

## Ausprägung von Mega- und Makrotexturen auf Fahrbahnoberflächen

FE 4.175

Forschungsstelle: TÜV Automotive GmbH, Unternehmensgruppe TÜV Süddeutschland, Niederlassung Herzogenrath

Bearbeiter: Köllmann, A. / Steven, H. / Haberkorn, U.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Februar 1999

### 1. Aufgabenstellung

Mit Zunahme der Motorisierung hat auch der Lärm an unseren Straßen in den zurückliegenden Jahren ständig zugenommen. Der Verkehrslärm ist inzwischen Spitzenreiter der Belastungsskala geworden. Ursache für die gestiegene Belastung ist im Wesentlichen das stetige Ansteigen des Verkehrsaufkommens, auf frei befahrbaren Autobahnen aber auch die zunehmend höheren Geschwindigkeiten.

Die technischen Möglichkeiten, zum Lärmschutz Wälle oder Wände einzusetzen, sind häufig ausgeschöpft. Einer zusätzlichen Lärminderungsmaßnahme, die an der Quelle der Rollgeräuscherzeugung ansetzt, kommt somit eine besondere Bedeutung zu. Die Mechanismen bei der Rollgeräuscherzeugung, bei den Wechselwirkungen zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche, sind grob bekannt und in erster Näherung folgenden Quellen zuzuordnen:

- Luftschallanregung im Kontaktbereich Reifen/Fahrbahn,
- Selbstanregung der Reifen zu Schwingungen, unterstützt durch Unebenheiten in der Fahrbahntextur,
- Schwingungsanregung der Reifenprofilklötze.

Als eine erfolgreiche Maßnahme zur Vermeidung der Luftschallanregung hat sich der Einsatz offenerporiger Deckschichten erwiesen. Insgesamt kann damit eine Minderung der Reifen-Fahrbahn-Geräusche von bis zu 6 dB(A) gegenüber dichten Belägen erzielt werden. Allerdings zeigen die bisherigen Erfahrungen mit derartigen Belägen, dass die Minderungswirkung mit zunehmendem Belagsalter infolge Verschmutzung nachlässt, wobei 0,5 dB(A) pro Jahr als Richtwert eingesetzt werden können.

Aber auch das Lärminderungspotenzial von dichten Fahrbahnbelägen ist heute noch nicht ausgeschöpft. Durch die Optimierung der Fahrbahnoberflächentextur – insbesondere der Makro- und Megatextur – und der Einbauverfahren sind je nach Belagsart zukünftig noch Verbesserungen von 2 bis 4 dB(A) zu erwarten. Makro- und Megatextur, die die Rauheit von Straßenoberflächen in den Wellenlängenbereichen zwischen 0,5 und 50 mm, sowie 50 bis 500 mm beschreiben, werden von verschiedenen bautechnischen Parametern beeinflusst. Dazu gehören u. a. die Materialzusammensetzung, die Schichtdicke, die Abstreutechnik und die Fertigungstechnik beim Einbau. Aber auch die spätere Verkehrsbeanspruchung und somit die Alterung der Deckschicht spielen eine Rolle. Neben den Abrollgeräuschen der Reifen beeinflussen die Makro- und Megatextur

- die Fahrsicherheit (Griffigkeit, Radlastschwankungen, Fahrzeugdynamik, Reifenbeanspruchung),
- die Verkehrsemissionen (Abgasemission in Abhängigkeit vom Rollwiderstand, Sprühhäfen),
- den Fahrkomfort (Rad- und Fahrzeugvibrationen).

In diesem Forschungsvorhaben wird insbesondere der Zusammenhang zwischen der Fahrbahntextur und der Emission durch Reifen-Fahrbahn-Geräusche näher untersucht, um weitere Auf-

schlüsse über die Mechanismen der Geräuscherzeugung zu gewinnen. Unterschiede in der Geräuscherzeugung hängen auch mit Unterschieden in der Textur zusammen. Ziel dieser Arbeit ist es weiterhin, einen Überblick über heute in der Praxis neu hergestellte Oberflächentexturen zu erhalten und parallel die Rollgeräuschemission dieser Deckschichten zu ermitteln.

### 2. Untersuchungsmethodik

Es wurden in den Jahren 1997 und 1998 insgesamt 37 Streckenabschnitte akustisch und texturtechnisch untersucht. Dabei wurden überwiegend Messungen im Neuzustand der Strecken (0,5...3 Jahre) durchgeführt. Zusätzlich wurden aber auch einige Strecken ausgewählt, an denen bereits Mess- und/oder Baudaten aus früheren Jahren verfügbar waren (z. B. auf der A 19 bei Wittstock). Da sich während der Laufzeit des Projektes der Schwerpunkt des Interesses des Auftraggebers auf die Zementbetonbauweise konzentrierte, wurden neben dichten bituminösen Deckschichten wie Splitt-Mastix, Gussasphalt und Kaltasphalt verstärkt Zementbeton-Jutetuch und einige Waschbetondeckschichten vermessen. Zur Absicherung der Schlussfolgerungen der Untersuchungen wurden auch einige Ergebnisse aus einem weiteren Forschungsvorhaben der BASt (FE 02.184/1998/LRB „Messung der aktuellen Geräuschemission des Verkehrs auf Jutetuch-Betondecken und nicht geriffeltem Gussasphalt“) mit in diesen Bericht aufgenommen, die vom TÜV Automotive im Frühjahr und Sommer 1998 ermittelt wurden.

An allen in der Tabelle 1 aufgelisteten Messorten wurden Pegelstatistikmessungen für ca. 200 Pkw nach der Messnorm GESTro-92 durchgeführt und zusätzlich Messungen für ca. 120 schwere Lkw. Durch Bezug der Vorbeifahrtpegel auf dieselbe Geschwindigkeit (z. B. 120 km/h für Pkw und 80 km/h für schwere Lkw) konnten verschiedene Untersuchungsstrecken miteinander verglichen werden.

Am jeweils gleichen Messquerschnitt wurden mit einem Laserprofilometer je 6 Profilschnitte von 3,7 m Länge in den Rollspuren, 3 zwischen den Rollspuren und ein Profilschnitt quer zur Fahrtrichtung aufgenommen. Durch die Lasertexturmessungen sollte einerseits versucht werden, einen Zusammenhang zwischen der Makro- und Megatextur und den fertigungstechnischen Parametern der Fahrbahndeckschicht herzustellen. Andererseits sollten die Texturen der verschiedenen Belagsarten klassifiziert werden und die Oberflächentextur mit den gemessenen Geräuschen in Zusammenhang gebracht werden.

Zur Überprüfung der Homogenität der Fahrbahnen wurden mit dem Geräusch-Messanhänger des TÜV Automotive die Reifen-Fahrbahn-Geräusche des jeweiligen Testbelages um den Pegelstatistik-Messort auf einer Länge von mindestens 500 m ermittelt.

An drei während der Projektlaufzeit neu erstellten Fahrbahnen (B 56 bei Düren: Zementbeton-Jutetuch und Waschbeton; A 6 bei Waidhaus: Zementbeton-Jutetuch und A 20 bei Wismar: Splitt-Mastix 0/11+2/5) wurden Baubeobachtungen durchgeführt. Fotos der Bauphasen sollten Aufschluss über mögliche Unebenheiten der Fahrbahnoberfläche geben, die durch den Fertigungsprozess in die Fahrbahnoberfläche eingebracht wurden. Weiterhin wurden von den Untersuchungsabschnitten der übrigen Messorte bei den zuständigen Behörden Baubeschreibungen angefordert. Leider erhielten wir nur für einige Messorte Informationen, die z. T. keine Angaben über die verwendeten Maschinen beinhalteten.

Die wichtigsten Resultate der Pegelstatistiken sind in den Tabellen 2 und 3 angegeben.

Tabelle 1: Messorte nach Belagsarten sortiert

Nr.	Messort BAB bei	Richtung	km	Platte	Belag	Bemerkung	Baujahr	Messungen seit Bj.
1	A 19 Wittstock	Berlin	15.433	502	WB 0/8	WT 0,6–0,8 mm	Okt. 93	3
2	A 19 Wittstock	Berlin	15.300	476	WB 0/8	WT 1–1,2 mm	Okt. 93	3
3	A 19 Wittstock	Berlin	14.182	251	WB 0/22	WT 0,6–0,8 mm	Okt. 93	3
4	B 56 Düren	Soller	0.950		WB	ohne Fugen	Okt. 97	1
5	B 56 Düren	Soller	1.620		WB	mit Fugen	Okt. 97	1
6	A 19 Wittstock	Berlin	14.600	359	ZB-J 0/5		Okt. 93	2
7	A 19 Wittstock	Berlin	13.650	164	ZB-J 0/22	Tischglätter	Okt. 93	2
8	A 7 Großburgwedel	Hamburg	131.100		ZB-J	Standard	1990	2
9	A 1 Ladbergen	Münster	246.450		ZB-J	mittelschwer	1990	2
10	A 1 Ladbergen	Münster	246.550		ZB-J	Standard	1990	2
11	A 1 Wildeshausen	Münster	145.575		ZB-J		Mai 95	1
12	A 1 Wildeshausen	Münster	145.545		ZB-J		Mai 95	1
13	A 1 Wildeshausen	Münster	153.800		ZB-J		1996	1
14	A 1 Wildeshausen	Münster	136.900		ZB-J		1997	1
15	A 1 Wildeshausen	Bremen	137.700		ZB-J		1996	1
16	A 27 Verden	Hannover	34.650	237	ZB-J		1997	1
37	A 27 Verden	Bremen	35.050	109	ZB-J		1996	1
17	A 6 Waidhaus	Tschechien	997.800	334	ZB-J		Aug. 97	2
18	A 93 Kufstein	Österreich	3.370		ZB-J		Juni 95	2
19	B 56 Düren	Soller	2.100		ZB, Besen längs		Okt. 97	1
20	A 7 Großburgwedel	Hannover	128.570		ZB, Besen längs		1990	2
21	A 3 Wesel	NL	43.485		GA 0/8+2/5		Okt. 96	4
22	A 3 Wesel	NL	42.600		GA 0/11+2/5+5/8		Okt. 96	4
23	A 3 Wesel	NL	39.400		GA 0/5+2/5		Okt. 96	4
24	A 3 Wesel	NL	38.215		GA 0/5+3/4		Okt. 96	4
25	A 4 Aachen	NL	5.000		GA 0/11+2/5		April 96	1
26	A 3 Wesel	NL	36.170		SM 0/11+1/3		Okt. 96	4
27	A 61 Weilerswist	Kerpen, Köln	159.400		SM 0/11		Okt. 97	1
28	A 9 Nürnberg	Berlin	373.100		SM 0/11		Sept. 93	4
29	A 9 Bad Berneck	Berlin	294.500		SM 0/11		Sept. 96	1
30	A 20 Wismar	Osten	70.750		SM 0/11S+2/5		Sept. 97	1
31	B 56 Düren	Soller	0.595		SM 0/8		Okt. 97	1
32	A 61 Nettetal	Koblenz	7.800		SM 0/8+1/3		Okt. 97	1
33	A 46 Hilden	Wuppertal	85.300		SM 0/8		Juni 97	1
34	A 46 Hilden	Düsseldorf	86.600		SM 0/8		Juli 97	1
35	A 52 Cloerbruch	Roermond	32.600		KA FS 0/5		Juni 90	2
36	A 4 Weisweiler	Aachen	19.500		KA FS 0/8		Juni 96	1

Legende: GA = Gussasphalt (Abstreifung 2/5 oder 3/4 mm), ZB = Zementbeton, ZB-J = Zementbeton-Jutetuch, SM = Splittmastixasphalt, KA FS = Kaltasphalt Feinschicht, WB = Waschbeton, WT = Auswaschtiefe

### 3. Untersuchungsergebnisse

Bezüglich der Rangfolge der Geräuschemissionen muss bei den Belagsarten zwischen Pkw- und Lkw-Reifen unterschieden werden. Während sich für Pkw-Reifen relativ raue Oberflächen wie Gussasphalte mit grober Abstreuerung und Waschbetone mit grober Körnung und tiefer Auswaschung aufgrund starker Schwingungsanregung negativ auf die Reifen-Fahrbahn-Geräuschemission auswirken, führen raue Oberflächen bei den härteren Lkw-Reifen aufgrund der guten Entlüftung unterhalb des Reifens zu Geräuschminderungen. Auf glatten Belägen mit geringer Makrotextur wie Zementbeton mit Jutetuchstruktur werden Lkw-Reifen sehr laut. Splitt-Mastix-Beläge ohne oder nur mit sehr feiner Absplittung erweisen sich sowohl für Pkw- als auch für Lkw-Reifen als geräuschtechnisch günstig. Auf Autobahnen mit hohem Lkw-Anteil sollten nach den Ergebnissen dieser Untersuchung auch abgestreute Gussasphalte eingesetzt werden, da sie insbesondere die Lkw-Reifengeräusche mindern.

Aus den Datenanalysen der Texturen konnten bestimmte Größenordnungen der mittleren Rauheiten (MPD) im Makrotexturbereich dichter Beläge ermittelt werden, für die die günstigsten Pegel erzielt werden. Sie liegen für Pkw-Reifen zwischen 0,4 mm und 0,8 mm und für Lkw-Reifen zwischen 1,3 mm und 1,7 mm. Unter- und oberhalb dieser Bereiche werden die Beläge für die jeweilige Reifenart im Mittel wieder lauter. Unterhalb der angegebenen Grenzen dominiert die Luftschallanregung im Kontaktbereich Reifen/Fahrbahn, oberhalb dominiert die Schwingungsanregung der Reifenprofilklötze und des gesamten Reifens. Die Aussagen gelten für solche dichten Oberflächen, die keine ausgeprägten Strukturen im Wellenlängenbereich oberhalb von 50 mm aufweisen.

Korrelationsrechnungen zwischen den gemessenen mittleren Vorbeifahrtgeräuschspektren für Pkw und Lkw und den Wellenlängenspektren der Texturen auf den 37 untersuchten Belägen zeigen, dass hohe Amplituden im Makrotexturbereich bis ca. 20 mm Wellenlänge die Geräuschminderung von Pkw-Reifen insbesondere im Frequenzbereich oberhalb von 1250 Hz positiv beeinflussen. Gleichzeitig werden durch denselben Wellenlängenbereich die Geräusche zwischen 500 Hz und 1250 Hz mit zunehmender Rauheit negativ beeinflusst. Langwellige Unebenheiten ab ca. 40 mm bis maximal 160 mm wirken sich generell negativ auf die Geräuschentwicklung von Pkw-Reifen aus. Welligkeiten oberhalb von 200 mm spielen nach unseren bisherigen Erfahrungen für die Geräusche der Pkw-Reifen keine Rolle mehr. Für Lkw-Reifen wirken sich Rauheiten im Wellenlängenbereich bis ca. 20 mm und z. T. noch darüber hinaus geräuschmindernd auf den Frequenzbereich oberhalb von 630 Hz aus. Im Gegensatz zu den Pkw-Reifen gibt es hier durch raue Oberflächen keine Geräuschzunahme im Frequenzbereich zwischen 630 und 1250 Hz. Allerdings werden durch sehr langwellige Belagsunebenheiten im Megatexturbereich zwischen ca. 100 und 300 mm, die für Pkw-Reifen kaum noch eine Rolle spielen, tief-frequente Geräusche angeregt.

Für Pkw-Reifen waren diese Zusammenhänge z. T. bereits aus früheren Untersuchungen bekannt. Neu hinzugekommen sind die Erkenntnisse über das Zusammenwirken der Lkw-Reifen mit der Belagstextur. Man muss sich jedoch vergegenwärtigen, dass die obigen Aussagen einen mittleren Zusammenhang für das Ensemble der Reifentypen darstellt, die als Stichproben während der Untersuchungen auf den Autobahnen erfasst wur-

den. Aus früheren Versuchen auf Testgeländen ist bekannt, dass die Pegelunterschiede verschiedener Pkw-Reifentypen auf glatten Belägen bis zu 15 dB(A) und auf rauen Belägen ca. 8 bis 10 dB(A) betragen können. Daher können sich einzelne Reifen im Vergleich zu dem oben dargestellten mittleren Zusammenhang anders verhalten. Es gibt z. B. auch Pkw-Reifen, die wie die meisten Lkw-Reifen aufgrund ihrer Profilstruktur auf rauen Belägen leiser abrollen als auf glatten Belägen.

Obwohl die einzelnen Belagsarten sich prinzipiell sehr wohl durch Texturuntersuchungen in Gruppen einteilen lassen, die vergleichbare Rauheiten und vergleichbare mittlere Vorbeifahrtpegel besitzen und deren Wellenlängenspektren ähnlich sind, gab es für die Gruppe der Zementbetonbeläge mit Oberflächenstruktur Jutetuch keine eindeutigen texturtechnischen Kriterien, die es ermöglichen, die großen Pegelunterschiede von 4,2 dB(A) zwischen der leisesten und lautesten Jutetuch-Teststrecke zu erklären. Insbesondere sollten die positiven Resultate des Jutetuchbelages auf der A6 bei Waidhaus (Messort 17,  $D_{Stro} = -4$ ) nochmals verifiziert und deren Ursachen detailliert geklärt werden, um diese Bauweise an anderer Stelle reproduzieren zu können. Möglicherweise spielen hier neben der Textur weitere materialspezifische Unterschiede eine Rolle für die Geräuschentstehung und die Geräuschabstrahlung. Die Annahme wird dadurch bestätigt, dass beispielsweise der Rollgeräuschpegel mit steigendem Luftporengehalt im Beton abnimmt. Zur statistischen Absicherung des gefundenen Zusammenhangs sind allerdings noch weitere Untersuchungen notwendig. Möglicherweise spielen auch unterschiedliche Adhäsionskräfte zwischen den Gummirreifen und den einzelnen Betonfahrbahnoberflächen eine Rolle für die differierenden Rollgeräusche.

- Anhand von Fotos während der Bauüberwachung und Texturwellenlängenanalysen auf drei Neubauabschnitten auf der A20, der A6 und der B56 konnte gezeigt werden, dass bereits beim Bau der Fahrbahn periodische Unebenheiten durch die Baumaschinen in die Fahrbahn eingebracht werden. Als Einschränkung muss allerdings erwähnt werden, dass einige dieser unerwünschten Strukturen insbesondere bei Betondecken durch den letzten Arbeitsgang der Oberflächenbehandlung verdeckt werden und nach der Verkehrsfreigabe der Strecken in den Texturanalysen nicht mehr messtechnisch identifizierbar waren. Die deutlichsten Spuren hinterließen Vibrationswalzen auf der A20 beim Andrücken des Abstreusplitts in den dortigen Splitt-Mastix-Belag. Die periodischen Strukturen zwischen 40 mm und 120 mm Wellenlänge waren sowohl auf Fotos als auch im Texturwellenlängenspektrum identifizierbar und führten gegenüber vergleichbaren Splitt-Mastix-Belägen ohne diese ausgeprägten Wellen für Pkw und Lkw zu einer Pegelerhöhung von ca. 2 dB(A). Generell ist die Abstreutechnik als ein Parameter zu erwähnen, durch dessen Optimierung z. B. bei Gussasphalten und bei Splitt-Mastix-Belägen, auf denen eine Splittabstreuerung zur Verbesserung der Griffigkeit angewandt wird, eine Geräuschminderung von ca. 2 dB(A) erreichbar wäre.
- Durch die Optimierung der Fahrbahnoberflächentextur – insbesondere der Makro- und Megatextur – und der Einbauverfahren sind je nach Belagsart zukünftig noch Verbesserungen von 2 bis 4 dB(A) zu erwarten. Das mittelfristige Ziel sollte ein mittlerer Vorbeifahrtpegel für Pkw von  $\leq 80$  dB(A) bei 120 km/h und für schwere Lkw von  $\leq 84$  dB(A) bei 80 km/h auf dichten Deckschichten aus Asphalt und Zementbeton sein.

Tabelle 3: Pegelmittelwerte [dB(A)] und Standardabweichungen für Pkw und schwere Lkw für die hier untersuchten Beläge sowie Rauheitsmittelwerte MPD [mm]

Belagsart	Anzahl	Pkw L (120)	Rang	Anzahl	schwere Lkw L (80)	Rang	delta Lkw/Pkw	MPD Rollspur	MPD Zwischenspur
WB	5	84.0 +/- 1.6	5	3	87.6 +/- 0.2	4	3.6	1.21 +/- 0.25	1.20 +/- 0.28
ZB-J	14	83.5 +/- 0.9	4	14	88.6 +/- 0.7	5	5.1	0.30 +/- 0.06	0.33 +/- 0.08
ZB-Besen I.	2	82.7 +/- 1.5	1	1	89.2 +/- 0.0	7	6.6	0.55 +/- 0.21	0.41 +/- 0.07
GA	5	84.4 +/- 1.0	7	5	86.4 +/- 0.6	1	2.0	1.12 +/- 0.18	1.61 +/- 0.25
SM 0/11	5	82.9 +/- 0.7	3	5	87.5 +/- 1.1	3	4.6	0.77 +/- 0.22	0.82 +/- 0.14
SM 0/8	4	82.7 +/- 1.5	1	3	87.2 +/- 0.8	2	4.5	0.99 +/- 0.60	1.07 +/- 0.43
KA FS	2	84.3 +/- 1.6	6	2	89.0 +/- 1.4	6	4.7	0.70 +/- 0.23	0.68 +/- 0.12

## Fahrzeug und Fahrbahn

**Tabelle 2: Messergebnisse der Pegelstatistiken in dB(A) für Pkw bei 120km/h und Lkw bei 80km/h sowie die Angabe der mittleren Rauhtiefe (MPD) nach ISO 13473-1 für die Roll- und Zwischenspur; A und B sind Koeffizienten der Anpassungsfunktion an die Pegel und die Geschwindigkeitsdaten, BT = Belagtemperatur, LT = Lufttemperatur.**

Nr.	Belag	Messdatum	Pkw			schwere Lkw			delta Pkw/Lkw	BT [°C]	LT [°C]	Rollspur MPD [mm]	Zwischen- spur MPD [mm]	delta Roll-/ Zwischen spur [%]
			A	B	L (120)	A	B	L (80)						
1	WB 0/8	23.06.98	34.60	24.20	<b>84.9</b>	3.81	43.92	<b>87.4</b>	<b>2.5</b>	24	20	1.09	1.02	- 7.3
2	WB 0/8	23.06.98	39.09	22.10	<b>85.0</b>	16.03	37.66	<b>87.7</b>	<b>2.7</b>	25	19	1.10	0.97	- 12.8
3	WB 0/22	24.06.98	40.62	21.60	<b>85.5</b>	37.62	26.39	<b>87.8</b>	<b>2.3</b>	25	19	1.02	1.04	1.9
4	WB	11.05.98	10.89	34.22	<b>82.1</b>					37	27	1.18	1.34	12.5
5	WB	11.05.98	23.87	28.19	<b>82.5</b>					37	25	1.65	1.64	- 0,5
6	ZB-J 0/5	24.06.98	19.43	30.80	<b>83.4</b>	0.32	46.57	<b>88.7</b>	<b>5.3</b>	25	19	0.44	0.47	5.6
7	ZB-J 0/22	23.06.98	20.82	30.13	<b>83.5</b>	49.28	16.35	<b>88.6</b>	<b>5.1</b>	25	20	0.39	0.43	9.4
8	ZB-J	03.06.98	41.92	20.91	<b>85.4</b>	25.58	27.79	<b>88.9</b>	<b>3.5</b>	25	21	0.32	0.33	2.3
9	ZB-J	02.06.98	49.28	16.35	<b>83.3</b>	31.77	30.07	<b>89.3</b>	<b>6.0</b>	23	17	0.31	0.34	10.9
10	ZB-J	02.06.98	25.58	27.79	<b>83.3</b>	11.24	40.77	<b>89.9</b>	<b>6.6</b>	24	20	0.32	0.36	12.7
11	ZB-J	02.04.98	39.23	21.79	<b>84.5</b>	3.90	44.40	<b>89.0</b>	<b>4.5</b>	13	12	0.29	0.29	- 0.4
12	ZB-J	02.04.98	29.06	26.52	<b>84.2</b>	13.44	39.44	<b>88.8</b>	<b>4.6</b>	13	12	0.25	0.23	- 9.7
13	ZB-J	02.04.98	17.65	31.93	<b>84.0</b>	13.58	39.12	<b>88.4</b>	<b>4.4</b>	13	12	0.29	0.40	28.7
14	ZB-J	22.04.98	30.87	25.16	<b>83.2</b>	21.21	35.18	<b>88.5</b>	<b>5.3</b>	21	17	0.28	0.28	0.9
15	ZB-J	21.04.98	19.37	30.57	<b>82.9</b>	40.59	25.21	<b>88.0</b>	<b>5.1</b>	18	14	0.29	0.36	19.4
16	ZB-J	22.04.98	21.46	29.79	<b>83.4</b>	34.76	27.28	<b>88.2</b>	<b>4.8</b>	24	18	0.31	0.35	12.8
37	ZB-J	22.04.98	18.24	31.04	<b>82.8</b>	31.35	30.23	<b>88.6</b>	<b>5.8</b>	22	17	0.29	0.33	11.5
17	ZB-J	20.07.98	13.15	32.76	<b>81.2</b>	20.99	35.86	<b>86.7</b>	<b>5.5</b>	35	28	0.23	0.22	- 4.0
18	ZB-J	01.07.98	28.67	26.43	<b>83.6</b>	61.29	13.28	<b>88.9</b>	<b>5.3</b>	17	14	0.21	0.19	- 5.8
19	ZB, Besen längs	11.05.98	11.57	33.57	<b>81.6</b>					37	27	0.70	0.37	- 91.5
20	ZB, Besen längs	03.06.98	39.64	21.22	<b>83.7</b>	31.72	28.51	<b>89.2</b>	<b>5.5</b>	25	21	0.40	0.46	13.0
21	GA 0/8+2/5	30.03.98	19.80	30.43	<b>83.1</b>	53.75	17.18	<b>86.5</b>	<b>3.4</b>	24	18	1.11	1.37	19.4
22	GA 0/11+2/5+5/8	30.03.98	11.02	35.62	<b>85.1</b>	57.05	15.46	<b>86.5</b>	<b>1.4</b>	25	22	1.34	1.95	31.0
23	GA 0/5+2/5	30.03.98	23.04	30.05	<b>85.5</b>	34.54	27.31	<b>86,5</b>	<b>1,0</b>	20	17	1.23	1.79	31.5
24	GA 0/5+3/4	30.03.98	21.03	30.03	<b>83.5</b>	34.88	26.60	<b>85.5</b>	<b>2.0</b>	23	19	1.02	1.39	26.9
25	GA 0/11+2/5	23.04.98	29.30	26.63	<b>84.7</b>	19.09	35.70	<b>87.0</b>	<b>2.3</b>	28	19	0.88	1.56	43.4
26	SM 0/11+1/3	01.04.98	31.45	24.61	<b>82.6</b>	34.68	27.07	<b>86.2</b>	<b>3.6</b>	15	12	0.85	0,87	2.9
27	SM 0/11	28.05.98	26.25	27.04	<b>82.5</b>	95.44	-3.28	<b>87.0</b>	<b>4.5</b>	28	20	0.67	0.80	16.0
28	SM 0/11	08.06.98	20.15	29.91	<b>82.3</b>	42.35	23.25	<b>87.0</b>	<b>4.7</b>	43	23	0.44	0.61	28.1
29	SM 0/11	08.06.98	32.32	24.44	<b>83.1</b>	27.74	31.12	<b>87.8</b>	<b>4.7</b>	31	22	0.89	0.97	8.3
30	SM 0/11S+2/5	25.06.98	15.84	32.78	<b>84.0</b>	67.15	11.00	<b>89.2</b>	<b>5.2</b>	32	23	1.02	0.87	- 16.3
31	SM 0/8	11.05.98	20.75	28.87	<b>80.8</b>					37	25	0.84	0.91	7.6
32	SM 0/8+1/3	17.08.98	15.82	32.93	<b>84.3</b>	38.91	26.83	<b>86.6</b>	<b>2.3</b>	33	24	1.87	1.71	- 9.5
33	SM 0/8	29.06.98	46.70	17.25	<b>82.6</b>	46.70	17.25	<b>87.0</b>	<b>4.4</b>	23	18	0.52	0.81	35.3
34	SM 0/8	19.06.98	48.68	16.53	<b>83.1</b>	48.68	16.53	<b>88.1</b>	<b>5.0</b>	26	20	0.74	0.86	14.0
35	KA FS 0/5	15.05.98	40.23	20.69	<b>83.2</b>	40.23	20.69	<b>88.0</b>	<b>4.8</b>	33	18	0.54	0.59	9.1
36	KA FS 0/8	23.04.98	35.68	23.91	<b>85.4</b>	35.68	23.91	<b>90.0</b>	<b>4.6</b>	33	20	0.86	0.77	- 12.7