

Vorwort	5
1 Einführung	
1.1 Geschichtliche Entwicklung des Winterdienstes	14
1.1.1 Die Anfänge	14
1.1.2 Schnee- und Eisräumen im technischen Fortschritt	15
1.1.3 Streuen im technischen Fortschritt	18
1.2 Notwendigkeit und Bedeutung des Winterdienstes	20
1.3 Aufgaben des Straßenwinterdienstes	21
1.3.1 Allgemeines	21
1.3.2 Schneeräumung	24
1.3.3 Bekämpfung der Winterglätte durch Streuen	25
1.3.4 Besonderer Charakter des Winterdienstes	25
1.4 Stand des heutigen Winterdienstes	27
1.5 Mehr und besserer Winterdienst in der Zukunft	29
2 Schnee und Eis im Winterdienst	
2.1 Physikalische Grundlagen	34
2.2 Formen und Entstehung von Winterglätte	36
2.3 Einflussfaktoren für die Bildung von Winterglätte	37
2.4 Erschwernisse des Verkehrs durch Eis und Schnee	39
2.4.1 Beeinträchtigung der Sicht und Übersicht	39
2.4.2 Vergrößerung des Fahrwiderstandes	40
2.4.3 Verringerung des Kraftschlusses zwischen Rad und Fahrbahn	40
2.4.4 Auswirkungen auf den Brems- und Anhalteweg	42
2.4.5 Fahrstabilität und Sicherheit beim Fahren	44
2.4.6 Leistungsfähigkeit auf winterglatter Fahrbahn	46
2.4.7 Winterliche Fahrbahnzustände in der zeitlichen Veränderung	46
3 Vorbeugende Maßnahmen des Winterdienstes	
3.1 Maßnahmen des Straßenentwurfes	50
3.1.1 Fahrsicherheit im Winter	50
3.1.2 Der Winterdienst in der funktionsorientierten Straßennetzgestaltung ..	52
3.1.3 Trassenwahl in der Straßenplanung	55
3.1.4 Linienführung und Querschnitt	56
3.1.5 Dämme und Einschnitte	60
3.1.6 Brücken und Tunnel	62
3.1.7 Straßenbepflanzung	63
3.2 Maßnahmen des Straßenbaus	63
3.2.1 Allgemeines	63
3.2.2 Standard- und Sonderbauweisen	65
3.3 Maßnahmen der betrieblichen Straßenunterhaltung	67
3.3.1 Schneeeverwehungen	67
3.3.2 Schneeeverwehungen an Schneezäunen	69
3.3.3 Planung von Schneeschutzmaßnahmen	71
3.3.4 Bauliche Ausbildung von Schneezäunen	74
3.3.5 Schneeschutzbepflanzung	78
3.3.6 Schneezeichen	80
3.4 Lawinenschutz	81
3.4.1 Entstehung und Merkmale der Lawinen	81
3.4.2 Gefahren und Schutzmaßnahmen	82
3.5 Schutzmaßnahmen für die Straße	87
3.5.1 Schneezäune	87
3.5.2 Stützverbau	87
3.5.3 Ablenk- und Bremsverbau	87

3.5.4	Lawinengalerien	89
3.5.5	Lawinentunnel	90
3.5.6	Anpflanzung und Entwässerung im Anbruchgebiet	90
3.6	Sonstige Maßnahmen	91
3.6.1	Schutzmaßnahmen für den Straßenverkehr	91
3.6.2	Warndienst	91
3.6.3	Konvoiverkehr	92
3.6.4	Sperrung	94
3.6.5	Lawinensprengung	94
4	Schneeräumung	
4.1	Allgemeines	98
4.2	Praxisbedingungen	98
4.2.1	Schneekonsistenz	98
4.2.2	Schneehöhe	99
4.2.3	Fahrbahnbedingungen und Hindernisse	99
4.2.4	Geschwindigkeiten und Räumzeiten	100
4.2.5	Anzahl der Räumgeräte (Beispiele)	100
4.3	Schneepflugtechnik	102
4.3.1	Allgemeines	102
4.3.2	Pflugschare zur Querschnittsanpassung: Mehrscharpflug	103
4.3.3	Federn zur Hindernisüberwindung und Querneigungsanpassung: Federklappenpflug	105
4.3.4	Technische Lieferbedingungen	107
4.4	Schneepflugarten, Anwendungsbereiche und Einsatzbedingungen	109
4.5	Schürfleisten, Ausrüstung und Zubehör (Pflug)	109
4.5.1	Schürfleisten	110
4.5.2	Weitere Pflugteile und Pflugausrüstungen	110
4.6	Verstärkte mechanische Schneeräumung	116
4.7	Schneeräummaschinen	118
4.7.1	Allgemeines	118
4.7.2	Schnees Schleuder	119
4.7.3	Schneefräsen	120
4.7.4	Frässchleudern	121
4.7.5	Antrieb der Räummaschinen	122
4.7.6	Mehrfunktionale Geräte	123
4.8	Kehrblasgeräte	123
4.9	Schneeabfuhr	125
5	Bekämpfung der Winterglätte	
5.1	Allgemeines	130
5.2	Arten und Wirkungsweise der Streustoffe	130
5.2.1	Auftauvorgang	130
5.2.2	„Abstumpfen“ der Fahrbahn	133
5.2.3	Auswirkungen auf den Verkehr	135
5.3	Auftauende Streustoffe	136
5.3.1	Angewendete Salze	136
5.3.2	Chemische Eigenschaften von NaCl	138
5.3.3	Streumengen und Einflussfaktoren	138
5.4	Abstumpfende Streustoffe	140
5.4.1	Arten von Stoffen	140
5.5	Alternative Streustoffe	141
5.5.1	Grundsätzliches	141
5.5.2	Mischungen	141
5.5.3	Alternative Taustoffe	142

5.6	Feuchtsalz und Salzlösungen	143
5.6.1	Einsatz von Salzlösungen	143
5.6.2	Das Feuchtsalz-Verfahren	143
5.6.3	Historische Entwicklung der Feuchtsalz-Streuung	144
5.6.4	Vorteile der Feuchtsalz-Streuung (FS 30)	144
5.6.5	Praktisch erreichte Salzeinsparungen	145
5.6.6	Wirtschaftlichkeit von Feuchtsalz	146
5.6.7	Empfehlungen für die praktische Anwendung von Feuchtsalz	146
5.7	Qualitätssicherung bei den Streustoffen	147
5.7.1	Erforderliche Eigenschaften	147
5.7.2	Zusammenstellung der Anforderungen: Die TL-Streu	147
5.7.3	Praktische Streugutbeschaffung	150
5.8	Streustoff-Ausbringungstechnik	150
5.8.1	Entwicklung der Streugeräte	150
5.8.2	Auswahlkriterien für Streugeräte	150
5.8.3	Antriebsvarianten für Streugeräte	151
5.8.4	Handgeführte Streugeräte	151
5.8.5	Kleine Anbau- und Anhänger-Tellerstreugeräte	152
5.8.6	Anbau- und Anhänger-Walzenstreugeräte	152
5.8.7	Anbau- und Anhänger-Tellerstreugeräte	153
5.8.8	Aufsatzstreugeräte	153
5.8.9	Der Streuteller	156
5.8.10	Geräte zum Ausbringen flüssiger Taustoffe	158
5.8.11	Feuchtsalz-Streugeräte	158
5.8.12	Material der Streugeräte	159
5.8.13	Anforderungen an Salzstreugeräte	159
5.8.14	Dosierqualität	160
5.8.15	Thermographie	160
5.8.16	Moderne Bedienkonzepte	162
5.9	Streugutlagerung und -verladung	162
5.9.1	Anforderungen	162
5.9.2	Erforderliche Lagerkapazität	163
5.9.3	Streugutlagerhallen	164
5.9.4	Streugutsilos	166
5.9.5	Mobile Silos	167
5.9.6	Wirtschaftlichkeit der Streugutlagerung	168
5.9.7	Lagerung und Betankung von Salzsole	169
5.10	Sonstige Maßnahmen gegen Winterglätte	170
5.10.1	Taumittel-Sprühanlagen	170
5.10.2	Erwärmung der Verkehrsflächen	172
5.10.3	Eishemmende Fahrbahnbeläge	172
6	Trägerfahrzeuge für den Winterdienst	
6.1	Überblick	176
6.2	Beispiele für Trägerfahrzeuge	177
6.3	Zusätzliche Ausrüstung und Zubehör	177
6.4	Geräteträgerkategorien und Motorisierung	185
6.4.1	Geräteträgerkategorien	185
6.4.2	Motorleistung	187
6.4.3	Hydrostatischer Fahrantrieb	187
6.4.4	Geräteantrieb	188

7	Organisation des Winterdienstes	
7.1	Zuständigkeiten im Winterdienst	190
7.2	Verwaltungsaufbau	191
7.3	Winterdienst-Ausstattung	193
7.4	Unfallverhütung im Winterdienst	196
7.4.1	Bedeutung der Unfallverhütung	196
7.4.2	Gefährdungen beim Fahrzeugeinsatz	196
7.4.3	Vorbereitung der Geräte für den Einsatz	196
7.4.4	Be- und Entladen der Fahrzeuge/Geräte	197
7.4.5	Winterdienst von Hand	197
8	Einsatzplanung und Winterdienst-Strategien	
8.1	Notwendigkeit der Einsatzplanung	200
8.2	Einsatzpläne	200
8.3	Dringlichkeitsreihung	200
8.4	Streustoff-Einsatz auf Außerortsstraßen	202
8.5	Streustoff-Einsatz auf Innerortsstraßen	204
8.6	Empfehlungen zur Minimierung der Salzmengen	207
8.7	Winterdienst auf Rad- und Gehwegen	208
8.7.1	Radwege	208
8.7.2	Gehwege	209
8.8	Räum- und Streupläne	210
9	Vorbereitung, Ablauf und Auswertung des Winterdienst-Einsatzes	
9.1	Aufstellung und Überprüfung der Einsatzpläne	216
9.1.1	Aktualisierung der Räum- und Streupläne	216
9.1.2	Darstellung der Einsatzpläne	216
9.1.3	Praktische Überprüfung der Pläne	218
9.2	Vorbereitung der Fahrzeuge und Geräte	218
9.3	Streustoff-Bevorratung	219
9.4	Schulung des Personals	219
9.5	Sonstige Vorbereitungen für den Winterdienst	221
9.6	Einsatzalarmierung und -ablauf	222
9.7	Einsatzaufzeichnungen und -kontrollen	223
9.7.1	Notwendigkeit	223
9.7.2	Automatische Datenerfassung im Winterdienst	223
9.7.3	Empfehlungen zur Erfassung der Daten	224
9.7.4	Anforderungen an das Einsatzdatensystem	225
9.7.5	Datenübertragung und -auswertung	226
9.7.6	Zusätzliche Möglichkeiten der Systeme	227
9.8	Winterdienst-Management-Systeme	227
9.8.1	Ausgangsbasis	227
9.8.2	Winterdienst-Management-Systeme	228
9.8.3	Winterdienst-Zentralen	232
9.8.4	Entwicklungstendenzen	232
9.9	Winterdienst-Dokumentation	232
9.9.1	Notwendige Nachweise	232
9.9.2	Öffentlichkeitsarbeit	233
10	Information über Wetterentwicklung und Fahrbahnzustand	
10.1	Allgemeines	236
10.2	Meteorologie	238
10.2.1	Wetterlagen	238
10.2.2	Grundlagen der Wetterdatenerhebung	240

10.3	Örtliche Fahrbahnzustands- und Wettermessungen	241
10.4	Das SWIS-Vorhersageschema nach den Schulungsunterlagen des Deutschen Wetterdienstes	245
10.4.1	Berichtsarten	245
10.4.2	Vorhersageräume und Vorhersagezeiten	247
10.4.3	Staffelung der Vorhersagegebiete	249
10.4.4	Beispiele für SWIS-Berichte bei fünf unterschiedlichen Wetterlagen ...	251
10.5	Informationsverbesserung für das Winterdienstmanagement	256
10.5.1	Winterdienstzentralen	256
10.5.2	Zusatzhilfen durch wetterbezogene Informationen aus dem Internet ..	257
10.5.3	Folgerungen für das Winterdienstmanagement	259
10.5.4	Bericht – Präsentation – Interaktion: Die Zukunft des Straßen- wetterdienstes	270
10.6	Beispiel: Informationsbedarf und Informationsangebot bei Winterstau	270
10.6.1	Zusammenfassung der Winterstauereignisse im Bezirk der Autobahnmeisterei Montabaur	270
10.6.2	Straßenwetter allgemein in den Medien	273
10.6.3	Verkehrlich „chaotische“ Winterstaus in der winterdienstexternen Medienberichterstattung	273
10.6.4	Wetterbezogene Informationen aus dem Internet	274
11	Winterdienst und Verkehrssicherheit	276
11.1	Analyse der Verkehrssicherheit im Winter	276
11.2	Einfluss von Winterglätte und Winterdienst auf die Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit	277
11.3	Winterdienst mit eingeschränkter Salzstreuung	279
11.4	Erhöhung der Verkehrssicherheit im Winter	280
12	Umweltverträglichkeit des Winterdienstes	284
12.1	Allgemeines	284
12.1.1	Umweltverträglichkeit des Straßenverkehrs	284
12.1.2	Umweltverträglichkeit des Straßenbetriebsdienstes	284
12.1.3	Umweltgesetzliche Regelungen, die auch den Winterdienst betreffen	284
12.2	Art und Herkunft der Emissionen an Straßen	284
12.2.1	Verkehrsbedingte Schmutz- und Schadstoffe	284
12.2.2	Schmutz, Abfälle und Streustoffe des Betriebsdienstes	286
12.2.3	Bodenwasserverhältnisse im Straßenraum	286
12.3	Entwicklung des Emissionsschutzes	287
12.4	Stand des Emissionsschutzes	288
12.4.1	Folgerungen für den Winterdienst	290
12.5	Aktueller Stand der Umweltverträglichkeit des Winterdienstes	292
12.6	Stand und Aufgaben der Forschung	294
12.6.1	Transmission der Schadstoffe	294
12.6.2	Folgerungen zum Verhalten der Taustoffe im Oberboden und im Untergrund am Straßennetz	298
12.6.3	Technische Aspekte der Straßenentwässerung	299
12.7	Luftverschmutzung durch Schweb- und Feinstäube aus verwehten Streustoffen	299
12.8	Ökobilanz der Streustoffe für den Winterdienst	300

13 Kosten und Wirtschaftlichkeit des Winterdienstes	
13.1 Allgemeines	306
13.2 Kosten und Wirksamkeit	306
13.3 Winterdienst erzeugt volkswirtschaftlichen Nutzen	308
13.4 Nutzen-Kosten-Nachweis	308
13.5 Nutzen-Kosten-Nachweis für Autobahnen	309
13.6 Nutzen-Kosten-Nachweis für den innerörtlichen Winterdienst	311
13.7 Zusammenfassung	312
14 Forschung und Entwicklung im Winterdienst	
14.1 Grundlagen und Dokumentation der Winterdienstforschung	314
14.2 Zwei Beispiele zur Entwicklung in Europa	318
14.3 Winterdienstforschung in den USA	318
14.4 Forschungsbeispiele	319
14.4.1 Allgemeines	319
14.4.2 Grundlagenforschung: Lawinen als berechenbare Naturelemente	319
14.4.3 Angewandte Forschung: Verstärkte mechanische Schneeräumung	323
14.5 Entwicklungsprojekt: Winterdienst auf Autobahnen	329
14.5.1 Bemessungsgrundlagen	329
14.5.2 Derzeitiger Fahrzeugeinsatz und technischer Fortschritt	329
14.5.3 Optimierung des Fahrzeugeinsatzes	332
14.5.4 Folgerungen für die Optimierung des Fahrzeugeinsatzes	335
14.6 Entwicklungsprojekt eines Programmsystems für optimierte Räum- und Streupläne im kommunalen Winterdienst	336
14.6.1 Funktionsbereiche	336
14.6.2 Erstellen des Netzes	336
14.6.3 Verwaltung der Fahrzeuge und manuelle Tourenerstellung mit Routenbildung	338
14.6.4 Automatische Tourenplanung und Routenoptimierung mit Erstellen der Einsatzpläne	338
15 Rechtsgrundlagen des Winterdienstes	
15.1 Rahmenbedingungen und Rechtslage	342
15.2 Schneeräumpflicht	342
15.3 Streupflicht	343
15.3.1 Fahrbahnen	343
15.3.2 Gefährliche Stellen	343
15.3.3 Verkehrswichtige Straßen	344
15.3.4 Wahl des Streustoffes	344
15.3.5 Fußgängerüberwege	346
15.3.6 Gehwege	346
15.3.7 Parkplätze	347
15.3.8 Besondere Wetterlagen	347
15.3.9 Hinweisschilder	348
15.4 Organisation und Einsatzablauf	348
15.4.1 Beginn und Ende der Räum- und Streupflicht	348
15.4.2 Einsatzorganisation	349
15.5 Schneeräum- und Streupflicht der Anlieger	350
Literaturverzeichnis	353
Bildnachweis	371
Abkürzungsverzeichnis	373
Sachregister	377
Inserentenverzeichnis	380