

## ReCon

Entwicklung eines resilienten Klett-Verbindungs-Systems zur anpassungsfähigen Montage von Bauteilkomponenten im Hochbau

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ENERGIE DER ZUKUNFT, SdZ, SdZ 9. Ausschreibung 2021	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.11.2022	<b>Projektende</b>	30.04.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Baukonstruktion; Klettverbindung; Anpassungsfähigkeit; Kreislaufwirtschaft; Sensorik; Digitalisierung		

## Projektbeschreibung

Klimaneutralität im Bauwesen, einem Sektor der global für ca. 36 % des Endenergieverbrauchs und ca. 39 % der energiebedingten CO2-Emissionen [1], wie auch für ca. 40 % des Ressourcenverbrauchs [2] (in Österreich ca. 60% [3]) verantwortlich ist, erfordert einen ganzheitlichen Lösungsansatz. Dementsprechend bewerten Ökobilanzen wie auch Umweltproduktdeklarationen Gebäude und Gebäudeteile anhand der Umweltauswirkungen aller Gebäudephasen (von der Herstellung bis zum Recycling) [4, 5] und fordert die österreichische Klima- und Energiestrategie, Resilienz als die Fähigkeit, kurz- und langfristiger Anpassungen an unterschiedliche Anforderungen.

Klimaneutrale Gebäude benötigen in erster Linie somit eine entsprechende Ausbildung der konstruktiven Schnittstellen zwischen Bauteilen unterschiedlicher Funktion und Nutzung, zwischen kurzlebigen und langlebigen sowie materiell heterogenen Bauteilen. Das bedeutet zwischen Primärstruktur (Tragkonstruktion/Rohbau) und Sekundärstruktur (Ausbau) oder Tertiärstruktur (Versorgung/TGA). Die Anforderungen an diese Schnittstellen sind Flexibilität infolge eines einfach zu trennenden Verbundes, Instandhaltungs-freundlichkeit, Zugänglichkeit und Standardisierung. [6] Und betrifft demnach die zukunftsorientierte/resiliente Sanierung von Bestandsgebäuden wie auch den resilienten/rückbauorientierten Neubau. Wie diesem Projekt vorausgehende Sondierung „Klett-TGA“ (FFG PN.: 861664) und die mit Sto Ges.m.b.H und Gottlieb Binder GmbH & Co. KG entwickelte Klettfassade „StoSustain R“ zeigen, erfüllt die Klettverbindungstechnologie die oben erwähnten Ansprüche besser als konventionelle Methoden und bietet einfache, saubere und schnelle Montageprozesse, schadensfreie und lösbare Verbindungen sowie ein System, welches für unterschiedlichste Bauelemente verschiedener Hersteller angewendet werden kann.

Worauf zudem die laufende industrielle Forschung „Piezo-Klett“ (FFG PN.: 879459) hinweist, eignet sich die (flächige) Klettverbindung sehr gut für eine Kombination mit Sensortechnologien und der Digitalisierung im Bauprozess und ermöglicht damit ein Informationsmanagement verschiedener Bauteildaten an Bauteilschnittstellen, womit Gebäude und Baukomponenten hinsichtlich Anpassung (beispielsweise an neue klimatische Anforderungen), Wartung und Austausch überprüft, wie auch als Bauteil- oder Rohstoffquelle, im Hinblick auf Datamining und der „Stadt als Baustoff-Ressource“, genutzt werden können.

Übergeordnetes Projektziel ist aus diesen Gründen die Etablierung des Klettverbindungssystems als resilientes und

intelligentes Verbindungssystem im Bauwesen, zwischen Primärstruktur und Sekundärstruktur sowie in weiterer Folge Tertiärstruktur. Den dahingehenden Untersuchungsgegenstand bilden „klettfähige“ Rohbauteile (Beton und Holz) und das Gegenstück in Form eines „Klettmontagemittels“. Diese werden mit (hinsichtlich der Anforderungen im Bauwesen weiterentwickelten) industriellen Klettkomponenten kombiniert, zudem werden Digitalisierungs- und Sensortechnologien für ein Bauteildatenmanagement anhand von Material Pass-Ports [7] und z.B. digitalen Wasserzeichen [8] integriert. Mit dem Ziel einer Steigerung der Ökologie wird in grundlegenden Experimenten zudem die Herstellung von Klettkomponenten aus Beton-, Holz und Papierwerkstoffen untersucht (Reduktion des Materialverbrauchs; Ersatz von erdölbasierten Stoffen mit nachwachsenden biobasierten Materialien).

Das Projektziel besteht in der Verifikation der Anwendbarkeit des Klettverbindungssystems zwischen Primär-, Sekundär-, und Tertiärstruktur in Abhängigkeit des Applikationsfalls sowie der eingesetzten Bestandteile, in neuen und weiterentwickelten Klettkomponenten für die Anwendung im Bauwesen, wie auch in der Erkenntnisgewinnung zur weiterführenden Ökologisierung des Verbindungssystems. Dazu werden Konzepte entwickelt und im Labor auf bautechnischer, elektrotechnischer, digitaler sowie papiertechnischer Ebene überprüft und verifiziert.

[1] International Energy Agency and the United Nations Environment Programme: 2018 Global Status Report, 11  
(<https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf>)

[2] International Resource Panel: Assessing global resource use, 2017, 64  
(<https://www.resourcepanel.org/file/904/download?token=Yvoil2o6>)

[3] BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (Hrsg.): Ressourcennutzung in Österreich, 2015, 35.  
([https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:b901b83a-9105-481f-a990-99e9a222a128/Ressourcenverbrauch\\_Oe\\_2015.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:b901b83a-9105-481f-a990-99e9a222a128/Ressourcenverbrauch_Oe_2015.pdf))

[4] EN ISO 14044:2006, Umweltmanagement. Ökobilanz. Anforderungen und Anleitungen, 2006

[5] ÖNORM EN 15804, Nachhaltigkeit von Bauwerken. Umweltproduktdeklarationen, 2020

[6] Bahr, C. /Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, 2010, 28-40  
(<https://www.irbnet.de/daten/baupo/20108035025/Endbericht.pdf>)

[7] Heinrich, M./Lang, W.: Materials Passports – Best Practise (BAMB), 2019  
([https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB\\_MaterialsPassports\\_BestPractice.pdf](https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf))

[8] AIM – European Brands Association: Digital Watermarks/Initiative HolyGrail 2.0, Brüssel, 2021  
(<https://www.digitalwatermarks.eu/>)

## Abstract

Climate neutrality in the building sector requires a holistic approach, as this sector is globally responsible for about 36% of final energy consumption and about 39% of energy-related CO<sub>2</sub> emissions [1], as well as for about 40% of resource consumption [2] (in Austria about 60% [3]). Accordingly, life cycle assessments as well as environmental product declarations evaluate buildings and building components based on the environmental impact of all building phases (from production to recycling) [4, 5] and the Austrian Climate and Energy Strategy calls for resilience as the ability to adapt to different demands in the short and long term. Climate-neutral buildings thus primarily require appropriate design of the structural interfaces between building components of different function and use, between short-lived and long-lived as well as materially heterogeneous building components. In other words, between the primary structure (load-bearing structure/shell) and the secondary structure (finishing) or tertiary structure (supply/TGA). The requirements for these interfaces are flexibility due to an easily separable joint, maintenance friendliness, accessibility and standardization. [6]

Therefore concerns the resilient/future-oriented refurbishment of existing buildings as well as the resilient/deconstruction-oriented construction of new buildings. As demonstrated by the preceding "Klett-TGA" exploratory study (FFG PN.: 861664) and the hook-and-loop facade "StoSystain R" developed with Sto Ges.m.b.H and Gottlieb Binder GmbH & Co. KG, fulfills the hook and loop technology the above-mentioned requirements better than conventional methods and offers simple, clean and fast assembly processes; which are damage-free and detachable joints, as well as a system that can be used for a wide variety of building elements from different manufacturers. As the ongoing industrial research "Piezo-Klett" (FFG PN.: 879459) points out, the (areal) hook-and-loop fastener is very well suited for a combination with sensor technologies and digitalization in the construction process and thus enables information management of various component data at component interfaces. Thereby buildings and building components can be checked with regard to adaptations (for example, to new climatic requirements), maintenance and replacement, as well as being used as a component or raw material source with regard to data mining and the "city as a building material resource".

For these reasons, the overall project goal is to establish a hook and loop fastening system as a resilient and intelligent joining system in the building industry, between primary structure and secondary structure, and subsequently tertiary structure. The object of investigation is formed by "hook-and-loop-able" structural elements (concrete and wood) and the counterpart in the form of a "hook-and-loop mounting element". These are combined with industrial hook and loop components (which have been further developed for the requirements in the construction industry), as well as with the digitalization and sensor technologies for component data management on the basis of material Passports [7] and, for example, digital watermarks [8]. With the aim of increasing ecology, basic experiments are also being conducted to investigate the production of hook and loop components made from concrete, wood and paper materials (reduction of material consumption; replacement of petroleum-based materials with renewable bio-based materials).

The aim of the project is to verify the applicability of the hook-and-loop fastener system between primary, secondary and tertiary structures depending on the application and the components used, to develop new and improved hook-and-loop fasteners for use in the construction industry, and to gain new insights into the further ecological transformation of the fastener systems. For this purpose, concepts are developed and tested and verified in the laboratory at constructional, electrotechnical digital and paper technology levels.

[1] International Energy Agency and the United Nations Environment Programme: 2018 Global Status Report, 11  
(<https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf>)

[2] International Resource Panel: Assessing global resource use, 2017, 64  
(<https://www.resourcepanel.org/file/904/download?token=Yvoil2o6>)

[3] BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (Hrsg.): Ressourcennutzung in Österreich, 2015, 35.  
([https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:b901b83a-9105-481f-a990-99e9a222a128/Ressourcenverbrauch\\_Oe\\_2015.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:b901b83a-9105-481f-a990-99e9a222a128/Ressourcenverbrauch_Oe_2015.pdf))

[4] EN ISO 14044:2006, Umweltmanagement. Ökobilanz. Anforderungen und Anleitungen, 2006

[5] ÖNORM EN 15804, Nachhaltigkeit von Bauwerken. Umweltproduktdeklarationen, 2020

[6] Bahr, C. /Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, 2010, 28-40  
(<https://www.irbnet.de/daten/baupo/20108035025/Endbericht.pdf>)

[7] Heinrich, M./Lang, W.: Materials Passports – Best Practise (BAMB), 2019  
([https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB\\_MaterialsPassports\\_BestPractice.pdf](https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf))

[8] AIM – European Brands Association: Digital Watermarks/Initiative HolyGrail 2.0, Brüssel, 2021  
(<https://www.digitalwatermarks.eu/>)

## **Endberichtkurzfassung**

Für industrielle Klettprodukte konnte ein duktiles Tragverhalten der Klettverbindung festgestellt werden, was für bautechnische Anwendungen ideal ist. Wobei je nach Klettprodukt die Orientierung der beiden Klettkomponenten zueinander, die Temperatur, Exzentrizitäten der Lasteinleitung, die Luftfeuchtigkeit, die Produktionscharge und das Alter des Produktes einen Einfluss auf die Haftzugfestigkeit haben (können). Im Rahmen von Herstellungsversuchen konnten Beton- und Holz-Klettkomponenten mit runden und eckigen Pilzkopflementen, mit T-förmigen oder V-förmigen Nuten, wie auch Kettelpapier hergestellt werden. Diese im Projekt entwickelten Klettsysteme weisen Haftzugfestigkeiten auf, die mit handelsüblichen Klettprodukten vergleichbar sind. Im Kontext eines Managements von Bauteildaten können RFID-Chips, QR-Codes und eine digitale Plattform dies gut abgebildet, wobei Basisdaten (Mindestdaten) eine gute Ergänzung / Alternative zur Sammlung möglichst vieler Daten darstellen.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Axtesys GmbH
- NET-Automation GmbH