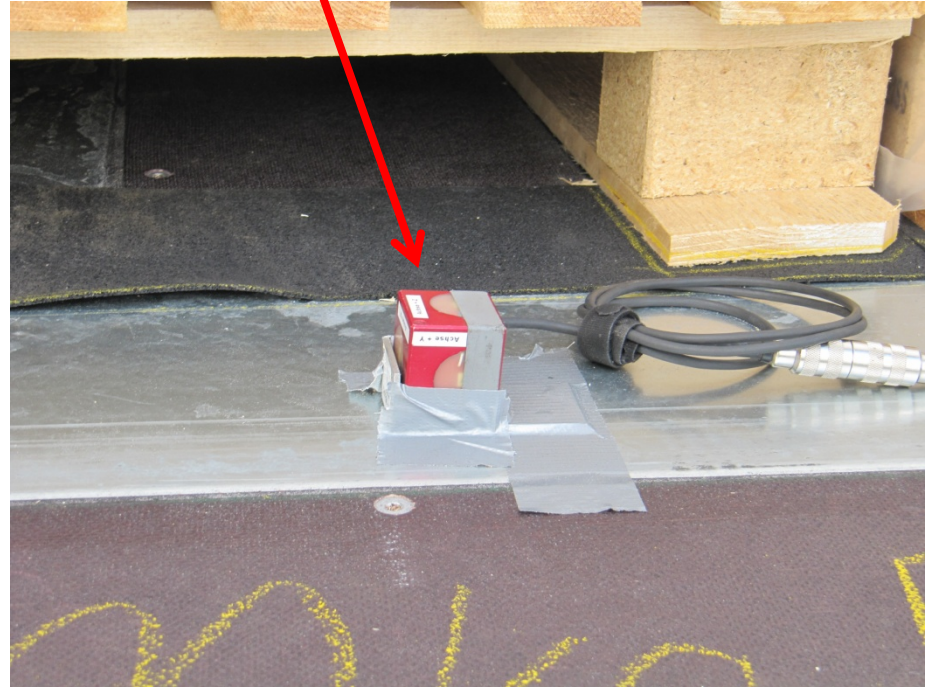
Transport Vibrationen

Synchrone Messungen der Zurrkräfte und Vibrationen

Kraftmessdose (DMS)

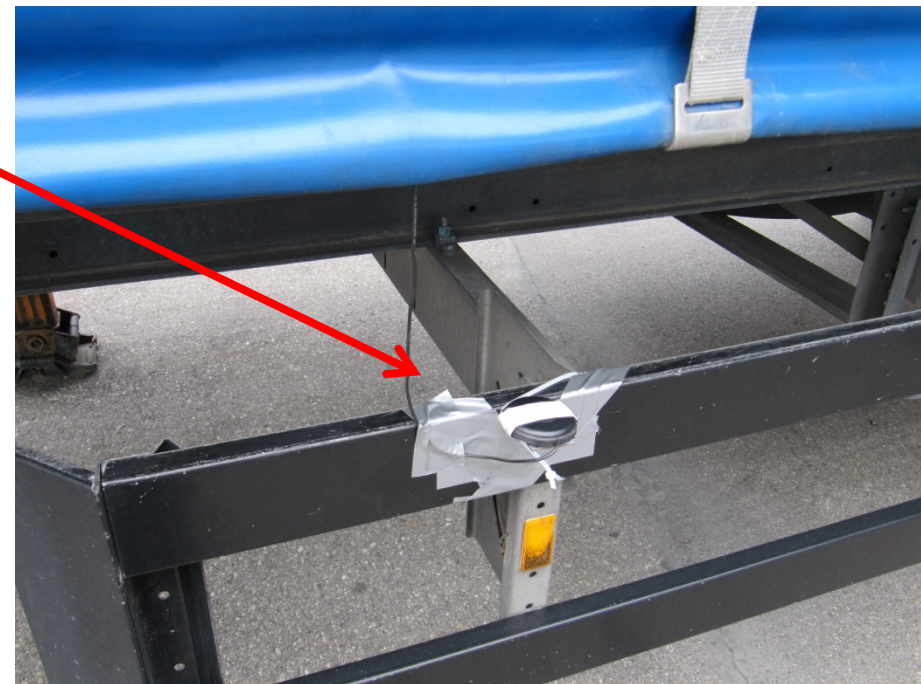


Beschleunigungssensor)



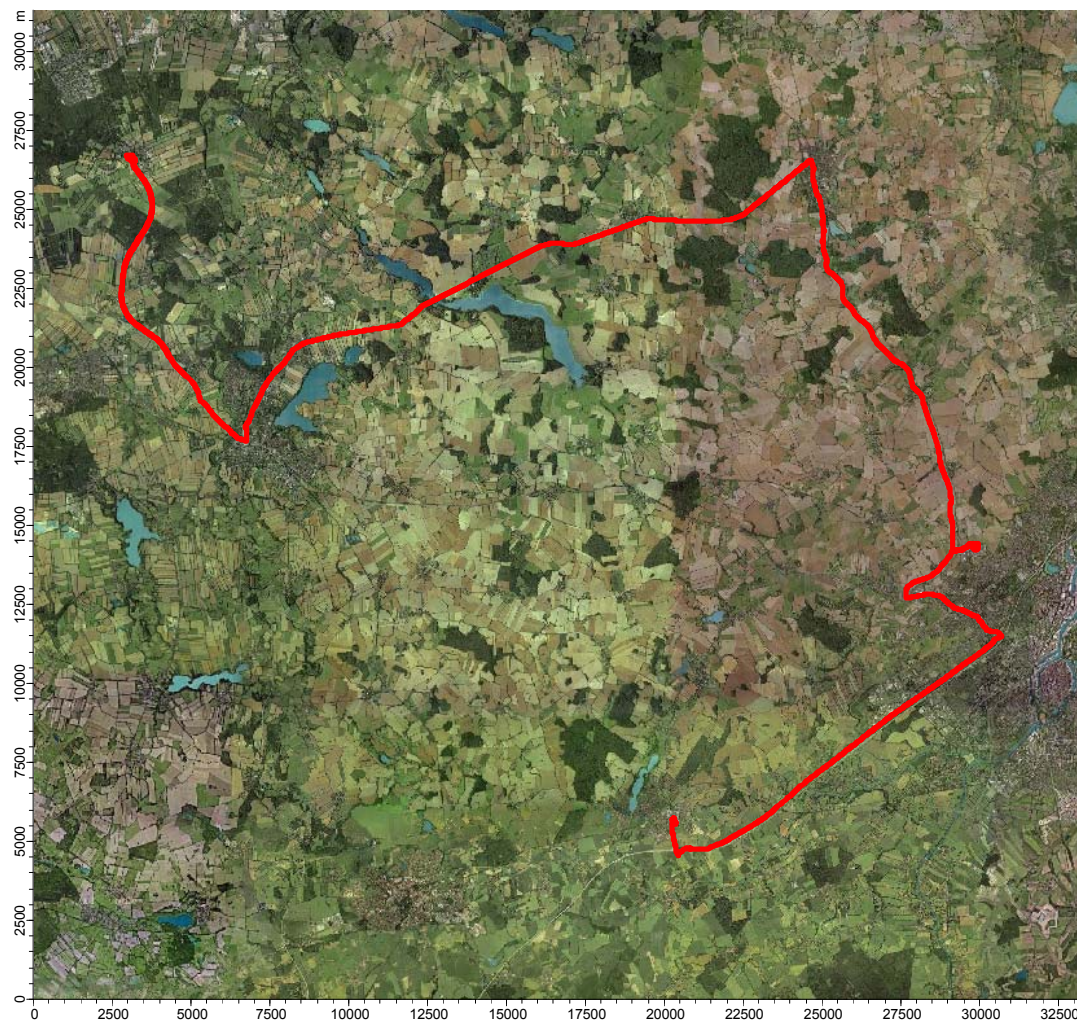
Transport Vibrationen

GPS - Antenne am Trailer - zur Aufzeichnung der Fahrroute



Transport Vibrationen

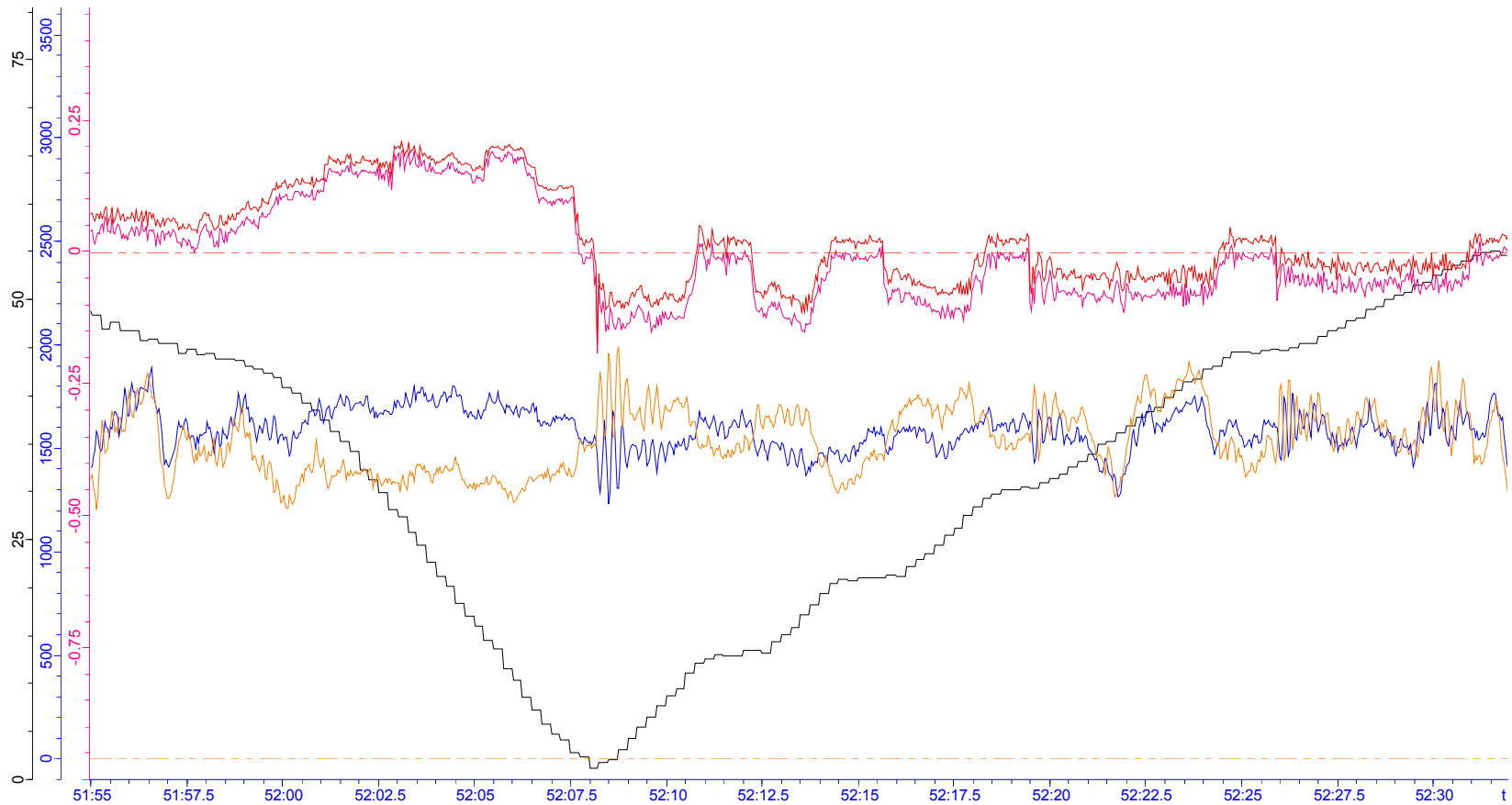
Aus GPS Daten generierte
Fahrroute ermöglicht
Zuordnung von Ereignissen



Transport Vibrationen

Ermittlung der Zurrgurtkräfte (Kurven blau und orange)

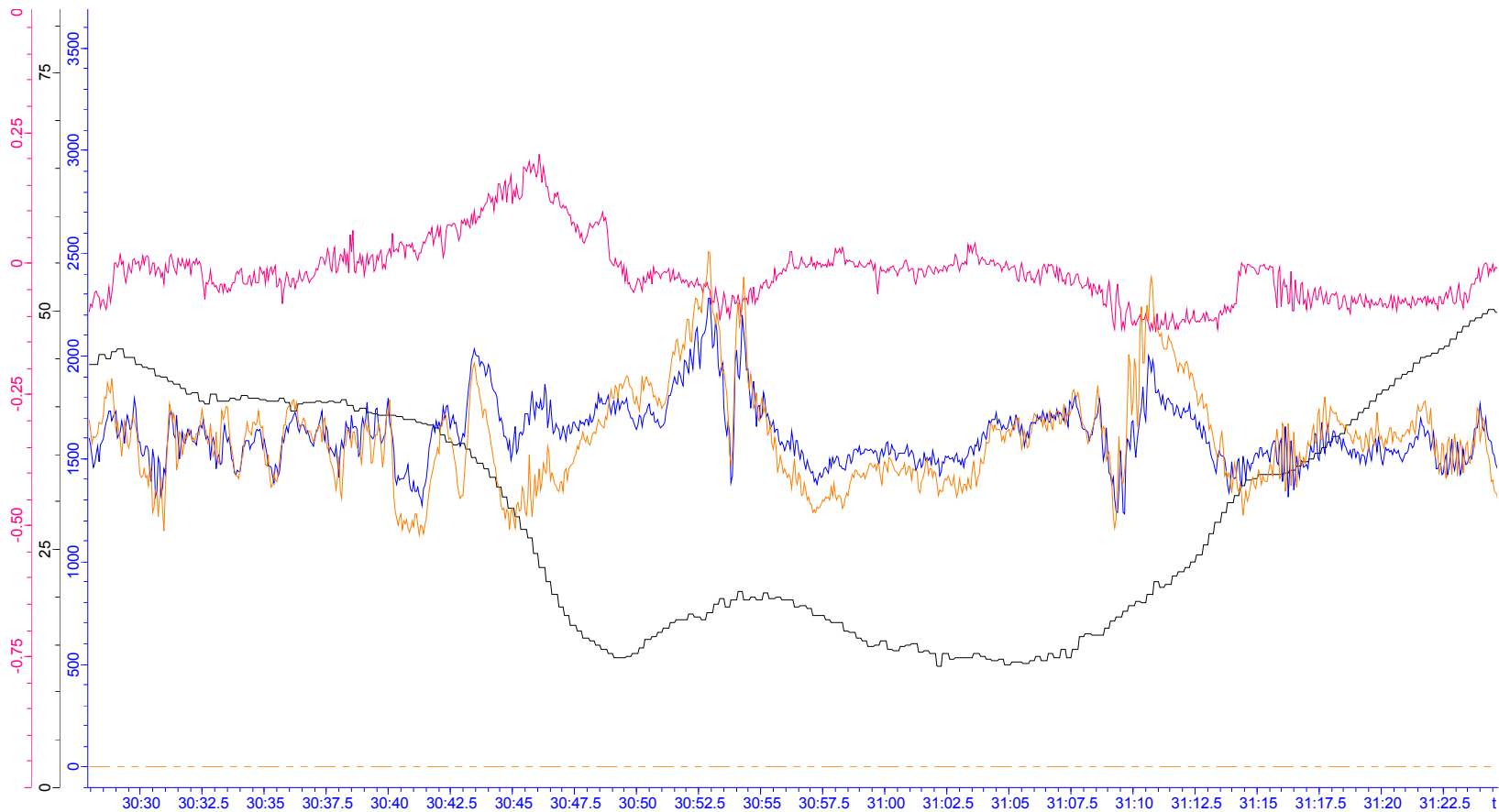
Hier: Bremsen und Anfahren (Kurve rot = Beschleunigung, Kurve schwarz = Speed)



Transport Vibrationen

Ermittlung der Zurrgurkräfte (Kurven blau und orange)

Hier: Bremsen und Anfahren (Kurve rot = Beschleunigung, Kurve schwarz = Speed)

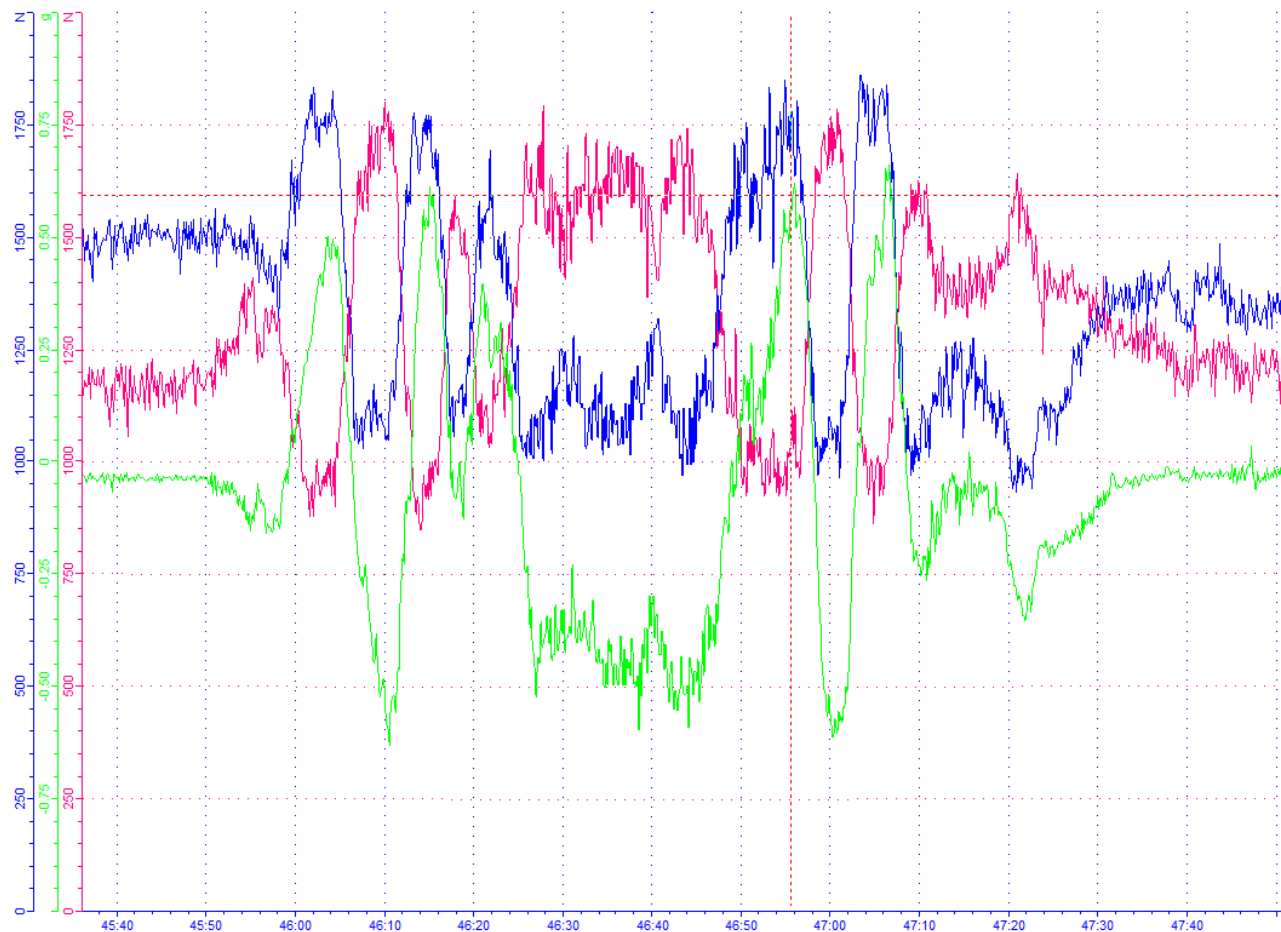


Transport Vibrationen

Spurwechsel:

Y – Accelleration
(green) +

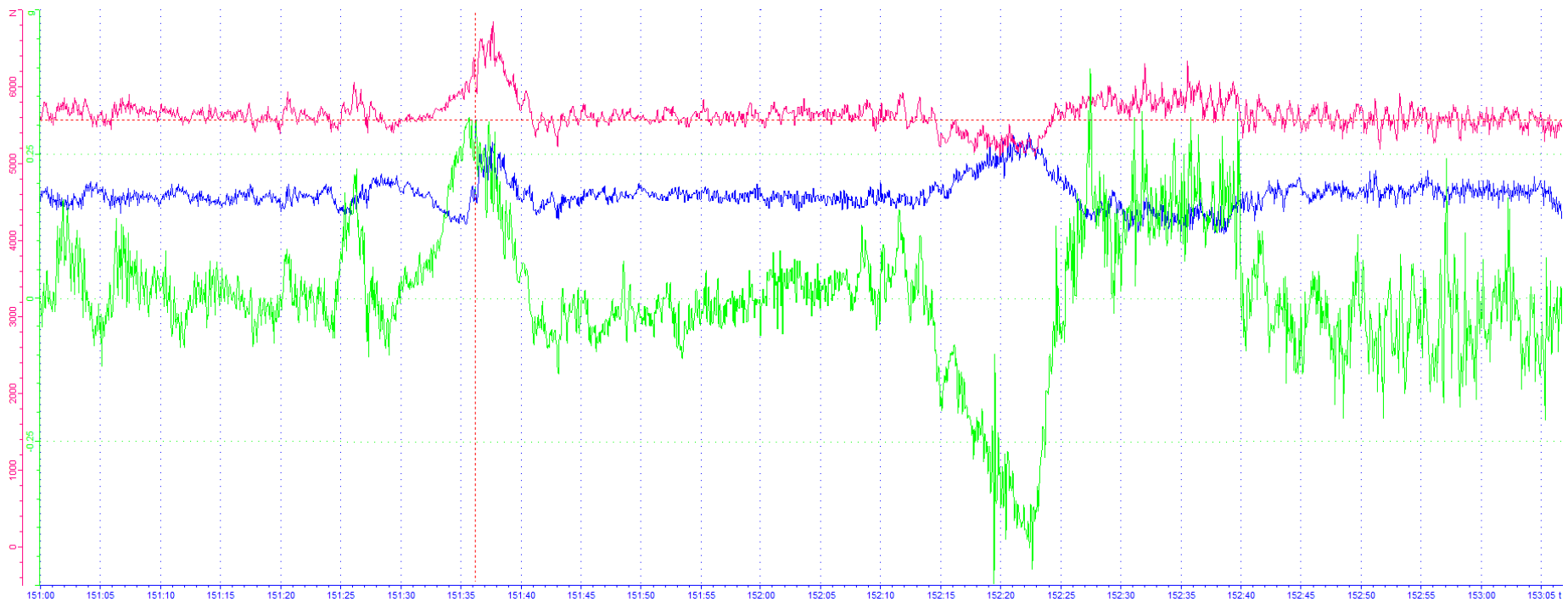
Zurrgurtkräfte (rot
+ blau)



Transport Vibrationen

Spurwechsel:

Y – Accelleration (green) + Zurrgurtkräfte (rot + blau)



Inhalt



- **Vibrationen von Ladefläche und Ladung**

Transport Vibrationen

Sensoren zur Messungen von Beschleunigungen
Fixiert auf der Ladung & unmittelbar darunter auf der Ladefläche



Transport Vibrationen

Ladungen:

- Gitterbox mit Schüttgut
- Formatpapier Palette



Transport Vibrationen

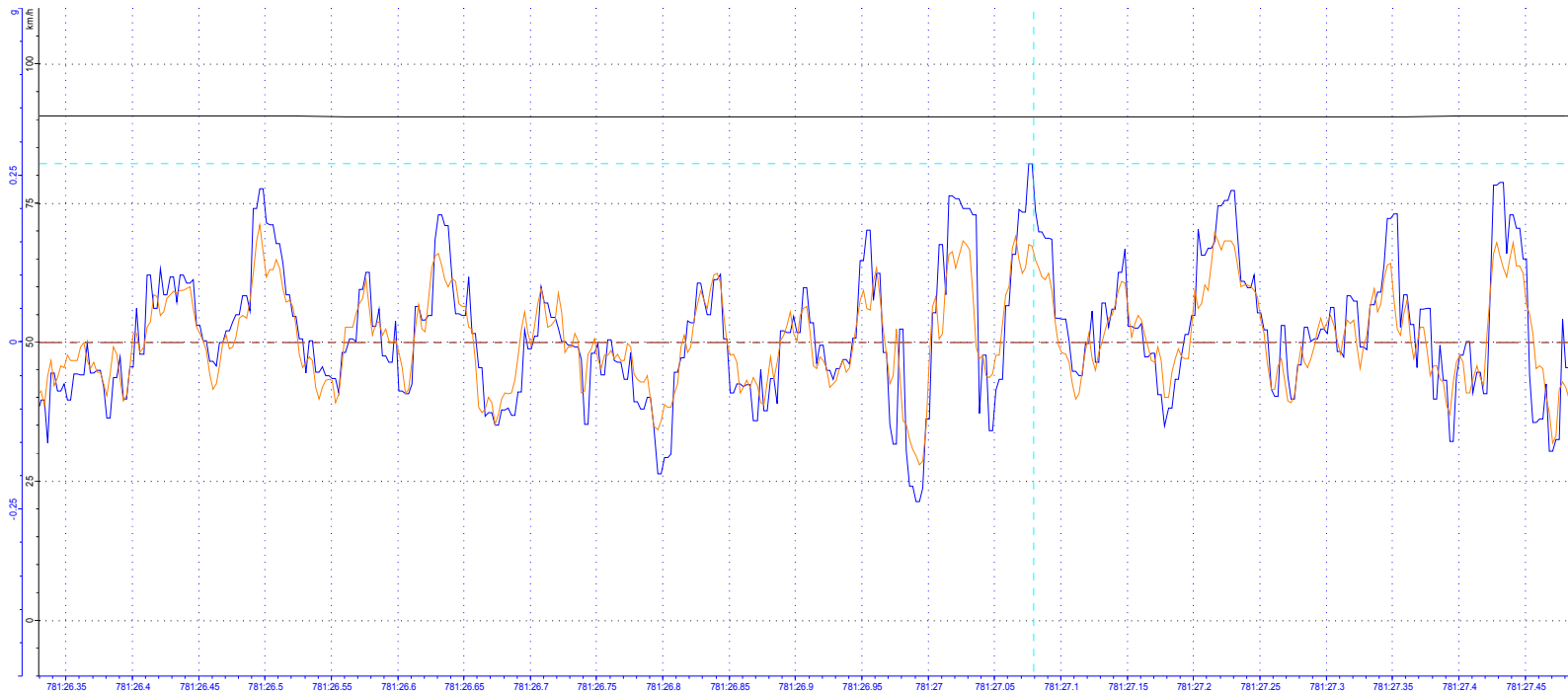
Frachtraum beladen



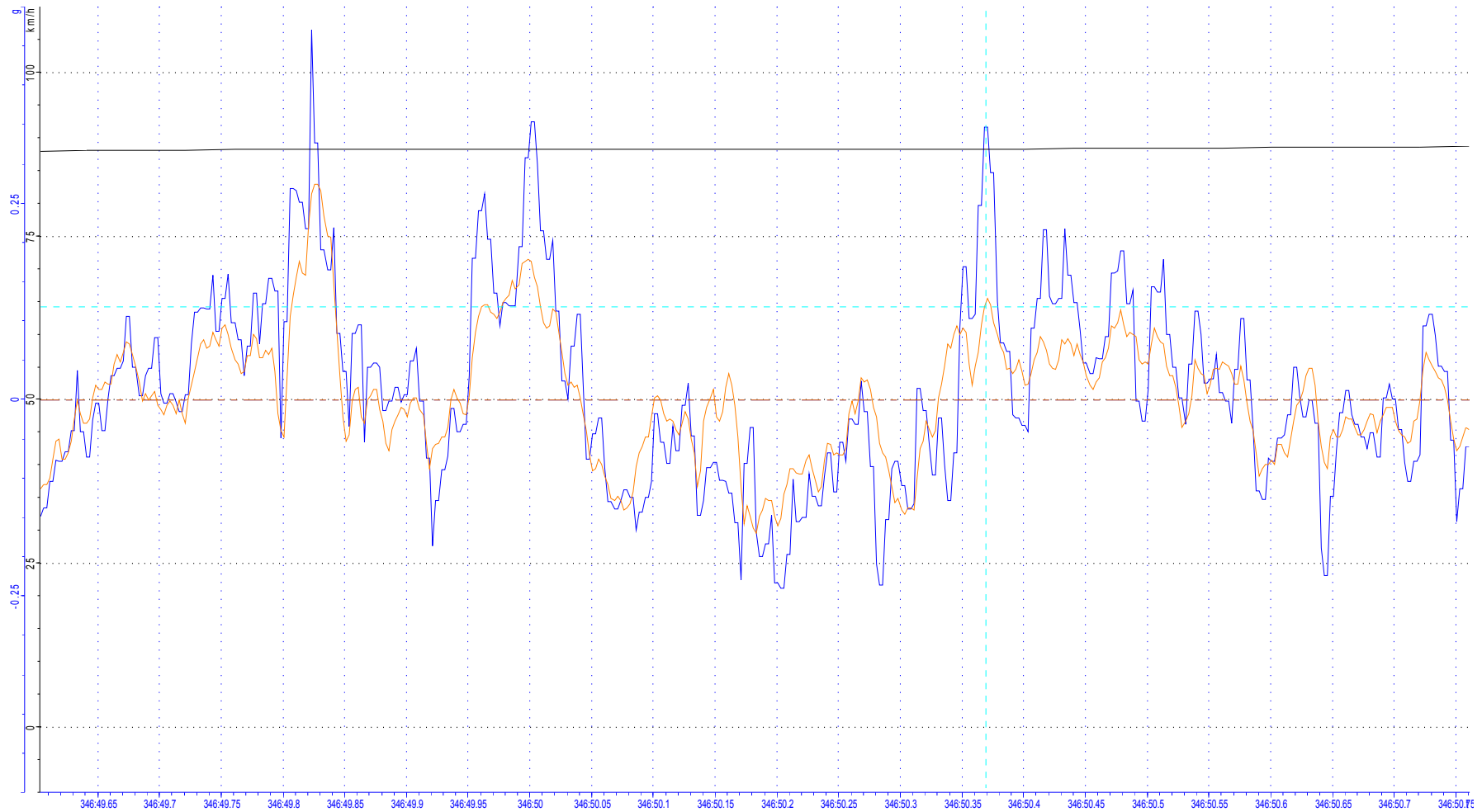
Transport Vibrationen

Bewegungen von Ladung und Ladefläche:

Die nachfolgenden Diagramme zeigen repräsentative typische Beschleunigungs-Zeit Verläufe $a(t)$. Die Kurve in blau zeigt die Bewegungen der Ladefläche, die Kurve in orange die Bewegung der Ladung.

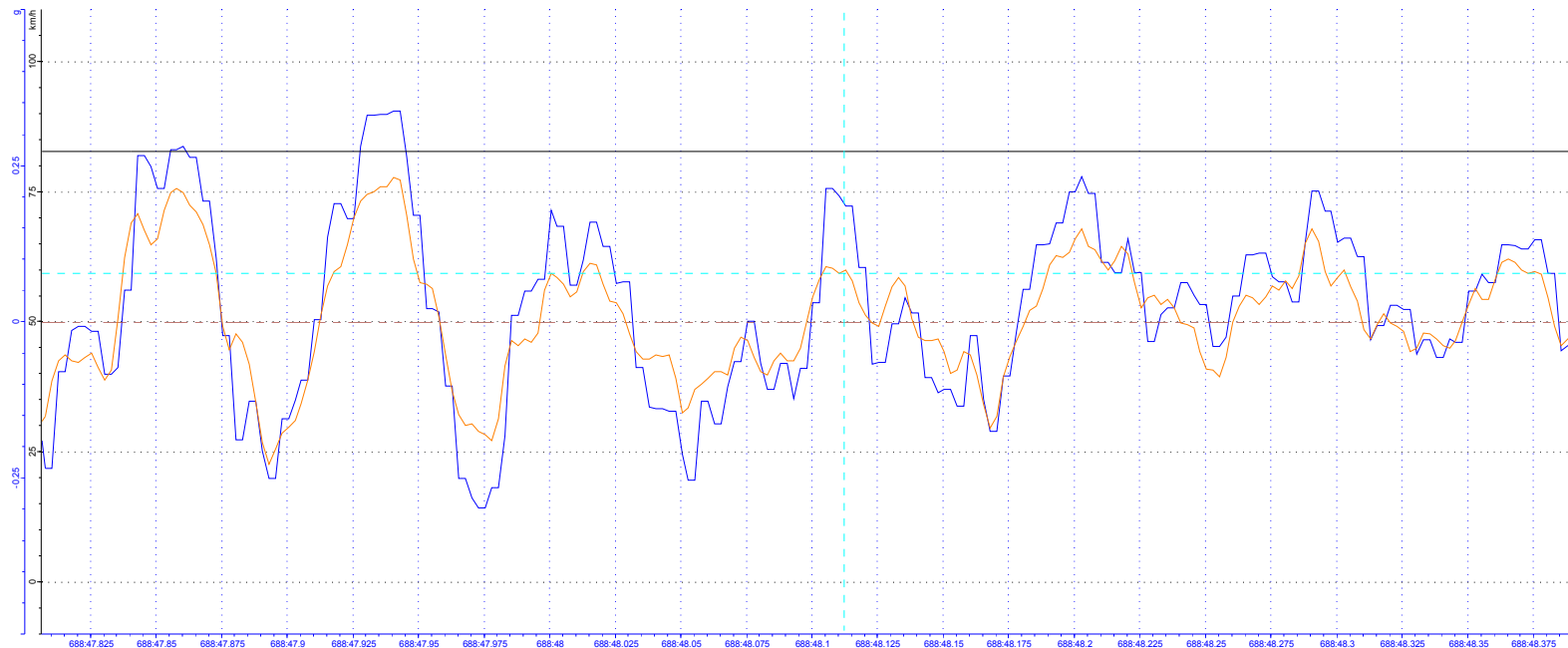


Transport Vibrationen



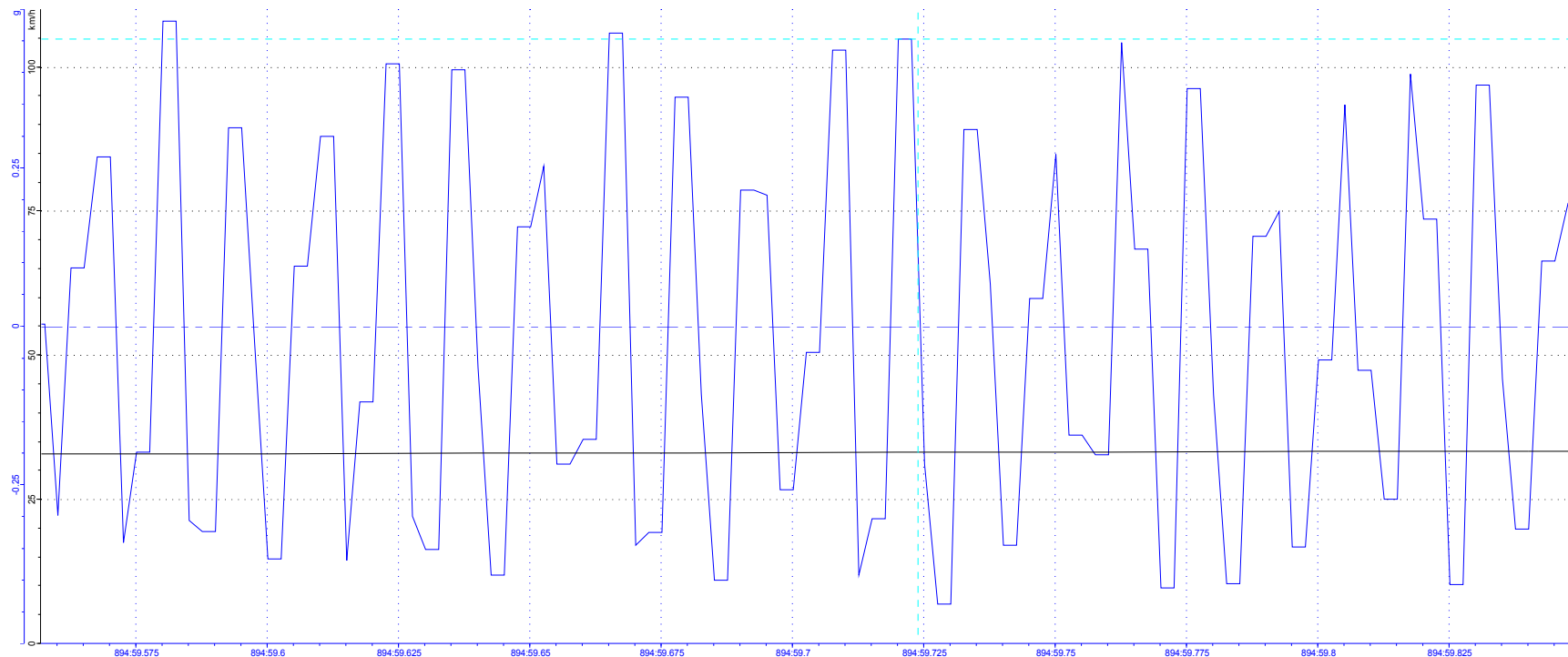
Transport Vibrationen

Die Beschleunigungen welche die Ladung erfahren hat sind kleiner als die Beschleunigung der Ladefläche. Aus allen Messungen wurde als mittlerer Wert eine Reduzierung um 35 % ermittelt. Die Ladung schwingt dabei zu 95 % harmonisch mit der Ladefläche. Der Hauptanteil der Frequenzen mit denen die Ladung schwingt liegt bei $f = 16$ Hz.

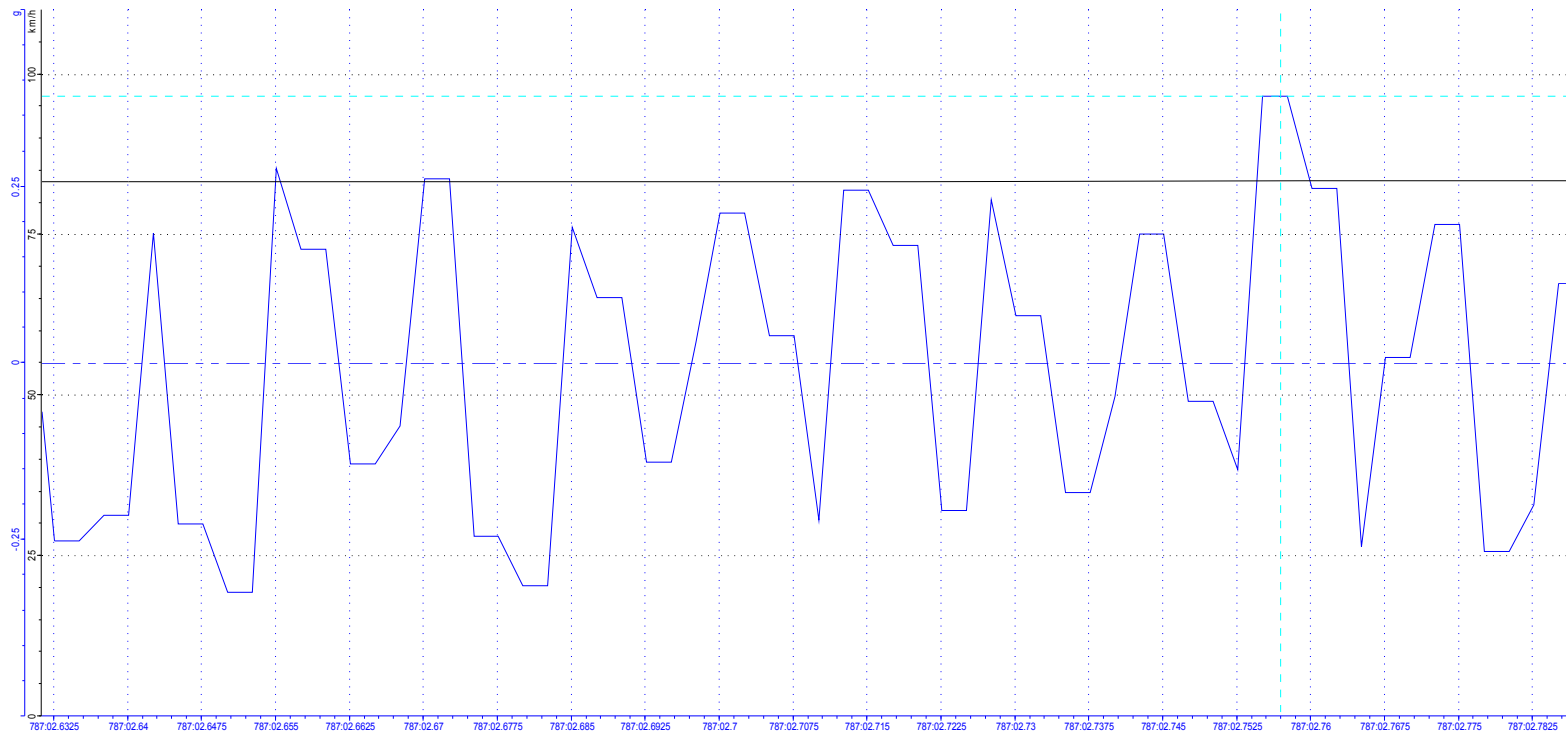


Transport Vibrationen

Die nachfolgenden Grafiken wurden aus allen Messfahrten ermittelt und zeigen die maximal gemessenen Beschleunigungen der Ladefläche. Die Beschleunigungen der Ladefläche variieren zwischen $a=0,15\text{ g}$ und $a=0,4\text{ g}$ (maximaler Wert).



Transport Vibrationen



Für die Ladung können bei einer Reduzierung von 35% maximal anzunehmende Beschleunigungen von $a = 0,4 \text{ g} * 0,65 = 0,26 \text{ g}$ angenommen werden.

Inhalt



- **Feldversuch an beschichteten Ladeflächen**

Feldversuch an beschichteten Ladeflächen

Ziel weiterer Forschungen:

Reduzierung der Vertikalbeschleunigungen durch:

schwingungsdämpfende
&
rutschhemmend beschichtete Ladeflächen

Feldversuch an beschichteten Ladeflächen

Feldversuch zur Erprobung von beschichteten Ladeflächen

Beginn: November 2013, **Dauer:** 1 Jahr

Messzyklus zur Bestimmung von Reibwerten: 3 Monate

Koordination: Transport-Technik Günther, Augsburg

Forschungspartner: Fraunhofer Institut IML

Industrielle Teilnehmer:

Spedition Gustke, Rostock

Spedition Nuber, Augsburg

Spedition Hellmann, Osnabrück

Fahrzeuge: Sattelauflieger, Wechselbrücken

Fahrstrecken: Deutschland

Feldversuch an beschichteten Ladeflächen

Messungen auf Ladefläche : Ottensteiner Kunststoffe (2013)

Messungen an beschichteten Ladeflächen mit *schwingungsdämpfenden Eigenschaften*. Verschiedene Ladungen.



Feldversuch an beschichteten Ladeflächen

Messungen auf Ladefläche : Ottensteiner Kunststoffe (2013)

Messungen an beschichteten Ladeflächen mit *schwingungsdämpfenden Eigenschaften*. Verschiedene Ladungen



Feldversuch an beschichteten Ladeflächen

Messungen auf Ladefläche : Ottensteiner Kunststoffe (2013)

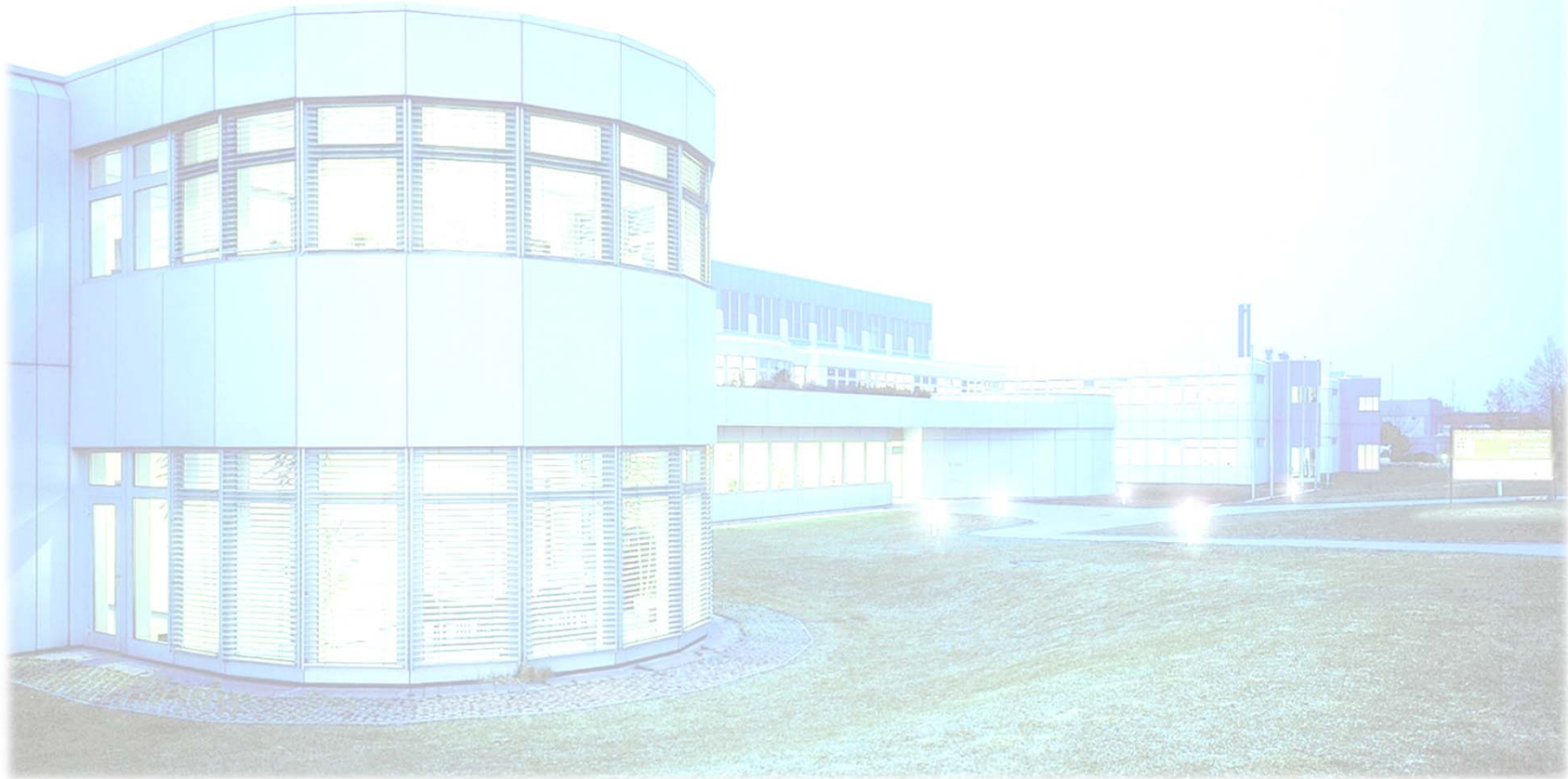
Messungen an beschichteten Ladeflächen mit *schwingungsdämpfenden Eigenschaften*. Verschiedene Ladungen.



... zum Schluss

... bedanke ich mich ganz herzlich für Ihre Aufmerksamkeit.

Fraunhofer IML



Fraunhofer Institut IML

Materialfluss und Logistik, Dortmund

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik
Abteilung Verpackungs- und Handelslogistik

Verpackungsprüflabor
Ansprechpartner:
Gerrit Hasselmann

Joseph von Fraunhofer Strasse 2-4
44227 Dortmund

Telefon: +49 (0)231 9743 -302 / 301

Telefax: +49 (0)231 9743 -311

E-Mail: hasselmann@iml.fraunhofer.de

Internet: www.iml.fraunhofer.de