



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

Kurzfassung

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

Kurzfassung

Durch den fortschreitenden Klimawandel wird weiterhin mit einem Temperaturanstieg besonders in den Wintermonaten zu rechnen sein und die Tage der Schneebedeckung werden sich weiter reduzieren. Dieser Effekt ist abhängig von der Höhenlage und wird sich besonders im Spätherbst und in den Frühlingsmonaten auswirken (APCC, 2014). Bereits heute betreiben die meisten österreichischen Skigebiete – auch aus Gründen der Qualitätssicherung – eine recht umfangreiche technische Schneeproduktion, was einen hohen Wasser- und Stromverbrauch bedingt und in der Gesellschaft oft als problematisch angesehen wird. Ziel dieser Studie ist die Erstellung der Klima- und Energiebilanz von beschneiten Skipisten für die Skigebiete in Tirol und der Steiermark unter der Berücksichtigung des dafür notwendigen Energieeinsatzes und den dadurch verursachten zusätzlichen THG-Emissionen (Treibhausgasemissionen), sowie des Albedo-Effekts infolge der längeren Schneebedeckung. Bisher wurde jener Effekt außer Acht gelassen, wonach Kunstschneeflächen im Vergleich zu schneefreien Pisten den Rückstrahleffekt der eingehenden Sonneneinstrahlung (Albedo) erhöhen, was wiederum den emittierten Treibhausgasen des Stromeinsatzes in deren Klimawirksamkeit entgegenwirkt. Oft wird – auch in der wissenschaftlichen Literatur – im Zusammenhang mit Beschneigung von „Fehlanpassung“ gesprochen, weil der Klimawandel dadurch sogar verstärkt würde.

Für die erstmalige Untersuchung des Albedo-Effektes von Kunstschneepisten wurde für den Zeitraum 1990-2009 auf Schneedaten des Schneemodells SNOWREG aus den Forschungsprojekten CC-Snow und CC-Snow II (Strasser et al. 2011, 2012) zurückgegriffen. Die Zeitreihen wurden bis 2016 mithilfe eines statistischen Modells und Temperatur- und Niederschlagsdaten verlängert. Auf Basis der zwei Schneemodellläufe (Naturschnee und Kunstschnee) wurde die Pistenfläche pro Tag berechnet, die ausschließlich mit Kunstschnee bedeckt war. Diese Daten wurden nun verwendet, um das Delta (Δ) des Strahlungsantriebs („Radiative Forcing“) infolge der unterschiedlichen Rückstrahlwerte der betrachteten Pistenflächen zu ermitteln. Das Ergebnis der Klimawirksamkeit dieses Albedo-Effektes wird anschließend mit den Emissionswerten für die Stromerzeugung und dessen Verbrauch für die Kunstschneeerzeugung gegengerechnet. Daraus ergeben sich positive bzw. negative Folgeerscheinungen für das Klima, die zuerst in Treibhausgasemissionen (t CO₂-Äquiv.) und als Strahlungsantrieb in W/m² bzw. darüber hinaus in durchschnittlichen PKW-Jahreskilometerleistungen in Österreich dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Klima- und Energiebilanz erstrecken sich auf den Zeitraum zwischen 1980 und 2016 mit Prognosen bis zum Jahr 2030. Sie zeigen, dass – bedingt durch die anfangs geringe Zunahme der beschneiten Kunstschneeflächen (von 1980 0% bis 1991 20% der gesamten Pistenflächen) – zunächst langsam positive Klimaeffekte entstehen, die zwar von den einhergehenden Emissionen für die Kunstschneeerstellung infolge des Stromeinsatzes abgemindert werden, jedoch für beide Bundesländer kumuliert im Jahr 2016 eine Einsparung an THG-Emissionen von 316.000 t CO₂-Äquiv. bewirken. Dies ist vergleichbar mit der Einsparung von 140.000 Jahreskilometerleistungen durchschnittlicher österreichischer PKWs bzw. 1,6 Mrd. gefahrenen km. Einer kumulierten Gesamtemission für beide Bundesländer aus dem Stromverbrauch der Kunstschneeerzeugung von ca. 102.000 t CO₂-Äquiv. im Jahr 2016 steht

dabei ein „albedobedingter Gegeneffekt“ in der Höhe von 418.000 t CO₂-Äquiv. gegenüber. Infolge der Datenunsicherheiten ergibt sich ein Schwankungsbereich innerhalb der einfachen Standardabweichung zwischen 262.000 und 371.000 t CO₂-Äquiv.. Die in der unten liegenden Abbildung sichtbaren Schwankungen der Ergebnisse zwischen 1990 und 2016 werden durch die stark variierende ausschließliche Kunstschneebedeckung und damit einhergehende Albedo-Änderung hervorgerufen.

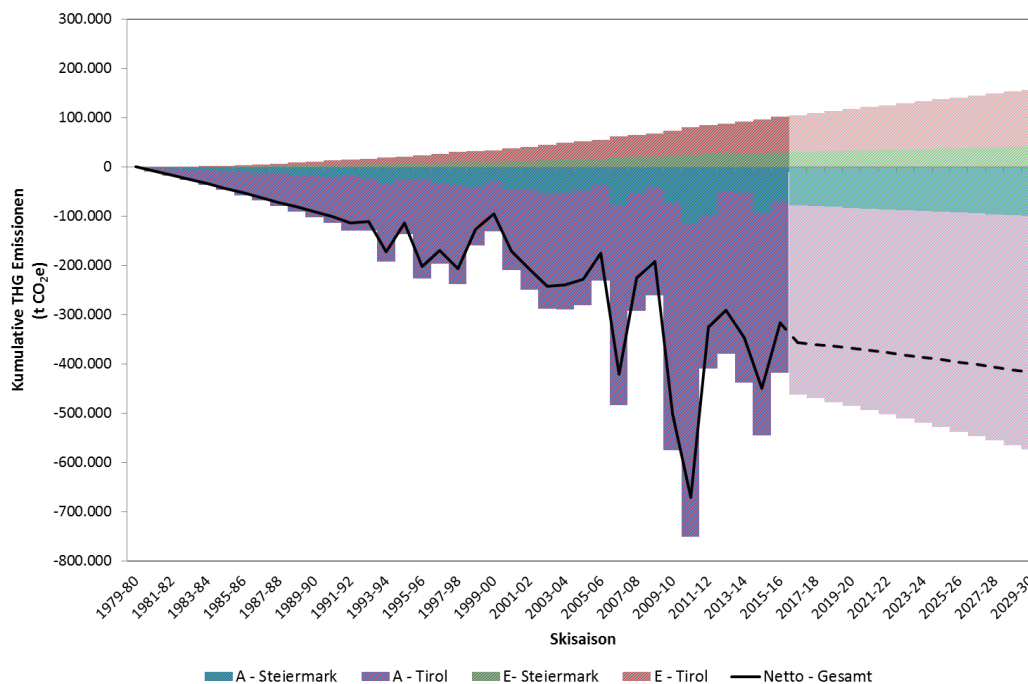


Abbildung: Gegenüberstellung des Albedo-Effekts (A) durch Kunstschneeflächen im Vergleich zu nicht beschneiten Flächen und den damit verbundenen THG-Emissionen durch den Stromverbrauch von Schneekanonen (E) für die Steiermark und Tirol in den Jahren 1980-2030 in kumulierten Tonnen CO₂ Äquiv.

Demzufolge überwiegt der positive klimatische Effekt der Oberflächenalbedo-Änderung aufgrund beschneiter Pistenflächen den negativen Emissionseffekt der Kunstschneeerzeugung. Für die Steiermark ergibt sich bis zum Jahr 2016 hier ein spezifischer, durchschnittlicher Netto-Einsparungswert an CO₂-Äquivalenten in der Höhe von 143 g/m² bzw. 0,74 PKW-km/m² Pistenfläche. Für Tirol sind diese Werte mit 166 g/m² bzw. 0,86 PKW-km/m² Pistenfläche zu beziffern. Ausgedrückt in PKW-Jahreskilometerleistung entspricht dies in etwa zwischen 3.000 und 5.000 PKW pro Jahr bzw. im Jahr 2016 ca. 9 PKW-Jahreskilometerleistungen pro Hektar beschneiter Pistenfläche.

Sowohl die Ergebnisse der betrachteten Skigebiete im Bundesland Tirol als auch der Steiermark veranschaulichen, dass die technische Schneeerzeugung unter bestimmten Voraussetzungen als jedenfalls klimaneutral bzw. – wenn auch in einem geringen Ausmaß – sogar als klimaschützende Anpassungsmaßnahme der Skilift- und Seilbahnbetreiber bezeichnet werden kann. Die These der „künstlichen Beschneigung als Verstärker des Klimawandels“ ist somit für die untersuchten Gebiete nicht haltbar. Denn durch die technische Beschneigung in den Wintermonaten wird die Albedo erhöht und somit der Strahlungsantrieb („Radiative Forcing“) verringert, was

umgerechnet einem THG-Emissionswert von durchschnittlich ca. -8.500 t CO₂-Äquiv. pro Jahr entspricht. Der positive Klimaeffekt der Beschneigung wird umso größer, je höher der Prozentsatz des durch erneuerbare Energieträger gedeckten Strombedarfs während der Schneeproduktion ist. Hohe Stromimporte aus dem Ausland, verbunden mit höheren Emissionsraten der Stromerzeugung, könnten allerdings das Nettoergebnis der Klimabilanz der Kunstschneeerzeugung in einen für den Klimawandel negativen bzw. zusätzlich erwärmenden Bereich führen. Bei derzeitiger Datenlage und angenommenen Unsicherheiten überwiegt jedoch der Albedo-Effekt (geophysikalischer Effekt) durch die künstliche Schneebedeckung den emissionsbedingten Effekt des Stromeinsatzes (geochemischer Effekt) in Bezug auf dessen Klimawirksamkeit und kompensiert diesen um das ca. Vierfache.

Referenzen

- APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2
- Strasser U. et al. (2011), CC-Snow: Effects of Climate Change on Future Snow Conditions in Tyrol and Styria, Endbericht, Klima und Energiefonds - ACRP (1nd Call).
- Strasser U. et al. (2012), CC-Snow II: Effects of Future Snow Conditions on Tourism and Economy in Tyrol and Styria, Endbericht, Klima und Energiefonds - ACRP (2nd Call).

JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaft mbH
Leonhardstraße 59
8010 Graz
Tel. +43 316 876-0
Fax +43 316 876-1181
prm@joanneum.at
www.joanneum.at