

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Allgemeine Einführung	1
1.1.1 Arbeitsbedingungen des Straßenunterhaltungspersonals	2
1.1.2 Unfallgeschehen	2
1.1.3 Arbeitsschutzrechtliche Grundlagen	7
1.1.4 Das Gehör	16
1.2 Lärm	23
1.2.1 Definition	23
1.2.2 Physikalische Grundlagen	24
1.2.3 ISO 1999	24
1.3 Signalerkennung und Richtungshören	26
1.3.1 Zeitweilige Hörschwellenabsenkung	26
1.3.2 Lärmpausen	37
1.3.3 Signalerkennung	40
1.3.4 Richtungshören	47
1.4 Lärminderung	48
1.4.1 Allgemeines	48
1.4.2 Lärmemissionsschutz	48
1.4.3 Lärmimmissionsschutz	49
1.4.4 Stand der Lärminderungstechnik	49
1.5 Gehörschutz	49
2 Aufgabenstellung und spezielle Problematik	52
2.1 Erfassung der Lärmemissionen	52
2.2 Eignung von Gehörschutzmitteln im Straßenverkehr	52
2.3 Lärmexposition und Regenerationzeit	53
2.4 Einstufungskriterien für lärmexponierte Arbeitsplätze	53
2.5 Arbeitseinsatz bei bestehender Hörstörung	53
3 Studiendesign	54
3.1 Datenmaterial	54
3.1.1 Audiometrische Untersuchungen	54
3.1.2 Messungen der Lärmbelastung	54
3.1.3 Berechnungen	54
3.1.4 Lärmmindernde Maßnahmen	54
3.1.5 Auswahl von Gehörschutz	54
3.2 Beruf als Belastungsindikator	54
3.3 Definition der Zielgröße	55
3.4 Epidemiologische Auswertestrategie	55

4 Methodik	56
4.1 Lärmmessungen	56
4.1.1 Personenbezogene Lärmmessungen	56
4.1.2 Ortsbezogene Lärmmessungen	57
4.2 Audiometrische Messungen und Erhebungsbogen	57
4.2.1 Fragestellung	57
4.2.2 Audiometrische Meßtechnik	57
4.2.3 Untersucher	57
4.2.4 Statistik	57
4.3 Ermittlungen zum Lärmminderungsprogramm	57
5 Ergebnisse	60
5.1 Untersuchungsergebnisse	60
5.1.1 Strukturelle Beschaffenheit der Berufsgruppen	60
5.1.2 Auffällige Hörbefunde nach Kriterien des G 20.1	63
5.1.3 Auffällige Hörbefunde bzgl. der Ausgangsberufe	63
5.1.4 Gehörschutztragequote	64
5.1.5 Hörverlust im Umgangssprachbereich	66
5.1.6 Frequenzabhängige Hörschwellenverschiebungen	66
5.1.7 Hörschwellenverschiebung mit dem Lebensalter	68
5.1.8 Effekt des Gehörschutzes	70
5.1.9 Längsschnittanalyse des Hörverlustes im Untersuchungszeitraum	70
5.1.10 Vergleich zwischen Autobahn- und Straßenmeistereien	72
5.1.11 Diastolischer Blutdruck in den Altersklassen	72
5.2 Personenbezogene Messungen	73
5.2.1 Erläuterung	73
5.2.2 Mähen mit handgeführtem Balkenmähergerät	74
5.2.3 Arbeiten mit der Motorsense	76
5.2.4 Arbeiten mit der Motorsäge	78
5.2.5 Häckseltätigkeit	80
5.2.6 Freischneidetätigkeit mit Unimog	82
5.2.7 Markierungstätigkeit	84
5.2.8 Kehrmaschinentätigkeit	86
5.2.9 Mähgerätetätigkeit (selbstfahrend)	88
5.2.10 Naßreinigung mit Hochdruckspülgerät	90
5.2.11 Winterdiensttätigkeit	92
5.2.12 Mähen mit Anbaumähgerät (Fahrer)	94
5.2.13 Mähen mit Anbaumähgerät (Bediener)	96
5.2.14 Tätigkeit mit Schneidegerät	98
5.2.15 Kranaufladetätigkeit	100
5.2.16 Schilderwaschen (manuell)	102

5.2.17	Tätigkeiten am äußeren Fahrbahnrand ohne Gerät	104
5.2.18	Tätigkeiten am Mittelstreifen ohne Gerät	106
5.2.19	Streckenkontrolle	108
5.2.20	Mähkolonne (handgeführter Balkenmäher)	110
5.2.21	Mähkolonne (Handsense)	112
5.2.22	Mähkolonne (Magirus 252 mit Mulag Auslegermähgerät)	114
5.3	Ausgewählte Frequenzanalysen	116
5.3.1	Frequenzspektrum Randstreifen (mittel)	116
5.3.2	Frequenzspektrum Randstreifen (minimal)	117
5.3.3	Frequenzspektrum Randstreifen bei Lkw Vorbeifahrt	117
5.3.4	Frequenzspektrum am Mittelstreifen	118
5.3.5	Frequenzspektrum Motorsense 1	118
5.3.6	Frequenzspektrum Motorsense 2	119
5.3.7	Frequenzspektrum selbstfahrendes Mähgerät	119
5.3.8	Frequenzspektrum handgeführter Balkenmäher	120
5.3.9	Frequenzspektrum DB Unimog 424 mit Schlegelmäher KMF 200	120
5.3.10	Frequenzspektrum Magirus 252 mit Auslegermähgerät	121
5.3.11	Verlaufsspektrum von Verkehrslärm am Randstreifen	121
5.3.12	Verlaufsspektrum unter Signaleinwirkung	122
5.4	Gehörschutztrageversuch	123
5.5	Oktavpegel - Verfahren	123
5.5.1	Gehörschutz bei Arbeiten am Mittelstreifen	123
5.5.2	Gehörschutz bei Arbeiten mit der Motorsense	123
5.5.3	Gehörschutz bei Arbeiten mit dem selbstfahrendem Mähgerät	125
5.5.4	Zusammenfassung	125
5.6	Abschätzung von Beurteilungspegeln	126
5.6.1	Berechnung auf Basis der Verkehrsstärke	126
5.6.2	Berechnung des Arbeitsbereiches Mähkolonne	128
5.6.3	Berechnung des Arbeitsbereiches Häckseln und Schneiden	130
5.6.4	Beurteilung der Berechnungen	131
5.6.5	Lärmbezogene Arbeitsbereichsanalyse	132
5.6.6	Abschätzung des schädigungsäquivalenten Dauerschallpegels	135
5.7	Abschätzung der Signalerkennbarkeit	137
5.7.1	Datenbasis	138
5.7.2	Auswertung	140
5.8	Lärmschutzmaßnahmen	154
5.8.1	Aspekte erkennbarer Schallschutzmaßnahmen	154
5.8.2	Auswertung der Anfragen an die Hersteller	155
5.8.3	Ergebnisse aus der Literatur	159
5.9	Arbeitsorganisatorische Maßnahmen	161

6 Zusammenfassung und Empfehlungen	162
6.1 Gehörschäden beim Straßenunterhaltungspersonal	162
6.2 Lärmwirkung auf das Herz - Kreislaufsystem	163
6.3 Effekt von Gehörschutz und Trageverhalten	163
6.4 Messung der Lärmexposition	164
6.5 Lärmbezogene Arbeitsbereichsanalyse	164
6.6 Berechnungen nach ISO 1999	165
6.7 Gehörschutzempfehlung für den Straßenunterhaltungsdienst	165
6.8 Lärmpausen	165
6.9 Einsatz hörgeminderter Straßenwärter	166
6.10 Technische Lärminderungsmöglichkeiten	167
6.11 Arbeitsmedizinische Vorsorge	167
7 Tabellenanhang	169
8 Geräuschdatenblatt	183
9 Literatur	184
Kurzfassung für den Praktiker	193

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Gesamtdauer einer Ausweichreaktion mit Teilzeiten
- Abbildung 2: Ausschluß einer lärmbedingten Gehörschadensentwicklung
- Abbildung 3: Anatomie des Ohres
- Abbildung 4: Wahrscheinlichkeit der Entwicklung eines Gehörschadens
- Abbildung 5: Frequenzabhängige TTS - Entwicklung bei Breitbandrauschen
- Abbildung 6: Individuelle TTS - Entwicklung
- Abbildung 7: TTS₂ - Entwicklung in Abhängigkeit von Belastungshöhe und Zeit
- Abbildung 8: TTS bei verschiedenen Expositionszeiten
- Abbildung 9: Abhängigkeit der TTS im Bereich von 90 - 99 dB
- Abbildung 10: Rückbildung der TTS
- Abbildung 11: Abhängigkeit der TTS₂ vom vorbestehenden Hörschaden
- Abbildung 12: Abklingverhalten der TTS
- Abbildung 13: Nomogramm zur Abschätzung von Lärmpausen
- Abbildung 14: Rückbildung der TTS bei verschiedenen Pausenregimes
- Abbildung 15: Grenzen für ein Hörschadensrisiko
- Abbildung 16: Schema zur Signalerkennung und -verarbeitung
- Abbildung 17: Lage des Frequenzspektrums der Sprachinformation
- Abbildung 18: Sprachliche Verständigung unter Störgeräusch
- Abbildung 19: Sprachbereich, Schwerhörigkeit und Umweltgeräusch
- Abbildung 20: Effektive Gehörschutzschalldämmung
- Abbildung 21: Darstellung der Altersverteilung in den Altersgruppen
- Abbildung 22: Mittlere Straßenunterhaltungstätigkeit in den Altersgruppen
- Abbildung 23: Häufigkeit der Ausgangsberufe in %
- Abbildung 24: Brocaindex in der Altersverteilung
- Abbildung 25: Auffällige Hörbefunde bzgl. der Ausgangsberufe
- Abbildung 26: Akzeptanz des Gehörschutzes in den Altersgruppen
- Abbildung 27: Prävalenz des Gehörschutztragens bzgl. der Ausgangsberufe
- Abbildung 28: Durchschnittlicher Hörverlust in den Kollektiven
- Abbildung 29: Hörverluste von n = 24306 Beschäftigten in der Bauwirtschaft
- Abbildung 30: Hörverlust der Straßenwärter (n = 774) rechtes Ohr
- Abbildung 31: Hörverlust der Straßenwärter (n = 774) linkes Ohr
- Abbildung 32: Progression des Hörverlustes im Vergleich Straßenwärter / Maler
- Abbildung 33: Progression des Hörverlustes im Vergleich Straßenwärter / Maurer
- Abbildung 34: Hörverlust auf dem besser hörenden Ohr
- Abbildung 35: Mittlere Spannweiten des Luftleitungshörverlustes
- Abbildung 36: Progression des Hörverlustes unter Gehörschutz
- Abbildung 37: Hörverlustzunahme auf dem rechten Ohr
- Abbildung 38: Diastolischer Blutdruck im Altersgang
- Abbildung 39: Schallpegelverlauf beim Mähen

- Abbildung 40: Schallpegelhäufigkeiten beim Mähen
- Abbildung 41: Schallpegelverlauf beim Mähen
- Abbildung 42: Schallpegelhäufigkeit beim Mähen
- Abbildung 43: Schallpegelverlauf beim Sägen
- Abbildung 44: Schallpegelhäufigkeiten beim Sägen
- Abbildung 45: Schallpegelverlauf beim Häckseln
- Abbildung 46: Schallpegelhäufigkeiten beim Häckseln
- Abbildung 47: Freischneiden mit Unimog und Freischneidegerät
- Abbildung 48: Freischneiden mit Unimog Freischneidegerät
- Abbildung 49: Schallpegelverlauf bei Markierungstätigkeit
- Abbildung 50: Schallpegelhäufigkeiten bei Markierungstätigkeit
- Abbildung 51: Schallpegelverlauf beim Kehren mit einer Kehrmaschine
- Abbildung 52: Schallpegelhäufigkeiten beim Kehren mit einer Kehrmaschine
- Abbildung 53: Schallpegelverlauf beim Mähen
- Abbildung 54: Schallpegelhäufigkeiten beim Mähen
- Abbildung 55: Schallpegelverlauf beim Spülen
- Abbildung 56: Schallpegelhäufigkeiten beim Spülen
- Abbildung 57: Schallpegelverlauf bei Magirus mit Beilhackschneepflug
- Abbildung 58: Schallpegelhäufigkeiten bei Magirus mit Beilhackschneepflug
- Abbildung 59: Schallpegelverlauf bei Magirus mit Mulag (Fahrer)
- Abbildung 60: Schallpegelhäufigkeiten bei Magirus mit Mulag (Fahrer)
- Abbildung 61: Schallpegelverlauf bei Magirus mit Mulag (Bediener)
- Abbildung 62: Schallpegelhäufigkeiten bei Magirus mit Mulag (Bediener)
- Abbildung 63: Schneiden mit einem Schmidt Lichtraumprofilschneidegerät
- Abbildung 64: Schneiden mit einem Schmidt Lichtraumprofilschneidegerät
- Abbildung 65: Schallpegelverlauf bei Arbeiten mit dem Verladekran
- Abbildung 66: Schallpegelhäufigkeiten bei Arbeiten mit dem Verladekran
- Abbildung 67: Schallpegelverlauf beim manuellen Schilderwaschen
- Abbildung 68: Schallpegelhäufigkeiten beim manuellen Schilderwaschen
- Abbildung 69: Schallpegelverlauf bei Tätigkeit am äußeren Fahrbahnrand
- Abbildung 70: Schallpegelhäufigkeiten bei Tätigkeit am äußeren Fahrbahnrand
- Abbildung 71: Schallpegelverlauf bei Arbeiten am Mittelstreifen ohne Gerät
- Abbildung 72: Schallpegelhäufigkeiten bei Arbeiten am Mittelstreifen ohne Gerät
- Abbildung 73: Schallpegelverlauf bei Streckenkontrolle mit einem Magirus
- Abbildung 74: Schallpegelhäufigkeiten bei Streckenkontrolle mit einem Magirus
- Abbildung 75: Schallpegelverlauf beim Mähen mit einem Balkenmäher
- Abbildung 76: Schallpegelhäufigkeiten beim Mähen mit einem Balkenmäher
- Abbildung 77: Schallpegelverlauf beim Arbeiten mit Handsense (Mittelstreifen)
- Abbildung 78: Schallpegelhäufigkeiten beim Arbeiten auf dem Mittelstreifen
- Abbildung 79: Schallpegelverlauf beim Mähen mit Magirus / Mulag
- Abbildung 80: Schallpegelhäufigkeiten beim Mähen mit Magirus / Mulag

Abbildung 81: Frequenzspektrum bei Arbeiten am Randstreifen
Abbildung 82: Minimales Frequenzspektrum am Randstreifen
Abbildung 83: Frequenzspektrum bei Vorbeifahrt eines Lkw
Abbildung 84: Frequenzspektrum bei Arbeiten am Mittelstreifen
Abbildung 85: Frequenzspektrum bei Arbeiten mit einer Stihl FS 200
Abbildung 86: Frequenzspektrum bei Arbeiten mit einer Solo 135
Abbildung 87: Frequenzspektrum bei Arbeit mit einem Aebi TT 88
Abbildung 88: Frequenzspektrum beim Mähen mit Agria 3300
Abbildung 89: Frequenzspektrum bei Arbeit mit DB Unimog 424 mit KMF 200
Abbildung 90: Frequenzspektrum bei Arbeit mit Magirus 252 und Mulag SB 600
Abbildung 91: Zeitliches Frequenzspektrum von Verkehrslärm am Randstreifen
Abbildung 92: Frequenzverlauf am Randstreifen bei Hupen eines Fahrzeuges.
Abbildung 93: Wirksamer Schallpegel bei Tätigkeit am Mittelstreifen ohne Gerät.
Abbildung 94: Wirksamer Schallpegel bei Tätigkeiten mit der Motorsense Solo135
Abbildung 95: Wirksamer Schallpegel bei Tätigkeit mit dem Aebi TT 88
Abbildung 96: Schalldämmung des Gehörschutzes ER 15
Abbildung 97: Verkehrsstärke pro Spur im Richtungsquerschnitt
Abbildung 98: Geschwindigkeiten der Pkw in den Spuren
Abbildung 99: Expositionspegel in Bezug auf die Verkehrsstärke
Abbildung 100: Schallpegelverteilungsberechnung des Mähtrupps
Abbildung 101: Schallpegelverteilungsberechnung bei Buschwerkarbeiten
Abbildung 102: Verlauf des Wochenbeurteilungspegels von Mitarbeiter 2
Abbildung 103: Verlauf des Wochenbeurteilungspegel von Mitarbeiter 4
Abbildung 104: Vergleich Modell ISO 1999 mit dem Hörverlust
Abbildung 105: Dämmung der vier betrachteten Gehörschutzmittel (Mittelwerte)
Abbildung 106: Bremsweg und -zeit bei versch. Anfangsgeschwindigkeiten
Abbildung 107: Sichere Signalerkennbarkeit ohne Gehörschutz
Abbildung 108: Sichere Signalerkennbarkeit mit Gehörschutzstöpsel.
Abbildung 109: Akzeptanz bei Produktverteuerung
Abbildung 110: Kundenanfragen bezüglich Lärminderungen
Abbildung 111: Kundeninteresse an lärmgeminderten Geräten