
Die Klima- und Energiebilanz von Skigebieten mit technischer Beschneidung unter Berücksichtigung des Albedo-Effektes

Hannes Schwaiger, David Neil Bird,
Andrea Damm, Dominik Kortschak,
Franz Prettenthaler

Ermöglicht durch die Unterstützung
des Fachverbandes der Seilbahnen Österreichs, aufbauend auf Daten der vom Klima- und Energiefonds finanzierten
Projekte CC-SNOW (Nr. A963645) und CC-SNOW II (Nr. K10AC0K00049) sowie der vom Land Steiermark
finanzierten Eigenforschung der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Graz, im Mai 2017

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die technische Beschneigung ist bereits heute eine der wichtigsten Maßnahmen von Skigebietsbetreibern, um sich gegen Klimaschwankungen und Schneemangel abzusichern. Durch den Klimawandel steigen auch die Wintertemperaturen und damit die Schneefallgrenze. Somit werden sich in Zukunft auch die Anzahl der Tage mit Schneefall bzw. als Folge daraus die Tage mit Schneebedeckung weiter reduzieren (APCC 2014).

Der Einsatz von technischen Hilfsmitteln zur Schneeerzeugung, der zumeist mit großem Energie- und Wasserbedarf einhergeht, hat wiederum Kritik hinsichtlich Natur- und Umweltschutz sowie eine kritische Sichtweise auf Skilift- und Seilbahnbetreiber in den österreichischen Wintersportgebieten nach sich gezogen. Dabei werden in erster Linie der hohe Energieaufwand und damit einhergehende Treibhausgasemissionen in den Blickpunkt gerückt, die ihrerseits den Klimawandel noch weiter anfachen. Jedoch wird einerseits unterschätzt, dass bereits der Großteil des zur Kunstschneeherstellung eingesetzten Stroms aus heimischer Produktion und demnach zumeist auch aus erneuerbaren Energieträgern stammt. Andererseits wird auch übersehen, dass die durch Kunstschnee länger schneebedeckten Pistenflächen durch deren Albedo-Effekt der Klimawirksamkeit der THG-Emissionen aus der Schneeherzeugung entgegenwirken.

Die Ergebnisse der Studie beleuchten die oben genannten kritischen Einflussgrößen auf den Klimawandel genauer und zeigen, dass die Kunstschneeherzeugung hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit in den beiden betrachteten Gebieten nicht in jenem Ausmaß klimaschädlich ist, wie dies derzeit in Österreich häufig wahrgenommen bzw. empfunden wird. Dabei spielen sowohl der zu weiten Teilen in der Kunstschneeherzeugung verwendete erneuerbare Strommix als auch der durch die vorhandene bzw. längere Schneebedeckung hervorgerufene Albedo-Effekt eine wesentliche Rolle. Es ist darauf hinzuweisen, dass die vorliegende Studie ausschließlich die Klimabilanz der technischen Beschneigung betrachtet und dabei erstmals den Albedo-Effekt berücksichtigt. Ökologische Folgen der technischen Beschneigung auf Flora und Fauna sowie mögliche Auswirkungen eines gesteigerten Wasserverbrauchs sind nicht Gegenstand der Analyse.

Sowohl die Modellierungsergebnisse der betrachteten Skigebiete im Bundesland Tirol, als auch der Steiermark haben gezeigt, dass die Kunstschneeherzeugung in den österreichischen Skigebieten unter bestimmten Voraussetzungen zumindest als klimaneutral bzw. sogar – wenn auch in einem geringen Ausmaß – als klimaschützende Anpassungsmaßnahme der Skilift- und Seilbahnbetreiber bezeichnet werden kann. Dies wird umso deutlicher, je höher der Prozentsatz des Strombedarfs ist, der aus erneuerbaren Energieträgern abgedeckt wird und für die Schneeherzeugung zum Einsatz gelangt. Ein sehr hoher Anteil von Stromimporten aus dem Ausland (was derzeit nicht der Fall ist) könnte das Nettoergebnis der Klimabilanz der Kunstschneeherzeugung allerdings in einen für den Klimawandel negativen (erwärmenden) Bereich führen. Generell kann für die Skigebiete in Tirol und der Steiermark gesagt werden, dass der Albedo-Effekt (geophysikalischer Effekt) durch die künstliche Schneebedeckung den emissionsbedingten Effekt des Stromeinsatzes (geochemischer Effekt) in Bezug auf dessen Klimawirksamkeit um das ca. Vierfache überwiegt und somit mehr als kompensiert. Verwendet

man zur Berechnung des Albedo-Effekts auch noch Eingangsgrößen mit hohem Unterschied in der Landnutzungs-Albedo (Δ -Albedo), so verstärkt sich dieses Phänomen auf das 5-fache, verwendet man Werte mit niedrigem Δ -Albedo, so schwächt sich der Effekt auf das 3-fache ab.

Die Expositionslage der Skigebiete wirkt sich im Vergleich zur Hangneigung der Pistenflächen wesentlich sensibler auf das Ergebnis des Albedo-Effekts aus. Verändert man theoretisch den zur Modellierung angenommenen Durchschnitt aller Hangneigungen der betrachteten Skigebiete in der Steiermark und in Tirol um $\pm 20\%$ (z.B. von 26,8 % auf 32,2% bzw. 21,4% Neigung) so verändert sich der jeweilige Albedo-Effekt um lediglich $\pm 0,6\%$. Dabei gilt für die in Betracht gezogenen Expositionsverhältnisse der Skigebiete (häufig Nordhanglagen): je flacher der Hang desto stärker der Albedo-Effekt. Allerdings würde sich dieses Ergebnis im Detail ändern, sofern spezifischere Expositionsdaten (z.B. NO, NW, SO etc.) der einzelnen Skigebiete herangezogen werden. Dies gilt insbesondere für Skigebiete mit häufigen Südhanglagen, weniger für Skigebiete mit Nordhanglagen.

Die zugrundeliegenden SNOWREG Schneemodelldaten berücksichtigen derzeit nur eine sehr vereinfachte Modellierung der technischen Beschneigung. Mit einer detaillierten Abbildung der tatsächlichen Beschneigungsstrategie und -kapazitäten der einzelnen Skigebiete bei der Schneemodellierung sowie Modellsimulationen bis zum aktuellen Zeitraum könnte auch die Berechnung des Albedo-Effektes exakter erfolgen.

In der Vergangenheit haben sowohl die aggregierte Fläche mit ausschließlich Kunstschnee als auch die beschneite Pistenfläche über die Zeit zugenommen. Für die zukünftige Entwicklung ist festzuhalten, dass der positive Klimaeffekt bestehen bleiben könnte, selbst wenn die beschneite Pistenfläche konstant bliebe und hier kein Zuwachs mehr erfolgt, da aufgrund des fortschreitenden Klimawandels mit einer Zunahme der Tage mit ausschließlicher Kunstschneebedeckung zu rechnen ist. Um jedoch genauere Aussagen für die Zukunft treffen zu können, ist die Berücksichtigung von Klimaszenario-Daten in der Analyse notwendig.

Der positive Klimaeffekt würde aber zum Erliegen kommen bzw. sich langfristig umkehren, wenn der beschneite Pistenflächenanteil nicht weiter zunehmen würde, die Naturschneevariabilität sich ebenfalls nicht verändern würde und damit der Albedo-Effekt konstant bliebe. Dies wäre auch der Fall, wenn theoretisch kein Naturschnee mehr fallen würde und die Pisten ausschließlich mit Kunstschnee bedeckt wären.

Trotz der vorhandenen Unsicherheiten der Aussagen - bedingt durch die Vielzahl und Ungenauigkeiten der Eingangsgrößen - kann davon ausgegangen werden, dass sowohl in der Steiermark, als auch in Tirol die derzeit betriebene technische Beschneigung von Skipisten keine zusätzliche Belastung für das Klima darstellt. Würden darüber hinaus für jedes einzelne Skigebiet durch das Vorhandensein genauerer Daten (beschneite Pistenflächen, genauer Stromverbrauch und Strombezugsquelle, exakte Hangneigungen und Expositionen, Beschneigungszeitpunkte etc.) weitere Berechnungen erfolgen, so könnte für jedes Skigebiet eine spezifische, kombinierte geochemisch/geophysikalische Klimabilanz der technischen Beschneigung erstellt werden.