

Schnee und Erwärmung: die Zukunft für Skisport und Wintertourismus

Meinhard Breiling

Technik.Tourismus.Landschaft
TU Wien

Präsentation TMC der freien Universität Bozen
Veranstaltung: Kalte Füße im warmen Schnee
Klimawandel und die touristischen Alternativszenarien
am 12.11.2007



Früher Schnee in tiefer Lage: ein Lokalaugenschein vom 12. Nov. 2007 in Bruneck



Foto: Reischach, 12.11.07



Neue Skigebiete in neuen EU Ländern:
Ausbau in Borovec, BG, und anderswo



Source: www.bulgariaski.com



Skigebiet Strbske Pleso, SK, Saisonbeginn 2006/07



Foto: 6.11.2006



Shiga-ken, JP, gute Schneeverhältnisse.....



Foto: 6.2.1999



..... aber Skigebiete aufgrund von Unwirtschaftlichkeit aufgelassen



Foto: 14.10.1998



Skigebiete stehen in veränderten Kontext wie in Chimgan, Usbekistan, auch ohne Erwärmung



Foto: 21.9.2006

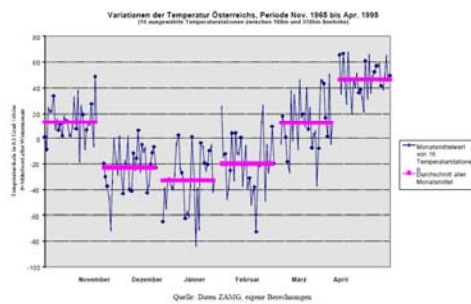


Herausforderung Erwärmung

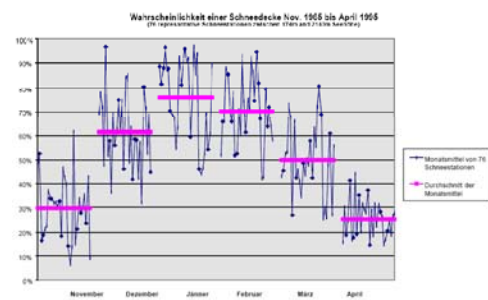
- Weniger Naturschnee
 - Die festgestellte Situation (1)
 - Alternativen basierend auf Naturschnee (2)
- Mehr Kunstschnee
 - Umweltbelastung durch Kunstschnee (3)
 - Kosten des Kunstschnee (4)
 - (Kunst-) Schneeforschung (5)



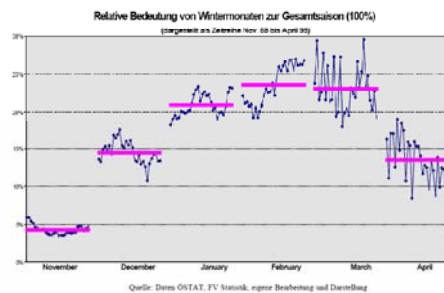
Die regionale Situation von Österreich: Temperatur



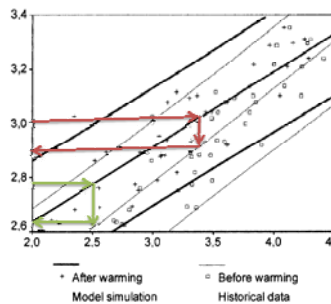
Die regionale Situation von Österreich: Schneedecke



Verteilung der Touristen nach Wintermonaten



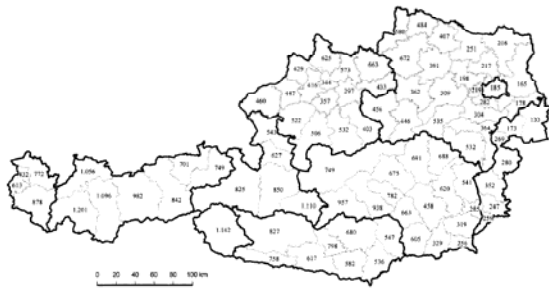
Beziehung Seehöhe und Schnee



- Je höher desto geringer der Effekt auf die Schneedecke
- Mehr Schnee bei Erwärmung über 2°C über 2000m Seehöhe
- Touristen wohnen tiefer
- Infrastruktur startet zumeist unter 1000m



Mittlere Seehöhe der Bevölkerung

TU
TU

TTL

Mittlere Seehöhe bei Erwärmung

TU
TU

TTL

Veränderung von kalten und warmen Wintermonaten

Monat	1965 to 1995		2°C wärmer		3°C wärmer	
	kälter	wärmer	kälter	wärmer	kälter	wärmer
November	15	15	3	27	1	29
Dezember	15	15	4	26	0	30
Januar	17	13	7	23	2	28
Februar	14	16	7	23	3	27
März	14	16	8	22	5	25
April	15	15	1	29	0	30

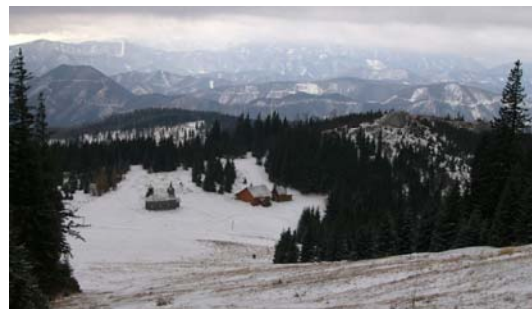
Quelle: Temperaturdaten ZAMG, eigene Berechnungen

- Skisport ist auch in wärmerer Umwelt möglich, aber nicht so oft wie gewohnt
- Maß der Erwärmung bringt Veränderung in der Wirtschaftlichkeit
- Zahlungsverpflichtungen bleiben trotz warmer Winter aufrecht
- Der Ausweg seit 1980 ist Kunstschnee

TU
TU

TTL

Naturschnee als Alternative: Skigebiet Unterberg, NÖ

TU
TU

TTL

Naturschnee als Alternative:

- Einige Skigebiete können oder wollen keinen Kunstschnee anbieten
 - Unterberg liegt im Karstgebiet 60 km von Wien entfernt
 - Wasser für Beschneigung ist nicht verfügbar
 - Aus der Not wurde eine Tugend gemacht
 - Analog zu Biobauernhöfen wird mit Naturschnee ein Ökoimage aufgebaut
 - Als Alternative für großstadtnahe Skigebiete
 - Kein internationaler Wintertourismus
 - Bei guten Naturschneebedingungen kommen Großstädter flexibel
 - Keine 100 Tage Regel oder sonstige Saisonlängenvorgabe
 - Man profitiert von höheren Preisniveaus ohne Anpassungskosten selbst zu tragen
 - Keine Alternative für internationale Skigebiete
 - Wichtig zwischen Skisport als Freizeit und Skisport als Wintertourismus zu unterscheiden

TU
TU

TTL

Gletscherskigebiete: Eiserne Reserven



Foto: Kapfen, Salzburg, am 30.10.2004

TU
TU

TTL

Gletscherskigebiete: Eiserne Reserven

- Gletscher sind Schnee von Jahrhunderten
 - Wird benutzt um Ausfälle in warmen Wintern zu vermeiden
 - Es gibt nur wenige Skigebiete auf Gletschern
- Symbolwert ist sehr wichtig
 - Keine breite Möglichkeit für viele aber Signal, daß Skisport auch in warmen Wintern möglich ist
- Rückgang der Gletscher durch festgestellte Erwärmung
 - ist besonders in den Alpen feststellbar
 - Gletscher sind Puffer, nicht nur für Wintertourismus
- Konflikte mit anderen Nutzungen
 - Wasserversorgung
 - Naturschutz generell



Szenario: Naturschnee und Klimaänderung

- Mit jedem Zehntelgrad Erwärmung gibt es weniger Schnee
 - Skisport und Wintertourismus konzentrieren sich
 - Auf gute Höhenlagen
 - Auf Zentren/Städte die flexibel auf Schnee reagieren können
- System hat einen Puffer
 - Überkapazitäten abgebaut durch sogenannte Qualitätsbereinigungen
 - Viele renommierte Skigebiete haben durch erste Erwärmung nicht gelitten, sondern profitiert
 - Schneedeckenperiode oft länger als Wintersaison
- Schmerzgrenze
 - Erst wenn viele betroffen sind wird das Problem auch öffentlich evident
 - Einnahmen sinken rasch
 - Kosten steigen schnell
- Wann und wieviel können nicht beantwortet werden



Kunstschnee im Einsatz

- Erster Kunstschnee in 30iger Jahren in Japan entwickelt
 - Kriegseinsatz in Bergregionen war ein entscheidendes Motiv
 - Künstliches Auslösen von Lawinen
 - Kam zu Kriegszwecken nie zum Einsatz
- Im Wintertourismus vereinzelt ab 50iger Jahren im bescheidenem Maß eingesetzt
 - Das Vorhandensein der Möglichkeit von Kunstschnee wurde wahrgenommen
 - Entwicklung leistungsfähiger Schneekanonen
- Ab ca. 1980 erste flächendeckende Beschneigungssysteme
 - Man will Unsicherheiten durch das Wetter ausweichen
 - Durch die jährlichen Schwankungen bei höherem Temperaturniveau wurde der Einsatz stark ausgeweitet



Beschneigung ist ressourcenintensiv: Wasser und Energie



Foto: Kälberbrunnensperre am 28.8.2004



Umweltbelastung durch Kunstschnee

- Wintersportregionen tragen überproportional bei, daß Kioto Ziele nicht erreicht werden
 - Symptombekämpfung ist nicht gekoppelt an Ursachenbehebung
 - Mehr Treibhausgase durch Anpassung
 - Dies führt zur weiteren Erwärmung
- Wassermangel
 - Wasser ist ein knappes Gut
 - Oft lokal nicht vorhanden
 - Skigebiete konkurrieren um Wasser
- Energieverbrauch
 - Die Ressourcen werden knapper
 - Speicherbecken können das Landschaftsbild beeinträchtigen



Rechtliche Rahmenbedingungen (1)

- Kioto Protokoll für Treibhausgase
 - Stellt den Bezug zur Klimaänderung her
 - Skiregionen müssen den Stand der Emissionen von 1990 erreichen
- EU Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
 - Verbietet die Verschlechterung
 - Gebietet das Erreichen des guten ökologischen Zustands



Rechtliche Rahmenbedingungen (2)

- Naturschutzgesetze der Länder
 - Werden vielfach geändert um Erschließungen hoher Regionen zu ermöglichen, z.B. Tiroler Naturschutzgesetz
 - Nur mehr bedingt wirksam aufgrund der EU WRRL
- Ungeregelte und konfliktbeladene Bereiche
 - Neue Methoden der Kunstschneerzeugung
 - Kunstschnee bietet reichlich Angriffspunkte, die differenziert betrachtet werden müssen



Kosten des Kunstschnee

- Substitution von Naturschnee
 - Jedes % Verschiebung weg vom Naturschnee und hin zum Kunstschnee bringt überproportionale Verteuerung
 - Eine Strategie zur Bewahrung/Konservierung von Naturschnee wird immer wichtiger
- Praktizierte Beschneigungstechnik
 - ist ressourcenintensiv und kann konventionell um einen Wirkungsgrad um 100% und mehr verbessert werden
 - Politische Rahmenbedingungen welche zu Technologiesprüngen führen könnten, fehlen!
- Preise für Energie und Wasser steigen
 - Bei einer Ressourcenverteuerung wird Beschneigung nicht mehr finanzierbar
 - Wie robust sind Betriebe um zusätzliche Belastungen zu ertragen?



Kosten des Kunstschnee am Arlberg



- 560.000 m³ Wasser
- ca. 1.500.000 m³ Kunstschnee
- ca. 4.000.000 m² oder 400 ha beschneite Pistenfläche
- Je nach Situation und Personaleinsatz Preise von € 2.- bis € 5.- pro m³
- Rund 4 Millionen € Gesamtkosten oder 10,000 € pro ha als ein Richtwert, der lokal schwankt

Was kostet Schnee? Herr Windler holt den Taschenschneschnee zum 560.000 Kubikmeter Wasser letzte Saison.

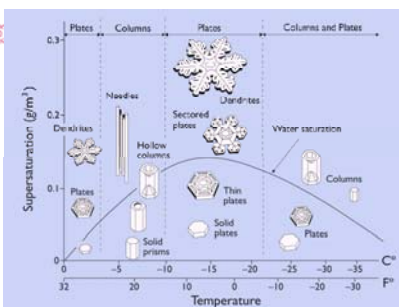


Kunstschnee muß billiger werden

- Derzeitige Alternativen beruhend auf Naturschnee und Kunstschnee reichen nicht
 - Skisport und Wintertourismus wird bei Erwärmung zurückgehen
 - Kosten nicht an Konsumenten weitergeben um Skisport als Breitensport zu erhalten
 - Günstigere Alternativen sind möglich
 - bei gleichzeitiger Einhaltung der gegebenen internationalen Regelwerke
- Intensivierte Forschung auf dem Gebiet Kunstschnee notwendig
 - Kein Forschungsgebiet alleine kann die Situation verbessern
 - Die Bündelung vieler Ideen ist notwendig
 - Eine reiche Auswahl an Alternativen bringt auch günstige Lösungen



Schneeforschung

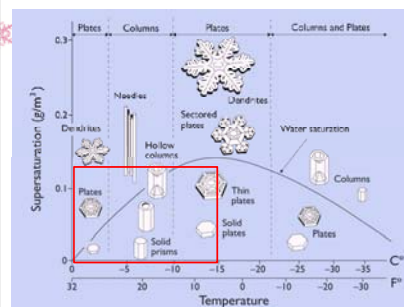


- Erforscht die Zusammenhänge auf der mm Skala
- Der Entstehung und Metamorphose von Schneekristallen
- Die Zusammensetzung und Bildung von Schneeschichten
- Der Aufbau von Schneetypen
- Die Zusammenschau als Schnee Klasse

Quelle: NIEDIC Colorado nach Nakaya 1964



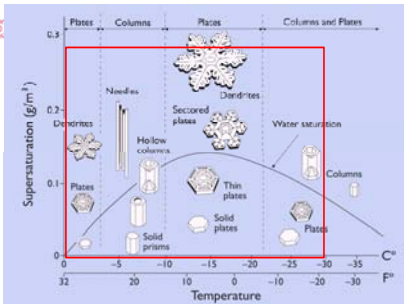
Die Grenzen von Kunstschnee



- Kunstschnee hat ein „eingegrenztes“ (rotes) Spektrum
- Kunstschnee ist schwerer als Naturschnee
- Die Technologie der Beschneigung steht erst am Beginn



Die neuen Grenzen von Kunstschnee



- Die Technologie der Beschneigung wird optimiert werden
- Kunstschnee wird billiger und weiter einsetzbar
- Kunstschnee wird umweltfreundlicher produziert als dies heute der Fall ist.



Schnee Meßstation Arlberg



Quelle: IAN BOKU Wien

- Neue Methoden zur Erfassung der Schneestruktur sind notwendig
- Schneemessungen sind für Schneestrukturforschung unzureichend in Raum und Zeit
- High-end automatische Messungen zu teuer für viele Regionen



Laserscanning Lech Arlberg



Quelle: IAN BOKU Wien

- Erstellen von Massenbilanzen
- Schneehöhenkarten mit Berücksichtigung des Windeinflusses
- Abschätzen des Lawinenrisikos



Snowfarming



Quelle: M. Phillips, SLF Davos

- Ist eine Alternative zur Beschneigung
- Schnee wird in schneereichen Zeiten konserviert für die nächste Saison
- Textilien kombiniert mit Bodenkühlung ist hierfür notwendig



Permafroststudien CH, Fluelapass



Quelle: M. Phillips, SLF Davos

- Permafrost kommt nur im Hochgebirge der Alpen vor
- Eine dünne Schneedecke bzw. eine löchrige Schneedecke hat eine andere Thermodynamik als eine geschlossen
- Anomalien des Boden- Schnee Temperaturgradienten sind möglich
- Dies bringt Probleme beim Bau der Infrastruktur im Hochgebirge



Mikroorganismen im Schnee



Foto vom 22.9.2007

- In jeder Schneedecke befinden sich natürliche Mikroorganismen. Deren Zusammensetzung unterscheidet sich von Ort zu Ort
- Neue Methoden ermöglichen es die typischen Mikroorganismen zu analysieren
- Produkte wie SNOWMAX setzen bereits heute fremde Mikroorganismen ein um den Taupunkt zu erhöhen
- Forschung zur Erfassung von Möglichkeiten und Risiken unterschiedlicher Mikroorganismen im Schnee ist notwendig



Cloudseeding: Kunstschnnee aus Wolken



Quelle: A. Sinkerich, Vachev Laboratory

- Griffith (2005) behauptet, dass in Kalifornien 1 m³ zusätzliches Wasser nur 0,05 Euro kostet
- Schneeerzeugung kostet heute mehrere Euro pro m³ Schnee
- Ein Quantensprung in der Beschneigungstechnologie erscheint möglich
- Doch die Rahmenbedingungen für cloudseeding zur Beschneigung wurden nie für Bergregionen verifiziert



Cloudseeding: auch zur Vermeidung von zuviel Schnee und Reduktion der Lawinengefahr



Quelle: http://air.droessler.at/berichte/Galauer/GalauerGalauer_english1.htm



Szenario: Kunstschnnee und Klimaänderung

- Ziel einer flächendeckenden Beschneigung
 - Auf guten Höhenlagen billiger
 - In tiefen Lagen kaum finanzierbar
 - Jedes Zehntelprozent Verschiebung Naturschnee zu Kunstschnnee bringt mehr Kosten
- Wirtschaftlichkeit
 - Klimaänderung ist für Skigebiete KEIN langfristiges Problem
 - Ausgaben für Anpassung an Erwärmung stehen sofort an
 - Nicht jedes Gebiet kann anpassen
- Schmerzgrenze
 - Einnahmen sinken und Kosten steigen schnell
 - Wann und wieviel angepaßt wird ist Ermessenssache und eine individuelle Strategie
- Es gilt vorbereitet zu sein um möglichst lange anpassen zu können
 - Schnee muß billiger werden
 - Schnee muß umweltfreundlicher produziert werden

