

Untersuchungsbericht

Simulationsrechnungen zur fahrtechnischen Konformität des ICE3 2. Bauserie zur 1. Bauserie



Dokument: 04-I-001068-T.TZF95-UN-1350
Datum: 06.12.2004

Durchführung: Deutsche Bahn AG
DB Systemtechnik
Verifikation und Versuche Betriebsfestigkeit, Simulation
Pionierstr. 10
32423 Minden

Inhaltsverzeichnis

1	Angaben zum Auftrag	5
2	Aufbau der Simulationsmodelle	5
3	Berechnung	6
4	Zusammenfassung	7
5	Unterschriften	7
6	Anlagen	8

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1 : Vergleich Y11 im 300 Bogen	8
Anlage 2 : Vergleich Y12 im 300m Bogen	8
Anlage 3 : Vergleich Y21 im 300m Bogen	8
Anlage 4 : Vergleich Y22 im 300 Bogen	8
Anlage 5 : Vergleich Y31 im 300 Bogen	9
Anlage 6 : Vergleich Y32 im 300 Bogen	9
Anlage 7 : Vergleich Y41 im 300 Bogen	9
Anlage 8 : Vergleich Y42 im 300 Bogen	9
Anlage 9 : Vergleich Q11 im 300m Bogen	10
Anlage 10 : Vergleich Q12 im 300m Bogen	10
Anlage 11 : Vergleich Q21 im 300m Bogen	10
Anlage 12 : Vergleich Q22 im 300m Bogen	10
Anlage 13 : Vergleich Q31 im 300m Bogen	11
Anlage 14 : Vergleich Q32 im 300m Bogen	11
Anlage 15 : Vergleich Q41 im 300m Bogen	11
Anlage 16 : Vergleich Q42 im 300m Bogen	11
Anlage 17 : Vergleich Y/Q11 im 300m Bogen.....	12
Anlage 18 : Vergleich Y/Q12 im 300m Bogen.....	12
Anlage 19 : Vergleich Y/Q21 im 300m Bogen.....	12
Anlage 20 : Vergleich Y/Q22 im 300m Bogen.....	12
Anlage 21 : Vergleich Y/Q31 im 300m Bogen.....	13
Anlage 22 : Vergleich Y/Q32 im 300m Bogen.....	13
Anlage 23 : Vergleich Y/Q41 im 300m Bogen.....	13
Anlage 24 : Vergleich Y/Q42 im 300m Bogen.....	13
Anlage 25 : Vergleich SY1 im 300m Bogen	14
Anlage 26 : Vergleich SY2 im 300m Bogen	14
Anlage 27 : Vergleich SY3 im 300m Bogen	14
Anlage 28 : Vergleich SY4 im 300m Bogen	14
Anlage 29 : Vergleich ay_dg1 im 300m Bogen	15
Anlage 30 : Vergleich ay_dg2 im 300m Bogen	15
Anlage 31 : Vergleich Y11 im 3700 Bogen.....	16
Anlage 32 : Vergleich Y12 im 3700m Bogen.....	16
Anlage 33 : Vergleich Y21 im 3700m Bogen.....	16
Anlage 34 : Vergleich Y22 im 3700 Bogen.....	16
Anlage 35 : Vergleich Y31 im 3700 Bogen.....	17
Anlage 36 : Vergleich Y32 im 3700 Bogen.....	17
Anlage 37 : Vergleich Y41 im 3700 Bogen.....	17
Anlage 38 : Vergleich Y42 im 3700 Bogen.....	17
Anlage 39 : Vergleich Q11 im 3700m Bogen	18
Anlage 40 : Vergleich Q12 im 3700m Bogen	18
Anlage 41 : Vergleich Q21 im 3700m Bogen	18
Anlage 42 : Vergleich Q22 im 3700m Bogen	18

Anlage 43 : Vergleich Q31 im 3700m Bogen	19
Anlage 44 : Vergleich Q32 im 3700m Bogen	19
Anlage 45 : Vergleich Q41 im 3700m Bogen	19
Anlage 46 : Vergleich Q42 im 3700m Bogen	19
Anlage 47 : Vergleich Y/Q11 im 3700m Bogen.....	20
Anlage 48 : Vergleich Y/Q12 im 3700m Bogen.....	20
Anlage 49 : Vergleich Y/Q21 im 3700m Bogen.....	20
Anlage 50 : Vergleich Y/Q22 im 3700m Bogen.....	20
Anlage 51 : Vergleich Y/Q31 im 3700m Bogen.....	21
Anlage 52 : Vergleich Y/Q32 im 3700m Bogen.....	21
Anlage 53 : Vergleich Y/Q41 im 3700m Bogen.....	21
Anlage 54 : Vergleich Y/Q42 im 3700m Bogen.....	21
Anlage 55 : Vergleich SY1 im 3700m Bogen	22
Anlage 56 : Vergleich SY2 im 3700m Bogen	22
Anlage 57 : Vergleich SY3 im 3700m Bogen	22
Anlage 58 : Vergleich SY4 im 3700m Bogen	22
Anlage 59 : Vergleich ay_dg1 im 3700m Bogen	23
Anlage 60 : Vergleich ay_dg2 im 3700m Bogen	23

Quellenverzeichnis/Literaturverzeichnis

- [1] Simulationsrechnungen zur Bestimmung der Windkennkurven des ICE3 Endwagens, MKS-PR-2000-03 vom 31.7.2000, FTZ Minden TT35
- [2] Technische Dokumentation zum Abnahmebescheid des ersten Schienenfahrzeuges Mittelwagen, 2.Klasse, ohne Antrieb (MW 5), Baureihe 403.8
Eisenbahn-Bundesamt, 19.5.2000
- [3] ICE3 TSI-Prüfung, Entwurf 2.0
Kriterien zur Befreiung von lauftechnischen Versuchen gemäß UIC 518
Powerpoint Foliensatz vom 11.8.2004, Siemens-Bombardier

1 Angaben zum Auftrag

Auftraggeber : T.TZS1, T.TZF24

Auftragnehmer : T.TZF95.1

Bearbeiter : Quy-Long Tu, Clemens Hölpe

Seiten : 23

Anlagen : 60

Verteiler : 1xT.TZS1, Hr. Schenk

1xT.TZF24, Hr. Zumpe

1x Arbeitsgemeinschaft ICE Siemens - Bombardier, Hr. Dr. Kögel

2x T.TZF95.1

Für die Zulassung des ICE3 wurden bei der ersten Bauserie fahrtechnische Messungen am Mehrsystemzug BR406 durchgeführt. Die Zulassung erfolgte daraufhin für alle ICE3-Fahrzeuge der ersten Bauserie (auch für die Baureihe 403). Bei der inzwischen gefertigten 2. Bauserie wurden die Massen der Fahrzeuge geringfügig geändert. Da die unabgefederte Masse sich gegenüber der 1. Bauserie um mehr als 5% geändert hat, ist ein erneuter fahrtechnischer Nachweis erforderlich. Dieser Nachweis soll mit Hilfe von vergleichenden Simulationsrechnungen erfolgen und wird im vorliegenden Bericht beschrieben.

2 Aufbau der Simulationsmodelle

Die Simulationsrechnungen wurden mit dem Programm SIMPACK in der aktuellen Version 8.6 durchgeführt. Ausgangspunkt war ein bereits vorhandenes Modell des ICE 3 Endwagens (BR403-EW8), welches bereits für Seitenwindberechnungen verwendet und im Rahmen dieser Berechnungen verifiziert wurde [1].

Für die vorliegende Aufgabenstellung sollte der Mittelwagen 5 (MW5) der 1. und 2. Bauserie verglichen werden, da dies das leichteste Fahrzeug ist. Die Modellparameter wurden daher in folgenden Punkten angepasst:

	EW8 (BR403) Quelle [1]	MW5 (BR406) Quelle [2], [3]
Wagenkastenmasse [kg]	34828	35470
Drehgestellmasse [kg]	2 x 2494	2 x 3908
Masse Motortragrahmen [kg]	2 x 1846	0
Masse Getriebe [kg]	4 x 257	0
Radsatzmasse [kg]	4 x 1406	4 x 1244,5
Primärfedersteifigkeit [kN/mm]	8 x 1,1	8 x 0,875
Wankstützsteifigkeit [Nm/rad]	2 x 3,2*10 ⁶	2 x 5,4*10 ⁶

Tabelle 1 : Unterschied von Parametern zwischen EW1 und MW5 der 1. Bauserie

Die Unterschiede sind in der Konstruktion und in den Gesamtmassen zwischen Mittelwagen und Endwagen gering; die Parameter weniger Koppелеlemente (im wesentlichen Primärfeder und Wankstütze) wurden zwischen den Modellen angepasst. Das Modell EW8 wurde bereits in den vorherigen Untersuchungen verifiziert. Die Änderungen zum Modell des Mittelwagens MW5 sind aus fahrtechnischer Sicht sehr gering, so daß dieses Modell als verifiziert betrachtet werden kann.

Bei der 2. Bauserie wurden die doppelt abgefederte und die primär abgefederte Masse geringfügig sowie die unabgefederte Masse etwas mehr geändert. Für die 2. Bauserie des MW5 wurde daher ein weiteres Simulationsmodell für die Vergleichsrechnungen erstellt. In der folgenden Tabelle sind die Unterschiede zwischen den Bauserien dargestellt [2].

	MW5 BR 406 1. Bauserie	MW5 BR403 2. Bauserie
Sekundär gefederte Masse	35736 kg	35710 kg
Schwerpunkt Wagenk. über SO	1,907 m	1,872 m
Primär gefederte Masse	7816 kg	7438 kg
Unabgefederte Masse	5648 kg	5152 kg

Tabelle 2 : Unterschied 1. und 2. Bauserie vom ICE3 MW5

3 Berechnung

Die Berechnungen erfolgte für 2 Bogenfahrten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten sowie Bogenradien. Folgende Varianten wurden berechnet:

	MW5 1. Bs.	MW5 2. Bs.
300m Rechtsbogen, $\ddot{u}=150 \text{ mm}$, $a_q=1 \text{ m/s}^2$, ($v=88 \text{ km/h}$) Gleislage: Neubeckum-Hamm	x	x
3700m Rechtsbogen, $\ddot{u}=134 \text{ mm}$, $a_q=1 \text{ m/s}^2$, ($v=300 \text{ km/h}$) Gleislage: Fulda-Würzburg	x	x

Tabelle 3 : Berechnungsvarianten

Sonstige Randbedingungen:

Schienenprofil : UIC60
 Radprofil : S1002
 Schienenneigung : 1:40
 Spurweite : 1435 mm
 Reibung Rad/Schiene : $\mu=0,2$

Die folgenden fahrtechnisch relevanten Größen wurden berechnet und ausgewertet:

Beschreibung	Bezeichnung	Filterung
Radquerkräfte aller Räder	Y11 – Y42	30 Hz, 2m gl. Mittelw, 99,85%
Radquerkräfte aller Räder	Y11 – Y42	Mittelwert
Radaufstandskräfte aller Räder	Q11 – Q42	20 Hz, 99,85%
Radaufstandskräfte aller Räder	Q11 – Q42	Mittelwert
Entgleisungskoeff. aller Räder	Y/Q11 – Y/Q42	30 Hz, 2m gl. Mittelw, 99,85%
Entgleisungskoeff. aller Räder	Y/Q11 – Y/Q42	Mittelwert
Radsatzquerkräfte aller Räder	SY1 – SY4	30 Hz, 2m gl. Mittelw, 99,85%
Radsatzquerkräfte aller Räder	SY1 – SY4	Mittelwert
Drehgestellquerbeschleunigungen	ay1, ay2	10 Hz, Maximum
Drehgestellquerbeschleunigungen	ay1, ay2	Mittelwert

Tabelle 4 : Ausgewertete Größen

Es wurden die Signale im Vollbogen ausgewertet, wobei drei Abschnitte mit einer Länge von jeweils 200m Länge ausgewertet wurden.

Die Ergebnisse sind in Anhang 1 bis 60 dargestellt. Die Unterschiede der ausgewerteten Signale zwischen 1. und 2. Bauserie sind sehr gering. Aus fahrtechnischer Sicht ist damit das Fahrzeug ICE3 MW5 BR403 2. Bauserie gleichwertig mit ICE3 MW5 BR406 der 1. Bauserie.

4 Zusammenfassung

Für die Zulassung der 2. Bauserie des ICE3 wurden vergleichende Simulationsrechnungen mit den Modellen des Mittelwagen 5 durchgeführt. Die Modelle wurden aus einem verifizierten Modell des Endwagen erstellt, in dem einige Fahrzeugparameter angepasst wurden.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen zeigen, dass die 2. Bauserie für die ausgewerteten Größen aus fahrtechnischer Sicht mit der 1. Bauserie vergleichbar ist.

5 Unterschriften

Minden, den

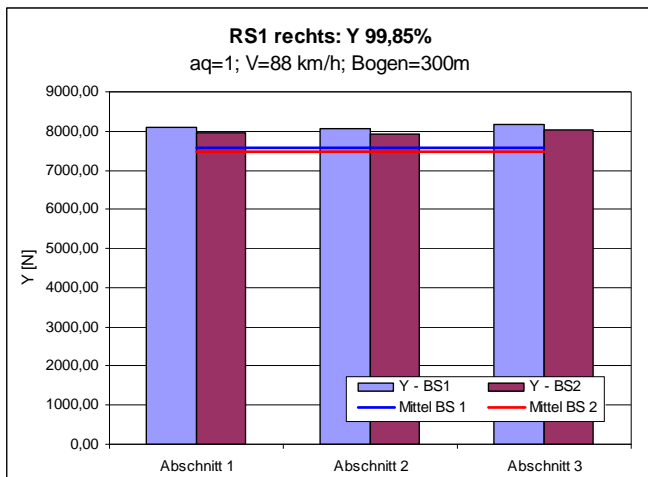
.....
Clemens Höppe
Leiter T.TZF95.1

.....
Quy-Long Tu
T.TZF95.1

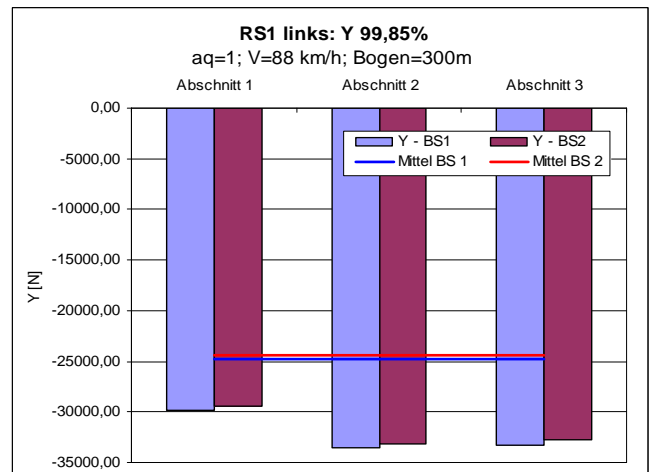
6 Anlagen

Berechnungen bei $aq=1 \text{ m/s}^2$; $V=88 \text{ km/h}$; Bogen=300m:

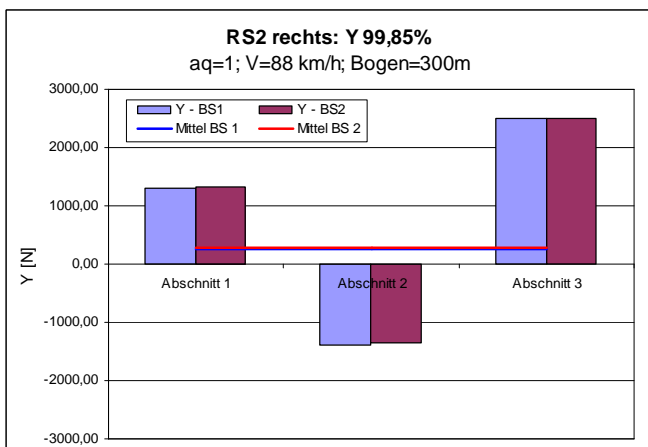
Radquerkräfte Y11-Y22:



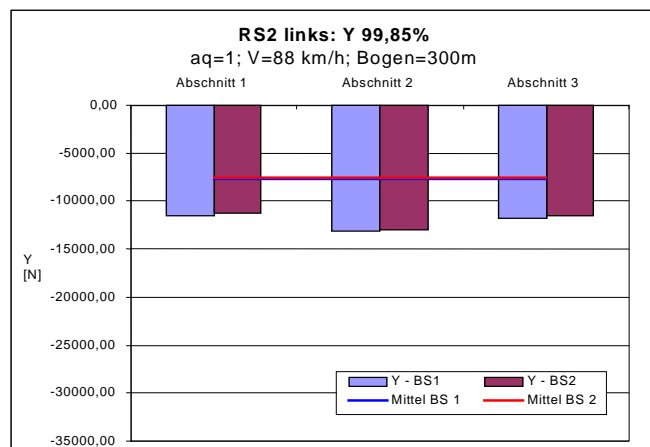
Anlage 1 : Vergleich Y11 im 300 Bogen



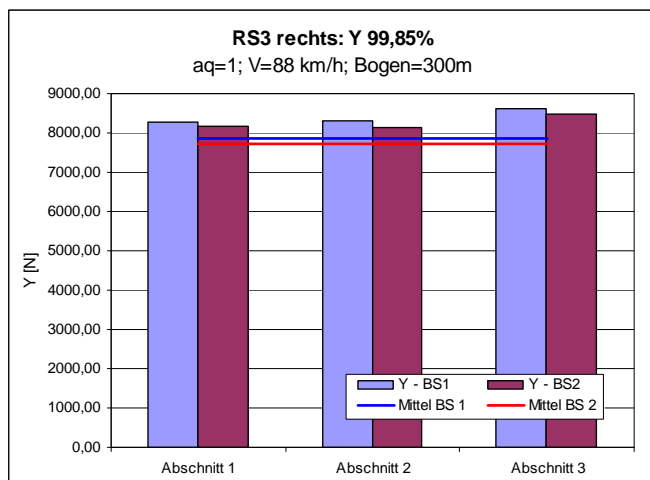
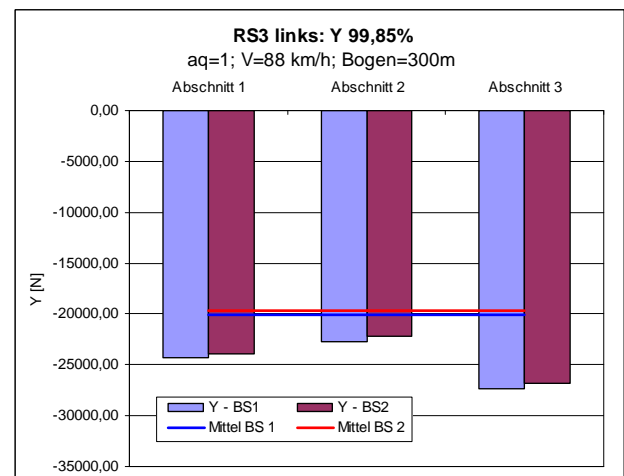
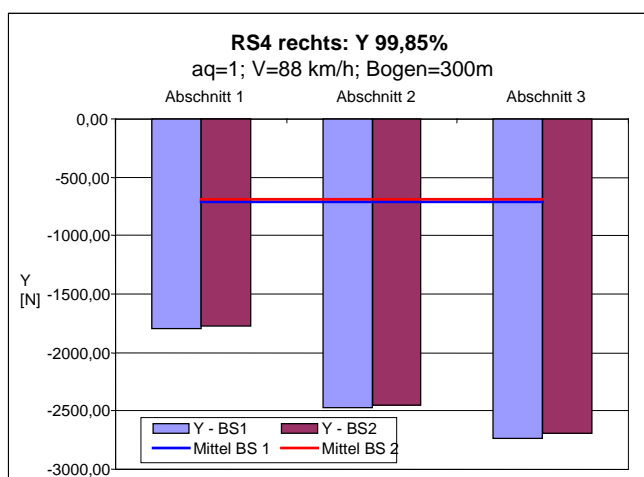
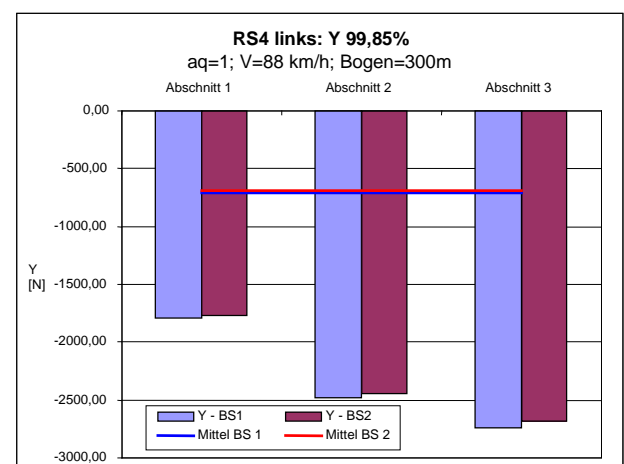
Anlage 2 : Vergleich Y12 im 300m Bogen

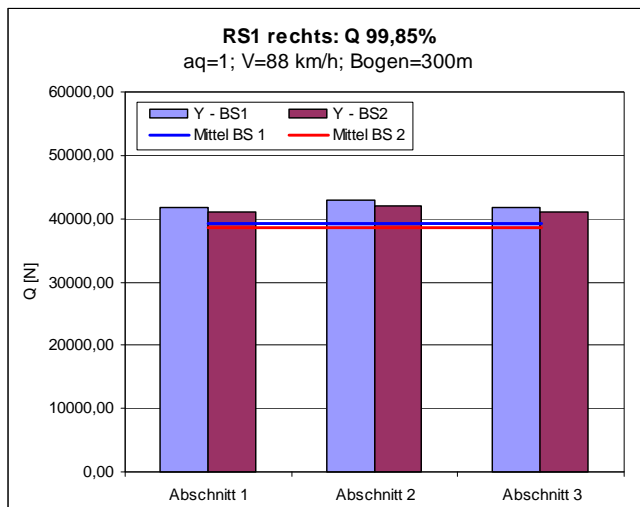
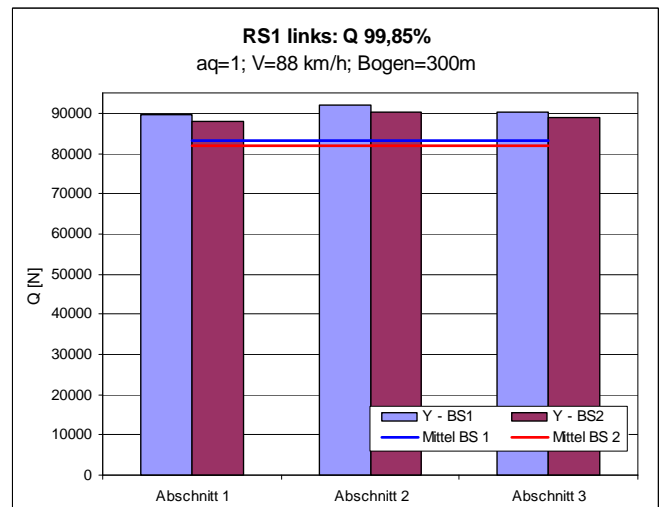
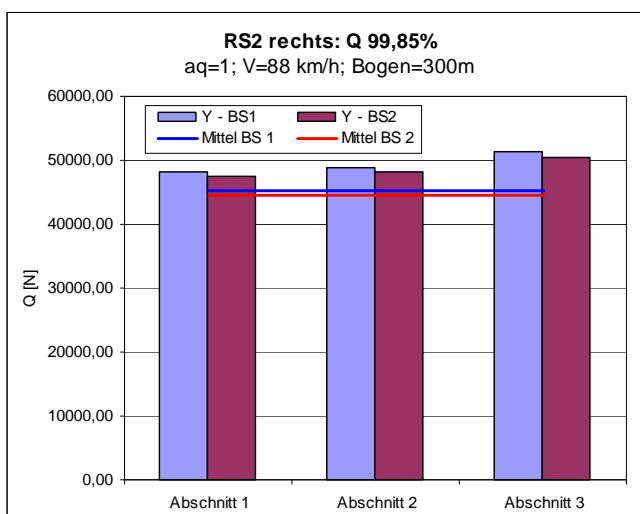
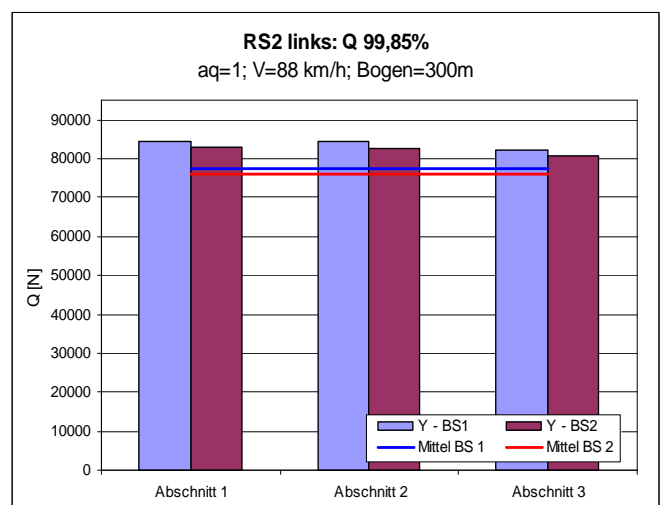


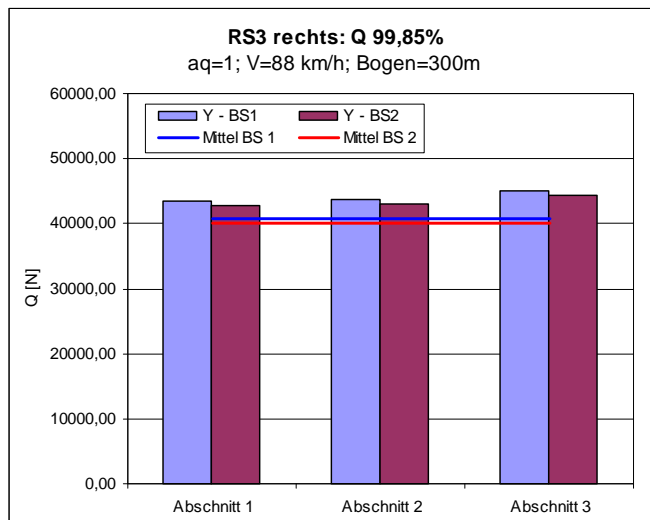
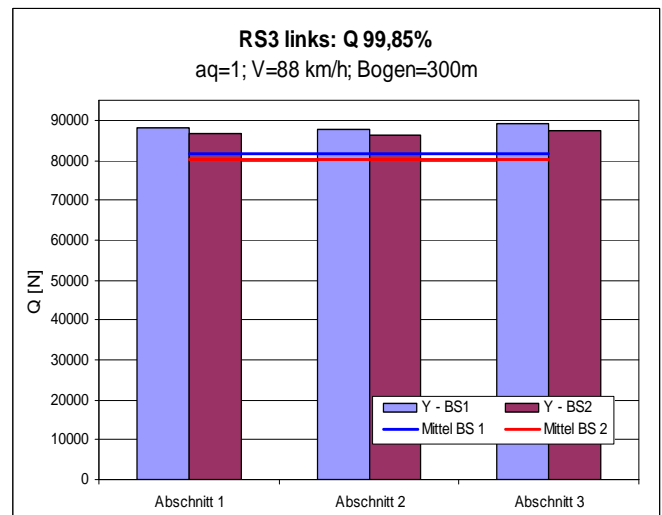
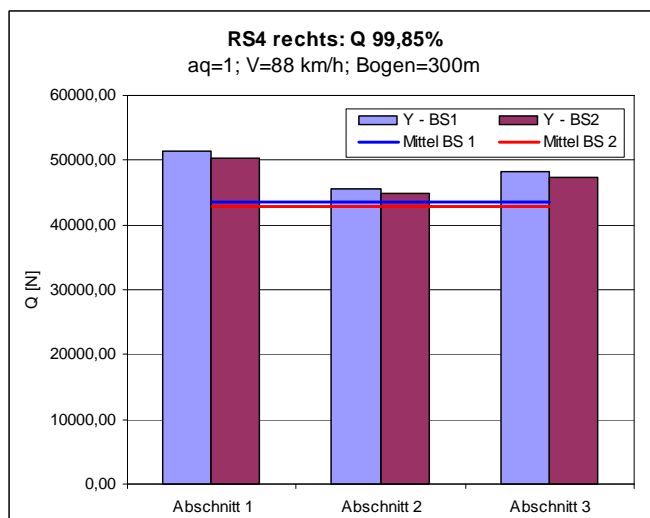
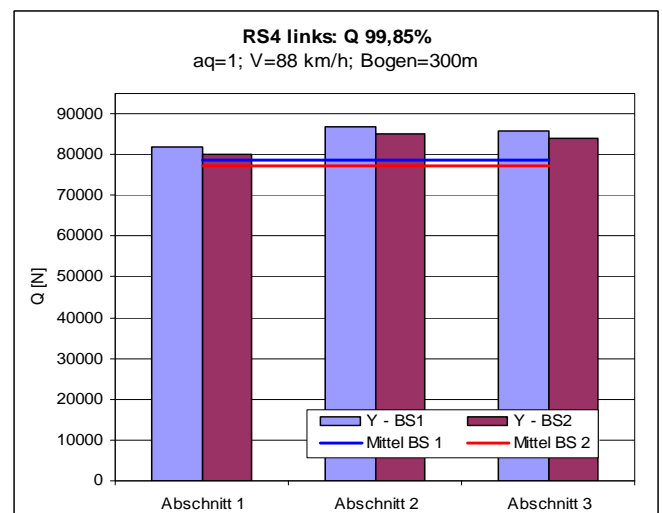
Anlage 3 : Vergleich Y21 im 300m Bogen

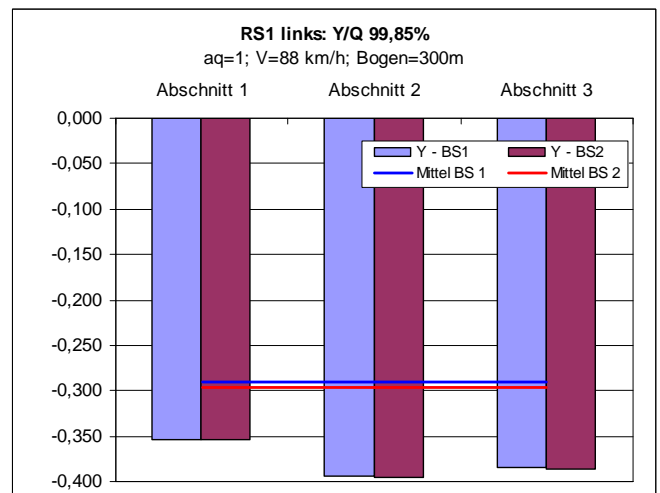
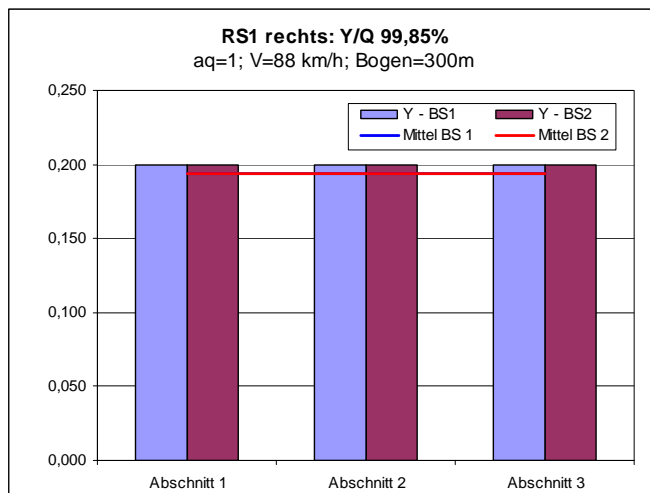
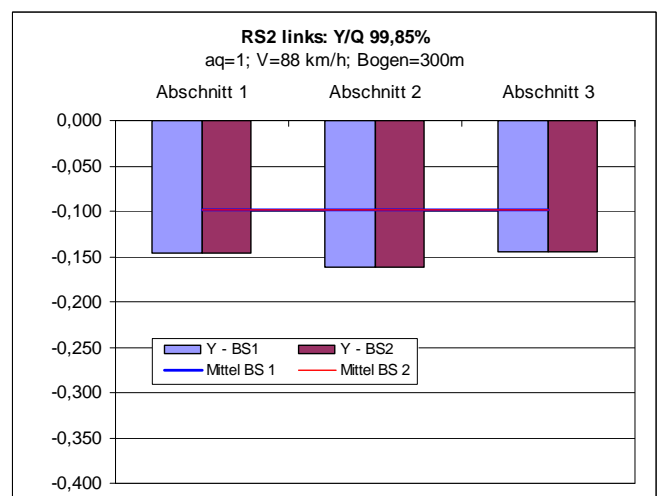
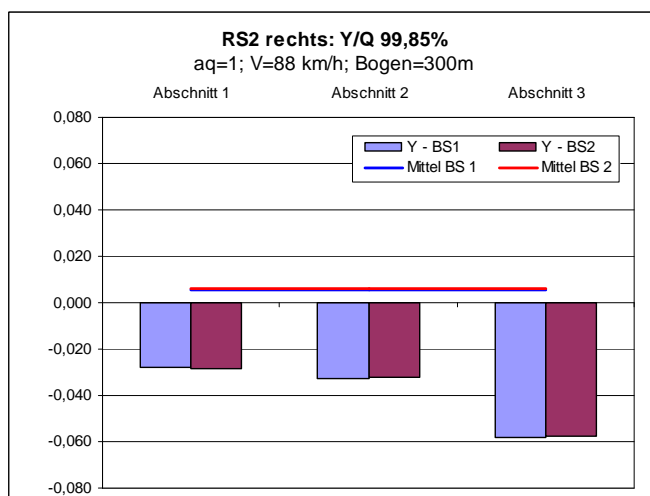


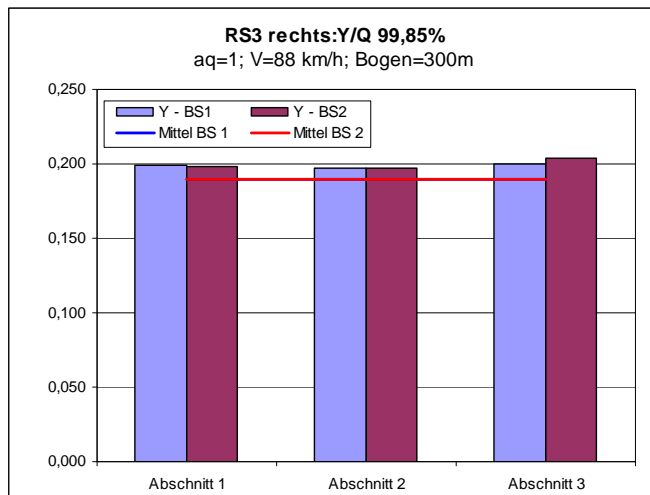
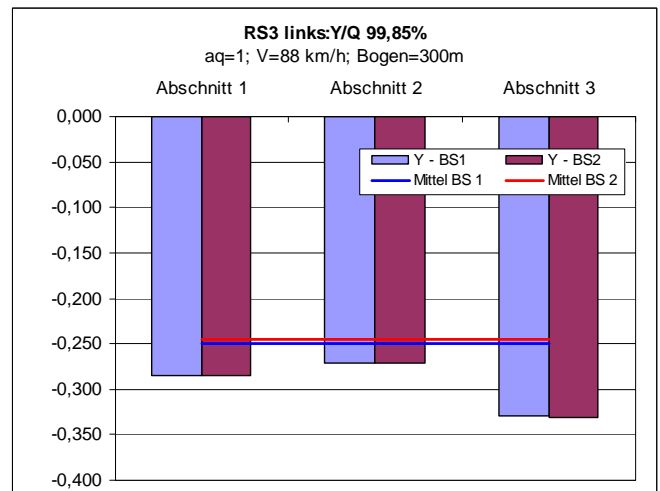
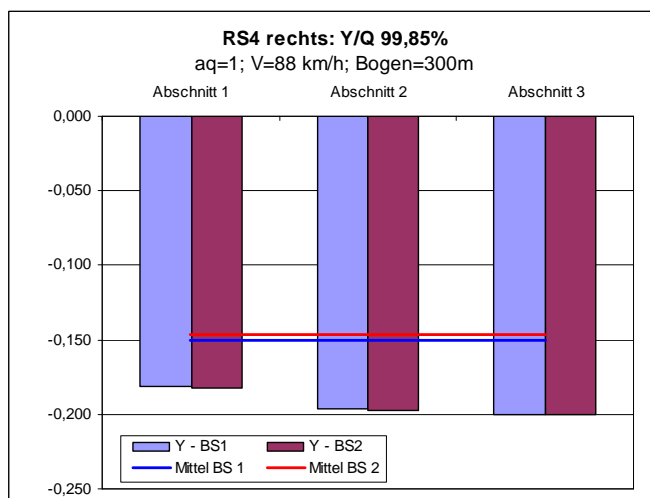
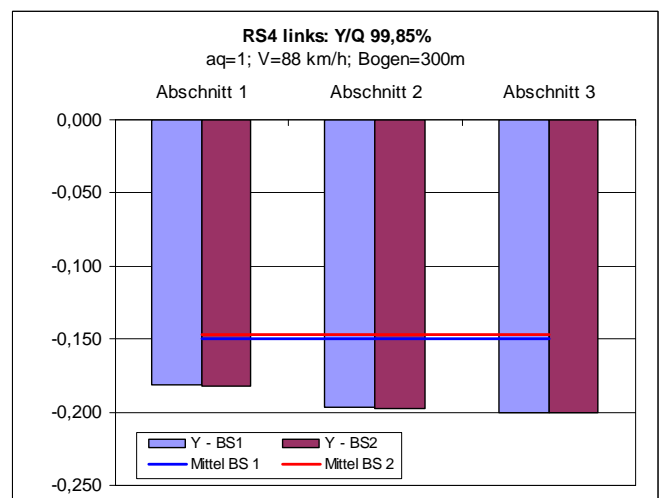
Anlage 4 : Vergleich Y22 im 300m Bogen

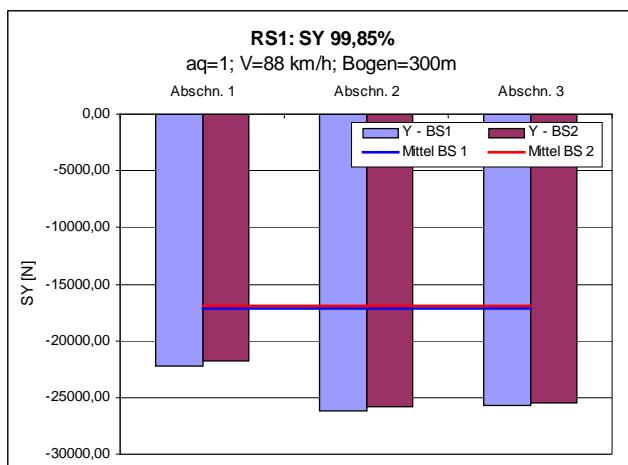
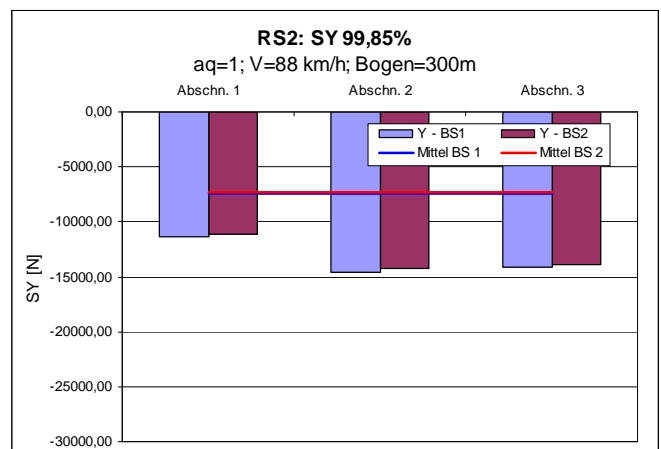
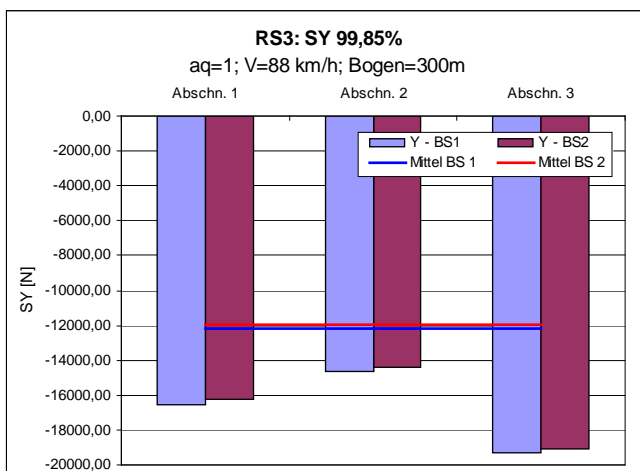
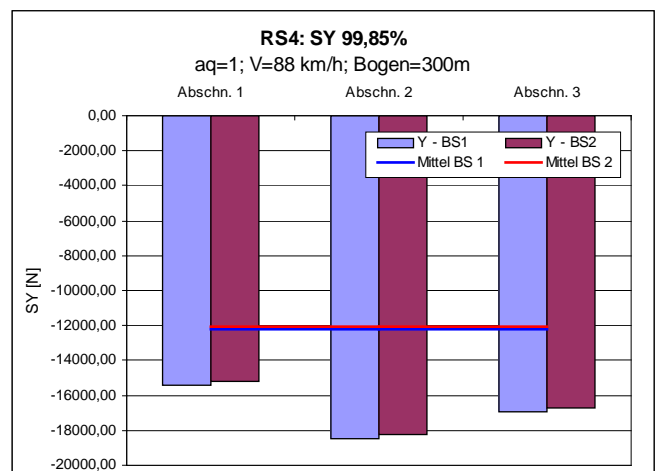
Radquerkräfte Y31-Y42:**Anlage 5 : Vergleich Y31 im 300m Bogen****Anlage 6 : Vergleich Y32 im 300m Bogen****Anlage 7 : Vergleich Y41 im 300m Bogen****Anlage 8 : Vergleich Y42 im 300m Bogen**

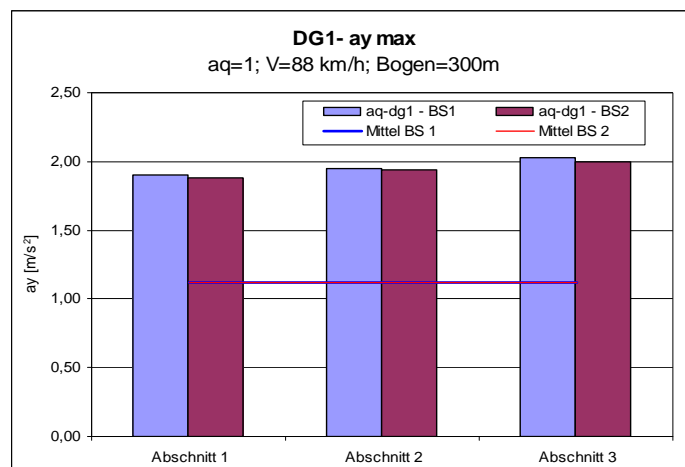
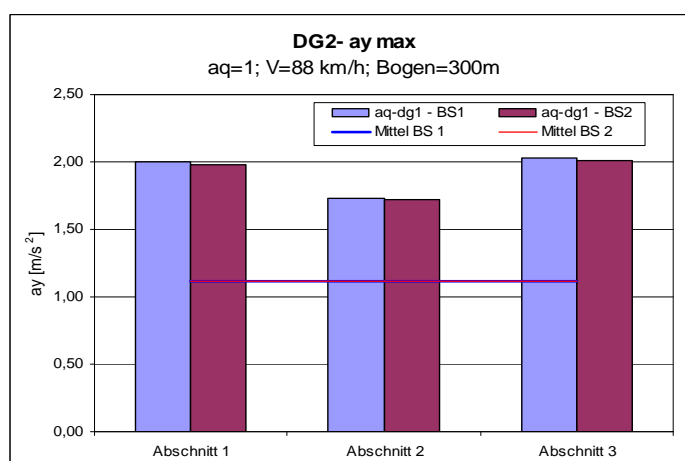
Radaufstandskräfte Q11-Q22:**Anlage 9 : Vergleich Q11 im 300m Bogen****Anlage 10 : Vergleich Q12 im 300m Bogen****Anlage 11 : Vergleich Q21 im 300m Bogen****Anlage 12 : Vergleich Q22 im 300m Bogen**

Radaufstandskräfte Q31-Q42:**Anlage 13 : Vergleich Q31 im 300m Bogen****Anlage 14 : Vergleich Q32 im 300m Bogen****Anlage 15 : Vergleich Q41 im 300m Bogen****Anlage 16 : Vergleich Q42 im 300m Bogen**

Entgleisungskoeffizienten Y/Q11-Y/Q22:**Anlage 17 : Vergleich Y/Q11 im 300m Bogen****Anlage 18 : Vergleich Y/Q12 im 300m Bogen****Anlage 19 : Vergleich Y/Q21 im 300m Bogen****Anlage 20 : Vergleich Y/Q22 im 300m Bogen**

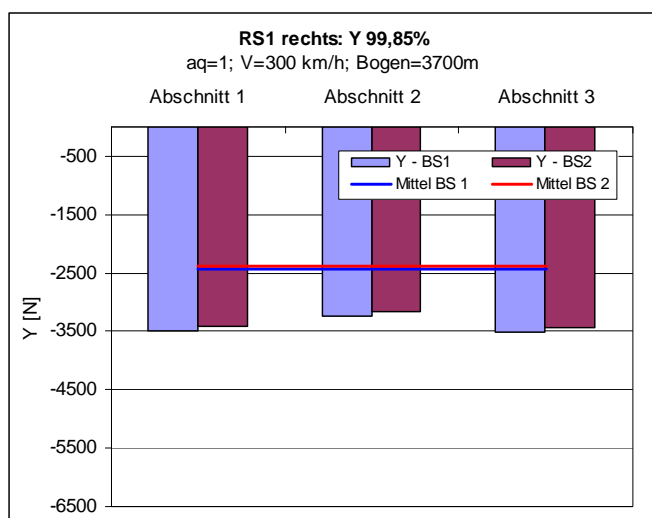
Entgleisungskoeffizienten Y/Q31-Y/Q42:**Anlage 21 : Vergleich Y/Q31 im 300m Bogen****Anlage 22 : Vergleich Y/Q32 im 300m Bogen****Anlage 23 : Vergleich Y/Q41 im 300m Bogen****Anlage 24 : Vergleich Y/Q42 im 300m Bogen**

Radsatzquerkräfte SY1-SY4:**Anlage 25 : Vergleich SY1 im 300m Bogen****Anlage 26 : Vergleich SY2 im 300m Bogen****Anlage 27 : Vergleich SY3 im 300m Bogen****Anlage 28 : Vergleich SY4 im 300m Bogen**

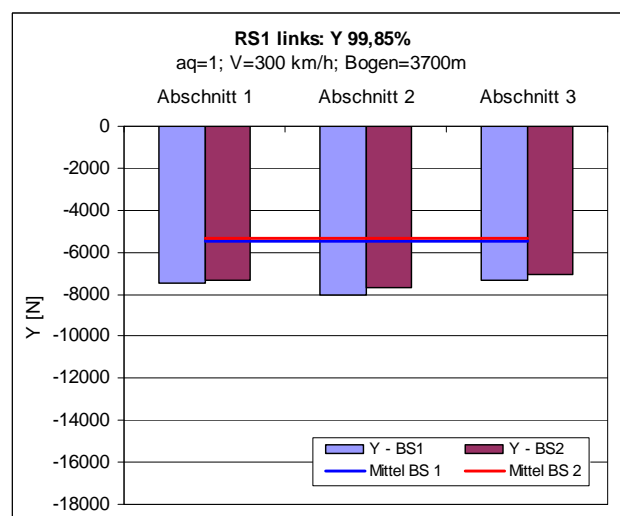
Drehgestellquerbeschleunigungen a_{y1} , a_{y2} :**Anlage 29 : Vergleich a_{y_dg1} im 300m Bogen****Anlage 30 : Vergleich a_{y_dg2} im 300m Bogen**

Berechnung bei $aq=1 \text{ m/s}^2$; $V=300 \text{ km/h}$; Bogen=3700m:

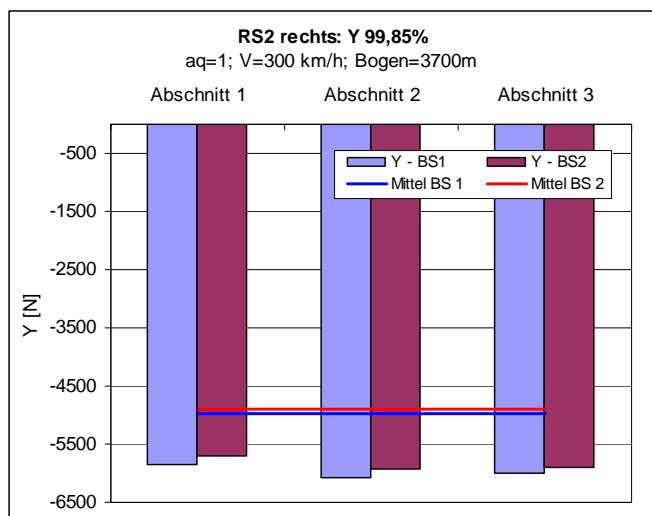
Radquerkräfte Y11-Y22:



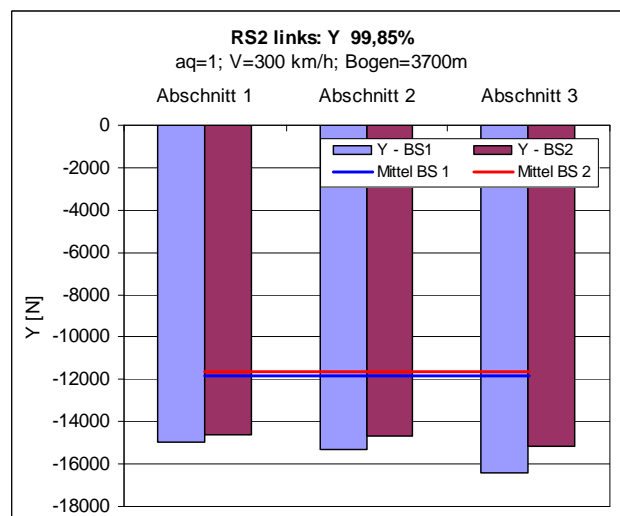
Anlage 31 : Vergleich Y11 im 3700m Bogen



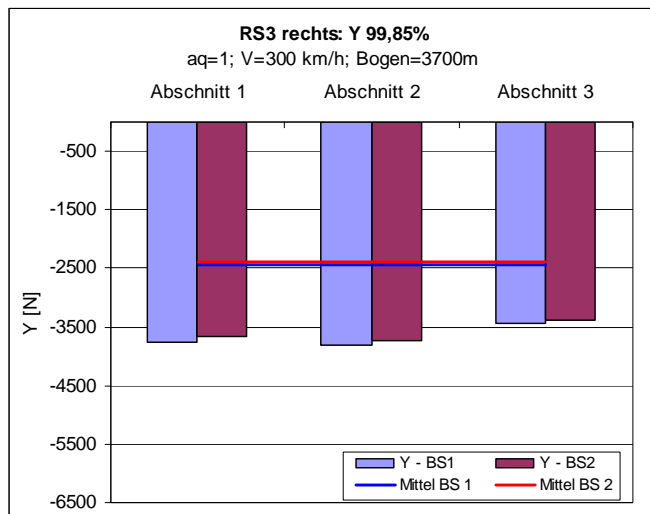
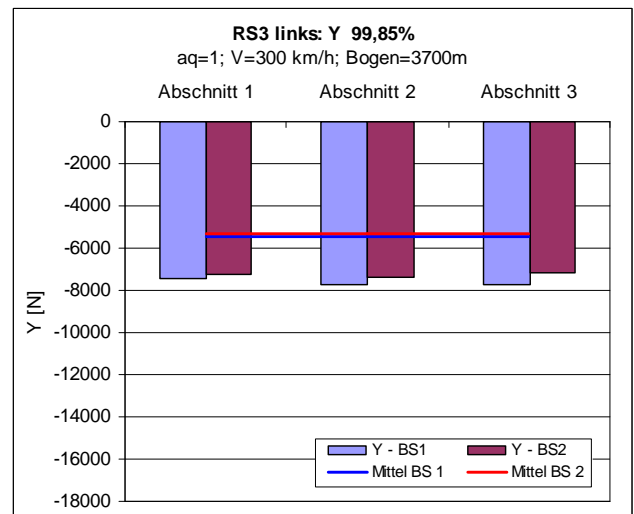
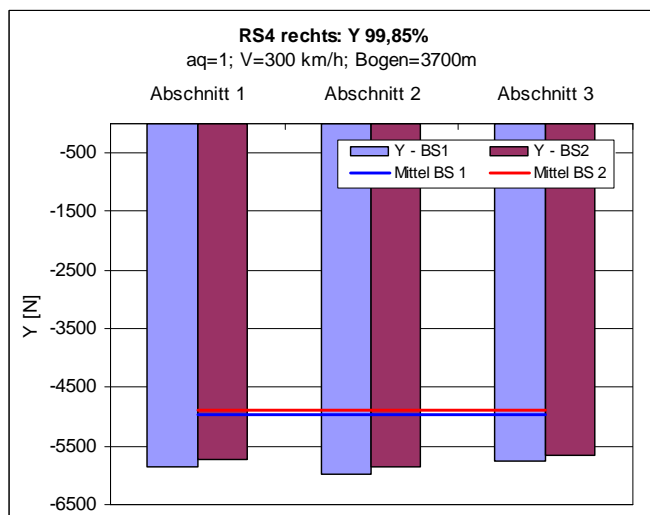
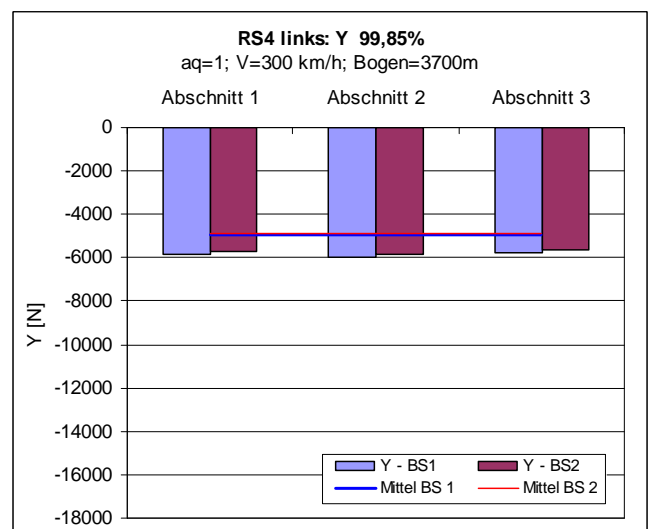
Anlage 32 : Vergleich Y12 im 3700m Bogen

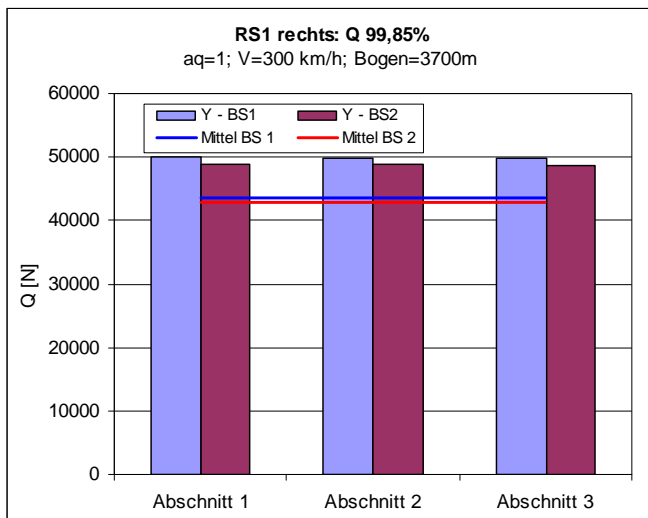


Anlage 33 : Vergleich Y21 im 3700m Bogen

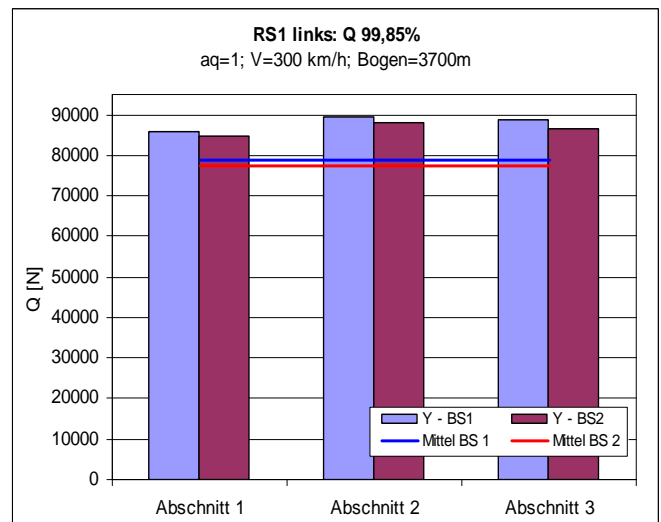


Anlage 34 : Vergleich Y22 im 3700m Bogen

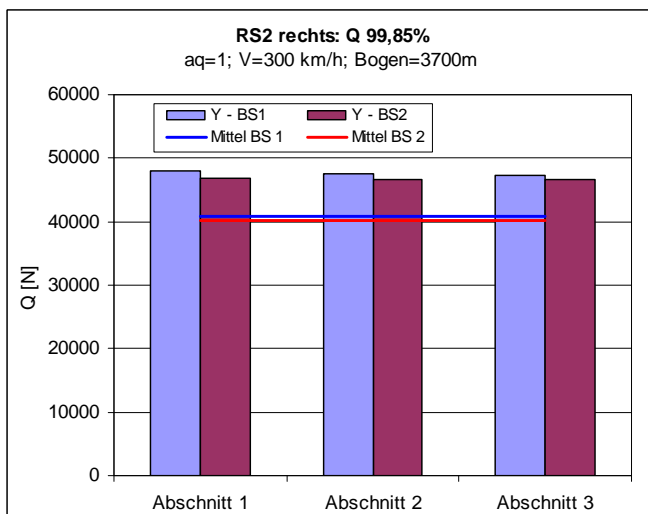
Radquerkräfte Y31-Y42:**Anlage 35 : Vergleich Y31 im 3700m Bogen****Anlage 36 : Vergleich Y32 im 3700m Bogen****Anlage 37 : Vergleich Y41 im 3700m Bogen****Anlage 38 : Vergleich Y42 im 3700m Bogen**

Radaufstandskräfte Q11-Q22:

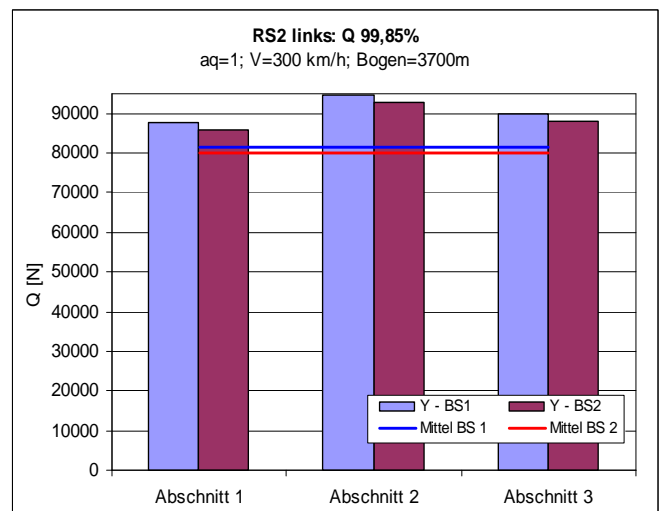
Anlage 39 : Vergleich Q11 im 3700m Bogen



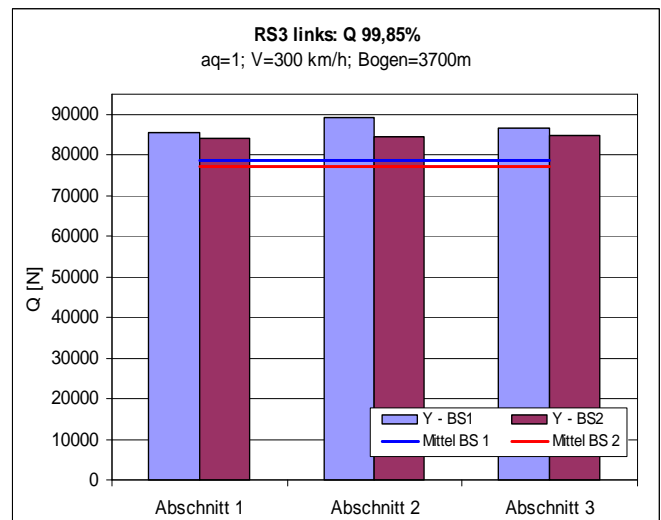
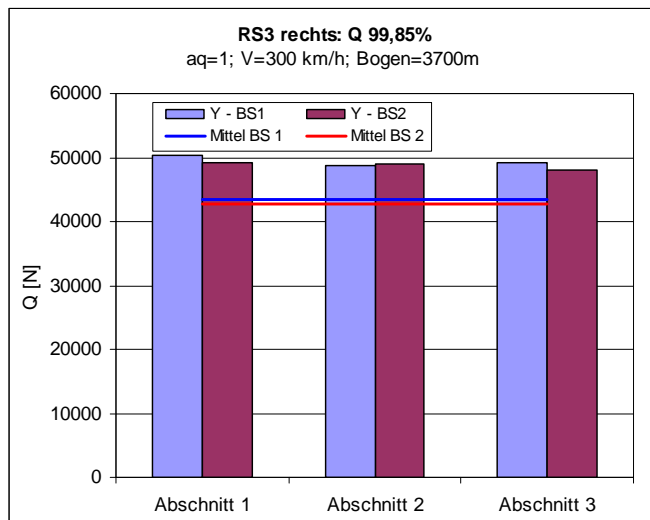
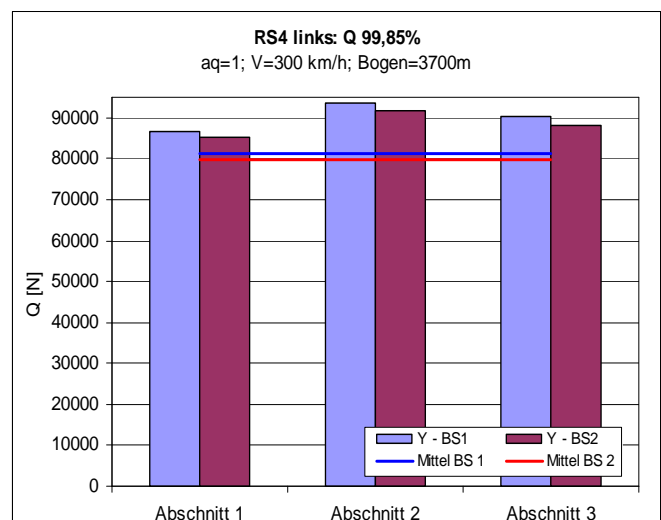
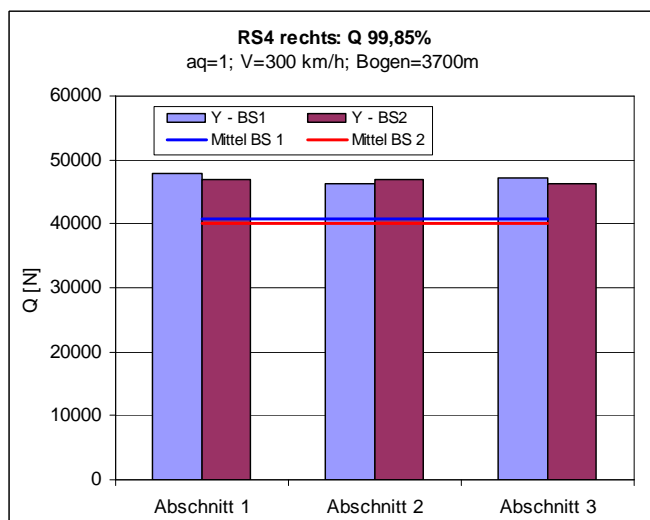
Anlage 40 : Vergleich Q12 im 3700m Bogen

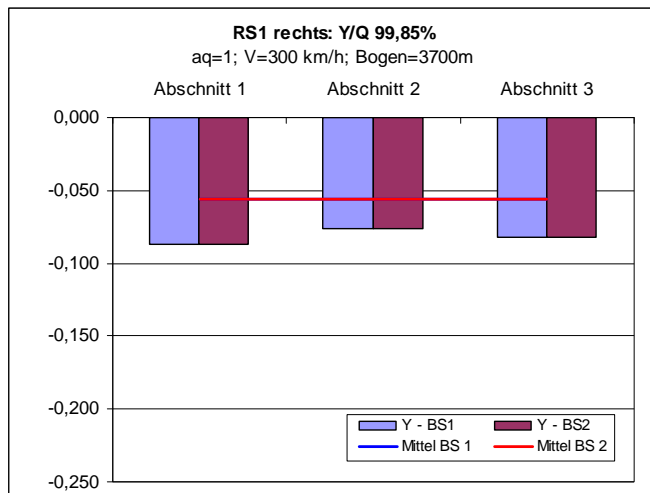
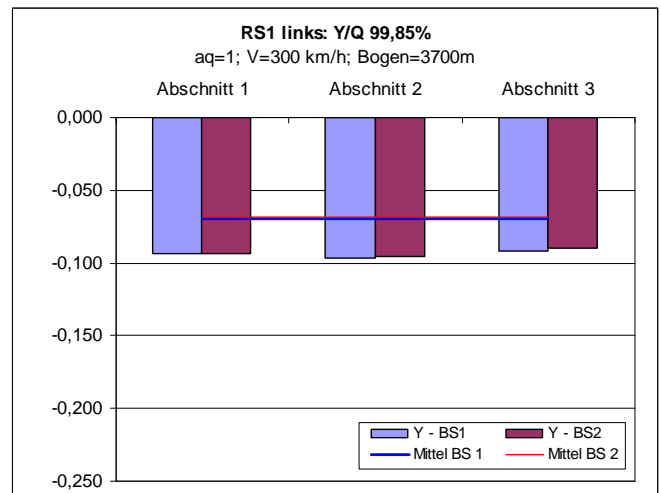
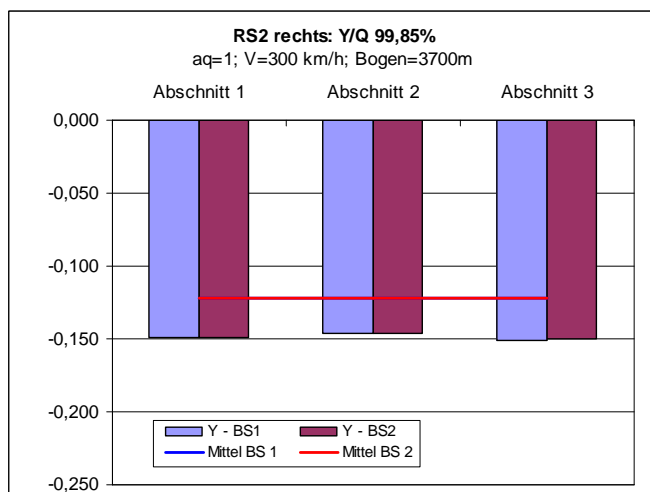
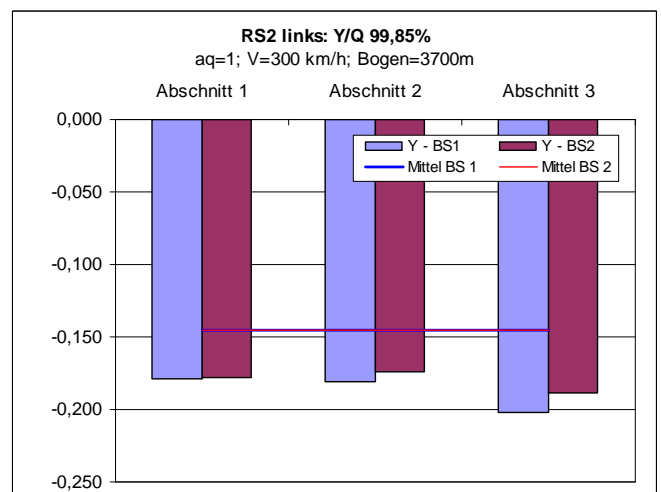


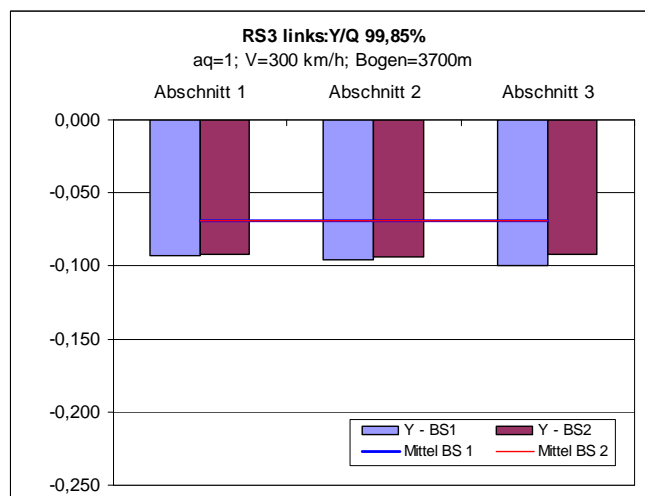
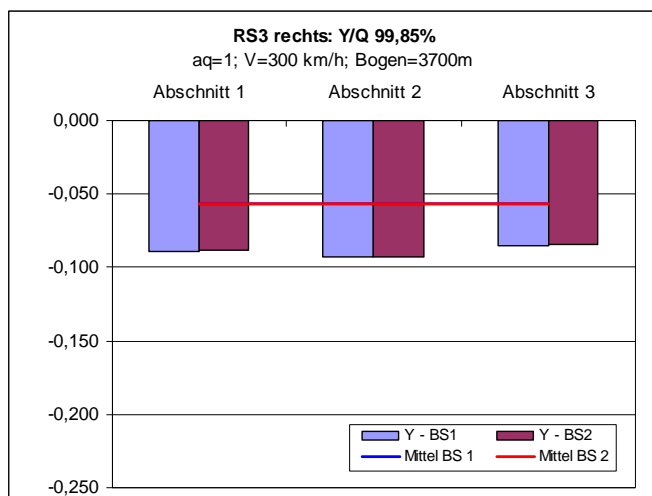
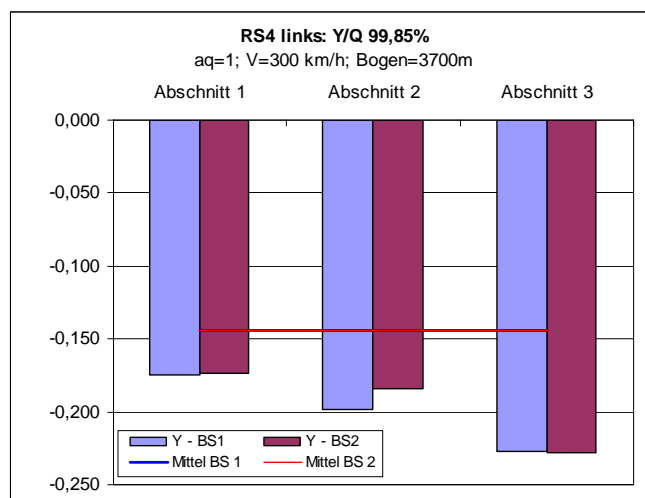
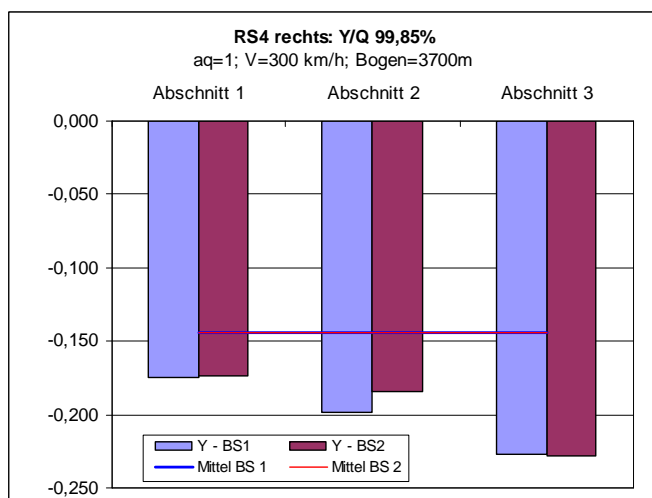
Anlage 41 : Vergleich Q21 im 3700m Bogen

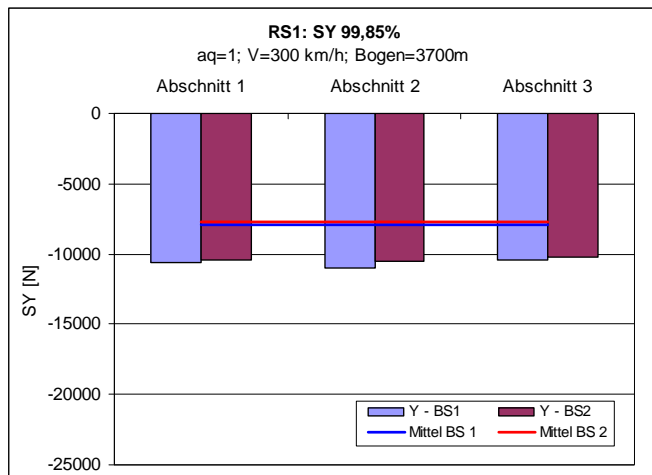
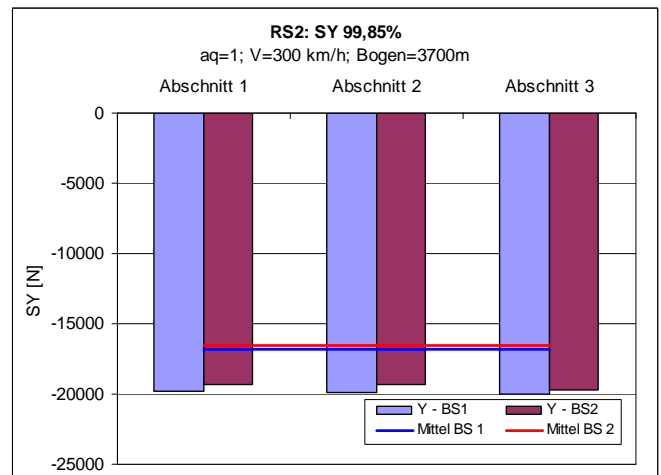
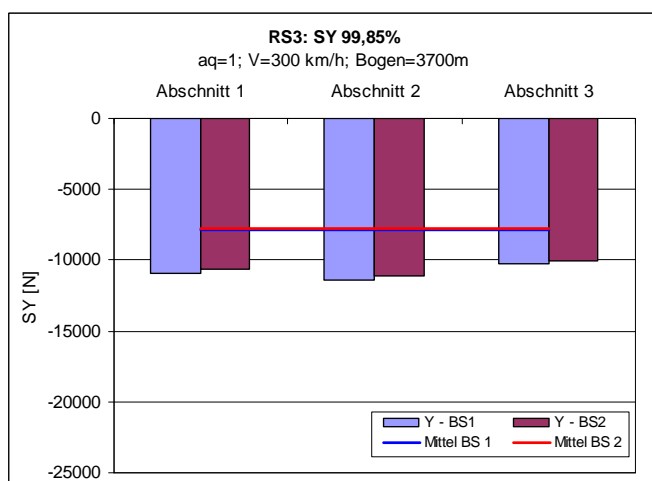
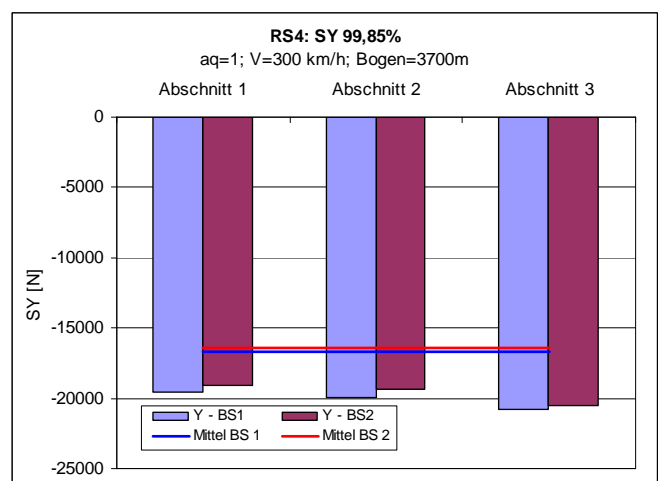


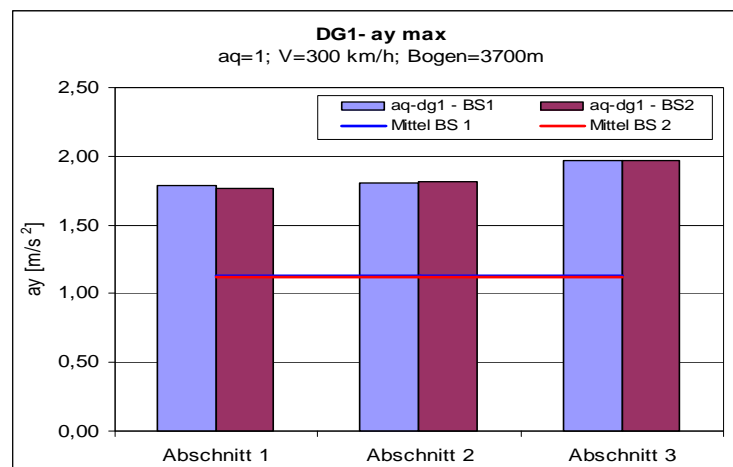
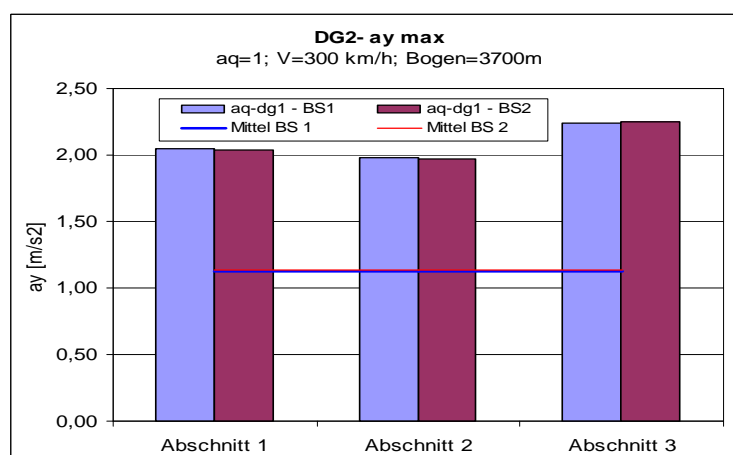
Anlage 42 : Vergleich Q22 im 3700m Bogen

Radaufstandskräfte Q31-Q42:**Anlage 43 : Vergleich Q31 im 3700m Bogen****Anlage 44 : Vergleich Q32 im 3700m Bogen****Anlage 45 : Vergleich Q41 im 3700m Bogen****Anlage 46 : Vergleich Q42 im 3700m Bogen**

Entgleisungskoeffizienten Y/Q11-Y/Q22:**Anlage 47 : Vergleich Y/Q11 im 3700m Bogen****Anlage 48 : Vergleich Y/Q12 im 3700m Bogen****Anlage 49 : Vergleich Y/Q21 im 3700m Bogen****Anlage 50 : Vergleich Y/Q22 im 3700m Bogen**

Entgleisungskoeffizienten Y/Q31-Y/Q42:**Anlage 51 : Vergleich Y/Q31 im 3700m Bogen****Anlage 52 : Vergleich Y/Q32 im 3700m Bogen****Anlage 53 : Vergleich Y/Q41 im 3700m Bogen****Anlage 54 : Vergleich Y/Q42 im 3700m Bogen**

Radsatzquerkräfte SY1-SY4:**Anlage 55 : Vergleich SY1 im 3700m Bogen****Anlage 56 : Vergleich SY2 im 3700m Bogen****Anlage 57 : Vergleich SY3 im 3700m Bogen****Anlage 58 : Vergleich SY4 im 3700m Bogen**

Drehgestellquerbeschleunigungen a_{y1} , a_{y2} :**Anlage 59 : Vergleich a_{y_dg1} im 3700m Bogen****Anlage 60 : Vergleich a_{y_dg2} im 3700m Bogen**