**CLEANSTONE**

**Recovery and valorization of stone processing waste for environmental sustainability**

**Milestone 4.3 Identification of options of reuse/re-use**

Program:

Interreg V-A Italia-Austria

Partner:

Università degli Studi di Udine – Dipartimento Politecnico di ingegneria e architettura – DPIA

Università degli Studi di Padova

Carinthia University of Applied Sciences

Confartigianato Vicenza

E.C.O. Institut für Ökologie

**Index**

[WP4 - BEWERTUNG BEWÄHRTER VERFAHREN 3](#_Toc106620555)

[**Zielsetzung** 3](#_Toc106620556)

[**Arbeitsphasen und Methodik** 3](#_Toc106620557)

[**Ergebnis** 4](#_Toc106620558)

[**Projekt-KPIs** 7](#_Toc106620559)

[**Anmerkungen** 7](#_Toc106620560)

# WP4 - BEWERTUNG BEWÄHRTER VERFAHREN

Diese letzte Phase war der **Identifizierung und Analyse bewährter Verfahren für die Rückgewinnung von Abfallmaterialien gewidmet, die bereits von italienischen Unternehmen** der Steinbranche umgesetzt und von den **Hochschulpartnern** des Projekts, Universität von Padua und Universität von Udine, zur Verfügung gestellt wurden.

Dank des direkten Vergleichs mit den Akteuren wurde auch versucht, die besten Verfahren für die Verwertung von Abfällen - zu Sekundärrohstoffen - **nach den Grundsätzen der Reproduzierbarkeit und der Kostenwirksamkeit** zu klassifizieren.

## **Zielsetzung**

* Ermittlung und Förderung bereits umgesetzter bewährter Verfahren
* Aufzeigen von technischen und normativen Problemen und Schwierigkeiten
* Einstufung bewährter Verfahren im Hinblick auf ihre Reproduzierbarkeit und Kosteneffizienz
* Förderung des Dialogs und des Erfahrungsaustauschs zwischen den verschiedenen beteiligten Akteuren

## **Arbeitsphasen und Methodik**

Auf der Grundlage der von den Hochschulpartnern mitgeteilten Ergebnisse (nach der analytischen Charakterisierung von Proben, wissenschaftlicher Literatur, Besichtigungen vor Ort) wurden **12 bewährte Verfahren** (verstanden als „Verfahren zur Verwertung“ von Kalksteinabfällen und Bruch) ermittelt, die zu den folgenden Makrobereichen gehören:

BAUSEKTOR

* Betonwerkstein und Harzagglomerat
* Fliesen und **Dekorationsartikel**
* Terrazzo und **Mosaike**
* **Vorgefertigte** Elemente und Straßenausstattungen (Abdeckung von Stahlbetonstrukturen)
* **Farben und Marmorierungen** für den Innen- und Außenbereich
* **Klebstoffe und Füller** (als primäre Basis und zur Verringerung von Schwund und Rissen)
* **Kunststoffe** (zur Verbesserung der Leistungsmerkmale und zur Erzielung des gewünschten Weißgrades) und **Papier**
* **Gärten** (Mulchen und Landschaftsgestaltung)
* **Umweltgerechte Sanierung** von brachliegenden Liegenschaften und Neugestaltung von Geländesenken
* **Feiner Zuschlagstoff** für Mörtel und Beton (anstelle der Tonanteile)

LANDWIRTSCHAFT

* Zur Korrektur des Säuregehalts, zur Absorption von Schadstoffen und als Füllstoff in Düngemitteln (Neutralisierung saurer Böden)

CHEMIE

* Neutral verhaltender **Füllstoff** zur Kontrolle der chemischen Reaktivität der Produkte oder
* **chemische Reagenzien** (auch im Falle der Rauchgasentschwefelung)

Davon fallen **nur zwei Verfahren nicht in die Kategorie „bereits in Verwendung“**: die Verwendung von Abfällen als feiner Zuschlagstoff für Mörtel und Beton und die Verwendung von Kalksteinabfällen in der chemischen Industrie. Sie wurden jedoch in die Liste der bewährten Verfahren aufgenommen, weil sie von der Universität Padua als potenziell „nachhaltiger und wirtschaftlich vorteilhafter“ als die derzeit verwendeten Verfahren betrachtet werden.

Nach der Ermittlung der Verfahren wurde für jedes von ihnen **zusammen mit den Unternehmen der Steinverarbeitungskette eine qualitative Bewertung** anhand der folgenden Nutzungsparameter vorgenommen:

* Wirksame Umsetzung
* Bezugszeitraum
* Motivation/Wahlmöglichkeit
* **Kritische Punkte** und **Hindernisse** bei der korrekten Anwendung.

Für jedes bewährte Verfahren wurde **zusammen mit den Steinunternehmen eine vereinfachte SWOT-Analyse durchgeführt, deren Ergebnisse als ergänzende Daten** zu den von den Hochschulpartnern durchgeführten chemischen Analysen und industriellen Tests zu betrachten sind.

Neben den zwölf Verfahren wurde noch ein weiteres Verfahren bewertet, das hier als **„Voraussetzung“ angesehen wird: das getrennte Sammeln von Kalksteinabfällen und Siliziumdioxidschlamm**, das nach Angaben der Universität Padua für die korrekte Umwandlung der Kalksteinabfälle in Sekundärrohstoffe erforderlich ist.

Weitere Einzelheiten finden sich in den Studien, die die Universität Padua im Rahmen des *Cleanstone*-Projekts durchgeführt hat.

## **Ergebnis**

Im Folgenden werden **die von den befragten Unternehmen gesammelten Erkenntnisse zu den Verfahren aufgeführt, die bereits angewandt werden bzw. wurden und von größerer Bedeutung sind**, mit Ausnahme der Verfahren, die aufgrund ihrer Bedeutung für die Verwertung und Wiederverwendung von Steinabfällen als „Voraussetzung“ gelten.

**VORAUSSETZUNG**

Im Allgemeinen trennen die befragten Unternehmen ihre Kalksteinabfälle **nicht**, da sie ausschließlich Material mit Silikat- oder Kalksteincharakter verarbeiten, so dass dies ohnehin nicht sinnvoll wäre.

Nach Ansicht von FIRMA 1 ist dies jedoch ein Verfahren, das **die Kosten und den Zeitaufwand für die Verwaltung verringern und die kommerziellen Möglichkeiten erweitern würde**. Es wird darauf hingewiesen, dass das **Haupthindernis** für ein solches Verfahren, wie bereits bei anderen Gelegenheiten erörtert, die **derzeitigen, zu strengen Normen** sein könnte.

Darüber hinaus sieht FIRMA 2 weitere Hindernisse: den Zeitaufwand für **Genehmigungsverfahren**, die **Kosten für neue Technologien/Instrumente** zur Abfallsortierung bzw. -trennung und das erhöhte **Risiko** der **Abfallverschleppung** beim Transport

**BETONWERKSTEIN – HARZAGGLOMERAT**

FIRMA 2 und das FIRMA 1 beteiligen sich seit langem an der Herstellung von Betonwerkstein und Harzagglomerat, da die erzeugten Sekundärrohstoffe einen hohen wirtschaftlichen und kommerziellen Wert haben (insbesondere im Fall von Verona) und die Kosten für die Entsorgung reduziert werden können.

Im Produktionsgebiet von Valpantena gibt es zwei Unternehmen die sich mit der Zerkleinerung von Abfällen aus der Marmorverarbeitung und -gewinnung befassen, während insgesamt drei Unternehmen an der Herstellung von Betonwerkstein oder Produkten aus Marmorbruchstücken beteiligt sind.

Zu den kritischen Punkten, die von FIRMA2 und dem Firma 1 gemeldet wurden, gehören die folgenden:

* Notwendigkeit eines eigenen Bereichs für die Ausstattung und Bearbeitung
* **Verwendung von steinfremden Materialien** (Harz im Falle von Harzagglomerat)
* Hohe Kosten für Verfahren zur Rückverfolgbarkeit von Materialien
* **Mangel an Arbeitskräften** (nicht nur an Fachkräften)
* **Konkurrenz** durch keramische Materialien oder chinesische Produktion
* **Misstrauen** gegenüber der Verwendung eines aus Abfällen gewonnenen Materials

Die drei letztgenannten Punkte haben sich bereits in anderen Projektphasen abgezeichnet.

**TERRAZZO UND MOSAIK**

Dieses Verfahren wird vom FIRMA1 nur aufgrund des hohen ästhetischen und kommerziellen Wertes der bei der Verarbeitung und Gewinnung von Marmor anfallenden Abfälle angewandt, so dass es von der renommierten Friauler Mosaikschule in Spilimbergo (PN) als Lieferant ausgewählt wurde.

Abgesehen von den positiven Aspekten, die bereits in den vorangegangenen Verfahren festgestellt wurden (Senkung der Kosten für die Entsorgung, Verwertung bzw. Rückgewinnung von Abfällen, Erweiterung des kommerziellen Angebots), ist zu beachten, dass es sich nach wie vor um eine Nischenproduktion handelt, die spezialisierte Arbeitskräfte erfordert und dem Wettbewerb mit anderen synthetischen oder in China hergestellten Produkten ausgesetzt ist.

**FARBEN UND MARMORIERUNGEN FÜR DEN INNEN- UND AUSSENBEREICH**

In diesem Fall ist es Firma 2, der zu diesem bewährten Verfahren beiträgt, indem Abfälle aus dem Steinbruch (etwa 8 % des gesamten abgebauten Rohmaterials) zurückgewonnen werden, um kleine lokale Bauunternehmen zu beliefern.

**UMWELTGERECHTE SANIERUNG VON BRACHLIEGENDEN LIEGENSCHAFTEN UND NEUGESTALTUNG VON GELÄNDESENKEN**

Eines der wirksamsten Verfahren wird von beiden befragten Unternehmen angewandt, allerdings auf unterschiedliche Weise.

Während **FIRMA 2 seine Abfälle der Drittorganisation** anvertraut, verwaltet das FIRMA 1 andererseits direkt (ohne Gewinnabsicht) die **Umweltsanierung** des **Inertsteinbruchs**.

Der Steinbruch ist derzeit in Betrieb und dient auch als Deponie für die angeschlossenen Unternehmen. Die Deponierung von Kalksteinabfällen und Bruch erfolgt parallel zum Betrieb des Steinbruchs.

Während FIRMA 1 die Hauptprobleme darin sieht, dass er sich auf einen einzigen Gesprächspartner verlassen muss, der die Bedingungen und Kosten bestimmt, und dass er nicht in der Lage ist, den Steinbruch auf seinem Grundstück wiederherzustellen, sieht FIRMA 2 andere Probleme, wie zum Beispiel:

* **Vorzeitige Schließung des Steinbruchs**/Verkleinerung der Deponie/Wiederherstellungsflächen
* **Verwaltungskosten** in Abhängigkeit von den Modalitäten und der Größe der zugewiesenen Gebiete (in den letzten Jahren hat der Steinbruch kleine Steinbrüche zugewiesen, was die Verwaltungskosten in die Höhe trieb; die Spanne lag zwischen 5 und 8 Euro/Tonne)
* Die **Verwaltung der Entsorgungs- und Umweltsanierungsarbeiten** durch ein anderes Unternehmen als das FIRMA 1 (dies würde nach Angaben des FIRMA1 die Verwaltungskosten um mindestens 50 % erhöhen)

## **Projekt-KPIs**

* **Anzahl der analysierten/geplanten Verfahren: 12/12** (für jedes Unternehmen)
* **Anzahl der angewandten/geplanten Verfahren: 4/12** (FIRMA 2 ); **5/12** (FIRMA 1)
* Geschätzte **Zeit** für die Fertigstellung/tatsächliche Zeit; **180‘/180‘ (ein Treffen)**
* **Rolle der Kontaktperson im Unternehmen** (leitender Angestellter/Eigentümer oder Betriebsleiter): **50 % Unternehmenseigentümer (im Falle von FIRMA2)**

## **Anmerkungen**

Die Bewertung, die gemeinsam mit den Unternehmen FIRMA 2 und FIRMA 1 durchgeführt wurde, berücksichtigt die gesamte Wertschöpfungskette der untersuchten Unternehmen.

Wie im Projekt vorgesehen, waren die untersuchten Verfahren in den meisten Fällen von der Art, wie sie in italienischen Unternehmen bereits angewandt werden, und zielten auf die Rückgewinnung von Kalksteinabfällen und Bruch ab. Damit soll der Grundsatz der Reproduzierbarkeit und der Kosteneffizienz effektiver gestaltet werden.

In Ermangelung quantitativer und vergleichbarer Daten wurde bei der Bewertung der Verfahren dem qualitativen Urteil der befragten Unternehmen größere Bedeutung beigemessen.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Geltungs-bereich** | **Nummer** | **Verfahren** | **In Verwendung / bereits verwendet** | **Anzahl** | **Zeitraum** | **Motivation (Stärken)** | **Kritische Punkte (Schwachstellen)** | **Möglichkeiten** | **Bedrohungen** | **Anmerkungen** |
| **Voraus-setzung** | 0 | **Trennen v. Kalkstein / Schluffstein** | FIRMA 1 |  | In Ver-wendung | Kosten- und Zeit**ersparnis** |  | Erschließung **neuer Märkte** für die Wieder-verwendung | **Restriktive Normen** | Eine Unterscheidung zwischen den beiden Kalksteinarten ist eigentlich nicht erforderlich, da sich die Unternehmen auf die Verarbeitung des einen oder anderen Materials spezialisiert haben; der Kalkstein wird daher fast ausschließlich an der Quelle unterschieden; es wird jedoch berichtet, dass  dass Kalksteinabfälle leichter zu transportieren sind. |
| FIRMA 2 |  | Es würden **keine** **zusätzlichen Kosten** für die **Entsorgung** anfallen | Beginn des **Genehmigungsverfahrens**; Anschaffung **neuer Technik** (Schaufel); **Risiko der Verschleppung** beim Transport zwischen Container und Absetzbehälter | Erschließung neuer Märkte für die Wiederver-wendung | **Erhöhte Kosten** für die **Anmietung** eines Absetzbehälters | Eine Trennung ist bei ihnen nicht erforderlich, da der Vicenza-Stein ausschließlich aus Kalkstein besteht. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konstruktion /**  **Gebäude** | 1 | **Betonwerkstein und Harzagglomerat** | FIRMA 2 | **1** | In Ver-wendung | **Kosten reduzieren**  Entsorgung | **Rückverfolg-barkeit**  teuer | **Hohe Markt-nachfrage** | **Misstrauen** seitens des Nutzers; **Schwierigkeiten bei der Rückverfolgung** des Materials; **Konkurrenz** durch Altmaterial,  das als gleichwertig mit dem Original angesehen wird | Es wird nur aus Steinbrüchen gewonnenes Abfallmaterial verwendet (Größe ähnlich wie Kies) |
| FIRMA 1 | In Verwendung | Geringere Entsorgungskosten; **hoher wirtschaftlicher Wert** des Sekundärrohstoffs | **Technologische Ausstattung und eigener Bearbeitungsbereich** | Hohe Marktnachfrage (international); **spezifische berufliche Qualifikationen erforderlich** | Verwendung von nicht natürlichem Material (Harz); Mangel an **qualifizierten Arbeitskräften**; **Konkurrenz** durch keramische Materialien und chinesische Produktion | Heute stellen drei Unternehmen Betonwerkstein her (eines davon auch Harzagglomerat); Betonwerkstein wurde erstmals um 1960 hergestellt;  Harzagglomerat etwa ein Jahrzehnt später. Bei jedem |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Geltungs-bereich** | **Nummer** | **Verfahren** | **In Verwendung / bereits verwendet** | **Anzahl** | **Zeitraum** | **Motivation (Stärken)** | **Kritische Punkte (Schwachstellen)** | **Möglichkeiten** | **Bedrohungen** | **Anmerkungen** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Der erste Versuch eines lokalen Handwerksunternehmens, Betonwerkstein herzustellen, geht auf das Jahr 1934 zurück. In Valpantena gibt es zwei Unternehmen, die Abfälle aus der Marmorbearbeitung und -gewinnung zerkleinern, um daraus Betonwerkstein und  alle aus Bruch her-gestellten Waren/Produkte herzustellen. |
| 2 | **Fliesen und Dekorationsartikel** |  | **1** |  |  |  |  |  |  |
| FIRMA 1 | In Ver-wendung |  |  |  |  | Die Dekorationsartikel sind aus Betonwerkstein hergestellt.  Siehe die entsprechenden Bewertungen zu den Verfahren |
| 3 | **Terrazzo und Mosaike** |  | **1** |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | FIRMA 1 |  | In Ver-wendung | **Senkung der Kosten** für die Entsorgung; **Erweiterung** der Produktpalette; **Rückgewinnung von Abfällen** zu Sekundärrohstoffen (Mosaik) | Nischen-produktion, die **dennoch Produktions-kosten, technisches Know-how** usw. erfordert. | **Hohes handwerkliches Niveau**; **engagierter Bezirk** (das Material wird auch von der Friauler Mosaikschule  in Spilimbergo gekauft) | Veränderte **Marktnachfrage**; Markteintritt neuer Produkte (Kunststoffe, Keramik); China |  |
| 4 | **Vorgefertigte Elemente und Straßenaus-stattungen** (Abdeckung von  Stahlbeton-strukturen) |  | **0** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | **Farben und Marmorierungen für den Innen- und Außenbereich** | FIRMA 2 | **1** | In Ver-wendung | **Rückgewinnung von Extraktionsabfällen** (8% des gesamten extrahierten Rohöls) | Verringert den Anteil der aus "edlen" Rohstoffen verarbeiteten Produkte | Diversifizierung des Marktes; **Befriedigung der Nachfrage von**  **lokalen Kleinstunter-nehmen (Malern)** |  | Allein durch den Abbau (Steinbruch) |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Geltungs-bereich** | **Nummer** | **Verfahren** | **In Verwendung / bereits verwendet** | **Anzahl** | **Zeitraum** | **Motivation (Stärken)** | **Kritische Punkte (Schwachstellen)** | **Möglichkeiten** | **Bedrohungen** | **Anmerkungen** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | **Klebstoffe und Füller** (als primäre Basis und zur Verringerung von  Schwund und Rissen) |  | **0** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | **Kunststoffe** (zur Verbesserung der Leistungsmerkmale und zur Erzielung des gewünschten  Weißgrades) und **Papier** |  | **0** |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | **Gärten** (Mulchen und Landschaftsgestaltung) |  | **1** |  |  |  |  |  |  |
| FIRMA1 | **In Verwendung** |  |  |  |  | Siehe Terrazzo |
| 9 | **Umweltgerechte Sanierung von brachliegenden Liegenschaften und Neugestaltung von Geländesenken** | FIRMA 2 | **1** | In Verwendung (seit 1990) | **Senkung der Kosten für die Entsorgung** (durch Co.  Trim) | **Nicht** in der Lage zu sein, den **Steinbruch** des Unternehmens FIRMA 2 **wiederherzu-stellen** | Co.Trim angeschlossen (Dritter,  der ein Managementproblem löst) | Erhöhte Kosten/Modalität der **Co.Trim**-Mitgliedschaft: Verlassen auf einen **einzigen Gesprächspartner** | Co.Trim fordert eine „lebenslange“ Partnerschaft |
| FIRMA 1 | In Verwendung (seit 2009) | **Nähe** zu den **produzierenden** Unternehmen; **Verringerung der Kosten** für die Entsorgung; direkte Verwaltung durch das **FIRMA1**  **(ohne Gewinnabsicht)** | **Gemeinsam mit dem Steinbruch vorankommen** | **Umwelt-gerechte Sanierung** | Vorzeitige Schließung des Steinbruchs; **Verringerung der verfügbaren Grundstücke**; **Nichterneuerung der Genehmigung** für Erweiterungen; Änderung der Normen; Anstieg der **Energie-/** | Derzeit der Steinbruch von Orsara; zuvor wurden externe Deponien genutzt |
| **Dieselkosten** |
| 10 | **Feiner Zuschlagstoff** für Mörtel und Beton (anstelle der Tonanteile) | **FIRMA 2** | **0** |  |  | **Kalkstein ist für diese Art von Arbeit nicht geeignet** (mehlige Konsistenz);  Bindemittel erforderlich) |  |  |  |
| **FIRMA 1** |  | **Veranlagung zur Entwicklung**  Prozesse/Produkte | Chemische und physikalische Eigenschaften  sehr hohe Anforderungen | Vorgenommenes und vielversprechendes  Verfahren | Fehlen echter Verbindungen zwischen Erzeugern und  Endnutzer |  |