

## WINTRUST

Wintersport Resource Efficiency and improved Circular Economy

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2025	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	31.10.2024	<b>Projektende</b>	31.10.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	13 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

In den letzten fünf Jahren wurden in Österreich ca. 1,8 Millionen Paar Ski und Ski-Schuhe, sowie ca. 2,3 Millionen Paar Skistöcke und 1,4 Millionen Helme verkauft. Die daraus resultierenden gebrauchten Sportartikel werden derzeit an ihrem Lebensende als Sperrmüll behandelt und thermisch verwertet, anstatt recycelt zu werden. Um diese Situation zu verbessern, gilt es, Trennung, Aufbereitungskapazitäten, Absatzmärkte, Produktanwendungen und Verfahrenstechniken für recycelte Materialien zu etablieren. In Bezug auf diese Problemstellung, unter der Prämisse des EU Green Deals, hat Frankreich beispielsweise bereits eine Abgabe für jedes verkaufte Produkt eingeführt und es ist davon auszugehen, dass andere europäische Länder diesem Beispiel folgen werden.

Das Projekt WINTRUST konzentriert sich daher auf das Recycling von End of Life (EoL) post-consumer Abfällen aus Wintersport-Hartwaren (hard goods), wie Ski inklusive Bindung, Ski-Schuhe, Ski-Stöcke und Ski-Helme, die hauptsächlich aus hoch energetischen Werkstoffen wie Hochleistungskunststoffen hergestellt werden und ebenso in Regionen mit niedrigeren Klimaschutzstandards produziert werden. Die wesentlichen Ziele des Projektes sind a) die Analyse von Aufbereitungsmöglichkeiten, um die Materialrückführung definierter Wintersport hard goods deutlich zu steigern und b) die gemeinsame, einheitliche ökologische und ökonomische Bewertung dieses Recyclings.

Für die definierten Use Cases erfolgt ein LCA des gesamten Wertschöpfungskreislaufs, das die ökologischen und ökonomischen Wirkungen des Recyclings quantifiziert. Dies inkludiert sowohl den industriellen, als auch den wissenschaftlichen Ansatz, um Vor- und Nachteile des aktuellen Stands der Technik herauszuarbeiten und weiterzuentwickeln. Parallel dazu werden in einem experimentellen Teil reale Daten für die Ökobilanzierung generiert, in dem eine Abfallsammlung in der Pilotregion Pinzgau-Pongau der definierten Wintersportartikel durchgeführt wird, sowie verschiedene Sortier- und Aufbereitungsschritte bis hin zur Wiederverarbeitung der gewonnenen Materialien für potenzielle neue Anwendung analysiert werden. Die ökologische Betrachtung dient dabei zum einen zur Identifikation von Stellschrauben und Optimierungspotenzialen des Recyclings und zum anderen auch zum Wissenszuwachs bei den beteiligten Unternehmen der Wintersportbranche zur harmonisierten Durchführung von LCAs für eine bessere Vergleichbarkeit.

Das Projektkonsortium aus Industrie und Wissenschaft leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und positiven Klimawirkung durch die Steigerung der Verfahrenseffizienz des wertstofflichen Recyclings, sowie durch die

Substitution von Primärressourcen mit recycelten Materialien.

## **Endberichtkurzfassung**

In einem eigens geschaffenen Netzwerk aus 70 Sammelstellen wurden im zweiten Projektjahr mehr als 27 Tonnen ausgediente Wintersportartikel – Ski, Bindungen, Schuhe, Stöcke und Helme – erfasst, logistikwissenschaftlich mittels LCA analysiert und stofflich charakterisiert. Die Bandbreite der durchgeführten Tests ist außergewöhnlich: von händischer Sortierung einzelner Bauteile aller Use-Cases über großtechnische Zerkleinerungsexperimente, chemische Delaminationsversuche mit überkritischen Fluiden, mechanische und thermische Materialanalysen bis hin zu Additivierungs- und Compoundierstudien.

Ein besonderer Meilenstein war die Erkenntnis, dass viele der untersuchten Materialsysteme trotz ihrer Komplexität, grundsätzlich in hohem Maße rezyklierbar sind. Allerdings zeigte sich ebenso deutlich, dass Lab-Scale Versuche nicht ausreichen, um reale industrielle Bedingungen abzubilden. Erst großmaßstäbliche Aufbereitungsversuche offenbarten die wahre Heterogenität der Rezyklate und damit die zentrale Herausforderung, stabile, anwendungstaugliche Closed-Loop-Materialqualitäten zu erzeugen.

Trotz dieser Hürden gelang ein wichtiger wissenschaftlicher Durchbruch. Aus recycelten Ski-Topsheets wurde ein additiv modifiziertes Granulat hergestellt, das ein spezielles Laseradditiv enthält. Daraus gefertigte Demonstratorplatten konnten problemlos und hochpräzise gelasert werden – ein deutlicher Beweis dafür, dass hochwertige Funktionsoberflächen aus Post-Consumer-Rezyklat möglich sind. Die optische Qualität der Platten und die Klarheit der Laserstrukturen übertrafen die Erwartungen und eröffnen neue Anwendungsfelder, etwa für funktionale Markierungen, Designelemente oder sicherheitsrelevante Identifikationssysteme.

Diese Demonstratoren erfüllen zwar noch nicht den angestrebten Closed-Loop-Anspruch, stellen jedoch einen wichtigen Zwischenschritt dar. Sie zeigen erstmals, dass selbst komplexe Wintersportmaterialien grundsätzlich verarbeitbar und für neue Anwendungen nutzbar sind – ein entscheidender Schritt auf dem Weg zu einer echten geschlossenen Kreislaufführung.

WINTRUST demonstriert eindrucksvoll, was möglich wird, wenn wissenschaftliche Methodenkompetenz, industrieller Mut und ein starkes Partnernetzwerk zusammenwirken. So gelingt die Transformation eines hartnäckigen Abfallstroms zu technologischen Wertstoffen, die sowohl Closed-Loop Potenzial haben aber auch Optionen für neue Anwendungen eröffnen.

Highlight der Publikationen im zweiten Forschungsjahr:

Masterarbeit

Verena Irene Pardametz: Recycling von Wintersportartikeln mit dem Fokus auf post-consumer Skischuhschalen, Montanuniversität Leoben, Mai 2025

Beau Leyers: Opportunities of recycling post-consumer, end of life ski boot shells: Analysis of mechanical properties of

recovered materials and possibilities for recycling in the ski boot application, Ghent University & Montanuniversität Leoben, Aug. 2025

#### Publikationen in Konferenzbänden

Recycling the unrecyclable: Analyses of recycling opportunities in the winter sport industry: Zidar, D., Bandl, C., Cwioro, T., Pardametz, V., Krempl, N. & Holzer, C., 4th International Conference on Polymer Process Innovation (PPI). Centre for Polymer and Material Technologies, S. 237-240 4 S. 20901, Jan. 2025

Recycling of Wintersport Hardgoods - The Challenges of Circularity: Zidar, D., Krempl, N., Pardametz, V., Bandl, C., Holzer, C., 32nd Leoben-Conference on Polymer Engineering and Science: New Materials - New Perspectives. Montanuniversität Leoben, S. 39-47 9 S. (Publication Series Polymer Engineering & Science Leoben; Band 13), Nov. 2024

#### Vorträge auf wissenschaftlichen Konferenzen

The Struggle for Sustainability: Pathways Toward a Circular Economy for Multi-Material, Multi-Component Products, Holzer, C. (Eröffnungsredner) Zidar, D. (Beitragender), 5th International Conference on Polymer Process Innovation: PPI - Polymer Process Innovation, Sept. 2025

Data for Life Cycle Assessment: An overview and critical reflection of database options, Ulrike Kirschnick (Rednerin), Ski Industry Climate Summit 2024: FESI Winter Sport Sustainability Network (WSN), Dez. 2024

Practical integration of LCAs: Challenges in a Corporate Environment, Anita Hochreiter (Rednerin), Ski Industry Climate Summit 2024: FESI Winter Sport Sustainability Network (WSN), Dez. 2024,

On the goals and challenges of PEF and PEFCR, Paul Domberger (Redner), Ski Industry Climate Summit 2024: FESI Winter Sport Sustainability Network (WSN), Dez. 2024,

#### weitere Aktivitäten:

Vortrag und Informationsstand am 12.11.2024 am 2. Circular Carbon Economy Summit, Wien

Messestand und Vortrag am Kunststoffkongress, Montanuniversität Leoben,

Vortrag am 2. Ski Industrie Climate Summit, 03.12.2024, München

Artikel in der KI Kunststoffinformation

Erstellung eines Projektfolders u.a. zur Unterstützung der Sammlung

Homepage WINTRUST: [www.ecoplus.at/vernetzen/WINTRUST](http://www.ecoplus.at/vernetzen/WINTRUST)

Focus Seite LinkedIn: <https://www.linkedin.com/showcase/106884169>

Projektfolder englisch

Infotage Montanuniversität Leoben

Interview in „Tiroler Straßenzeitung“

CIRPLEX Messe Klagenfurt, 13.-15.05.2025

Vortrag - Close the Circle Conference von GHEZZO

Vortrag FCIO, Fachverband der Chemischen Industrie, Wien, 06.10.2025

K-Messe Düsseldorf, 8.-15.10.2025

### **Projektpartner**

- ecoplus.Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH