

# Pistenpräparation und Pistenpflege

**Das Handbuch für den Praktiker**

Fabian Wolfsperger, Hansueli Rhyner, Martin Schneebeili





---

# **Pistenpräparation und Pistenpflege**

## **Das Handbuch für den Praktiker**

Fabian Wolfsperger, Hansueli Rhyner, Martin Schneebeili

Herausgeber  
WSL-Institut für Schnee- und Lawineforschung SLF  
Davos 2018

Verantwortlich für die Herausgabe:

Prof. Dr. Michael Lehning, Leiter Forschungseinheit Schnee und Permafrost am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Weitere Autoren:

Daniela Limacher-Lehner (Kapitel 1.6: Technischer Schnee)

Thomas Grünewald (Kapitel 7.6: Klimawandel und Schneesicherheit)

Mathieu Fauve (Auflage 2002)

Quellen von Abbildungen und Aufnahmen, die nicht von den Autoren (SLF) stammen, sind in den Abbildungsunterschriften genannt.

Layout:

Jacqueline Annen

Lektoren:

Christine Huovinen, Claudia Hoffmann und Margrit Wiederkehr

Zitierung:

WOLFSPERGER, F.; RHYNER, H.U.; SCHNEEBELI, M., 2018: Pistenpräparation und Pistenpflege. Das Handbuch für den Praktiker. Davos, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. 232 S.

ISBN: 978-3-900621-59-4

© 2018, WSL-Institut für Schnee- und Lawineforschung SLF

Umschlag: Pistenpräparation Weisse Arena, CH.

---

## Vorwort

Die Freude am Schneesport ist ungebrochen. Während das klassische Pisten-skifahren in traditionellen Wintersportdestinationen wie den Alpen mit neuen und oft spielerischen Varianten in Snowparks ergänzt wird, entdecken bevölkerungsreiche Länder in Asien das Skifahren als Breitensport. All diese Entwicklungen bringen erhöhte Anforderungen an die Schneepräparation mit sich. Der gleichzeitig stattfindende Klimawandel stellt die Verantwortlichen für Pisten und Loipen vor zusätzliche Herausforderungen.

Mit der Neuauflage des Praktikerbuchs «Pistenpräparation und Pistenpflege» wird der rasanten Entwicklung im Schneesport in Wissenschaft und Praxis Rechnung getragen. Eine fundierte Zusammenfassung der relevanten wissenschaftlichen Grundlagen in gut verständlicher Sprache zu Beginn des Buches gibt dem Leser die Möglichkeit, sich mit den Prozessen im Schnee vertraut zu machen, bevor er in den Sachkapiteln Informationen zu den Spezialthemen von Beschneigung über «Snowfarming» bis hin zu Messtechnik und Klimawandel findet. Das Buch bietet Profis in der Pistenpräparation und im Schnee- und Skimanagement Informationen zum Nachschlagen, ist aber auch für den interessierten Laien ein flüssiger und gut verständlicher Lesetext und lässt sich als Ausbildungsgrundlage und Lehrtext gut einsetzen.

In enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Praktikern ist dieses Werk für die Praxis entstanden und soll dabei helfen, ökologische Standards mit ökonomischen Randbedingungen in Einklang zu bringen. Der effiziente Gebrauch von Energie- und anderen Ressourcen ist wichtig in einer Welt, die begrenzte Ressourcen hat und in der sich Verschwendung niemand mehr leisten soll. Ein fachgerechter Umgang mit der Ressource Schnee ist nicht nur ein wirtschaftliches Plus für die Skigebiete sondern auch ein Beitrag an die Sicherheit der Schneesportler und eine Notwendigkeit im Umweltschutz.

Gerne spreche ich den Autoren meinen grossen Dank aus, aber auch allen, die Material, Wissen und Erfahrung beigesteuert haben und nicht namentlich genannt werden. Viele Mitarbeitende an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft und insbesondere am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF sowie Schneesportler im In- und Ausland haben Verdienst an dieser Neuauflage. Die Umsetzung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse in diesem Buch für Praktiker ist beispielhaft für die Arbeit am SLF Davos.

Michael Lehning  
Forschungseinheitsleiter  
Schnee- und Permafrost



---

# Inhalt

Vorwort	3
Dank	9
Einleitung	11
<b>1 Das Material Schnee</b>	<b>13</b>
1.1 Grundlegende Struktureigenschaften	13
1.1.1 Schneedichte	13
1.1.2 Die Struktur des Schnees	15
1.1.3 Schneefeuchte	18
1.2 Thermische Eigenschaften	20
1.2.1 Schneetemperatur	20
1.2.2 Wärmeleitfähigkeit	21
1.3 Prozesse im Schnee	24
1.3.1 Phasenübergänge	24
1.3.2 Sintern	27
1.3.3 Setzung	31
1.3.4 Metamorphose – Umwandlung von Schnee	32
1.4 Mechanische Eigenschaften	36
1.4.1 Einflussfaktoren auf die mechanischen Eigenschaften	38
1.5 Entstehung von Naturschnee	43
1.5.1 Atmosphärische Bedingungen für die Entstehung von Schnee	43
1.5.2 Neuschneekristalle	43
1.5.3 Ablagerung des Neuschnees	45
1.5.4 Naturidentischer Schnee	46
1.6 Technischer Schnee	48
1.6.1 Eigenschaften von Schneeerzeugern	48
1.6.2 Technologien der Schneeproduktion	55
1.6.3 Eigenschaften von technischem Schnee	66
<b>2 Meteorologische Einflüsse auf den Schnee</b>	<b>73</b>
2.1 Atmosphäre	73
2.1.1 Luft und Luftfeuchtigkeit	74
2.1.2 Strahlung	74
2.1.3 Temperatur und Wärme	76

2.2	Thermische Bilanz der Schneeoberfläche	77
2.2.1	Einfluss der Umgebungsluft	78
2.2.2	Einfluss der Strahlung	79
2.2.3	Einfluss des Niederschlags	85
2.2.4	Veränderung der Schneeeigenschaften	85

### **3 Präparation und Pflege von Skipisten 87**

3.1	Die optimale Piste	87
3.1.1	Anforderungen an das Material Schnee	88
3.1.2	Anforderungen an die Schneeoberfläche	88
3.1.3	Weitere Anforderungen an die Piste	88
3.1.4	Anforderungsprofil Publikumpiste	90
3.1.5	Anforderungsprofil Rennpiste	91
3.1.6	Anforderungsprofil Loipe	92
3.1.7	Anforderungsprofil Park	93
3.2	Vom Schnee zur Piste – Prinzipien der Schneeverfestigung	94
3.2.1	Verdichtung	94
3.2.2	Verstärken der Kornverbindungen (Trockensintern)	98
3.2.3	Gefrieren (Flüssigsintern)	100
3.3	Pistenpräparation – Zustand- und wettergerechte Bearbeitung von Schnee	101
3.3.1	Bau einer widerstandsfähigen Piste (Grundpräparation)	103
3.3.2	Pflege und Erhaltung der Piste	104
3.3.3	Prinzipien und Faustregeln der Pistenpflege	105
3.4	Geräte – und deren optimaler Einsatz	110
3.4.1	Maschine (Kabine, Motor und Fortbewegungsteile)	110
3.4.2	Räumschild	113
3.4.3	Schneefräse und Finisher	113
3.4.4	Glättebrett	114
3.4.5	Seilwinde	114
3.4.6	Compactor	114
3.4.7	Front-Renovator und Snow Cutter	115
3.4.8	Front-Schleuder	115
3.4.9	Schaufel	115



<b>4</b>	<b>Präparation und Pflege von Rennpisten</b>	<b>117</b>
4.1	Ziele der Rennpistenpräparation	117
4.2	Grundpräparation (Ausgangslage)	119
4.3	Pistenwässerung	119
4.3.1	Vorbereitung der Piste zur Wässerung	123
4.3.2	Schlauchwässerung	124
4.3.3	Injektionsbalken	126
4.3.4	Maschinenbalken	127
4.3.5	Norweger Brause / Feuerwehrbrause	131
4.3.6	Einfräsen der Oberfläche	132
4.4	Chemische Schneehärtung	132
4.4.1	Prozess der Schneehärtung	133
4.4.2	Praktische Hinweise zur Schneehärtung	135
4.5	Schneeräumung	137
4.5.1	Ausbessern von Schäden	137
<b>5</b>	<b>Präparation und Pflege von Loipen</b>	<b>139</b>
5.1	Präparation der Spur bei klassischen Loipen	140
5.2	Pflege von Langlaufloipen	143
5.3	Präparations- und Pflegemaßnahmen von Wettkampfloipen	143
<b>6</b>	<b>Bau, Pflege und Betrieb von Snowparks</b>	<b>147</b>
6.1	Freestyle-Parks	149
6.1.1	Sprünge	151
6.1.2	Jibs	157
6.1.3	Planung und Bau des Freestyle-Parks	157
6.1.4	Pflege und Betrieb des Freestyle-Parks	161
6.2	Cross-Strecken	164
6.2.1	Cross Strecken Elemente	166
6.2.2	Planung, Bau, Pflege und Betrieb von Cross Strecken	169
6.3	Halfpipes	170
6.3.1	Bau und Pflege der Halfpipe	172

<b>7</b>	<b>Schneemanagement</b>	<b>177</b>
7.1	Standardisierte Arbeitsabläufe – Management-System	179
7.2	Beschneigung und Mikroklima	180
7.3	Pistenpräparation	181
7.3.1	Schneehöhenmessung	181
7.3.2	Flottenmanagement	183
7.4	Snowfarming	184
7.4.1	Klima- und Wettereinflüsse	189
7.4.2	Abdeckmethoden	190
7.4.3	Planung und Durchführung	194
7.4.4	Kosten	204
7.5	Weitere Massnahmen	205
7.5.1	Schneeakkumulation	205
7.5.2	Erdarbeiten und Hochlagenbegrünung	207
7.6	Klimawandel und Schneesicherheit	210
<b>8</b>	<b>Messmethoden und Tools</b>	<b>215</b>
8.1	Schneemessungen	215
8.1.1	Schneetemperatur	215
8.1.2	Schneedichte	216
8.1.3	Schneefeuchte	217
8.1.4	Struktur des Schnees	218
8.1.5	Mechanische Eigenschaften	220
8.2	Messung der Meteoparameter	221
8.3	Schneedeckenmodelle	222
8.4	Beschneigungs-App	225
8.5	Tools zum Snowparkbau	225
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>227</b>

Schnee ist eine der komplexesten Materie die auf unserem Planeten vorkommt. Das zeigt sich schon darin, dass es in vielen Sprachen mehrere Wörter für Schnee gibt. Alleine die Schotten haben in ihrer Sprache 421 Wörter dafür!

Schnee ist sehr unterschiedlich und verändert sich laufend. Zahlreiche Faktoren sind dafür verantwortlich wie Luft- und Schneetemperatur, Luftfeuchtigkeit, Schneebeschaffenheit, Zusammensetzung (Naturschnee, technischer Schnee), Alter, Körnung, Verdichtung, Hangexposition und -Neigung, Sonneneinstrahlung, Langwellenstrahlung, Wolken und Wind.

Auf über 200 Seiten werden an praktischen Beispielen die wissenschaftlichen und vielschichtigen Zusammenhänge erklärt. Jeder Betriebsleiter, Pistenchef, Rennleiter und jeder Pistenfahrzeugfahrer kann aus diesem Buch sehr viel dazu lernen. Dieses Wissen hilft letztendlich mit, die Qualität der Pisten und Loipen zu steigern, effizienter zu arbeiten und somit Geld für den Anlagenbetreiber oder das Wettkampfbudget zu sparen. Für mich waren zudem die Gespräche mit Fabian Wolfspurger äusserst interessant und wertvoll.

Das A und O einer erfolgreichen Pistenpräparation besteht aus: «Know-how, guter Planung mit dem Wetterbericht, dem richtigen Werkzeug und optimalem Timing».

Ich wünsche allen viel Spass beim Lesen und beim nie endenden Lernen im Schnee

Hans Pieren



Rennleiter Weltcup Adelboden, langjähriger FIS Renndirektor sowie Berater u.a. der Olympischen Winterspiele in Sochi 2014 und Pyeongchang 2018

