

Entwicklung eines Modells zur Unterstützung von Investitionsentscheidungen in Wintersportstandorte unter Berücksichtigung klimatischer Aspekte

Christian Reinboth, M.Sc.

Nachwuchswissenschaftlerkonferenz 2020/2021

Ernst-Abbe-Hochschule Jena | 26./27.05.2021

Agenda

- Ausgangssituation und Motivation
- Gewählte methodische Vorgehensweise
- Wichtige Parameter erfolgreicher Beschneidung
- Einsatz des DSS am Beispiel von Schierke im Harz
- Kurzes Fazit und Ausblick auf die weitere Nutzung

C. Reinboth: Die Zukunft der künstlichen Beschneidung in Mitteleuropa: Konzeptionierung eines Decision Support Systems, Masterarbeit im Studiengang „Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften“ an der FernUniversität Hagen, veröffentlicht über die Open Access-Plattform Publica der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung, München, 2019. (<http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-565380.html>)



Ausgangssituation und Motivation

- Der Klimawandel stellt die Zukunftsfähigkeit der Wintersportindustrie in Frage: Wärmere Wintermonate, häufiger auftretende Extremwetterereignisse, weniger Naturschnee und durch CO₂-Abgaben perspektivisch immer weiter steigende Energiekosten
- Die Industrie begegnet dieser Herausforderung primär mit künstlicher Beschneiung
- Im Vorfeld von Investitionen stellt sich zunehmend die Frage nach der Amortisation
- Ziel des Master-Projekts im Studiengang Umweltwissenschaften an der FU Hagen: Entwicklung eines softwarebasierten Entscheidungsunterstützungssystems (DSS = Decision Support System) zur Analyse mikroklimatischer Rahmenbedingungen

Gewählte methodische Vorgehensweise

- Identifikation wesentlicher Beschneigungsparameter über ein strukturiertes Literaturreview
- Auswertung von 477 zwischen 2009 und 2018 publizierten Volltext-Quellen in dt. oder eng. Sprache mit Bezug zu ökonomischen, ökologischen, technischen, politischen oder gesellschaftlichen Aspekten künstlicher Beschneigung aus 23 Fachdisziplinen
- Erfasst wurden neben peer-reviewten Beiträgen in Fachzeitschriften auch Monografien, akademische Abschlussarbeiten und graue Literatur z.B. von Betrieben und Verbänden

Welche Parameter sind disziplinübergreifend (und in der Wirtschaft) akzeptiert?

Wichtige Parameter erfolgreicher Beschneigung

Künstliche Beschneigung ist möglich bei:

Feuchttemperatur $< -3^{\circ}\text{C}$
Windstärke < 6 Bft („starker Wind“)

Disruptive Phasen treten ein bei:

> 20 mm Regen / Tag über zwei Tage
 $> 10^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur über zwei Tage
Windstärke ≥ 9 Bft („Sturm“)

Idealerweise zu erreichende Parameter:

10 cm Schneehöhe für Ski-Langlauf
30 cm Schneehöhe für Ski-Alpin

– Ein auf diesen Parametern beruhendes Beschneiungsmodell benötigt lediglich fünf bzw. sechs Input-Größen:

- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Schneehöhe
- Feuchttemperatur
- Niederschlagsmenge
- Windgeschwindigkeit

– Für viele Standorte lassen sich diese Größen dem ReKIS entnehmen – dem Regionalen Klimainformationssystem für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen



Einsatz des DSS am Beispiel von Schierke im Harz

Wintersaison 1995 / 1996

Modellparameter

Maximale Feuchtttemperatur	-3 °C
Minimale Schneedecke (Abfahrt)	30 cm
Minimale Schneedecke (Langlauf)	10 cm
Maximale Windgeschwindigkeit	11,31 m/s (< 6 Bft)
Maximale Lufttemperatur	10 °C (> 2 Tage)
Maximale Regenmenge	20 mm (> 2 Tage)

Saisondauer	01.11.-31.03.
Datenquelle	ReKIS
Auswertung	Christian Reinboth
Messstation	Schierke (51.7656; 10.6536; 609 m)

* Einflussfaktoren: Feuchtttemperatur und Windstärke
 ** Kalkuliert auf Basis von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit
 *** Einflussfaktoren: Beschneibarkeit und Schneedeckenhöhe

Auswertungen

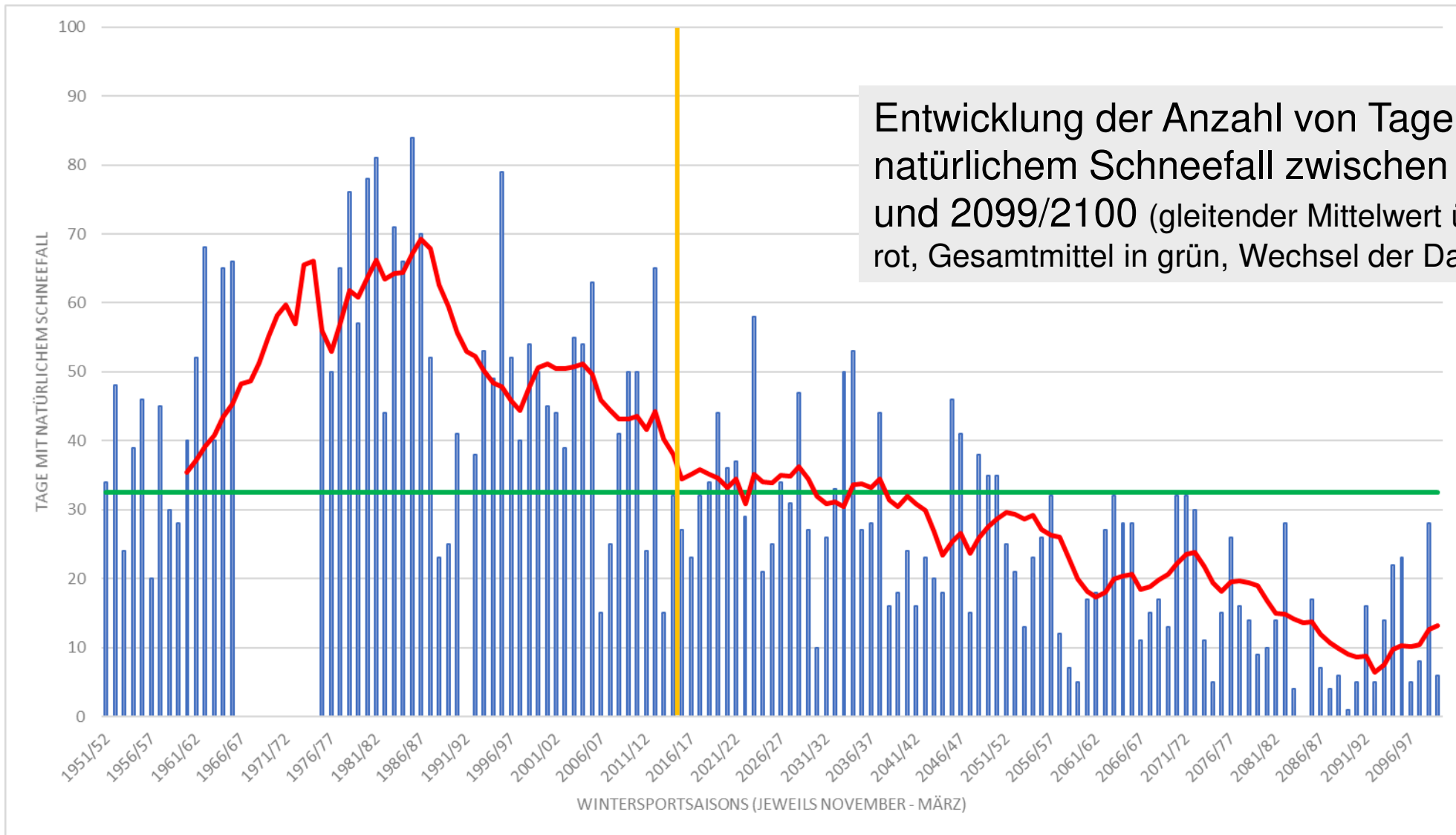
Tage	152	100,00%
Beschneigung ist möglich*	87	57,24 %
Beschneigung ist unmöglich	65	42,76 %
Alpin-Ski möglich (natürlich)	43	28,29 %
Alpin-Ski unmöglich (natürlich)	109	71,71 %
Ski-Langlauf möglich (natürlich)	100	65,79 %
Ski-Langlauf unmöglich (natürlich)	52	34,21 %
Tage mit zu starkem Wind	0	0,00 %
Perioden zu hoher Temperatur	0	0,00 %
Perioden mit zu viel Regenguss	0	0,00 %
Mögliche Schneefalltage	79	51,97 %
Beschneigung ist nötig und möglich***	64	42,11 %

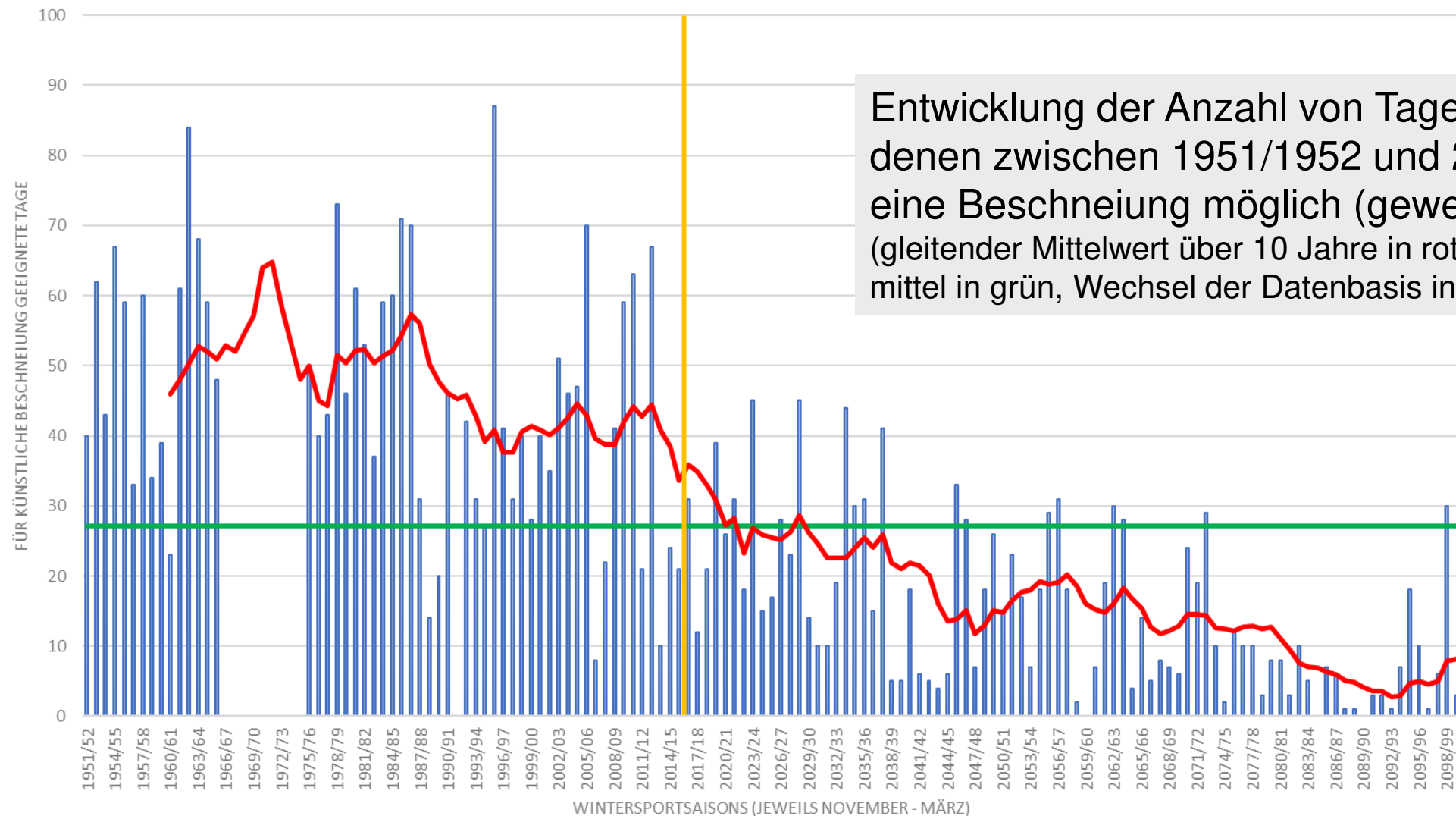
Bewertungen

100-Tage-Regel (01.11.-31.03.)	nicht erfüllt
Zu 50% natürlich eingehalten	Nein
Beschneigung an >10 Tagen möglich	Ja
Beschneigung an >20 Tagen möglich	Ja
Disruptive Perioden (Temperatur, Regen)	0
Anzahl windbedingter Unterbrechungen	0
Weihnachtsindikator (22.12.-04.01.)	nicht erfüllt
Zu 50% natürlich eingehalten	Nein

Tag	Monat	Jahr	Lufttemperatur (in °C)	Luftfeuchtigkeit (in %)	Wind (in m/s)	Schneedecke (in cm)	Niederschlag (in mm)	Feuchtttemperatur** (in °C)
1	November	1995	3,8	89	5,1	0	13,1	3,1
2	November	1995	2,0	94	3,0	0	37,1	1,7
3	November	1995	-0,7	82	8,6	0	12,4	-1,7
4	November	1995	-3,3	83	6,0	4	1,3	-4,2
5	November	1995	-4,1	79	2,4	4	0,0	-5,1
6	November	1995	0,3	77	6,0	4	3,4	-1,0
7	November	1995	2,1	95	3,0	4	3,1	1,8
8	November	1995	1,8	94	0,9	3	4,0	1,5
9	November	1995	5,4	93	1,9	0	1,5	5,1
10	November	1995	4,4	88	2,4	0	0,0	3,7

- Die erste Implementierung des Modells erfolgte unter Einsatz der Open Source-Software OpenCalc
- Test des Modells unter Verwendung von ReKIS-Daten für den Wintersportort Schierke im Harz, in dem 2019 eine Beschneiungsanlage geplant wurde
- Für 1951 bis 2016 lagen Daten einer DWD-Wetterstation in Schierke vor
- Für 2017 bis 2100 wurde auf Daten des ReMo (Regionales Klimamodell des DWD) für einen ~2 km entfernten simulierten Messpunkt zurückgegriffen





Entwicklung der Anzahl von Tagen, an denen zwischen 1951/1952 und 2099/2100 eine Beschneigung möglich (gewesen) wäre (gleitender Mittelwert über 10 Jahre in rot, Gesamtmittel in grün, Wechsel der Datenbasis in gelb)

Kurzes Fazit und Ausblick auf die weitere Nutzung

- Welche Schlussfolgerungen lassen sich für den betrachteten Standort ziehen?
 - Natürliche Schneetage und zur Beschneigung geeignete Tage gehen ab den 2020ern erkennbar zurück
 - Das Risiko saisonaler Totalausfälle (mit Beschneigung nicht rettbare Saisons) steigt ab den 2010ern
 - Ab den 2040ern ist eine Beschneigung in der Hälfte aller Saisons nur noch an < 10 Tagen möglich
 - Hohe Windstärken sind im „windigen Harz“ weder aktuell noch zukünftig ein limitierender Faktor
 - Die Anzahl disruptiver Perioden (Regen, Wärme, Wind) nimmt erwartungsgemäß zwar zu, wirkt jedoch vor dem Hintergrund der klimatischen Entwicklung ebenfalls nicht limitierend
- Ein wirtschaftlich erfolgreicher Betrieb über die 2030er hinaus dürfte unwahrscheinlich sein
- Das DSS kann (und soll) noch ausgebaut werden – u.a. durch die Ausweitung der Datenbasis von Tages- auf Stundenwerten (Lärmschutz, Beschneigungsfenster) sowie durch eine Standalone-Benutzeroberfläche

Was wurde seit Projektabschluss aus dem Vorhaben?

Seilbahnprojekt gescheitert

20-Millionen-Projekt im Harz: Hildesheimer Unternehmer zieht sich zurück

Hildesheim/Schierke - Der Hildesheimer Unternehmer Gerhard Bürger wollte im Harz die modernste Seilbahn Deutschlands bauen. Doch das Projekt ist inzwischen vom Tisch.



Screenshot: <https://www.hildesheimer-allgemeine.de>

WERNIGERODE ENTSCHÄDIGT INVESTOR

400 000 Euro für Nichts - Projekt „Seilbahn“ gescheitert



Vom Seilbahn-Projekt in Schierke sind nur noch Zeichnungen
Foto: Privat

Screenshot: <https://www.bild.de>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Gibt es noch Fragen?

▲ Hochschule Harz

Hochschule für angewandte Wissenschaften

Christian Reinboth

Telefon +49 3943 – 896

Telefax +49 3943 – 5896

E-Mail creinboth@hs-harz.de

Friedrichstraße 57 – 59

38855 Wernigerode