

Entwicklung des ökoeffizienten
Alternativbaustoffs „Mixolith“ unter
Verwendung von Reststoffen biogenen
Ursprungs als Bindemittel

W. Berger, M. Lesjak, T. Jaksch

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

46/2008

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Entwicklung des ökoeffizienten Alternativbaustoffs „Mixolith“ unter Verwendung von Reststoffen biogenen Ursprungs als Bindemittel

GF Wolfgang Berger, Tina Jaksch, DI Meinhard Lesjak
Paltentaler Splitt & Marmorwerke Gesellschaft m.b.H

wissenschaftliche Betreuung: ARP GesmbH

Rottenmann, Juli 2008

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT. Sie wurde im Jahr 2000 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT sollen durch Forschung und Technologieentwicklung innovative Technologiesprünge mit hohem Marktpotential initiiert und realisiert werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen bestätigen die in FABRIK DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse – seien es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Homepage www.FABRIKderZukunft.at und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung	4
1.1. Kurzfassung deutsch	4
1.2. Summary - Kurzfassung englisch	6
2. Einleitung	8
2.1. Allgemeine Einführung in die Thematik	8
2.2. Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema	8
2.3. Fokus/Schwerpunkte der Arbeit	9
2.4. Inhalte und Ergebnisse des Projektes	10
2.5. Zusammenfassung der technischen Kennzahlen	15
3. Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie	16
3.1. Beitrag zum Gesamtziel der Programmlinie	16
3.2. Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität	16
3.3. Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge	17
3.4. Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionstfähigkeit und Lernfähigkeit	17
3.5. Prinzip der Rezyklierungsfähigkeit	17
3.6. Effizienzprinzip	17
3.7. Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen	18
3.8. Prinzip der Dienstleistungs- Service- und Nutzenorientierung	18
3.9. Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt	18
3.10. Beschreibung der Umsetzungs-Potentiale (Marktpotential, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotential für die Projektergebnisse	19
3.11. Potential für Demonstrationsvorhaben (Chancen/Schwierigkeiten/Risiken bei der Realisierung/Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt?)	19
4. Ausblick/Empfehlungen	20
5. Literaturverzeichnis/Abbildungsverzeichnis/Tabellenverzeichnis	21

Kurzfassung

1.1 Kurzfassung deutsch

Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes "Entwicklung des ökoeffizienten Alternativbaustoffs Mixolith unter Verwendung von Reststoffen biogenen Ursprungs als Bindemittel" ist die Untersuchung der großtechnischen Anwendung von Betonen aus nicht gefährlichen industriellen Reststoffen (recycelter Beton, Asphalt, Gleisschotter, Gießerei-Altsande) unter Ausnutzung der latent-hydraulischen Eigenschaften von Aschen und Stäuben aus Biomasse(heiz)kraftwerken zur Herstellung von Betonmaterialien. Die Betonmaterialien sollen als Alternativbaustoff zur Herstellung von Sicherungsbauwerken im Hochwasserschutz, als Böschungs- und Hangsicherung, als Dämme für Rückhaltebecken bzw. Sauberkeits- und Tragschicht im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden. Dieses Projekt baut auf Erfahrungen aus Vorprojekten auf, die durch die Verwendung von Abfallstoffen mit latent-hydraulischen Eigenschaften als Zementsubstitut durch bautechnische Maßnahmen im eigenen Betrieb in Lassing erzielt wurden.

Unsere Motivation ist es, mittels Substitution von Primärrohstoffen Ressourcen zu schonen und durch die Rückführung von nicht gefährlichen Reststoffen in den Produktkreislauf wertvolle Deponieflächen einzusparen. In Ermangelung geeigneter Normen oder anderer technischer Regelwerke für einen solchen Alternativbaustoff wurde für dieses Projekt nach den Prüfvorschriften der Deponieverordnung geltender Betonnormen und den Richtlinien und Vorschriften für den Straßen- bzw. Dammbau ein Untersuchungsprogramm zusammengestellt. Ziel des Projektes war in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Institut für Baustoffprüfung ein Regelwerk zu erstellen, welches die Qualitätsanforderungen an einen alternativen Baustoff aus Restmassen für die jeweiligen Einsatzgebiete dokumentiert. Da die eingesetzten Sekundärrohstoffe im rechtlichen Sinn als Abfälle gelten, muss einerseits das Abfallende nach § 5 AWG 2002 und der damit verbundene produktrechtliche Status der Mixolith-Betone bewiesen werden.

Insgesamt wurden 12 verschiedene Aschen repräsentativ beprobt und analysiert. Zweck der durchgeführten Gesamtanalysen war eine Prüfung der Schadstoffgehalte zur Sicherstellung, dass im Sinne der ÖNORM S2100 nur nicht gefährliche Restmassen für die Produktion von „Mixolith“ eingesetzt werden. Von diesen Aschen wurde mittels Procterversuchen das optimale Wasser/Bindemittel-Verhältnis ermittelt und darauffolgend Probezylinder mit und ohne Zementbeigabe angefertigt. Nach einer augenscheinlichen Beurteilung hinsichtlich Formstabilität, Ausblühungen und Kantenfestigkeit konnten die Proben einer Druckfestigkeitsprüfung nach 7, 14, 28 und 56 Tagen unterzogen werden. Jene Aschen mit den besten erzielten Druckfestigkeiten wurden ausgewählt und werden bis dato weiter beprobt. Hierbei handelt es sich derzeit um Aschen folgender Hersteller:

Mondi Packaging Frantschach (F), (SN 31306, Holzasche, Strohasche)
Biomassekraftwerk Timelkam (T), (SN 31306, Holzasche, Strohasche)
Papierfabrik Hamburger, Pitten (H), (SN 31031 sonstige Feuerungsanlagen)
Müllverbrennungsanlage Lenzing AG (L), (SN 31308 Müllverbrennungsanlagen)

Um eine gleichmäßige Verteilung des Zementes zu erreichen wurde im Rahmen großindustrieller Versuche in der werkseigenen Betonmischanlage eine optimale Trocken- und Nass-

mischzeit ermittelt. Während der Versuche stellte sich wie erwartet heraus, dass eine höhere Zementzugabe zu einer Steigerung der Festigkeit führt. Jedoch könnte das gewünschte Ziel, Primärrohstoffe zu annähernd 100 % zu substituieren, nicht erreicht werden.

Zusätzlich zu den Laborversuchen kam es zur Errichtung von bisher vier Prototypbauwerken. Dabei wurden über Messungen zur (Langzeit-) Stabilität die technischen und mittels Pflanzenverträglichkeitstests die ökologischen Produkteigenschaften aufgezeigt. Um eine gleichbleibende Qualität gewährleisten zu können werden auch gegenwärtig laufend Probekörper angefertigt um die Druck- und Biegefestigkeit zu ermitteln.

Hauptaugenmerk liegt derzeit auf der Errichtung eines Prototypbauwerkes im Sommer 2008. Die Ergebnisse dieses Bauwerkes werden ein wichtiges Kriterium für die Produktzertifizierung sein. Im Hinblick auf die Produktzertifizierung wurden die Aschen untereinander zu je 1/3 bzw. je 1/2 gemischt. Diese Mischungen verfügen bereits nach sieben Tagen durchschnittlich über Festigkeiten $>6 \text{ N/mm}^2$. Die bisher erzielten Ergebnisse belegen bereits, dass der „Mixolith-Beton“ den technischen Anforderungen für die geplanten Anwendungsgebiete entspricht.

1.2 Summary – Kurzfassung englisch

Objective of the present research project “Development of eco-efficient alternate building material by using biogenic fountain remnants to act as binders” is the analysis of an operational implementation for concrete made of harmless industrial remnants (recycled concrete, asphalt, crushed stones from railway tracks, foundry sand) with wood ashes from power plants (biomass energy) as hydraulic binders for the production of concrete materials.

The concrete materials should be an alternate building material for the implementation in case of flood protection, scarp- and slope protection and also for building dams for retention basins. The applicant works with the experience getting as a result of taking waste products with latent hydraulic characteristics as a cement substitute for structural measures at the own mining area in Lassing.

Our motivation is to conserve precious landfill areas because of the recirculation of harmless industrial remnants to the product circulation and to protect resources through substitution of primary raw materials. Up to the present there aren't any standards or other technical policies for such an alternate building material. That's why we create a survey scheme in accordance to the technical rules of building roads and dams and also in accordance to the operative concrete norm. Final aim is creating a policy by co-operating with the “Austrian Institute for Building Material Testing”. In the policy the requested quality for an alternate building material made of remnants will be documented for the particular field. Because all of the secondary raw materials are considered as refuse in the legal sense we would like to prove the “end of waste” according to § 5 AWG 2002 and the status of being a product for the “Mixolith-Beton”.

Overall 12 different ashes have been representatively sampled and analyzed. The reason for making a(n) extensive/complete analysis was the safe guarding that in terms of the ÖNORM S2100 only not dangerous rest masses are taken for the production of “Mixolith-Beton”. From these ashes the optimal percentage of water/binder was calculated as a result of “Procter experiments”. With this percentage cylindrical samples with and without cement were made. After an (apparently appraisalment) inspection regarding form stability, efflorescence and edge strength the pressure resistance was tested after 7, 14, 28 and 56 days.

The following ashes are still getting tested:

Mondi Packaging Frantschach, (SN 31306, wood ash, straw ash)
Biomassekraftwerk Timelkam, (SN 31306, wood ash, straw ash)
Papierfabrik Hamburger, Pitten, (SN 31031 other combustion plants)
Müllverbrennungsanlage Lenzing, (SN 31308 waste incineration plant)

To accomplish an equal cement allocation an optimal wet and dry mixtime was established by industrial tests at the own concrete industrial mixer. As anticipated it showed strengthening by increasing the cement concentration. However the designated aim to substitute primary raw materials to almost 100 % couldn't be reached.

In addition to the laboratory tests four prototype buildings were built. In the process measurements about the longtime rigidity and botanical tolerance have been carried out. To warrant a constant quality the pressure resistance tests continue. The currently tested mixing of different ashes (among each other) didn't produce the required results and so we don't make further test's with them.

Main focus is the construction of a prototype building in summer 2008. The results of this building will be a very important criterion for the product certification. For the planned product

certification the ashes have been mixed (among each other) at the rate of 1/3 to 1/3 to 1/3 and also at the rate 1/2 to 1/2. These current tested mixture's already have a pressure resistance between 3,4 and 6,6 N/mm² after 7 days. Altogether the results demonstrate that the "Mixolith-Beton" fulfils all the technologically needs for the intended field of application.

2. Einleitung

2.1 Allgemeine Einführung in die Thematik

Weltweit kommt es bei der Herstellung von einer Tonne Zement zu einer durchschnittlichen CO₂-Ausstoßmenge von 1 Tonne. Anders gesagt stammen 5 % des anthropogenen CO₂-Ausstoßes aus der Zementproduktion. In Österreich werden derzeit pro produzierter Tonne Zement 630 kg CO₂ freigesetzt. [1]

Die Güterbilanz einer Wirbelschichtenanlage („Industrielle Mitverbrennung nach MVA-Standard“) sieht nach FEHRINGER et al. (1997) am Beispiel Lenzing folgendermaßen aus: Aus einer Tonne Input entstehen

- 100 kg Asche und Schlacke,
- 28 kg Schrott,
- 34 kg Gips und
- 2 kg Filterkuchen.

Die Aschen und Schlacken werden auf Reststoffdeponien abgelagert, der Gips auf Baurestmassendeponien. [2] Derzeit fallen alleine bei Lenzing ca. 50 t Asche pro Tag an, die ressourcen- und kostenintensiv abgelagert werden müssen. Verwendet man diese Aschen als Zementsubstitut verringert man nicht nur den CO₂-Ausstoß, sondern schont gleichzeitig auch wertvolle Deponieflächen. Durch den Einsatz der rezyklierten Baurestmassen in Form von Zuschlagsstoffen werden nicht erneuerbare Rohstoffe eingespart.

2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema

Die Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH hat langjährige Erfahrung im Einsatz von Abfallstoffen mit latent-hydraulischen Eigenschaften und deren Einsatz als Zementsubstitution durch bautechnische Maßnahmen im eigenen Betrieb in Lassing. Im Zuge von Analysen und durch den Einsatz verschiedener Aschen in Bauwerken gab es eine beträchtliche betriebliche Weiterentwicklung. So wurde unter anderem laufend an einer Verbesserung der Mischrezepturen für den eigenen Stützdamm im Werk Lassing gearbeitet.



Abb.1 Stützdamm Werk Lassing

2.3 Fokus/Schwerpunkte der Arbeit

Bei diesem Projekt wurde der Versuch unternommen, die für die Betonerzeugung ressourcenintensiven Rohstoffe beinahe zur Gänze zu substituieren. Im Zuge der Labor- und Großversuche sollte bewiesen werden, dass trotz der Substitution die derzeit geltenden Produktanforderungen vollständig erfüllt werden. Dazu gibt es eine Untersuchung der großtechnischen Anwendung von anorganischen industriellen Reststoffen unter Ausnutzung der latent-hydraulischen Eigenschaften von Aschen und Stäuben aus Biomasse(heiz)kraftwerken zur Herstellung von Betonmaterialien. Die betonähnlichen Materialien sollen künftig als Alternativbaustoff zur Herstellung von Sicherungsbauwerken wie zB. Hochwasserschutzdämmen, Böschungssicherungsdämmen verwendet werden. Diese Anwendungen werden nach der vollständigen Produktherstellung im Labormaßstab auf einen großtechnischen Versuch ausgeweitet, und schließlich im Rahmen der Errichtung von einem Prototyp-Bauwerk im Sommer 2008 den Beweis für die Produkteignung erbringen. Damit es sich auch im rechtlichen Sinne um ein Produkt handelt, muss der Alternativbaustoff nicht nur umweltverträglich sein, sondern es muss auch das Abfall-Ende (§ 5 AWG 2002) erreicht und bewiesen werden.

2.4 Inhalte und Ergebnisse des Projektes

Zu Beginn dieses Projektes wurden 12 verschiedene Aschen beprobt und auf ihre Gesamtgehalte untersucht um zu gewährleisten, dass nur nicht gefährliche Restmassen im Sinne der ÖNORM S2100 eingesetzt werden. Untersucht wurden folgende Aschen:

SN 31306 (Holzasche, Strohasche):
Mondi Packaging Frantschach (F)
Biomassekraftwerk Timelkam (T)
Biomassekraftwerk Gaishorn (Z)
Sappi Gratkorn (S)
Blockheizkraftwerk Mayr-Melnhof, Leoben (M)
FunderMax Neudörfel (FU)
LinzStrom (LS)
Sägewerk Egger (E)
SWH Zeltweg (SWH)
Biomassekraftwerk Heiligenkreuz (B)

SN 31031 (sonstige Feuerungsanlagen): Papierfabrik Hamburger, Pitten (H)

SN 31308 (Müllverbrennungsanlagen): Lenzing AG, Lenzing (L)

Mit oben genannten Aschen wurden Ansetzversuche durchgeführt um den optimalen Wassergehalt für die späteren Mischungen zu ermitteln. Zusätzlich konnte man mittels Ansetzversuchen, Röntgendiffraktometrie und augenscheinlicher Beurteilung Kenntnisse über das generelle Abbinde- und Reaktionsverhalten gewinnen sowie die Form- und Kantenstabilität bewerten. Einige Aschen erwiesen sich unbrauchbar auf Grund von Rissbildungen und Zerfallserscheinungen. Bei drei Aschetypen kam es bei einer über das optimale Wasser/Bindemittel-Verhältnis hinausgehenden Wasserzugabe zu Ausblühungen (v.a. Gipstreiben).

Im Rahmen der Versuche wurde festgestellt, dass es zu keiner Gipsbildung kommt, wenn die Aschen über genügend Zeit zum Ausreagieren verfügen. Auf Grund der Tatsache, dass der Beladungsvorgang eines Sattelzuges eine längere Zeit in Anspruch nimmt (ca. 40 Minuten) ist demzufolge im industriellen Maßstab die Gefahr der Gipsbildung nicht gegeben.

Als Ausscheidkriterium wurden zusätzlich zur augenscheinlichen Begutachtung auch die Druckfestigkeitswerte herangezogen. Dafür wurden bis November 2007 120 Versuchsreihen mit mindestens 5 Probezylindern pro Mischrezeptur einer einaxialen Druckfestigkeitsprüfung nach 14, 28, 56, teilweise 90 Tagen und einer visuellen Kontrolle unterzogen. Jene Aschen mit den besten Druckfestigkeiten und ohne augenscheinliche Fehler wurden ausgewählt und davon neuerlich Mischrezepte erstellt. Die davon angefertigten Probezylinder wurden wiederum nach 14, 28, 56, teilweise 90 Tagen einer einaxialen Druckfestigkeitsprüfung und einer augenscheinlichen Kontrolle unterzogen.

Die Druckfestigkeitsprüfungen wurden laufend sowohl von der Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH selbst als auch vom wissenschaftlichen Partner durchgeführt. Als internes Kriterium galt es eine Druckfestigkeit nach 14 Tagen $> 5 \text{ N/mm}^2$ zu erreichen. Dieses Kriterium wurde von folgenden Aschen erreicht:

Bindemittel	Zuschlag	DF 14	DF 28	DF 56	DF 90
-------------	----------	-------	-------	-------	-------

Asche Hamburger, Zement	Gießereisand, Bauschutt, Asphalt	6,0	6,7	7,1	7,6
Asche Timelkam, Zement	Bauschutt, Asphalt	5,2	6,0	6,6	6,9
Asche Frantschach, Zement	Bauschutt, Asphalt	7,9	8,3	8,7	9,1
SWH, Zement	Gießereisand, Bauschutt, Asphalt	---	7,2	8,6	---

Tab. 1: Angaben DF in [N/mm²]



Abb. 2: Prüfgerät Druckfestigkeit Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH

Für die Gewährleistung einer gleichmäßigen Verteilung des Zementes im Mischgut und einer gleichbleibenden Produktqualität war eine mehrmalige Adaptierung des Mischverfahrens erforderlich. Um die benötigte durchgehende Benetzung des Bindemittels (Asche + Zement) zu erreichen wurde sowohl die Trocken- als auch die Nassmischzeit erhöht. Eine Verlängerung der Mischzeit führt jedoch bei einer großindustriellen Herstellung zu einer Verringerung der Produktionsmenge. Auf Grund der damit verbundenen längeren Verweildauer auf dem LKW – längere Mischdauer bedeutet längerer Beladevorgang - musste das optimale Verhältnis von Wasser/Bindemittel deutlich überschritten werden um einer Austrocknung entgegen zu wirken.

Zur Bestimmung des optimalen Kornbandes, wurde es notwendig von den verwendeten Zuschlagsstoffen (Gießerei-Altsand, Baurestmassen, Asphaltfräsgut) sowie von den Flugaschen die Korngrößenverteilungen zu bestimmen. Darauf aufbauend konnte ein optimales Kornband für die Mischrezepturen erstellt werden. Zusätzlich erfolgten laufend Bestimmungen des Chemismus.

Zur Festigkeitssteigerung erfolgten Versuche mit der Variation vom Zementgehalt. Wie erwartet stieg mit steigendem Zementgehalt auch die Festigkeit. Jedoch leidet unter der erhöhten Zementzugabe nicht nur die Wirtschaftlichkeit des Produktes, sondern auch das gesetzte Ziel, Primärrohstoffe weitestgehend zu substituieren, könnte nicht erreicht werden. Als alternative Methode zur Festigkeitssteigerung wurden Versuche mit der Beimengung von handelsüblichen Verzögerern (Ligninsulfonat und Polycarboxylat) durchgeführt. Nur eine einzige Asche erzielte durch die Beimengung von 0,5 % Ligninsulfonat eine deutlich höhere Druckfestigkeit

als bisher. Bei allen anderen zeigten sich nach der Zugabe von Verzögerern deutliche Druckfestigkeitsverluste. Die Ursache für den Festigkeitsabfall liegt in den komplizierten chemischen Reaktionsmechanismen, die aber im Rahmen dieses Projektes nicht weiter untersucht wurden.

Trotz dieser schlechten Ergebnisse wurden weitere Versuche mit anderen handelsüblichen Verzögerern durchgeführt. Durch die Beigabe vom Verzögerer „R1“ der Firma Baustofftechnik“ erreichten die Aschen der Papierfabrik Hamburger und Mondi Packaging Frantschach bereits nach sieben Tagen Druckfestigen über 6 N/mm². Die Asche aus Lenzing produziert während des Abbindevorgangs eine sehr hohe Reaktionstemperatur, die verstärkt zu einer Rissbildung im Probekörper führt. Durch den Einsatz von „R1“ konnte ein Absinken der Reaktionstemperatur erreicht und dadurch eine Weiterverwendung der Asche Lenzing erreicht werden.

Aufbauend auf die Ergebnisse der vorhergegangenen Versuche erfolgte eine mehrmalige Adaptierung der bestehenden Mischrezepturen. Mehrere Rezepte wurden bereits in der werkseigenen Mischanlage in Lassing im Rahmen diverser Feldversuche umgesetzt.

Im April 2007 erfolgte ein erster Feldversuch. Dabei handelte es sich um eine Stützmaßnahme zur Böschungssicherung im Straßenbau an der Tauernstraße. Von den drei verwendeten Mischrezepturen erfolgte die Anfertigung mehrerer Probekörper. Die Zylinder wurden nach 28, 56 und 90 Tagen der einaxialen Druckfestigkeitsprüfung unterzogen. Zusätzlich wurde von den eingesetzten Mischungen eine Eluatanalyse zum Nachweis der Unbedenklichkeit durchgeführt.

Die ermittelten Werte wurden mit den in der Deponieverordnung für Bodenaushubdeponien festgelegten Grenzwerten verglichen. Wie bereits im Vorfeld vermutet wurden die Werte bei keiner der drei Aschemischungen überschritten. Zusätzlich erfolgte ein Bestimmung der Rohdichte und des Durchlässigkeitsbeiwertes.

Die ermittelten Druckfestigkeiten betragen nach 28 Tagen je nach Aschetyp zwischen 5,4 und 7,0 N/mm². Der Durchlässigkeitsbeiwert lag zwischen $6,9 \cdot 10^{-8}$ und $1,4 \cdot 10^{-9}$ m/s und entspricht somit dem Durchlässigkeitsbeiwert von Ton. Mit den Ergebnissen aus diesem Feldversuch wurde der Beweis erbracht, dass die in Laborversuchen erfolgreich getesteten Mischungen auch im Großversuch hinsichtlich ihrer chemischen und technischen Eigenschaften nicht von den vorhandenen Ergebnissen abweichen.

Parameter	Einheit	M1	M2	M3	Grenzwerte
Al	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
Sb	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.r.
As	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
Ba	mg/l	0,1	0,452	0,135	1,0
Be	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	n.r.
Pb	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Cd	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0005
Cr _{ges}	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
Co	mg/l	0,0006	0,0006	0,0007	0,1
Fe	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,0
Cu	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2
Mn	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	n.r.
Ni	mg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
Hg	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
Se	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.r.

V	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	n.r.
Zn	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,0
Sn	mg/l	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,2
NH ₄	mg/l	0,05	0,15	0,22	n.r.
CN _{ges}	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
Ti	mg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	n.r.

Tab. 2: Ergebnisse der Eluatuntersuchungen M1...Asche Lenzing, M2 ... Asche Hamburger, M3... Asche Frantschach. Die als Vergleich angegebenen Grenzwerte beziehen sich auf die Grenzwerte für Schadstoffgehalte im Eluat für Bodenaushubdeponie lt. DVO Anlage 1, Tabelle 2.

Der zweite Feldversuch erfolgte im Juni 2007. Auf einer bislang ungenutzten Fläche mit Nasszonen wurde ein standfester Manipulationsplatz errichtet und zusätzlich eine 6 m hohe Hangsicherungsmaßnahme durchgeführt. Zusätzlich zu den aus den Mischungen angefertigten Probekörpern wurden aus dem Bauwerk 56 Tage nach der Errichtung Bohrkern entnommen. Die Proben erzielten Druckfestigkeitswerte zwischen 6 und 9 N/mm². Diese Ergebnisse zeigten ein weiteres mögliches Einsatzgebiet von „Mixolith-Beton“.

Im Oktober 2007 wurde im Bergbaugelände Lassing eine Fläche von 650 m² als Versuchsfläche bereitgestellt. Im Rahmen dieses Feldversuches wurden mehrere Mischrezepte angewendet. Mit Hilfe dieser Versuchsfelder wurde der Beweis erbracht, dass eine ca. 40 cm mächtige Schicht für die Errichtung eines standfesten Lagerplatzes ausreicht. Wie schon bei den vorhergegangenen Feldversuchen erfolgte auch hier eine Fertigung von Probekörpern mit anschließender Druckfestigkeitsprüfung.

Um weitere Daten zu erhalten, wurde die TU Graz beauftragt triaxiale Druckversuche von zwei im Laborversuch erfolgreich getesteten Aschen durchzuführen. Es wurde ein innerer Reibungswinkel von 33,6 ° ermittelt. Die Kohäsion betrug 2,38 MPa und das berechnete E-Modul lag bei 7,34 GPa. Diese Ergebnisse dienten als Grundlage zur Berechnung der Standsicherheit für das im Frühjahr 2008 geplante Pilotbauwerk.

Trotz der positiven Ergebnisse aus den Feldversuchen werden laufend weitere Probekörper gefertigt und Prüfungen unterzogen. Im Rahmen der fortlaufenden Mischversuche zeigte sich, dass es notwendig war für jede Charge einer Asche mittels Procterversuchen den optimalen Wassergehalt zu bestimmen. Zusätzlich stellte sich heraus, dass ein Aschetypus bei beinahe jeder Lieferung deutliche Unterschiede im Bezug auf die Abbinde temperatur zeigte. Um dieses Problem in den Griff zu bekommen wird es wahrscheinlich notwendig werden wöchentlich eine chemische Eingangskontrolle - eventuell mittels RDA - der Asche im Werk Lassing vorzunehmen.

Im Hinblick auf die geplante Produktzertifizierung erfolgte eine Umstellung der Probengeometrie. Seit April werden anstelle von Probezylindern Normenprismen (40 mm x 40 mm x 160 mm) verwendet. Zusätzlich erfolgte die Entwicklung von Mischrezepten bei denen zwei und drei Aschen im gleichen Verhältnis miteinander gemischt wurden. Die 14-Tage-Druckfestigkeiten lagen sowohl bei den „2er-Mischungen“ als auch bei den „3er Mischungen“ deutlich über 10 N/mm².

Aufbauend auf die laufenden Versuche startete im April 2008 wiederum ein Großversuch. Dabei erfolgte bei einer stark befahrenen Bundesstraße die Errichtung einer Stützmaßnahme zur Böschungssicherung. Insgesamt kamen 112 m³ „Mixolith-Beton“ zum Einsatz. Die hergestellten Probekörper wurden wie üblich einer Druckfestigkeitsprüfung unterzogen. Bei diesem Projekt ergab sich eine durchschnittliche Anfahrtszeit von 70 Minuten. Zusätzlich führten Verzögerungen an der Baustelle zur bisher längsten Verweildauer von „Mixolith-Beton“ auf dem anliefernden Fahrzeug. Infolgedessen wurde bei diesem Versuch der Beweis erbracht, dass der Lieferradius bzw. die Lieferzeit durchaus noch weiter als bisher angenommen ausdehnbar ist.



Abb. 3: Bundesstraße Großreifling vor der Auffüllung mit „Mixolith“



Abb. 4: Bundesstraße Großreifling während der Bauarbeiten

Auf Grund der großen Gewichtsschwankungen bei den Aschliefungen werden derzeit vom wissenschaftlichen Partner die Glühverluste ermittelt und mit vorliegenden Werten verglichen um einen eventuellen Zusammenhang zwischen dem Eigengewicht der Asche und dem optimalen Wasser/Bindemittel-Verhältnis zu erforschen. Zusätzlich werden im Werk Lassing laufend „Mixolithmischungen“ hergestellt und ebenfalls Proben für die einaxiale Druckfestigkeitsprüfung angefertigt. Dadurch erhält der Mischmeister die Möglichkeit sich bestmöglich mit dem Produkt vertraut zu machen um nach der Produktzertifizierung im Herbst 2008 ein Produkt mit gleichbleibender Qualität herstellen zu können. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Markterschließung ist die Dauer der Verarbeitbarkeit. Mittels geeigneten Versuchen im Sommer 2008 wird eine maximale Transportdauer bzw. Dauer der Verarbeitbarkeit ermittelt werden.

2.5. Zusammenfassung der technischen Kennzahlen

Frischbetondichte: 1900 – 2250 kg/m³

Dichte der ausgehärteten Mischungen: 1800 – 2050 kg/m³

Einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen: 12 – 29 N/mm²

Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $6,9 \times 10^{-8}$ – 4×10^{-9} m/s

Eluat entsprechend den Grenzwerten für Bodenaushubdeponien lt. DeponieV Anlage I, Tab.2

Frostbeständigkeit: Laborergebnisse liegen zum jetzigen Erstellungstermin noch nicht vor, Beobachtungen im Feld ohne Auffälligkeit

Von der TU-Graz ermittelte Daten:

Mischung V6-1-18

E-Modul: 7,34 GPa

Kohäsion: 2,38 MPa

Innerer Reibungswinkel: 33,62 °

3. Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie

3.1 Beitrag zum Gesamtziel der Programmlinie und den sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung

Jährlich fallen alleine in Österreich große Mengen von Flugaschen an, die kosten- und ressourcenintensiv deponiert werden müssen. Dies kann durch den Einsatz der Aschen als latent hydraulisches Bindemittel zumindest teilweise verhindert werden. Auch der Verbrauch von nicht nachwachsenden Rohstoffen wird durch die Verwendung von Recyclingmaterial (rezyklierte Baurestmassen, Fräsgut) als Zuschlagsmaterial vermieden.

Das Produkt Mixolith wird für die geplanten Einsatzgebiete der Baustoff von Morgen werden. Derzeit lässt sich eine stete Steigerung der Bauvorhaben bemerken. Dieser Umstand wird sich Schätzungen zufolge in den nächsten paar Jahren nicht ändern. Von 2005 auf 2006 stieg die Herstellung von Beton, Zement und Gips um 5,2 %, im Hoch- und Tiefbau erhöhte sich der Gütereinsatz um 7,4 % [3]. Betrachtet man diese Zahlen, erkennt man, dass auch der Bedarf von Morgen eindeutig gegeben ist.

Wir orientieren uns am Produktnutzen. Schon jetzt kann gesagt werden, dass dem Kunden mit „Mixolith-Beton“ ein gegenüber herkömmlichen Betonen preiswertes Produkt geboten wird. Zusätzlich wird für die Zulassung als Produkt ein technisches Regelwerk erarbeitet um die notwendige Garantie gewährleisten zu können. Die andere Kundengruppe – Ascheproduzenten – profitiert von der Möglichkeit, die Asche kostengünstiger und ressourcenschonender entsorgen zu können.

3.2 Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität

Auf Grund der sinnvollen Verarbeitung von Baurestmassen und Flugaschen werden wertvolle Deponieflächen und somit die Umwelt geschont. Zusätzlich wird durch die Verwendung der Flugaschen als teilweiser Zementersatz ein Beitrag zur CO₂-Reduktion geleistet. In verschiedenen Anwendungsbereichen wie z.B. Stützmaßnahmen im Straßenbau kann durch die Verwendung von Mixolith anstelle von den zum Grossteil verwendeten Wasserbausteinen das ursprüngliche Landschaftsbild durch Begrünung wieder hergestellt werden. Das Produkt Mixolith wird die bestehenden Arbeitsplätze sichern und zusätzlich einen Bedarf an neuen Mitarbeitern schaffen. Nach der Produktzertifizierung werden in etwa 10 neue Arbeitsplätze im nationalen Regionalfördergebiet geschaffen werden. Langfristig ist geplant den Marktradius auszudehnen und dadurch zusätzliche Arbeitsplätze zu schaffen. Durch gezielte Maßnahmen der Mitarbeiterfortbildung und dem Bewusstsein die Umwelt zu schonen wird die Lebensqualität und Motivation der Mitarbeiter im Betrieb gesteigert.

3.3 Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge

Laufende Mitarbeiterschulung ist bei Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH ein wichtiges Kriterium für den betrieblichen Erfolg. Deswegen erfolgen laufend betriebsinterne Schulungen vor allem in den Bereichen Qualitätssicherung, Produktionskontrolle und Umweltthemen. Zusätzlich vertraut Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH auf die langjährige Erfahrung seiner Mitarbeiter. Um ein Produkt mit gleichbleibender Qualität zu erhalten werden bis Herbst 2008 Richtlinien erarbeitet. Bei Versuchsprojekten werden im Zuge der Produktion laufend Probezylinder gefertigt und spezifischen Prüfungen unterzogen. Während der Produktion selbst wird das Produkt zusätzlich vom Mischmeister ständig einer augenscheinlichen Kontrolle unterzogen um etwaige Änderungen sofort vornehmen zu können. Zusätzlich erfolgt eine stichprobenartige externe Qualitätskontrolle. Letzter entscheidender Punkt um Fehlern vorzubeugen ist die richtige Verarbeitung des Produktes „Mixolith“ am Einsatzort. Um diese zu gewährleisten bekommen die Bauherren eine genaue Arbeitsanweisung von einem erfahrenen Mitarbeiter oder der Einbau erfolgt - wenn gewünscht - durch die Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH.

3.4 Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionfähigkeit und Lernfähigkeit

Durch das Produkt „Mixolith-Beton“ sind keine großen Veränderungen zu erwarten. An den derzeit bestehenden Anlagen sind keine Adaptierungen notwendig. Auch die für den Einbau benötigten Geräte bleiben gleich. Einzig die Einbauweise des Produktes kann bei einzelnen Einsatzgebieten minimal von den herkömmlichen Methoden abweichen. Auf Grund der Bereitstellung von geschulten Mitarbeitern und genauen Arbeitsanweisungen führt dies jedoch zu keinerlei Problemen.

3.5 Prinzip der Rezyklierungsfähigkeit

Die im „Mixolith-Beton“ verwendeten Zuschläge sind zur Gänze Recyclingmaterial. Zum einen handelt es sich um rezyklierte Baurestmassen zum anderen um Fräsgut und Gießereisand. Der Zement wird zum Großteil durch Flugasche ersetzt. Diese Vorgehensweise führt zu einer Einsparung der normal benötigten Rohstoffe. Durch den Einsatz von Baurestmassen, Fräsgut und Gießereisand als Produktbestandteil wird das Prinzip der kaskadischen Nutzung erfüllt. Bei den eingesetzten Aschen handelt es sich teilweise um Holzasche aus Biomassekraftwerken. Somit werden für das Produkt „Mixolith“ auch gezielt erneuerbare Ressourcen verwendet. Die restlichen Aschen stammen teilweise aus Müllverbrennungsanlagen und Papierfabriken und erhalten durch ihren Einsatz den Status Abfallende.

3.6 Effizienzprinzip

Die Verminderung des Zementgehaltes und der gezielte Einsatz von Baurestmassen, Fräsgut und Gießereisand führt zu einer Kostenreduktion bei der Produktherstellung. 1 m³ Mixolith wird immer die selbe Menge an Material benötigen. Folglich kann bei der Herstellung von Mixolith keine Materialreduktion durchgeführt werden. Allerdings wird bei Aufträgen nur die vom Kunden tatsächlich geforderte Menge produziert. Durch eine Modernisierung der bestehenden Mischanlagen ergäbe sich zusätzlich noch ein Energieeinsparungspotential. Eine

Reduktion der Mischzeit würde zu einer höheren Effizienz der Mischanlage führen aber gleichzeitig auch zu einer Verschlechterung der Qualität und steht somit nicht zur Debatte.

3.7 Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen

Für das Produkt „Mixolith“ werden verschiedene Flugaschen eingesetzt. Einige dieser Aschen sind Holzaschen aus Biomassekraftwerken und zählen somit zu den erneuerbaren Ressourcen.

3.8 Prinzip der Dienstleistungs- Service- und Nutzenorientierung

Die Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH überdenkt laufend die möglichen Einsatzgebiete von „Mixolith-Beton“. Interessierte haben einerseits die Möglichkeit bei einem Feldversuch anwesend zu sein, andererseits stehen ihnen auch geschulte Mitarbeiter für eventuelle Fragen beratend zur Seite. Gerade die Feldversuche haben sich als bewährtes Mittel bewiesen um den Kunden eine Vorstellung vom Nutzen und den diversen Einsatzmöglichkeiten des Produktes zu geben.

Bei der Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH steht nicht das Produkt im Mittelpunkt, sondern die Kundenbeziehung. Oberstes Ziel ist es, den Kunden mit seinem aktuellen und künftigen Bedarf zu verstehen und bedienen zu können. Dazu finden laufend Mitarbeitergespräche statt um herauszufinden in welchen Bereichen Dienstleistungen noch optimiert werden können. Als Service für die Kunden werden die Baustellen vor Baubeginn von einem kompetenten Mitarbeiter besichtigt und eventuell auftretende Probleme im Vorhinein überdacht.

Der Einbau von „Mixolith-Beton“ kann durch den Kunden selbst, oder durch die Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH erfolgen. Jeder Kunde der den Einbau selbst vornimmt, erhält eine genaue Arbeitsanweisung um die Qualität des Produktes zu gewährleisten. Für etwaige Fragen stehen dem Kunden zusätzlich geschulte Mitarbeiter zur Verfügung, die jederzeit kontaktiert werden können. Ein großes Anliegen der Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH ist es, dass aus zufriedenen Kunden auch loyale Stammkunden werden. Dazu wird laufend an einer kontinuierlichen Verbesserung gearbeitet um auch weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben.

3.9 Einbeziehung der Zielgruppen und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt

Für die richtige Umsetzung der Ergebnisse sind in erster Linie nach Abschluss der vollständigen Produktentwicklung die Mitarbeiter der Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke relevant. Alle Mitarbeiter wurden von Anfang an in das Projekt miteinbezogen. Die Mitarbeiter verfügen über jahrelange Erfahrung in der Baubranche und so wurden sie gezielt zu etwaigen Problemen befragt. Der wichtigste Punkt in der Produktherstellung ist der exakte Mischvorgang. Aus diesem Grund wurden schon kurz nach Projektbeginn Probemischungen im Werk Lassing hergestellt. Dadurch wurde dem Mischmeister die Gelegenheit geboten sich mit dem Produkt bekannt zu machen und eventuell auftretende Probleme bereits im Vorfeld zu erkennen bzw. diesen vorzubeugen. Im Rahmen von Feldversuchen wurden Schulungen abgehalten und die richtige Anwendung von „Mixolith-Beton“ geübt. Zusätzlich erfolgte nach

den jeweiligen Feldversuchen eine abschließende Nachbesprechung bei der die aufgetretenen Fehler besprochen, und Lösungsansätze erarbeitet wurden.

3.10 Beschreibung der Umsetzungs-Potentiale (Marktpotential, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotential) für die Projektergebnisse

Das Produkt „Mixolith-Beton“ konnte bereits bei verschiedenen Feldversuchen seine Vorteile unter Beweis stellen. Mit diesem Baustoff wird dem Kunden eine kostengünstige Methode für bisher teure Bauvorhaben geboten. Zusätzlich ergibt sich bei einigen geplanten Einsatzgebieten, im Gegensatz zu den üblicherweise verwendeten Wasserbausteinen, durch Bepflanzung die Möglichkeit der Landschaftsrekultivierung. Das Marktpotential wird auf Grund der in den vergangenen Jahren stetig steigenden Bautätigkeiten als sehr hoch betrachtet. Durch Feldversuche erweckte „Mixolith-Beton“ im regionalen Raum das Interesse einiger Bauträger. Mundpropaganda steigerte zusätzlich den Bekanntheitsgrad unseres visionären „Produktes“. Im Rahmen des geplanten Pilotversuches wird der breiten Öffentlichkeit der Zugang zu „Mixolith-Beton“ geboten werden. Derzeit schätzt man, dass nach erfolgreicher Produktzertifizierung eine Absatzmengen von 10.000 – 15.000 m³ „Mixolith-Beton“ realisierbar ist. In den Folgejahren wird mit einer Steigerung der Absatzmenge zwischen 10 % und 15 % gerechnet. Ein Marktanteil von 70 % in der Region und längerfristig Österreichweit von 50 % wird angestrebt.

3.11 Potential für Demonstrationsvorhaben (Chancen/Schwierigkeiten/Risiken bei der Realisierung/Umsetzung in Richtung Demonstrationsprojekt?)

Im Sommer 2008 ist seitens der Firma Paltentaler ein Demonstrationsprojekt geplant. Dabei erfolgt die Verbauung von ca. 6300 m³ „Mixolith-Beton“. Von den dafür eingesetzten Mischungen sollen Probekörper produziert, und zusätzlich Bohrkerne aus dem Bauwerk entnommen werden. Sowohl die Probekörper als auch die Bohrkerne müssen anschließend diverse Prüfstationen durchlaufen. Diese Ergebnisse dienen als Grundlage für die geplante Produktzertifizierung. Schwierigkeiten gab es zuerst betreffend des für das Bauvorhaben ausgewählten Grundstücks. Um eventuell auftretenden Problemen vorzubeugen wurde jedoch schon zu Projektanfang ein Alternativgrundstück ausgewählt. Auf Grund der bisher positiven Erfahrungen mit dem Baustoff „Mixolith“ wird mit keinen Schwierigkeiten bei der Errichtung gerechnet.

4. Ausblick/Empfehlungen

Von jedem Feldversuch werden auch in Zukunft stets Probezylinder gefertigt bzw. Bohrkern gewonnen und anschließend Prüfungen unterzogen werden. Zusätzlich erfolgen gezielte Mischversuche in der Mischanlage der Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke bis einschließlich Juli 2008. Grundlage für diese Mischungen sind die bereits gewonnenen Daten aus den bisherigen Versuchen. Etwaige Änderungen der Mischrezepte sind derzeit noch nicht ausgeschlossen. Ende August 2008 müssen alle relevanten Prüfungen abgeschlossen und die Daten bereits ausgewertet sein. Ab diesem Zeitpunkt sollen in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Institut für Baustoffprüfung Vorschläge zur Qualitätssicherung erstellt, sowie ein technisches Regelwerk erarbeitet werden. Bei Projektende im November 2008 sollte dieses Regelwerk vorliegen und die Zertifizierung des Baustoffes Mixolith abgeschlossen sein.



Abb. 5 Mischanlage Werk Lassing

Im Laufe des Projektes konnte das Projektteam eine große Menge von Versuchen durchführen und daraus wichtige Erkenntnisse über das Bindeverhalten der latent hydraulischen Flugasche gewinnen. Durch eine mehrmalig notwendige Adaptierung der Mischrezepte konnte bei einigen Aschen eine deutliche Festigkeitssteigerung erzielt werden. Während den Versuchsdurchführungen wurde auch festgestellt, dass sich die jeweiligen Aschen mit unterschiedlichem Lieferdatum mitunter anders als gewohnt verhalten. Darum wird wahrscheinlich eine wöchentliche Eingangskontrolle im Werk Lassing unumgänglich werden.

Die Ergebnisse des Projektes sind nicht nur für die Firma Paltentaler Splitt & Marmorwerke relevant, sondern auch für ihre Kunden. Dabei handelt es sich um zwei verschiedene Kundengruppen – Bauherren und Ascheliieferanten. Für die Ascheliieferanten stellt diese Möglichkeit der Ascheverwertung eine preisgünstige und deponieschonende Alternative dar. Die Bauherren wiederum haben ebenso einen Preisvorteil gegenüber herkömmlich verwendeten Materialien. Zusätzlich kann durch die Verwendung von „Mixolith-Beton“ bei gewissen Einsatzgebieten der Einsatz von Wasserbausteinen vermindert und das ursprüngliche Landschaftsbild beinahe zur Gänze wieder hergestellt werden.

5. Literaturverzeichnis

[1] <http://www.zement.at/page.asp?c=116>, (Abgerufen, 13.05.2008; 07:41 Uhr)

[2] <http://www.wien.gv.at/umweltschutz/pool/pdf/bewend-1.pdf> (Abgerufen, 13.05.2008; 08:00 Uhr)

[3]

http://www.statistik.at/web_de/static/jahresvergleich_des_guetereinsatzes_2006_und_2005_nach_oenace-gruppen_029446.pdf (Abgerufen, 16.05.2008; 10:26 Uhr)

Entwicklung des ökoeffizienten Alternativbaustoffes „Mixolith“ unter Verwendung von Reststoffen biogenen Ursprungs als Bindemittel

Name der Vortragenden: Tina Jaksch

Vernetzungsworkshop Fabrik der Zukunft, 27. Oktober 2008

Ausgangssituation

- ☒ Bautechnische Maßnahmen im Bergbauggebiet Lassing
- ☒ RED – Recycling-, Entsorgungs-, und Deponie GesmbH
- ☒ FFF Projekte Nr. 801004 und 802950
- ☒ „Herstellung von hochwertigen Baustoffen aus Baurestmassen“



Ziele

NACHHALTIGwirtschaften

- ☒ Untersuchung der großtechnische Anwendung
- ☒ Ausnutzung der latent hydraulischen Eigenschaften
- ☒ Schonung von Ressourcen
- ☒ Beitrag zum Umweltschutz



Vorgehensweise

NACHHALTIGwirtschaften

- ☒ Beginn der Arbeiten: September 2006
- ☒ Repräsentative Beprobung 12 verschiedener Aschen
- ☒ Chemische Analysen
- ☒ Augenscheinliche Beurteilung
- ☒ Einaxiale Druckfestigkeitsprüfung
- ☒ Röntgendiffraktometeraufnahmen
- ☒ Versuche im großindustriellen Maßstab
- ☒ Feldversuche



(erwartete) Ergebnisse

NACHHALTIGwirtschaften

- Umweltverträglichkeit
- Druckfestigkeit > 8N/mm²
- Mischrezepte
- Produktzertifizierung, Beweis Abfallende
- Sicherungsbauwerk im Hochwasserschutz
- Böschungs- und Hangsicherung
- Deponiebasisabdichtung
- Sauberkeits- und Tragschicht im Straßenbau



bm



FABRIK
der Zukunft

Projektbeteiligte

NACHHALTIGwirtschaften

ProjektleiterIn: DI Meinhard Lesjak – finanziell
Tina Jaksch - technisch

ProjektpartnerInnen: ARP Ges.m.b.H Leoben

Kontakt: GF Wolfgang Berger
Paltentaler Splitt & Marmorwerke GmbH
Werksgasse 281
8786 Rottenmann
www.paltentaler-kies.at

bm



FABRIK
der Zukunft