

Q-Messstellen - Osogna, Messergebnisse aus den SBB-Pilotversuchen

- Pilotversuche der SBB
- Anlagenvergleich
- Konsequenzen für den Einsatz

Überblick

→ Einleitung

2. Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen
3. Versuchsergebnisse
4. Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten
5. Zukünftiger Nutzen von Q-Messstellen
6. Grenzwertfelder
7. Zusammenfassung

1. Einleitung

- Q-Messtellen sind Anlagen zur Erkennung unrunder Räder, ungleicher Radlasten
- 10 Jahre Technologieentwicklung zur Anwendung der Radstandhaltung im HGV
- Der zuverlässige Übertrag auf den Mischverkehr ist bis dato nicht gelungen:
 - *Güter- und Mischverkehre haben ein sehr breites Gattungsspektrum*
 - *extremes Tara-Bruttoverhältnis, Raddurchmesser von 360mm bis 1250 mm*
 - *raues Fahrverhalten und indifferente Wartungszustände*
 - *wenige international akzeptierte Grenzwerte*
- Die Ergebnisqualität ist abhängig von den Fahrzeug- und lokalen Gleisqualitäten
 - *Zweifel an der Messgenauigkeit*
 - *Verursacherzuweisung meist nicht eineindeutig möglich*
 - *sehr hohe Interventionswerte – „bevor man gar nichts macht ...“*
- **Was ist am Markt und wer beherrscht den „Übertrag“ am Besten ?**

Überblick

1. Einleitung

➔ **Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen**

3. Versuchsergebnisse

4. Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten

5. Zukünftiger Nutzen von Q-Messstellen

6. Grenzwertfelder

7. Zusammenfassung

2. Anlagentechnik mit 5 verschiedene Messprinzipien



2. Versuchsserien und Wagenmaterial

- Primärfahrzeuge, 15 verschiedene Güterwagen
- Teilung in 4 Versuchsphasen:

Grundlagenarbeit: „Verlässliche“ Radkräfte

- 2006 ✓ 1. runde Räder, revidierte leere Wagen
- 2007 ✓ 2. runde Räder, revidierte beladene Wagen

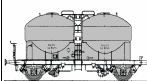
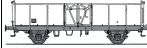
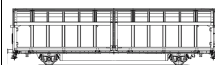


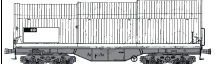
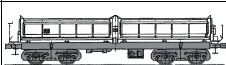


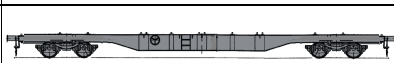
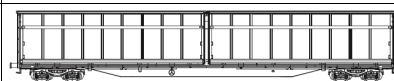

Dynamische Radkräfte und Radunrundheiten

3. unrunde Räder, leer, teil- und vollbeladen
(Fahrzeuge aus dem Regelverkehr)

2008 ✓ Oberbauinstandhaltung

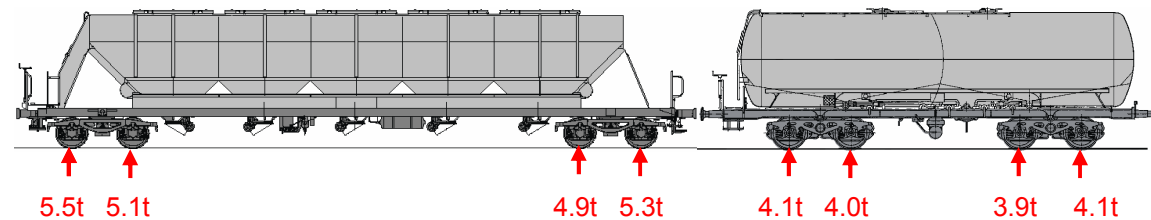
4. Absicherungsmessungen vor/nach Eingriffen
durch Instandhaltung am Oberbau (Phase 2A)

Phase 1,2 fokussierte nur auf Güterwagen
Phase 3,4 werden Güter und Personenwagen und Lokomotiven umfassen

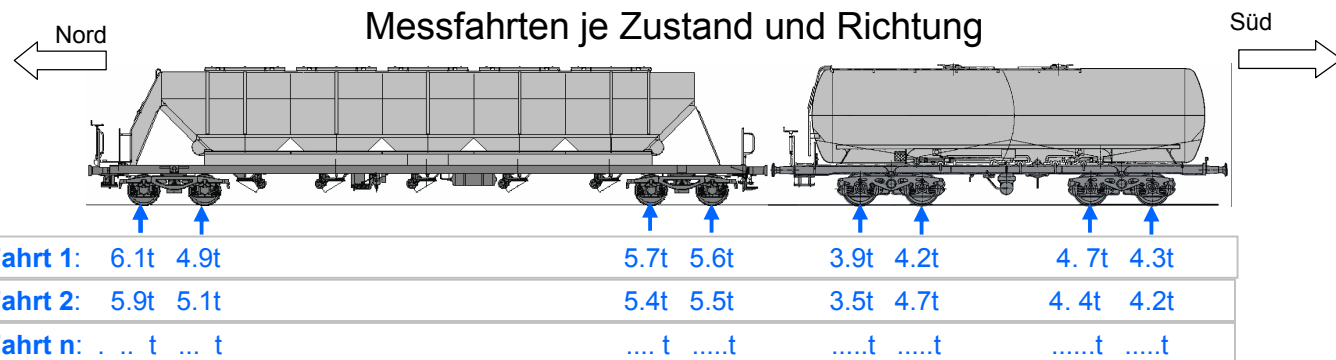
Nr.	Bezeichnung / Nr:	Typenbild	Achslast Beladen
1	Ucs [21 85 9105 093-3]	 Ø_{Rad} = 1000mm 20t Achslast	Nur leere Referenz
2	Es [21 85 5195 392-8]		20t Achslast
3	Hbbins [21 85 2451 061-5]		22.5t Achslast
4,5	Uacs A) [31 85 9305 219-0] B) [31 85 9306 140-7]		A) 20t Achslast (leer in Phase 2A) B) leere Referenz
6	VTG [3380 793 2 174-5]		22.5t Achslast
7	Shimms [31 85 4771 015-8]		Leere Referenz
8	Fans -u [31 85 677 0144-2]		22.5t Achslast
9	Tagnpps [31 85 0664 203-8] wegen technischen Defekt nur bei Phase 1		Nur Leer wegen technischen Defekt nur bei Phase 1
10	Sgns [31 85 4552 043-5]		Mittig teilbeladen 10t -Achslast
11	Sggns (CT lang) [83 85 456 1 030-8]		22.5t Achslast
12	Habbins [3380 2742 007-8]		22.5t Achslast
13	Saadkms [84 85 4984 686-5]	 Ø_{Rad} = 360 mm 2t Achslast	

2. Phase 1,2: Quasistatische Last, normiertes Streudiagramm

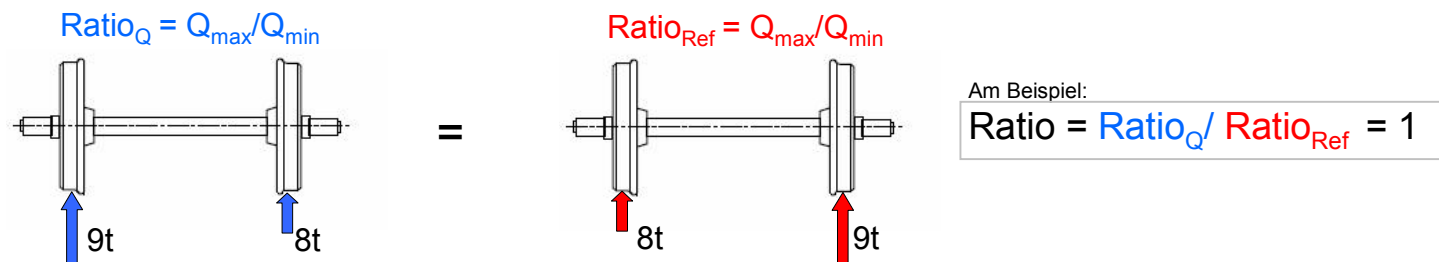
1. Geeichte Waage:
(Referenzwert bilden)



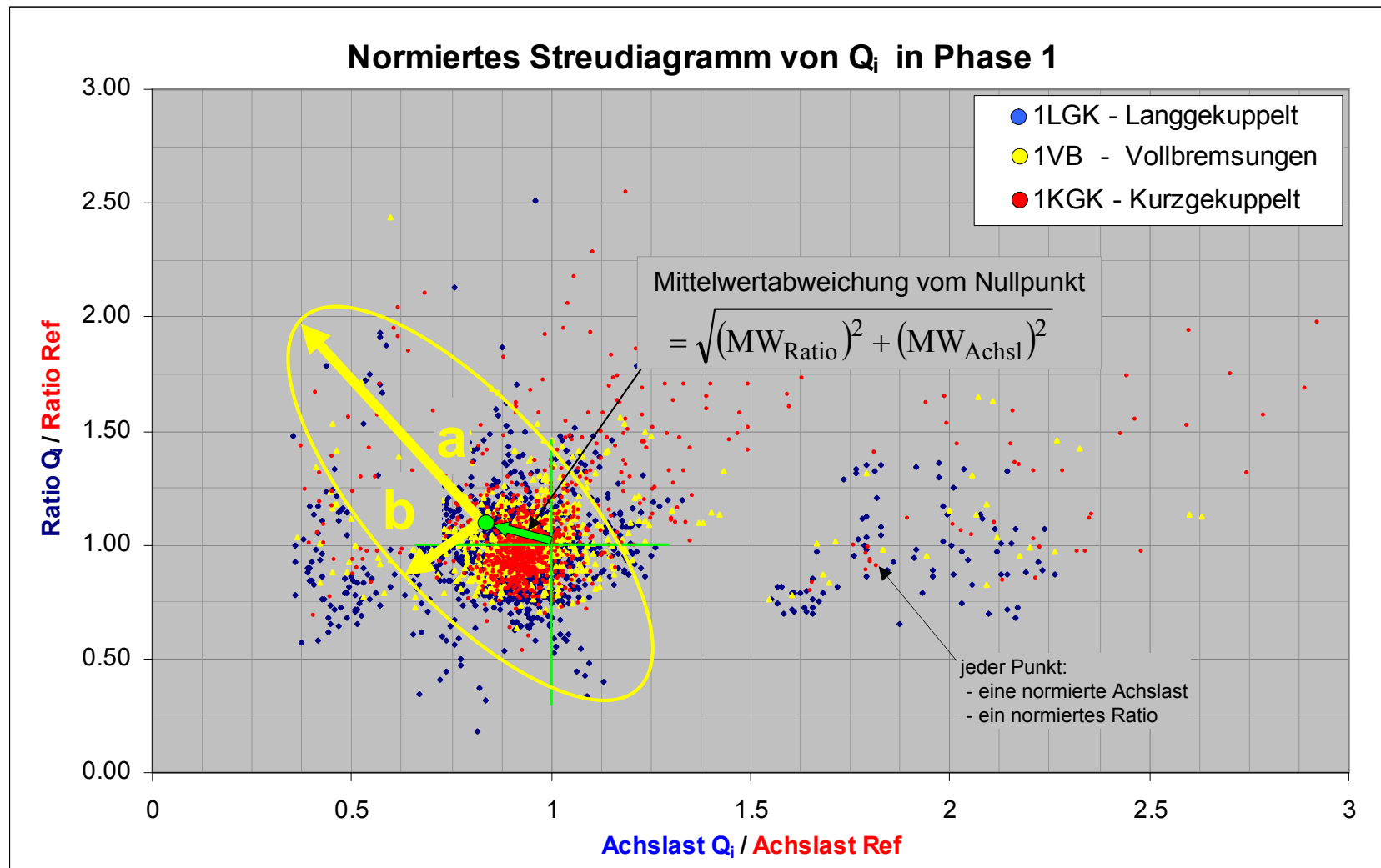
2. Q-Messstellen
(Messungen fahren)



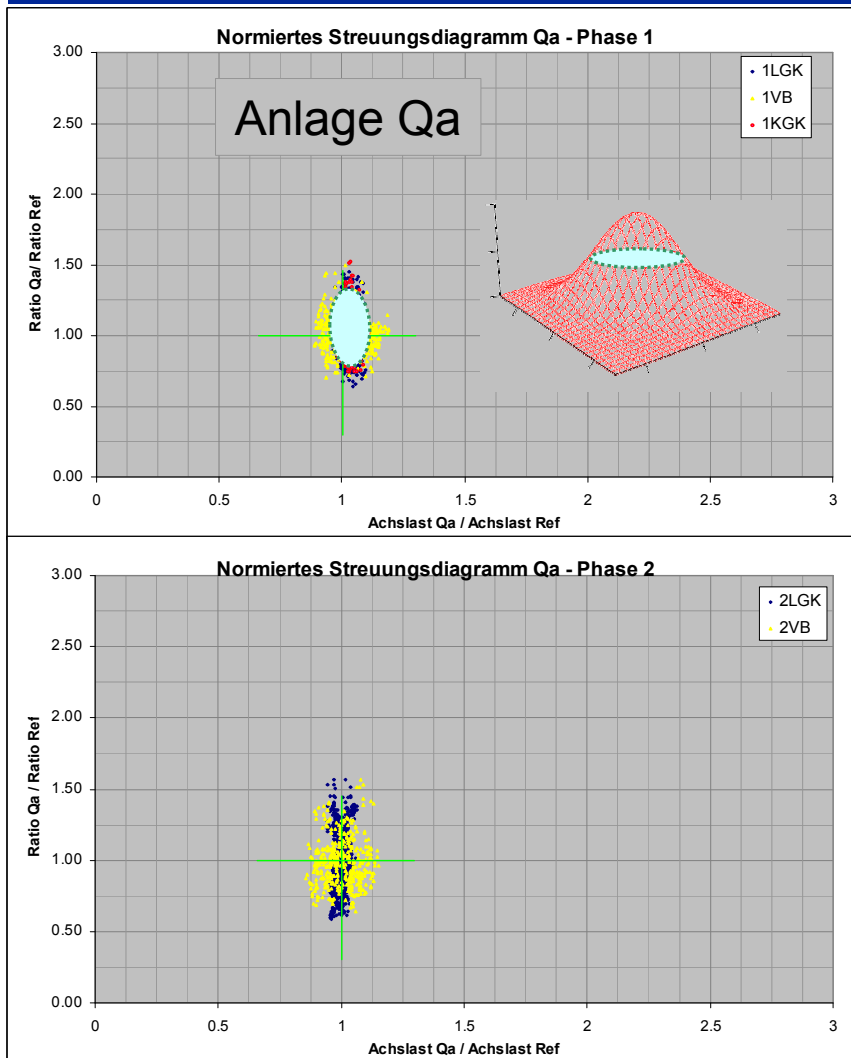
3. Normieren



2. Phase 1,2: Quasistatische Last, normiertes Streudiagramm

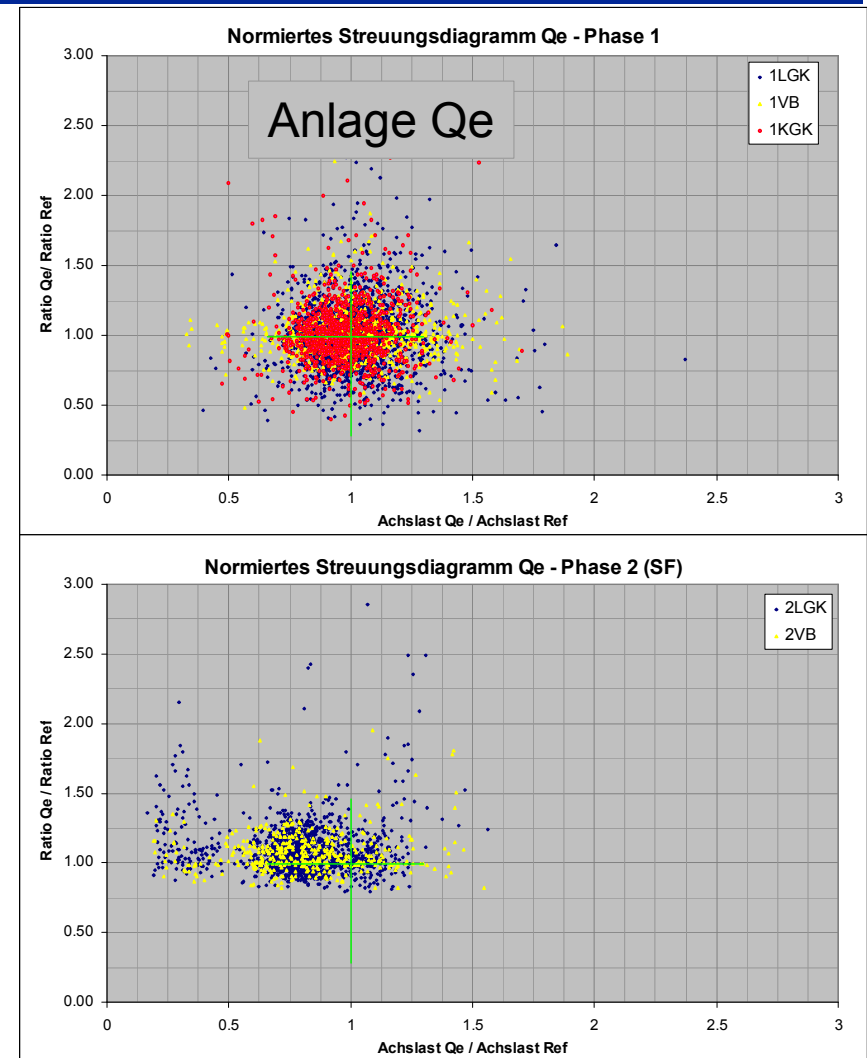


2. Gegenüberstellung zweier Anlagen mit Streudiagrammen



Q-Messstellen, Messergebnisse aus den SBB-Pilotversuchen

Beladene Fahrzeuge | Leere Fahrzeuge



Graz 16.09.2008

SBB • Infrastruktur • Interaktion • Ingolf Nerlich I-FW-MI

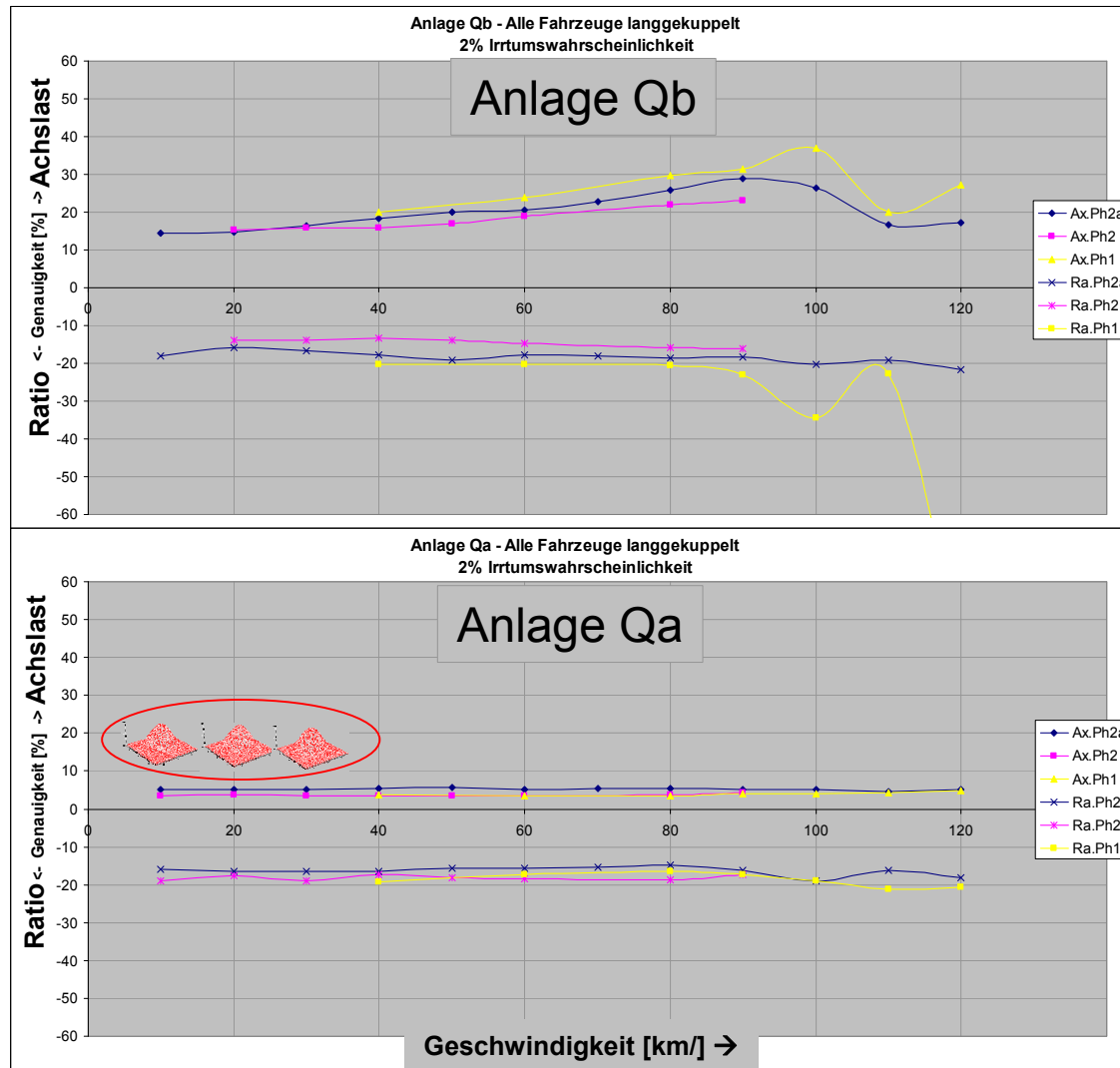
2. „Qualitätsindex“ je Anlage, Versuchsphase und Richtung



Überblick

1. Einleitung
2. Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen
- ➔ **Versuchsergebnisse**
4. Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten?
5. Der Einsatz von Q-Messtellen, was bringt er wirklich?
6. Grenzwertfelder
7. Zusammenfassung

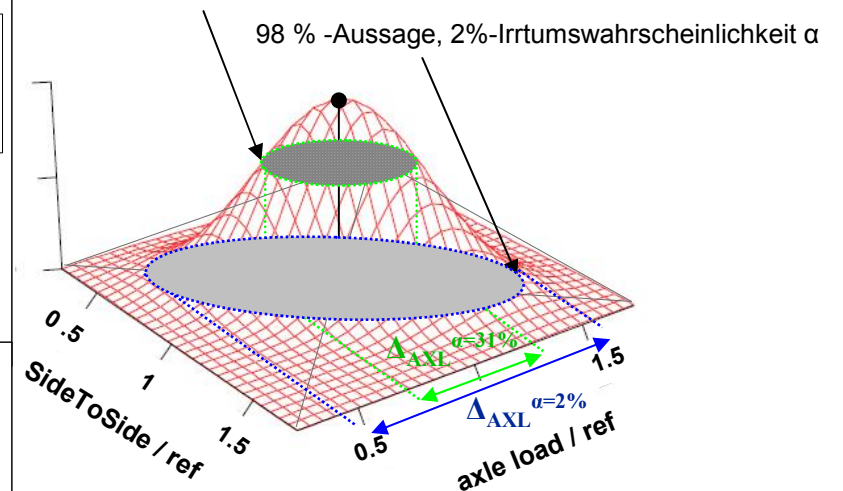
3. Ergebnis, Vertrauensbereich der Messungenauigkeit



Q-Messstellen, Messergebnisse aus den SBB-Pilotversuchen

Graz 16.09.2008

Kovarianzellipse=A(x,y)

68.27% -Aussage, 31.7%-Irrtumswahrscheinlichkeit α 98 % -Aussage, 2%-Irrtumswahrscheinlichkeit α 

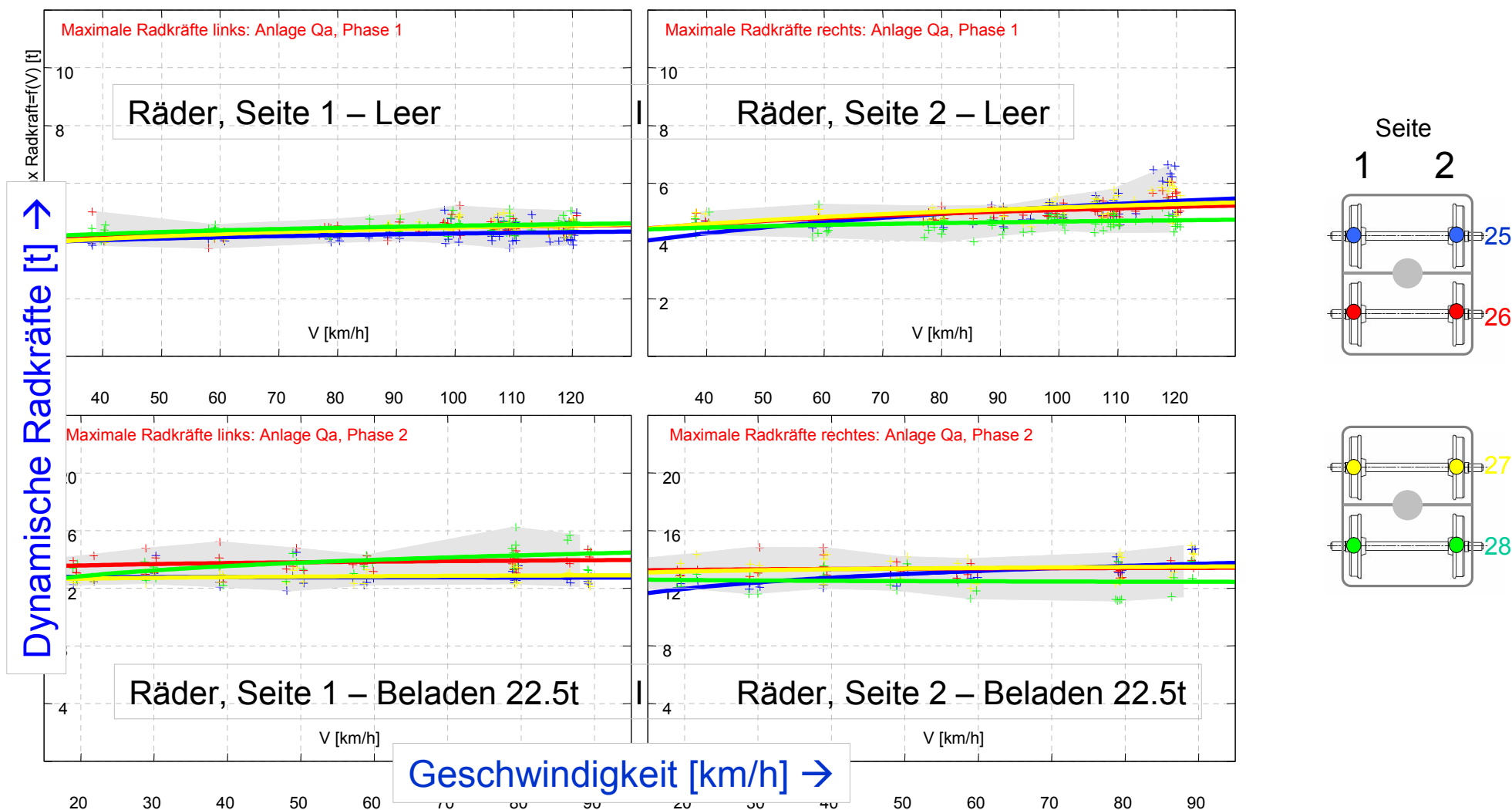
$$\pm \text{Genauigkeit} = f(\alpha) = 0.5 \cdot \Delta_{AXL}$$

- **Vorhersage der Fehlergrösse**
- **Steuerbar nach Fehlalarmquote**
- **Geschwindigkeit \leftrightarrow Fehler**

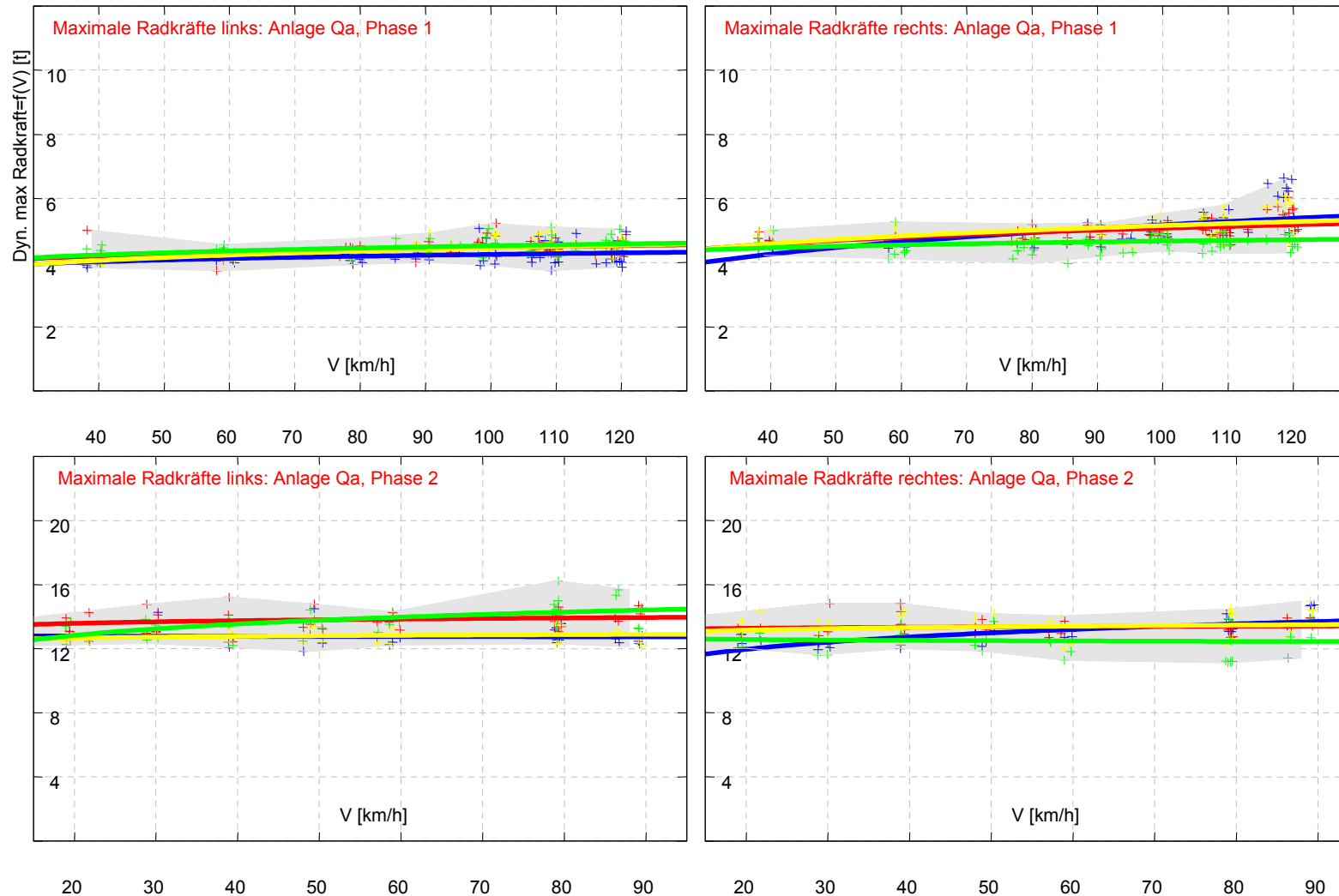
Überblick

1. Einleitung
2. Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen
3. Versuchsergebnisse
- ➔ **Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten?**
5. Zukünftiger Nutzen von Q-Messstellen
6. Grenzwertfelder
7. Zusammenfassung

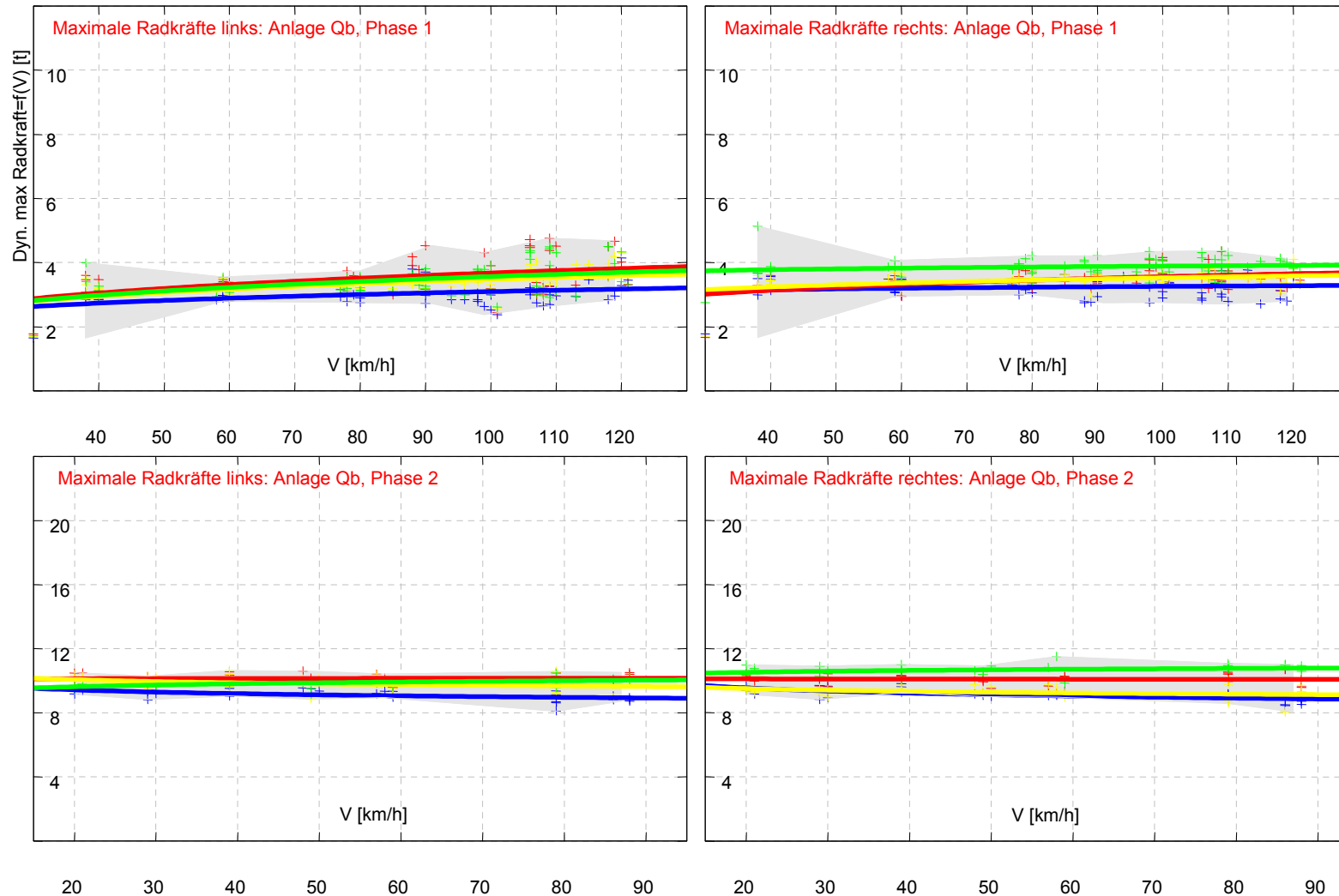
4. Dynamische Radkräfte – Anlage Qa [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



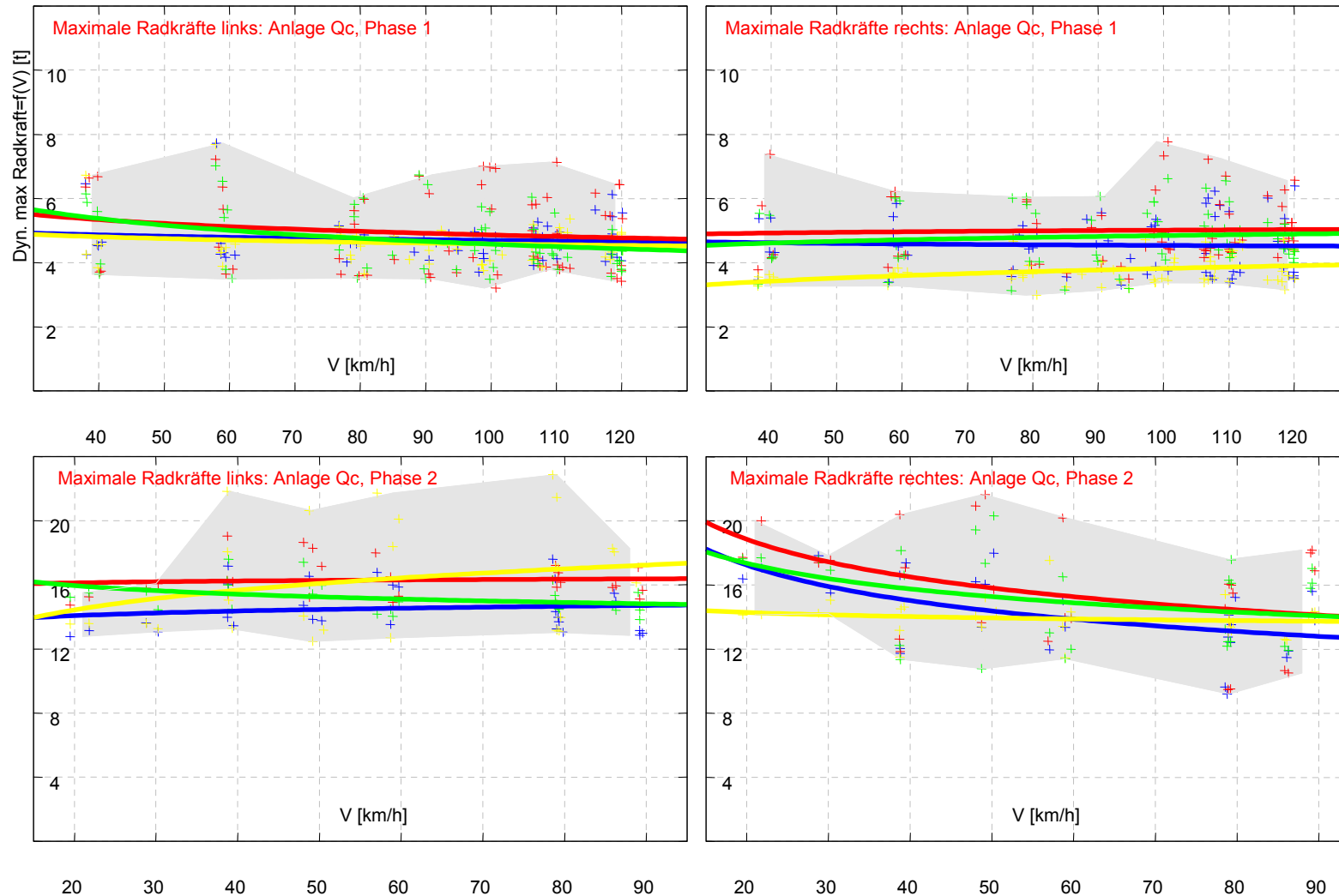
4. Dynamische Radkräfte – Anlage Qa [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



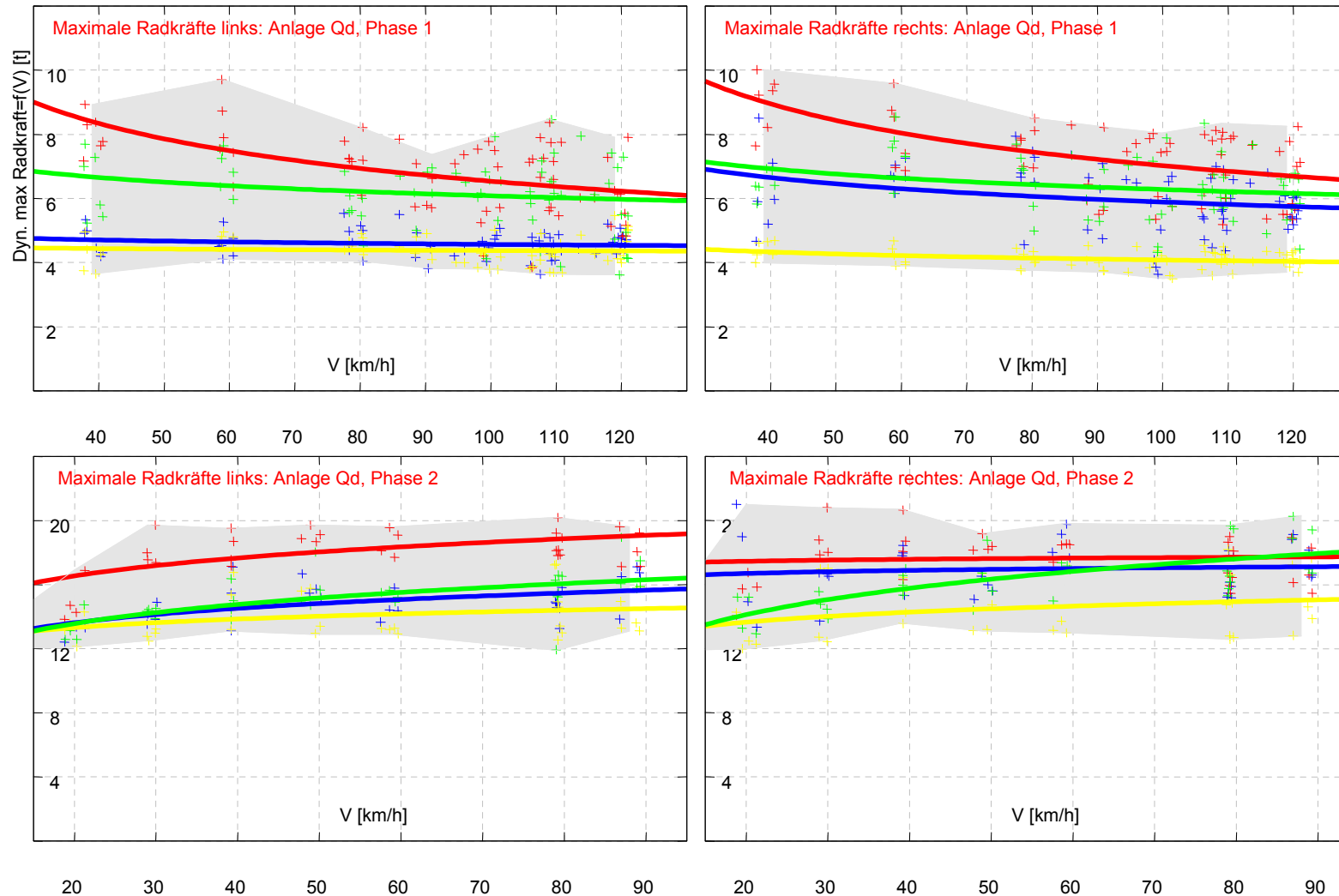
4. Dynamische Radkräfte – Anlage Qb [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



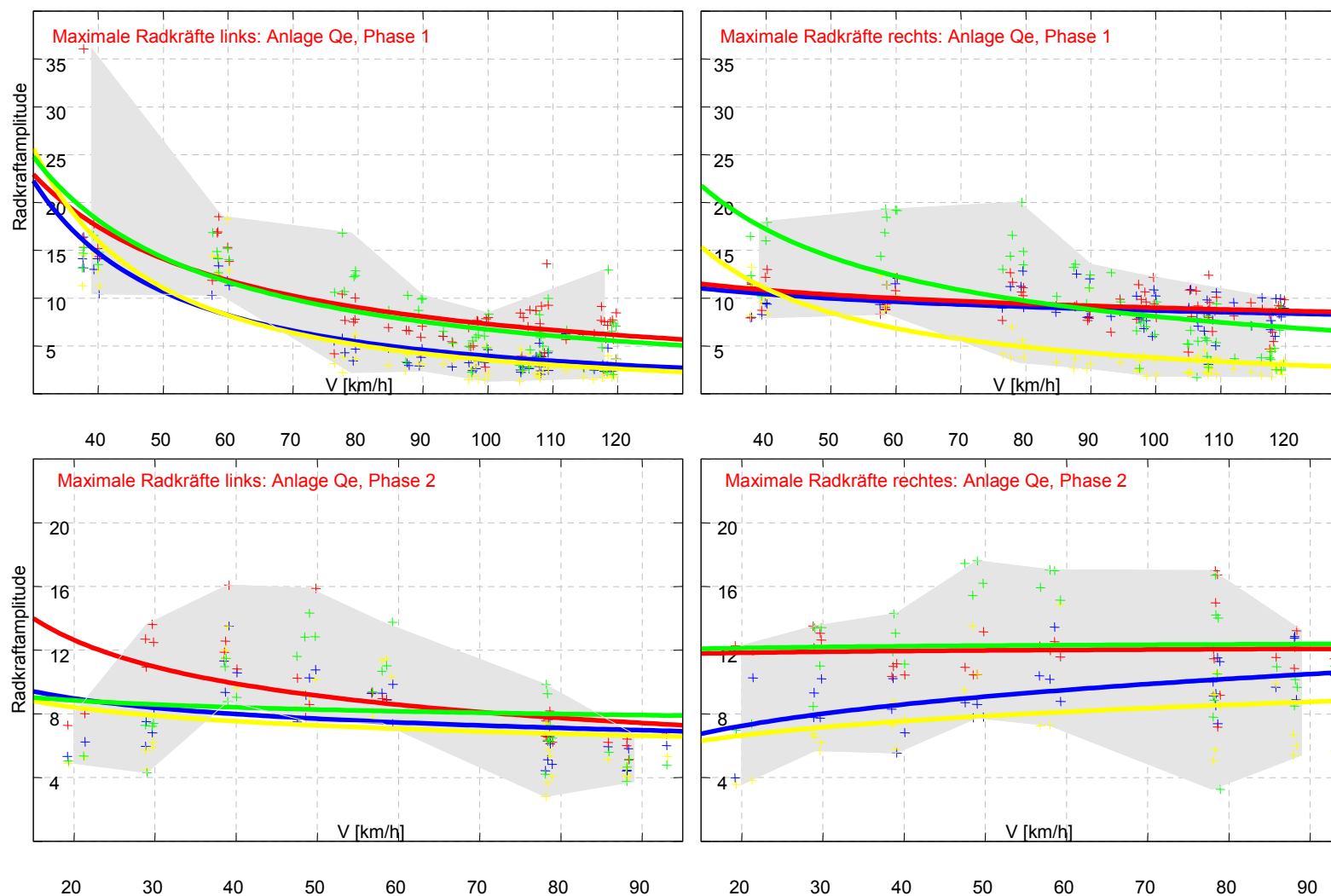
4. Dynamische Radkräfte – Anlage Qc [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



4. Dynamische Radkräfte – Anlage Qd [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



4. Dynamische Amplitude – Anlage Qe [Flachstelle an Kesselwagen 174-5]



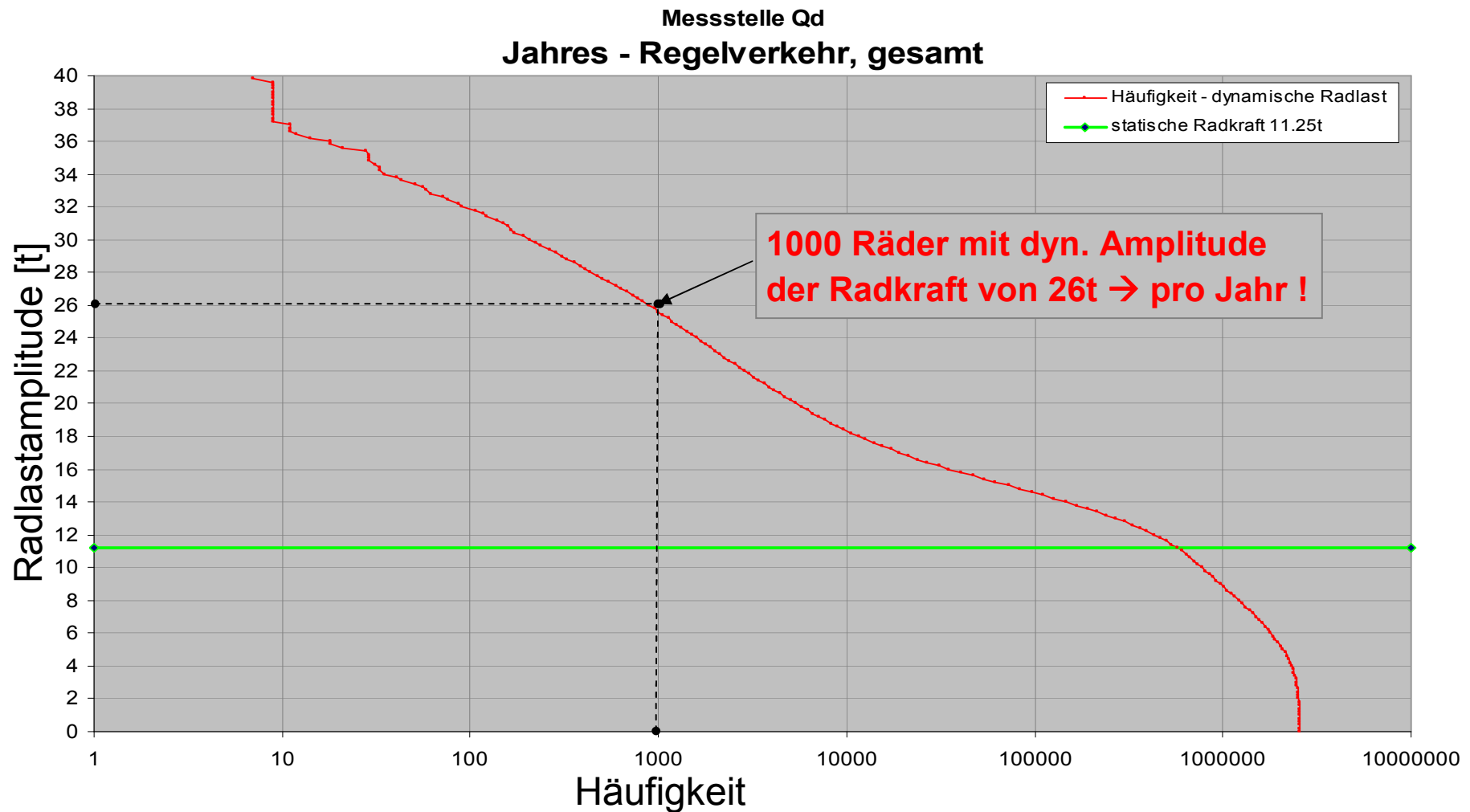
Ein Zwischenfazit

- Ein erstes Benchmarking der Anlagen ist gelungen
- Versuche zeigen sehr unterschiedliche Anlagenqualitäten
- Erste Erkenntnisse zu dynamischen Radkräften, Einflüsse:
 - Radfehlertypus, Geschwindigkeit und statische Radlast
 - Messprinzip und Signalkonditionierung
 - Trefferquote auf dem Laufkreis der grössten Fehlerausprägung
- **verlässliches, prüfbares Element kann nur die Geometrieinformation sein**
- **dynamische Kräfte sind je Messprinzip mit der Geometrie zu korrelieren**
- Nur einige Anlagen haben das Potenzial bei Mischverkehrseinsätzen

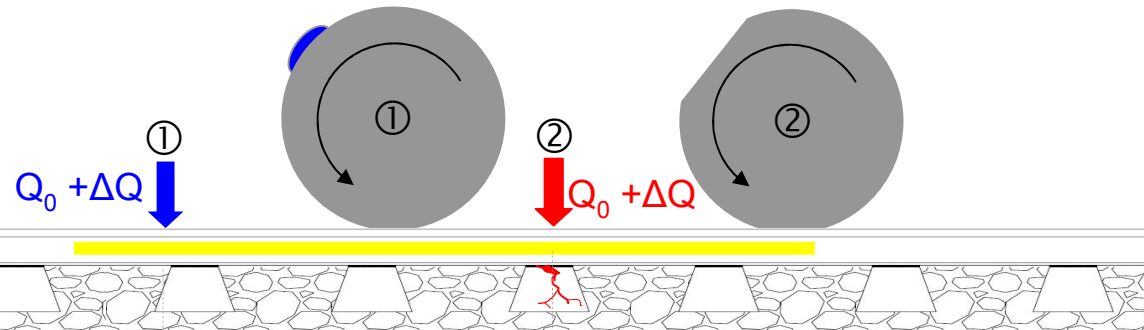
Überblick

1. Einleitung
2. Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen
3. Versuchsergebnisse
4. Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten?
- Zukünftiger Nutzen von Q-Messstellen**
6. Grenzwertfelder
7. Zusammenfassung

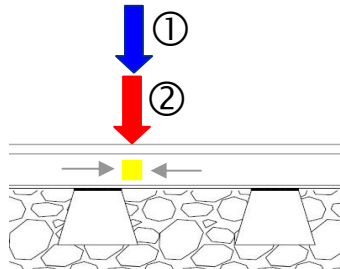
5. Maxwertkollektiv



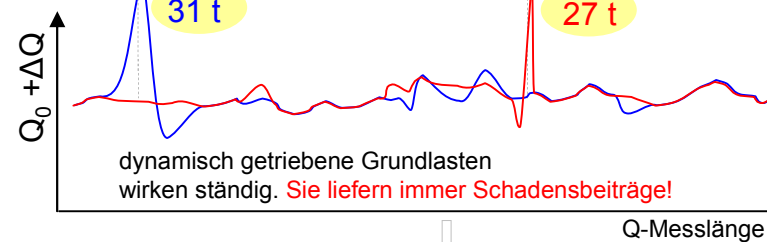
5. Maxwertkollektiv → „Bewertende Einflusslinie“ - eine Idee



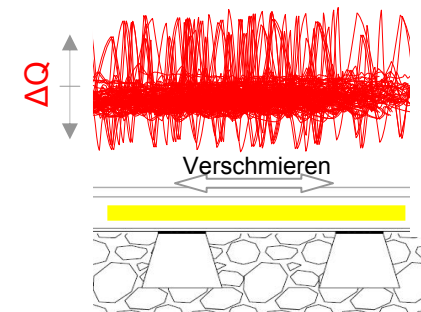
Auslesen der Maximalwerte
schrumpft die Q-Messstelle
auf einen Punkt !



Die Lasten wirken aber an verschiedenen
Orten! **Die Verwendung solcher
Kollektive führt zu falschen Aussagen!**



Maxwerte



Das Maximalwertkollektiv muss verteilungs-
theoretisch verschmiert werden „be-
wertende Einflusslinie“ (A. Kläger / I. Nerlich)

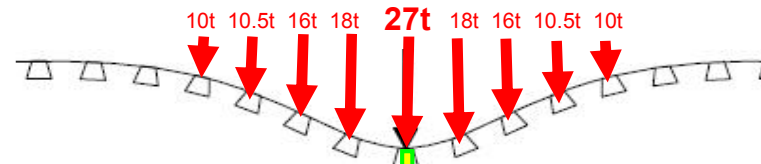
5. Arbeitsweise der bewertenden Einflusslinie

1. Abtrennen von grunddynamischen Radlasten gemäss Oberbaurechnung. (Güterzüge, Hpt.-Strecke)

2. Wenn $Q_{\text{dyn}} > Q_{\text{st}} \cdot V_{\text{Beiwert}}$ → Einflusslinienbewertung:

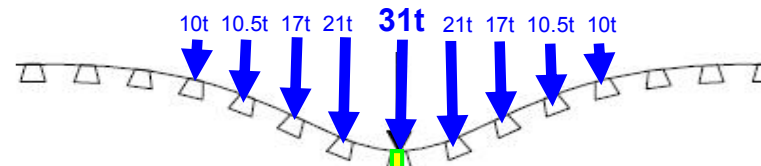
- elastische Biegelinie (Schotterpressung)
- Biegemomentenverlauf (Schienenbeanspruchung)

Maxwert aus Beispiel Folie 22



Häufigkeit: 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 → $\Sigma=1$

Maxwert aus Beispiel Folie 22



Häufigkeit: 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 1/8 → $\Sigma=1$

3. Summieren (Teilhäufigkeiten der Amplituden)

$Q_{\text{Amp}} [\text{t}]$	10.0	10.5	16.0	17.0	18.0	21.0	27.0	31.0	...
ΣH	4/8	4/8	2/8	2/8	2/8	2/8	1/8	1/8	...

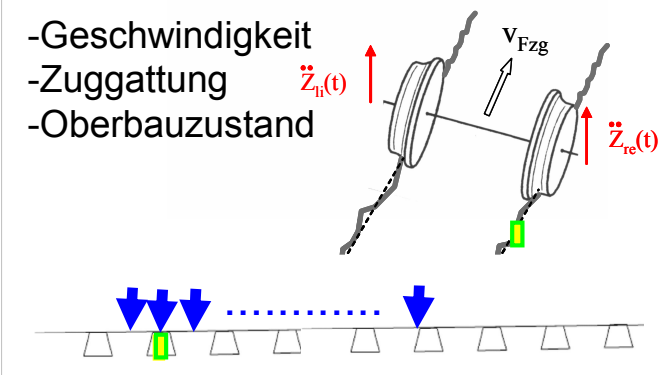
Q-Messstellen, Messergebnisse aus den SBB-Pilotversuchen

Graz 16.09.2008


$$Q_{\text{dyn}} < Q_{\text{st}} \cdot V_{\text{Beiwert}}$$

Grunddynamischen Lasten behalten:

- Geschwindigkeit
- Zuggattung
- Oberbauzustand



Teilkollektive zusammensetzen

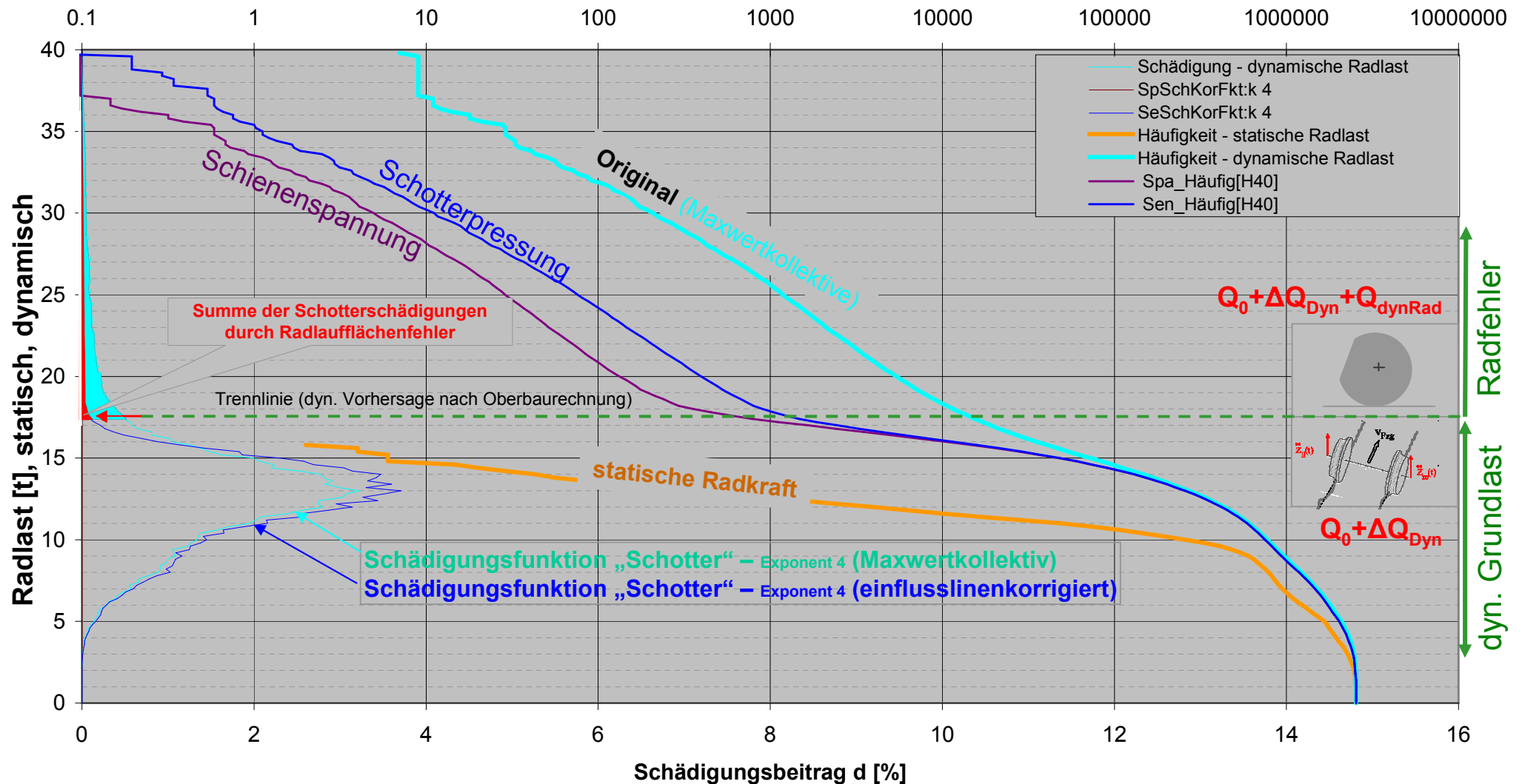
Am Lokalelement  wirkt nun die Summe von:

- dyn. Grundlast
- verschmierter Radfehlermaximalkraft

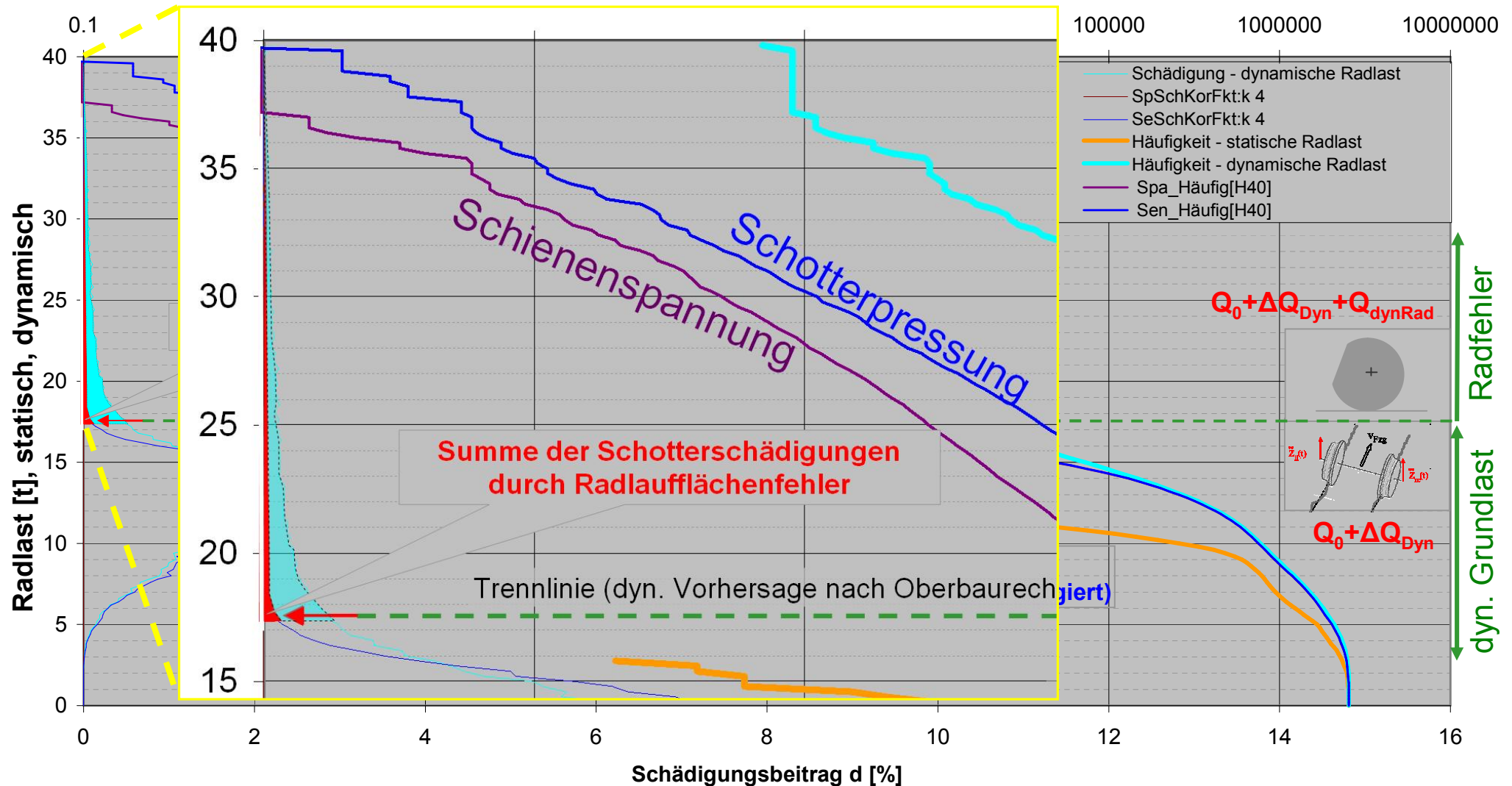
Vereinfachungen:

- alle Achsen sind Güterwagen
- alle Achsen sind zur Zeit - Einzelachsen, dh.
 - keine Zählungszusammenfassung von DG-Fahrzeuge
 - keine Berücksichtigung vom Einfluss der Nachbarachsen

5. Verändertes Maximalwertkollektiv - Schädigung



5. Verändertes Maximalwertkollektiv - Schädigung



5. Ergebnisse der Schädigungsbetrachtung

- Q-Messstellen können einen Beitrag zur Instandhaltungsverringerung am Oberbau leisten – **netzweit** !
- Mit aktuellem Radfehleraufkommen und Achslastüberschreitungen ergeben sich aus den Schädigungsbetrachtungen:
 - 2 bis 4 % Einsparung bei Gleislagekorrekturen (Höchstwert harter Oberbau)
 - ca 2 % Einsparungen beim Schleifen (RCF)
- Je dichter an die „Grenzlinie“ herangetreten werden kann, je grösser der Benefit
- In den Erwägungen sind nicht enthalten:
 - Sicherheitsaspekte/Vermeidungskosten von Entgleisungsereignissen
 - Minderungen von Vibrationsemissionen
 - Benefit durch Netzbelastungsmonitoring

Überblick

1. Einleitung
2. Versuchsserien, Wagenmaterial und Bewertung der Anlagen
3. Versuchsergebnisse
4. Ausblick auf dynamische Kräfte und Radunrundheiten?
5. Zukünftiger Nutzen von Q-Messstellen
- Grenzwertfelder der Intervention – das Ende skalarer Grenzwerte?**
7. Zusammenfassung

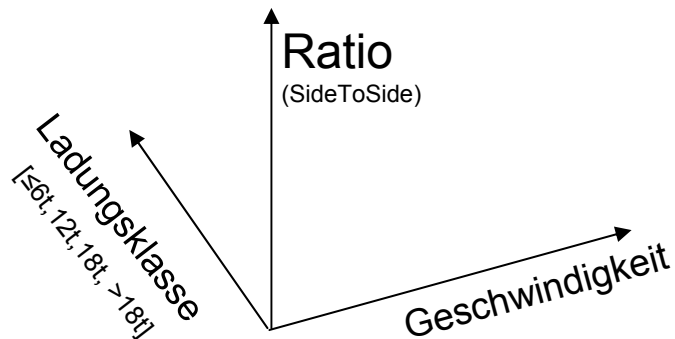
6: Bedeutung der Prozessgenauigkeit

➔ 11 von 50 Entgleisungen (4 Jahre)
bei SBB mutmasslich mit
Schieflast oder Verwindung.

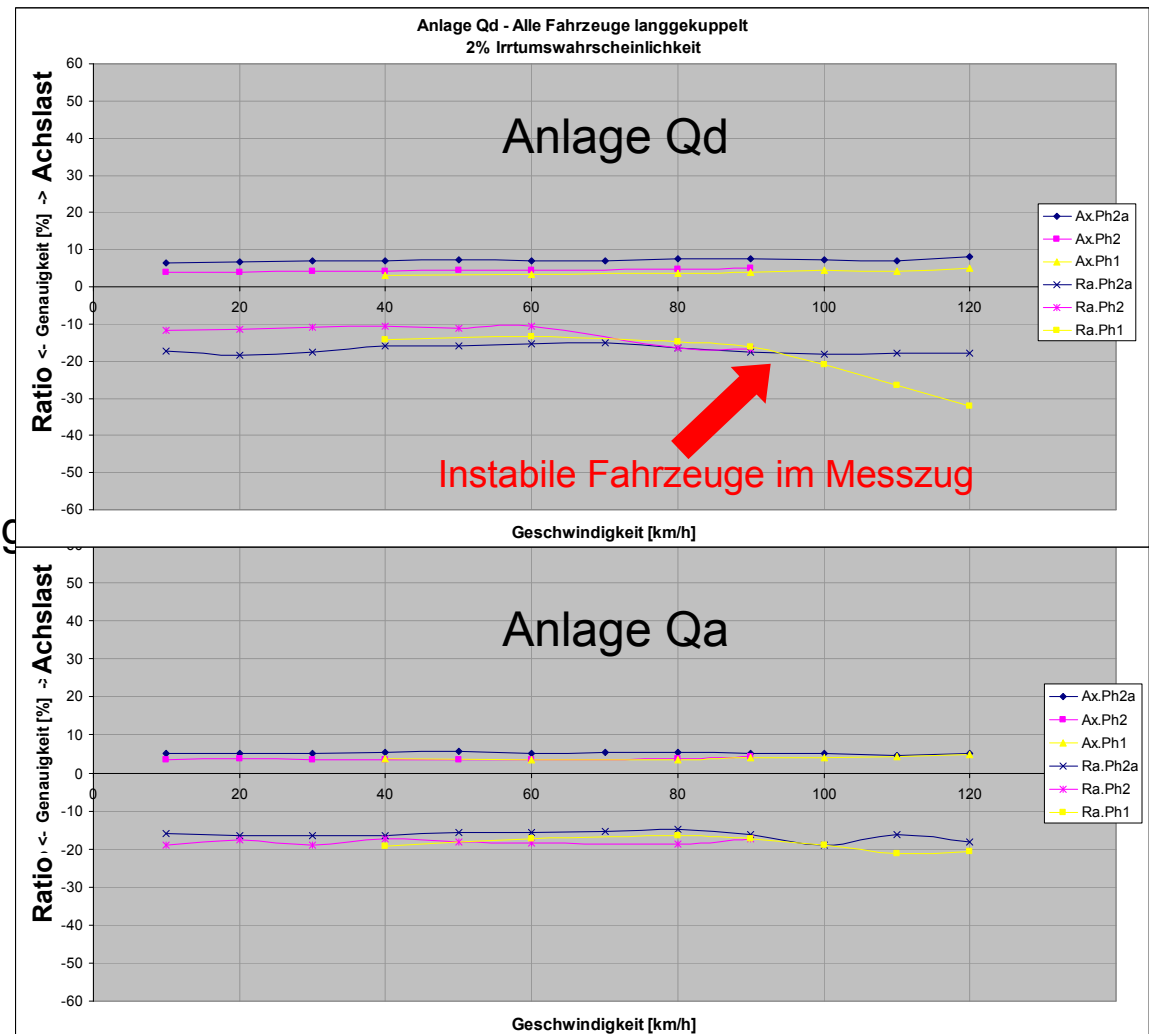
➔ Kein Messbeweis vorhanden.

Drängende Fragen:

- Sind Verwindungen bei höheren Geschwindigkeiten indentifizierbar ?
- Verhalten von verschiedenen Gattungen
- Einfluss der Beladung?
- Reichen skalare Grenzwerte aus?



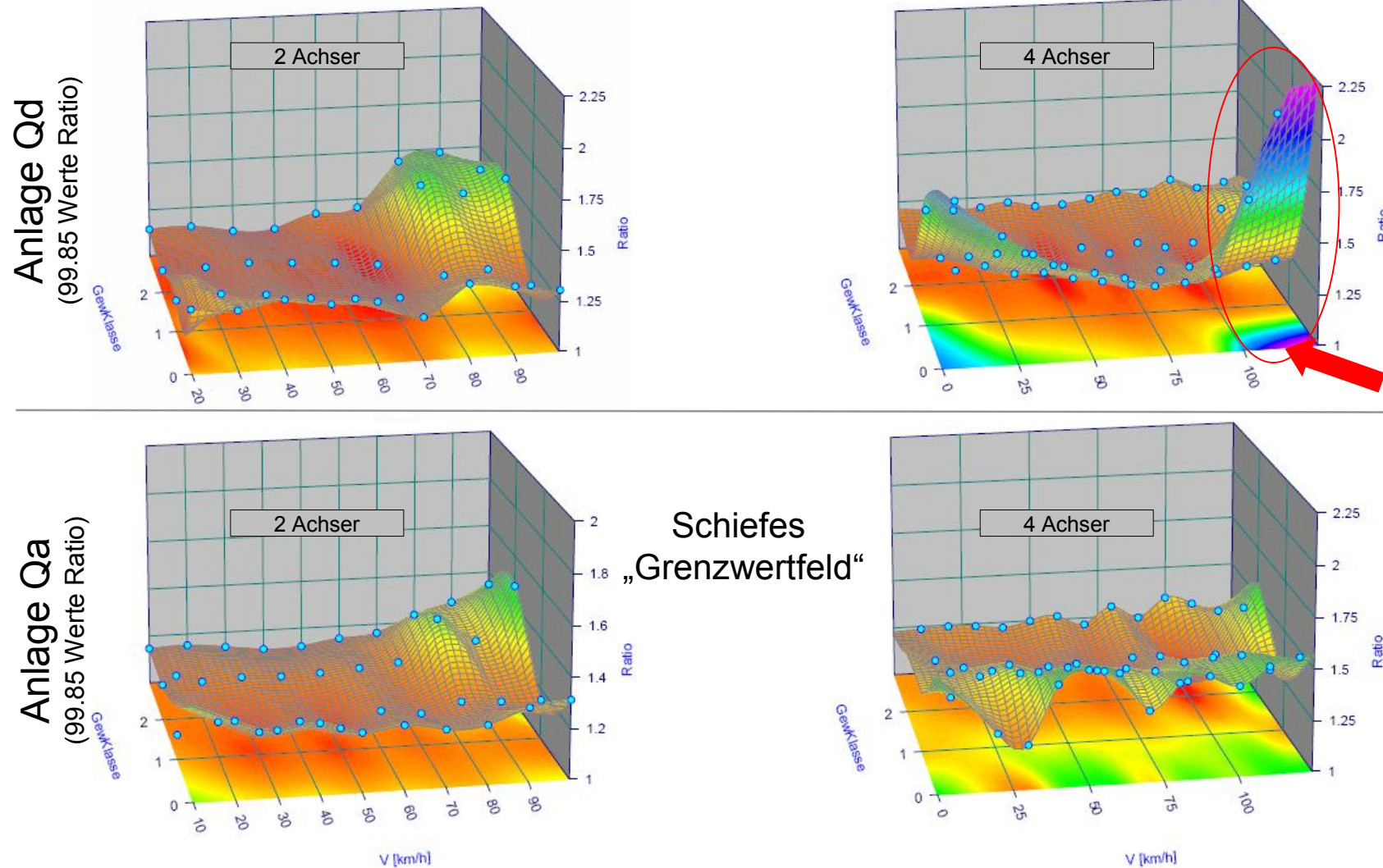
Q-Messstellen, Messergebnisse aus den SBB-Pilotversuchen



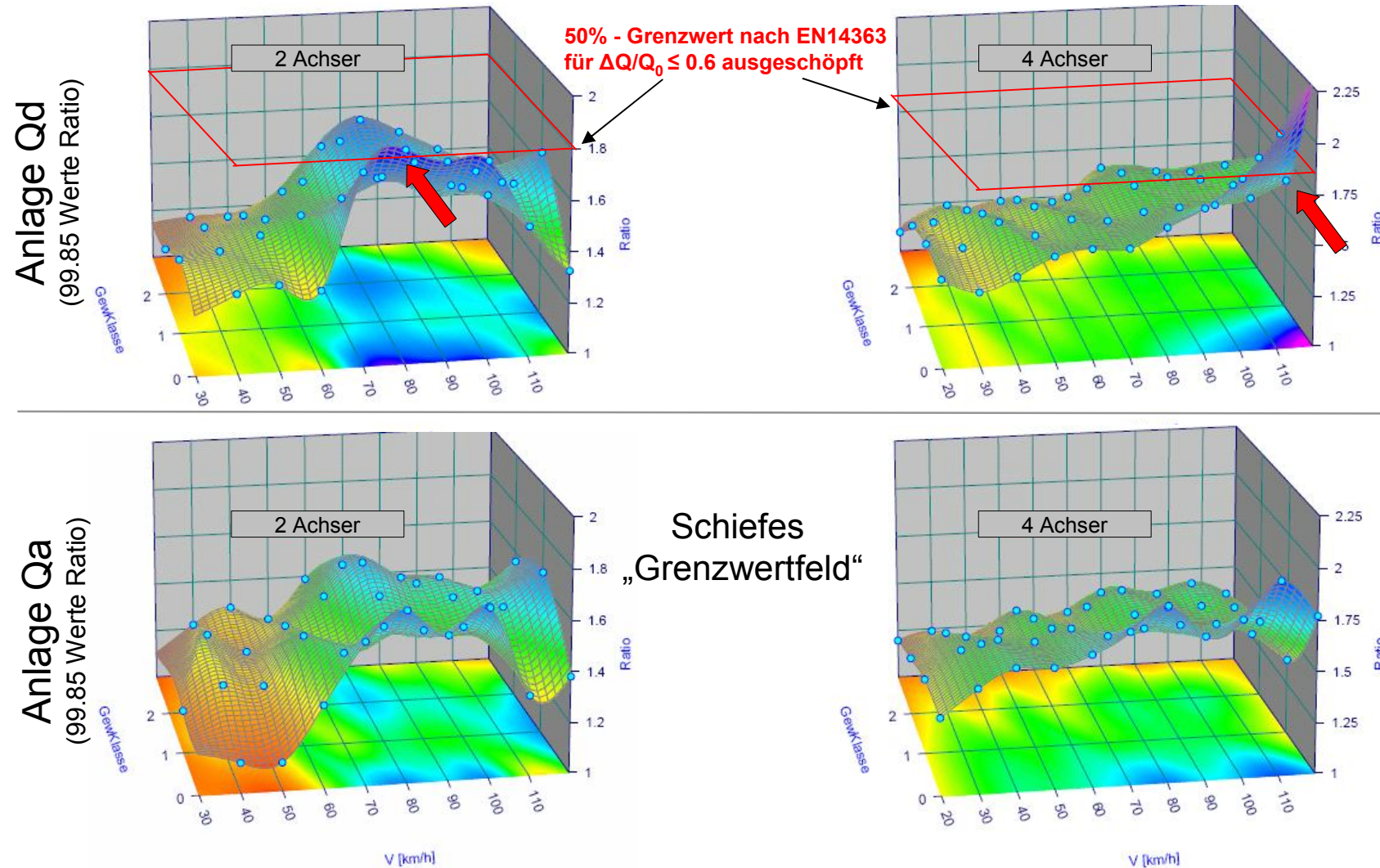
Graz 16.09.2008

SBB • Infrastruktur • Interaktion • Ingolf Nerlich I-FW-MI

6. Gattungsabhängige Grenzwertfelder - Messzug



6: Grenzwertfelder und die Reflexion am Regelverkehr



7. Zusammenfassung

- Die Verwendung von Q-Messstellen im operativen Zugkontrolleinsatz des alpenquerenden Mischverkehrs sieht SBB auf gutem Weg.
- Begründungen von Q-Messstellen allein aus der Oberbauschädigung ist aus Sicht von SBB mit Einsparungen $\ll 5\%$ nicht zu rechtfertigen.
- SBB unterstützt diese Messtechnik, denn jeder Gewinn an Genauigkeit ermöglicht grössere Einsparungen.
- SBB sieht folgende offene Arbeitsfelder:
 1. exakte Wiedergabe geometrischer Radinformationen
 2. Korrelation der Kräfte (je Messprinzip) mit den Radgeometrien
 3. Adaption von Grenzwertfeldern (Verwindungsvorbeanspruchungen)



Die
Geschäftseinheit **Interaktion** der SBB AG

dankt für Ihre Aufmerksamkeit

**Anton Seger
Ingolf Nerlich**