

Weiterentwicklung der Revitalisierungstechnologie Revitec[®] für degradierte Böden

Abschlussbericht FV 172

Berichtszeitraum: 10.06.2005 bis 09.12.2006

Koordination: Prof. (apl.) Dr. Hartmut Koehler

Leitung: Prof. Dr. W. Warrelmann

Bremen, April 2007

Die Förderung erfolgte durch das Land Bremen aus dem Ökologie-Fonds /
Förderprogramm Angewandte Umweltforschung

Inhaltsverzeichnis

1	Formale Angaben zum Projekt FV 172.....	5
2	Projektzusammenfassung	6
2.1	Motivation.....	6
2.2	ReviTec®	6
2.3	Projekt Revitalisierung.....	6
2.4	Wissenschaftlich-technische Ergebnisse.....	7
2.5	Öffentlichkeitsarbeit, Vermarktung	7
3	Angaben zur Durchführung des Projektes.....	9
3.1	Eingesetzte Fördermittel	9
3.2	Verlauf der Projektarbeiten.....	9
3.2.1	Projektdaten	9
3.2.2	Koordination.....	10
3.2.3	Flächenanlage, Logistik.....	10
3.2.4	Einschätzung.....	10
3.2.5	Methoden.....	11
3.3	Arbeitsplatzeffekte	12
3.4	Gender Projekt	12
3.5	Feed back zur administrativen Abwicklung der Förderung.....	12
3.6	Veröffentlichung (nach § 74 BremHG)	12
4	Inhaltliche Angaben zum Projekt	13
4.1	Projektziele – Fragestellungen	13
4.1.1	Hintergrund.....	13
4.1.2	Wissenschaftlich-technische Ziele und Fragestellungen	14
4.2	Anlage der Forschungs- und Demonstrationsfläche, Versuchsdesign	15
4.3	Ergebnisse	16
4.3.1	Klima, Mikroklima (Temperatur).....	16
4.3.2	Kennwerte der Substrate.....	17
4.3.3	Bodenfauna.....	20
4.3.4	Vegetation	23
4.4	Nachweis der Funktionalität von ReviTec®	27
4.5	Analyse von Genderaspekten bei der Umsetzung von ReviTec®	28

4.6	Abgleich zwischen dem bei Antragstellung intendierten Projektziel und dem tatsächlichen Ergebnis.....	28
4.7	Bewertung der Umwelteffekte.....	28
4.8	Wissenschaftlicher Stellenwert des geförderten Projektes	29
5	Perspektivische Bewertung des Projektes	30
6	Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen.....	30

1 Formale Angaben zum Projekt FV 172

Titel:

Weiterentwicklung der Revitalisierungstechnologie Revitec® für degradierte Böden

Kurztitel: Projekt Revitalisierung

Projektverantwortliche:

Projektleitung: Prof. Dr. W. Warrelmann

Durchführung: Prof. (apl.) Dr. Hartmut Koehler

Kooperationspartner aus der Wirtschaft:

KeKo - Kesel, Koehler und Partner, Bremen

KNO Kompostierung Nord GmbH Bremen

BÖL Bodenökologisches Labor Bremen GmbH

China Dialog Bremen

Unterauftragnehmer:

Gartenbetrieb Schauss, 28207 Bremen

Druckerei J. Langenbruch, 28865 Lilienthal

Von folgenden Firmen konnten Sachbeihilfen eingeworben werden:

F.-O. Lürssen Baumschulen GmbH & Co. KG, 27616 Beverstedt; Hermann Meyer KG, 25454

Rellingen; INOQ GmbH, 29465 Schnega; Stockhausen GmbH, 47805 Krefeld; Bremer

Entsorgungsbetriebe

Laufzeit:

10.06.2005 bis 09.12.2006

Kosten:

Gesamtvolumen: 126.205,04 €

Förderbetrag: 88.399,00 €

Eigenanteil: 37.806,04 €

Die Förderung erfolgte durch das Land Bremen aus dem Ökologie-Fonds / Förderprogramm Angewandte Umweltforschung (FV 172).

Ergänzung:

Das Projekt Revitalisierung wurde ergänzt durch das Projekt: Analyse von Gender Aspekten beim Einsatz und Transfer der ökologischen Renaturierungstechnologie ReviTec®; Werkvertrag; die Förderung erfolgte durch das Land Bremen aus dem Ökologiefonds / Förderprogramm angewandte Umweltforschung (Gender Fonds, FZ 002), Laufzeit 15.10.2005-14.01.2006 (s. Abschlussbericht vom 12. Februar 2006).

2 Projektzusammenfassung

2.1 Motivation

Veränderungen der Atmosphäre, Verlust der Artenvielfalt und Degradation fruchtbarer Böden bedrohen die Lebensgrundlagen einer wachsenden Weltbevölkerung. Jährlich gehen derzeit durch Bodenerosion 24 Milliarden Tonnen Mutterboden und rund 41.000 km² landwirtschaftliche Anbaufläche verloren; dies entspricht der Gesamtfläche der Schweiz.

Die Zerstörung der Böden fand bislang eine vergleichsweise geringe Beachtung. Dabei sind nach Angaben der Vereinten Nationen (UNEP) allein in den Trockengebieten der Erde, die 40 % der Landoberfläche ausmachen, 70 % der Fläche von der Ausbreitung der Wüsten bedroht (Desertifikation). Die Lebensgrundlage von mehr als einer Milliarde Menschen ist gefährdet.

Die gewaltigen negativen ökonomischen und politischen Auswirkungen dieser Umweltveränderungen sind global, betreffen aber auch zunehmend Europa und Deutschland (vgl. IPCC4). So verabschiedete der deutsche Bundestag im Dezember 2004 den Antrag „Wüstenbildung wirksam bekämpfen - Armut überwinden, Ernährung sichern, Konflikte verhindern“.

Der Boom der Nachwachsenden Rohstoffe stellt eine weitere Herausforderung für Bodenschutz und Bodenrenaturierung dar, denn die zu erwartende intensive Nutzung lässt Raubbau an den natürlichen Bodenressourcen befürchten. Managementmaßnahmen zur nachhaltigen Nutzung der „ecosystem services“ des Bodens - wie Bodenfruchtbarkeit, biogener Erosionsschutz, Wasserfiltration und Speicherung, Karbonsequestrierung - sind zu entwickeln und umzusetzen. Dies steht im Einklang mit den völkerrechtlichen Verpflichtungen, die Deutschland mit der Unterzeichnung der Umweltkonventionen (Rio 1992) zu Biodiversität, Klima und Boden (Desertifikation) eingegangen ist.

2.2 ReviTec[®] ¹

Der von Bremer Umweltforschern entwickelte ReviTec[®] -Ansatz ist ein Beitrag zur Bewältigung der globalen Bedrohung durch Bodendegradation und Desertifikation. Die Idee ist einfach, modular und innovativ. Aus für Pflanzenwachstum ungeeignetem Substrat wird mit Kompost, Bodenzuschlagstoffen (z.B. mineralischen, organischen und synthetischen Wasserabsorbentien) und Bioaktivierung (Zusatz von Standort-typischen Pflanzensamen und Bodenorganismen) eine belebte Erde geschaffen. Säcke aus abbaubaren Fasern (z.B. Jute) verhindern Erosion, Bodenzuschlagstoffe und Organismen stabilisieren den Nährstoff und Wasserhaushalt. Mit ReviTec[®] wird die natürliche Sukzession initiiert und beschleunigt. Darüber hinaus erlaubt das modulare Konzept die Konstruktion wirksamer Wassersammler.

2.3 Projekt Revitalisierung

Die Projektförderung ermöglichte mit Unterstützung der Universität Bremen die Einrichtung einer **Demonstrations-, Forschungs- und Lehrfläche** auf dem Universitätsgelände. Hier kann die

¹ ReviTec[®] ist eingetragene Dienstleistungsmarke von KeKo – Kesel, Koehler & Partner – Biologen, Bremen

ReviTec[®]-Technologie weiter erforscht und potenziellen Anwendern, Kooperationspartnern und der Öffentlichkeit demonstriert und erläutert werden.

Auf Sand und Bauschuttuntergrund werden Boden- und Wasserschutzmaßnahmen demonstriert, die von *best practices* aus Afrika und China abgeleitet sind: ReviTec[®]-Inseln, Halbmonde, Wälle, Schachbrett, Pflanzgruben. Diese Objekte werden aus ReviTec[®]-Säcken zusammengestellt. Sie sind mit zehn unterschiedlichen Substratmischungen gefüllt, die auf dem Gelände von KNO hergestellt wurden und als wesentliche Grundmaterialien ein Sandgemisch und KNO-Kompost enthalten.

Die Erfolgskontrolle und das Monitoring erfolgt mit den Methoden der Bodenkunde, der Bodenökologie und der Vegetationskunde. Eine wissenschaftliche Auswertung wird durch mindestens 5-fache Replikation ermöglicht. Die Dokumentation des hochkomplexen Versuchs- und Demonstrationsansatzes ist wesentlicher Bestandteil des Projektes.

2.4 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Mit der Projektförderung konnte lediglich die Initialphase wissenschaftlich begleitet werden. Mit der Einrichtung der Projektfläche und der Anlage einer Datenbank zum Ausgangszustand wurde jedoch die einmalige Gelegenheit geschaffen, die langsamen ökologischen Prozesse längerfristig zu beobachten. Hierzu muss eine Finanzierung gefunden werden. Denn nicht nur aus wissenschaftlicher Sicht, sondern auch von Seiten der Industrie besteht daran größtes Interesse.

- Die Säcke bewirken einen effizienten **Erosionsschutz**. Durch den Abbau des unterseitigen Gewebes wird rasch eine Verbindung von Substrat und Untergrund hergestellt.
- **Wasserspeichernde** Zuschlagstoffe werden in ihrer Funktionalität bestätigt. Hydrogel wird innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht in den Bodenkörper integriert, sondern degradiert.
- Das Vegetationswachstum wird durch die **Vollvariante** mit mehreren Zusätzen am meisten gefördert. Kompost allein unterstützt die Anfangsentwicklung nur suboptimal. **Bioaktivierung** hat einen positiven Einfluss.
- Der Zusatz von Mucksel führt zu einer **N-Sperre**. Sie muss durch Düngung ausgeglichen werden.
- Die Säcke bewirken ein Kleinklima, das die Entwicklung von **Bodentieren** und somit die Bodenbildung fördert. Die anfänglich dominierende Kompostfauna wird rasch durch eine **Sukzessionsfauna** ersetzt.
- Schon in der ersten Vegetationsperiode breiten sich Pflanzen von den Inseln aus. **Wassersammelnde** Effekte der Objekte werden deutlich.
- Auf Grund eines leicht feuchteren Mikroklimas ist die Vegetationsentwicklung auf **Bauschuttuntergrund** deutlich besser als auf Sand.

2.5 Öffentlichkeitsarbeit, Vermarktung

Das Projekt wurde bislang in über 50 Aktivitäten (Vorträge, Presseartikel, Rundfunk- und Fernsehinterviews, Anhang B) sowie auf Ausstellungen und Messen erfolgreich der bremer, nationalen und internationalen Öffentlichkeit vorgestellt. Die Lage an der Wiener Strasse mit zwei am Zaun angebrachten Bannern sowie einem Hinweis auf „Deutschland Land der Ideen, Ausgewählter Ort 2007“ weckt das Interesse der Bremer Öffentlichkeit an der Problematik und an

dem Vorhaben. Die Homepage des Projektes ist gut besucht (<http://www.uft.uni-bremen.de/Revitalisierung/profil.html>). Eine Informations- und Dokumentationsbroschüre in deutscher, englischer und chinesischer Übersetzung trägt dazu bei, die Technologie international bekannt zu machen.

Mit folgenden Institutionen werden Gespräche in Bezug auf Vermarktung, Anwendung und Anpassung von ReviTec® an regionale Gegebenheiten bzw. Produkte geführt:

- Uni-Transferstelle, BIG: Firmengründung
- Borda, Bremen: Einbindung von ReviTec® in Kreislaufkonzepte
- Geohumus international, Frankfurt: Verwendung von Geohumus, Forschungskooperation zur Entwicklung von Bodenzuschlagstoffen
- Iberoserv Düsseldorf: Einsatz bei der Aufforstung und Degradationsbekämpfung in der Estremadura, Spanien
- Coir Board, Kerala, Indien: Verwendung von Kokosprodukten bei der Entwicklung von Bodenzuschlagstoffen, Einsatz in Indien
- CCC China Consulting & Cooperation Centre, Berlin: Einsatz von ReviTec® bei der Degradationsbekämpfung in China
- TaurusLtd., Lüderitz Namibia/Singen: Verwendung von Kelp-Produkten
- Hochschule Emden (Produktentwicklung unter Verwendung von Chitosan)
- MST Twistring, Geotextil-Herstellung

Eine konkrete Projektförderung konnte bislang noch nicht abgeschlossen werden.

3 Angaben zur Durchführung des Projektes

3.1 Eingesetzte Fördermittel

Die Fördermittel wurden überwiegend wie in Anlage 3 des Projektantrages vorgesehen verwendet.

3.2 Verlauf der Projektarbeiten

3.2.1 Projektdaten

Die Laufzeit des Projektes betrug 18 Monate. Es wurde am 10.6.2005 Kosten neutral begonnen (bis 31.7.2005) und endete am 9.12.2006 (Abb.1).

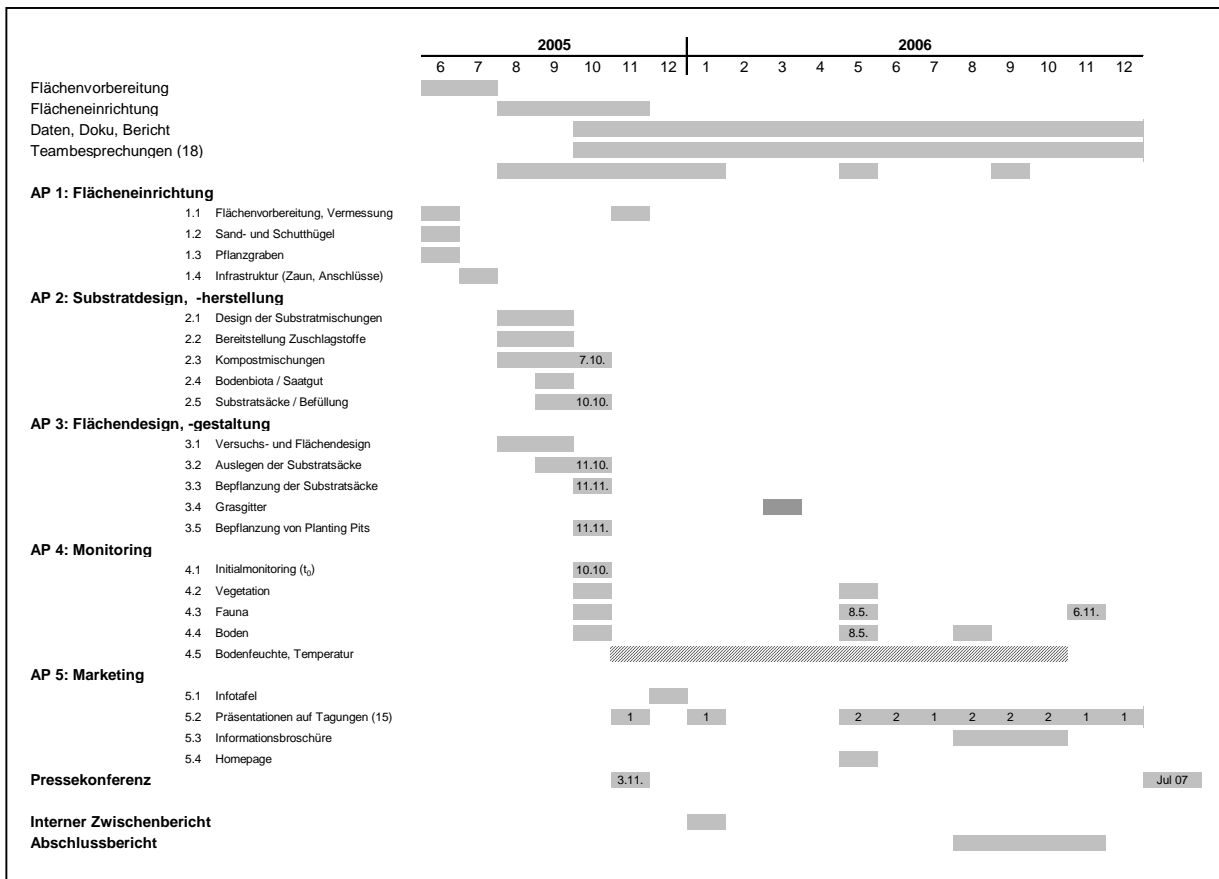


Abb. 1: Projektablauf

Die erste Phase wurde von der Universität Bremen unterstützt. Sie diente der Flächenakquisition - die durch den persönlichen Einsatz von Prof. Heyser möglich wurde - der groben Planung sowie der Einrichtung der Fläche: Planierung, Aufbringen der Sand- und Schuttuntergründe, Zäunung. Hierauf erfolgten mit Beginn der finanzierten Phase des Projektes am 1.8.2005 unter Beteiligung des gesamten Konsortiums die Detailplanung und die Einrichtung der Fläche. Mit Oktober 2006 begannen das Messprogramm und die Öffentlichkeitsarbeit. Ein erster interner Bericht wurde

Anfang 2006 erstellt, die Abschlussauswertungen ab Herbst 2006, der Druck der Broschüre Anfang 2007.

3.2.2 Koordination

Die Koordination des ambitionierten Demonstrations- und Forschungsprogramms erforderte einen intensiven Austausch zwischen allen Projektpartnern. Dieser war nicht über Internet zu gewährleisten. Es wurden 18 eingeladene und protokollierte Sitzungen abgehalten (s. Anhang C).

3.2.3 Flächenanlage, Logistik

Die Mischung von 10 Substraten und das Befüllen von ca. 500 Kaffeesäcke à 30L erforderte eine detaillierte Planung und logistische Strategie. Dies gilt auch für das Ausbringen der Säcke. Die Arbeiten wurden maßstabsgerecht mit großtechnischem Gerät der Kompostindustrie (KNO) durchgeführt. Die Zusammenarbeit mit KNO war hervorragend.

3.2.4 Einschätzung

Mit dem Vorhaben werden die Grundlagen für längerfristige Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsaufgaben über mindestens 5 bis 10 Jahre gelegt (mit Hilfe weiterer über Drittmittel finanzierter Forschungsprojekte). Daher sind erhebliche Anstrengungen zur Dokumentation der Flächeneinrichtung, Ausgangssituation und Initialphase unternommen worden, auf die spätere Arbeiten zurückgreifen können.

Die längerfristige Beobachtungsmöglichkeit erweist sich auch in Hinblick auf Interessen der Industrie als außerordentlicher Schatz, denn meist stehen nur Kurzzeitbefunde zur Verfügung, die zu irreführenden Einschätzungen führen können. Denn der Erfolg einer Rekultivierungs- oder Aufforstungs-Maßnahme wird nicht nach einer Vegetationsperiode deutlich, sondern erst nach etlichen Jahren. Daher ist ein Erhalt der Fläche und die Fortführung des Monitorings für die Zukunft von größtem Interesse für Wissenschaft und Anwendung. Längerfristige Studien und Management-Maßnahmen (Störungsregimes) können auf die Erkenntnisse aus der 1980 begonnenen Sukzessionsstudie „Siedenburg“ (Koehler & Müller 2002, 2003) aufbauen und können in das internationale LTER-Netzwerk eingebunden werden.²

Die Pilotstudie MedOak auf Mallorca (Standort Bendinat, Gemeinde Calvià) lieferte vielversprechende Ergebnisse zum Einsatz der ReviTec[®]-Technologie bei der Wiederherstellung

² Koehler, H. & Müller, J. 2002. Management strategies based on a 20 years' study of secondary succession. Verh. Ges. Ökol. 32, 340.

Koehler, H. & J. Müller, 2003: Entwicklung der Biodiversität während einer 20 jährigen Sukzession als Grundlage für Managementmaßnahmen (BMBF), viii + 241 pp, Anhang. Die nationalen und internationalen Aktivitäten zur Long-Term Ecological Research, LTER, werden u.a. von BMBF und DFG unterstützt. Sie werden vom UFT [Koehler] aktiv mitgestaltet. www.lter-d.net

eines Standort typischen Steineichen-Ökosystems (Koehler et al. 2004³). Mit dem Vorhaben werden die in der MedOak-Studie gewonnenen fallspezifischen Befunde auf eine fundiertere Grundlage gestellt. Die Forschungsfläche in Bremen bietet darüber hinaus erstmals die Möglichkeit, vielfältige Varianten der ReviTec[®]-Technologie vergleichen zu können und Einflussfaktoren systematisch zu untersuchen.

Das interdisziplinäre Projektteam ermöglicht einen ökosystemar ausgerichteten Ansatz in Kooperation mit ortsansässiger Industrie:

- UFT, Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie, Universität Bremen
- BÖL, Bodenökologisches Labor Bremen GmbH
- KeKo - Kesel, Koehler und Partner, Biologen, Bremen
- KNO, Kompostierung Nord GmbH, Bremen
- China Dialog, Bremen.

Durch die Vereinbarung einer intensiven Koordinationsphase in den ersten Monaten konnte das Interesse und Engagement aller Beteiligten weit über das Normale hinaus entwickelt werden.

3.2.5 Methoden

Vandalismus

Bislang wurde weder am Zaun, an der Fläche oder an den beiden Bannern Vandalismus festgestellt.

GPS-Vermessung

Für eine Vermessung mit GPS konnten Mitarbeiter der AG Prof. Venzke (UFT) gewonnen werden (Carsten Borowy, Dr. Steffen Schwantz). Selbst mit hochauflösendem Gerät konnte keine befriedigende georeferenzierte Abbildung der kleinskalierten Gegebenheiten auf der Fläche erarbeitet werden.

Klima, Mikroklima

Repräsentative Klimadaten vom Uni-Gelände wurden von der AG Prof. Venzke (UFT, Dr. Steffen Schwantz) zur Verfügung gestellt. Mikroklimamessungen in und neben den Säcke wurden mit Data-Loggern durchgeführt. Die Methode erwies sich als weitgehend zuverlässig. Einige Geräte wurden von Elstern gestohlen.

Boden

Die Bodenanalytik erfolgte nach Standardmethoden durch BÖL Bodenökologisches Labor Bremen. Aauf Grund der destruktiven Entnahme ist die Beprobungshäufigkeit begrenzt.

Vegetation

Die Erfassung der Vegetationsentwicklung nach Standardmethoden (Quadratrahmen) konnte erst nach Kombination von Schätzung des Deckungsgrades und Wüchsigkeit die beobachtete

³ Koehler,H., Kesel, R., Heyser,W. 2004: Field experiments to accelerate succession and to improve *Quercus ilex* establishment with a renaturation technique (ReviTec[®]), MEDECOS 2004, Millpress, 13 pp.

Entwicklung befriedigend darstellen. Fotografische Aufzeichnung wäre zu prüfen, ist aber aufwändig, insbesondere was die Archivierung und Bearbeitung der Bilder von ca. 500 Säcken bzw. Kontrollplots betrifft.

Bodenfauna

Die Erfassung der Bodenkleinarthropoden durch mit kleiner Schaufel entnommene Mischproben erwies sich als problemlos. Wie bei der Bodenanalytik ist auf Grund der destruktiven Entnahme die Beprobungshäufigkeit begrenzt.

Dokumentation

Die Dokumentation der Entwicklung der Fläche erfolgte fotografisch von 6 festgelegten Standorten (s. Fotogalerie unter <http://www.uft.uni-bremen.de/Revitalisierung/profil.html>, "Projektinfo, Fotoalbum"). Die erhobenen Daten wurden vom Koordinator in einer umfassenden Datenbank zusammengestellt. Damit wird eine Fortsetzung der Forschungen mit Hilfe einzuwerbender Mittel ermöglicht.

3.3 Arbeitsplatzeffekte

Sowohl an der Universität als auch bei den Kooperationspartnern konnten über die Förderung vorübergehend Arbeitsplätze gesichert, bzw. studentischen Hilfskräften die Finanzierung ihres Studiums ermöglicht werden.

Universität: 1 WiMi BAT 1b, 2 Monate, BAT 1b/2, 14 Monate; Stud. Hilfskräfte, 250 Stunden; Partner: KeKo 280 Stunden, BÖL 175 Stunden, China Dialog 60 Stunden.

3.4 Gender Projekt

In einem Gender Projekt wurde die Umsetzung von ReviTec® bei Betroffenen in Namibia untersucht (Ökologiefonds / Förderprogramm angewandte Umweltforschung (Gender Fonds FZ 002), Laufzeit 15.10.2005-14.01.2006). Die Studie wurde von der Kulturwissenschaftlerin Karin Fischer (Lüneburg) und der Diplombiologin Katja Radke (Hentjesbai, Namibia / Bremen) erstellt. Der Bericht wurde im Feb. 2006 übergeben.

3.5 Feed back zur administrativen Abwicklung der Förderung

Der Kontakt zur administrativen Abwicklung der Förderung war immer sehr gut und konstruktiv.

3.6 Veröffentlichung (nach § 74 BremHG)

Der Projektbericht wird auf entsprechende Anforderung hin dem Dezernat 1 (Universität) übersendet.

4 Inhaltliche Angaben zum Projekt

4.1 Projektziele – Fragestellungen

4.1.1 Hintergrund

Bodendegradation ist neben den Veränderungen der Atmosphäre und dem Verlust der Artenvielfalt die größte Bedrohung der Lebensgrundlagen einer wachsenden Weltbevölkerung. Jährlich gehen derzeit durch Bodenerosion 24 Milliarden Tonnen Mutterboden und rund 41.000 km² landwirtschaftliche Anbaufläche verloren; dies entspricht der Gesamtfläche der Schweiz.

Die Zerstörung der Böden fand bislang eine vergleichsweise geringe Beachtung. Dabei ist weltweit seit 1950 auf kultivierten Flächen eine Produktionsminderung von 13 % festzustellen. Die wirtschaftlichen Verluste betragen jährlich 42 Milliarden US-Dollar. In China ist ein Drittel des Landes von Bodendegradation betroffen. Allein hier betragen die wirtschaftlichen Verluste 2 bis 3 Milliarden US-Dollar jährlich. Doch auch in Europa nehmen Bodendegradation und Desertifikation Besorgnis erregend zu.

Derzeitige Prognosen sind alarmierend (IPCC4): Dürren und Überschwemmungen würden mehr als 200 Millionen Menschen zu Umweltmigranten machen, die Aufnahme in fremden Ländern suchen. Der Rückgang der Arten wird die Ökosysteme destabilisieren.

Die ökonomischen Auswirkungen dieser globalen Umweltveränderungen sind gewaltig. Der ehemalige Chefökonom der Weltbank, Nicholas Stern, rechnet in seinem Gutachten vom Oktober 2006 mit wirtschaftlichen Verlusten von 4 - 5 Billionen US \$. Diese Schäden könnten durch die konsequente Entwicklung und Umsetzung der Rio-Konventionen zu Biodiversität (UNCBD), Klima (UNFCCC) und Wüstenausbreitung (UNCCD) erheblich gemindert werden.

Um das zu erreichen, sind vielschichtige, gesamtgesellschaftliche Anstrengungen gefordert. So verabschiedete der deutsche Bundestag im Dezember 2004 den Antrag „Wüstenbildung wirksam bekämpfen - Armut überwinden, Ernährung sichern, Konflikte verhindern“: Das durch Klimaänderung und Desertifikation veränderte globale Konfliktrisiko wird mittlerweile auf höchster UN-Ebene verhandelt.

Neben der Ursachenforschung der an Bodendegradation und Desertifikation beteiligten Prozesse sowie der Identifikation von Indikatoren ist die Entwicklung nachhaltiger Renaturierungstechnologien von großer Bedeutung, um Degradation rückgängig zu machen und die ökosystemaren Funktionen und Dienstleistungen des Bodens (ecosystem services) wiederherzustellen und zu sichern. In diesem Zusammenhang steht die Entwicklung der modularen Technologie ReviTec[®] zur Wiederbelebung (Revitalisierung) degradierter Flächen, dessen Weiterentwicklung zur Marktreife mit dem Projekt ermöglicht wurde.

Der ReviTec[®] -Ansatz ist einfach, modular und innovativ. Aus für Pflanzenwachstum ungeeignetem Substrat wird mit Kompost, Bodenzuschlagstoffen (z.B. mineralischen, organischen und synthetischen Wasserabsorbentien) und Bioaktivierung (Zusatz von Standort-typischen Pflanzensamen und Bodenorganismen) eine belebte Erde geschaffen. Säcke aus abbaubaren Fasern (z.B. Jute) verhindern Erosion, Bodenzuschlagstoffe und Organismen stabilisieren den Nährstoff und

Wasserhaushalt. Mit ReviTec® wird die natürliche Sukzession initiiert und beschleunigt. Darüber hinaus erlaubt das modulare Konzept die Konstruktion wirksamer Wassersammler.

In dem Vorhaben wurde die Technologie auf einer Forschungsfläche unter Praxisbedingungen erprobt und weiterentwickelt. Die spezielle Anlage der Fläche ermöglicht die Realisierung vielfältiger Forschungsansätze auf zwei praxisrelevanten Untergründen (Sand, Schutt). Darüber hinaus können hier Kooperationspartnern und potenziellen Anwendern die Einsatzmöglichkeiten von ReviTec® anschaulich erläutert werden. Mit zwei großen Bannern am Zaun zur Wiener Straße und einem Hinweis auf „Deutschland – Land der Ideen, Ausgewählter Ort 2007“ wird die Bremer Öffentlichkeit über die Degradationsproblematik und das Projekt informiert.

4.1.2 Wissenschaftlich-technische Ziele und Fragestellungen

Zu folgenden wissenschaftlich technischen Ziele wurden im Förderzeitraum Befunde erarbeitet:

1. Nachweis der Funktionalität von ReviTec® in der Initialphase im Hinblick auf
 - den Renaturierungsprozess, die Einleitung von Sukzessionsvorgängen auf degradierten Untergründen und die Entwicklung der Biodiversität;
 - die Sicherung der Flächen durch Erosionsschutz und biogene Stabilisierung;
 - die Sammlung von Oberflächenabfluss und Wasserspeicherung der Substrate.
2. Abschätzung von Einflussfaktoren für eine erfolgreiche Revitalisierung und Flächensicherung (Initialphase):
 - Einfluss von Zuschlagstoffen (Kompost, Kokospräparat, AfriKelp®, Hydrogel);
 - Einfluss der Biota (Vegetation, Mykorrhiza, Bodenfauna);
 - Einfluss des Untergrundes (Sand, Schutt);
3. Optimierung bekannter Technologien zur Revitalisierung und Flächensicherung: Halbmonde (demi lunes), Grasgitter zur Befestigung von Sanddünen, Pflanzlöcher mit Zuschlagstoffen (Planting pits).
4. Analyse von Genderaspekten bei der Umsetzung von ReviTec®.

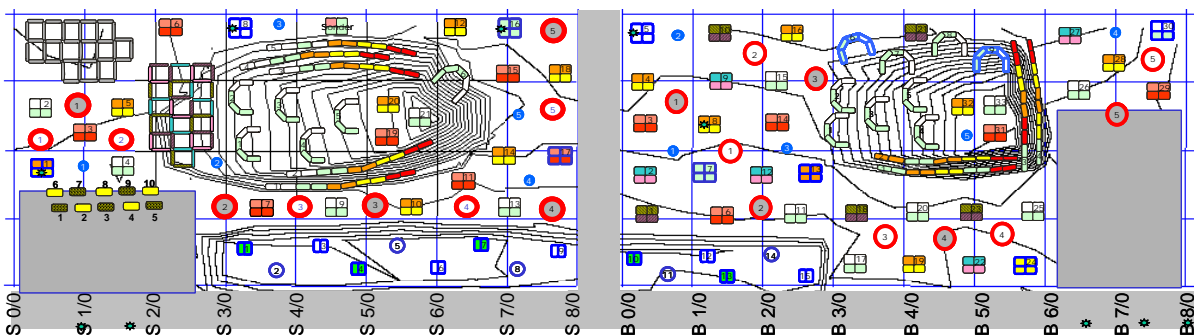


Abb. 2: Flächenplan; der Farbcode entspricht Abb. 3 (Substratmischungen)

4.2 Anlage der Forschungs- und Demonstrationsfläche, Versuchsdesign

Mit maßgeblichem Engagement von Prof. Heyser und mit Unterstützung der Universität konnte an der Wiener Strasse auf dem Gelände der Universität eine Forschungs- und Demonstrationsfläche abgegrenzt werden (ca. 1200 m², Juli 2005; Abb. 2). Es wurde eine Sand- und eine Bauschuttfläche mit je 448 m² angelegt, in deren Zentrum ein ca. 2,5 m hoher Hügel aufgeschüttet wurde. Ein stabiler Zaun umschließt das Areal. Ausgewiesene Wege ermöglichen eine Besichtigung der Fläche.

Hier wird die ReviTec[®] Technologie unter Praxisbedingungen erprobt und weiterentwickelt. Ein komplexes Versuchsdesign zur Demonstration und Erforschung der Funktionalität von Substratmischungen und unterschiedlichen Anordnungen (Objekten) wurde auf zwei praxisrelevanten Untergründen (Sand, Schutt) realisiert.

color code	Varianten Code	ttt code	sand rubble	SCM, bag, gras-/herbseed	cocos material	kelp preparation	hydrogel	mycorrhizal fungi	soil fauna	
	bb	bg								bloßer Boden s, b (Sand, Bauschutt)
	K	c		•						sacklose Kontrolle
	(K-)	(c-)		•						Kontrolle
	(K+)	(c+)		•	•	•	•	•	•	Vollvariante
	CT	ct		•	•					Kokos, Cocaton
	KP	kp		•		•				Kelp-Produkt (AK)
	HY	hy		•			•			Hydrogel
	BZS	dsa		•	•	•	•			unbelebte Bodenzuschlagstoffe
	MY	my		•				•		Mykorrhiza-Pilze
	BF	sf		•					•	Bodenfauna
	BIO	bio		•				•	•	Bioaktivierung (BF+MY)
	HB	hb		•			•	•	•	Hydrogel und Bioaktivierung
	MYC +/-	MYC +/-								Sonderversuch Mykorrhiza

■ *Hippophae rhamnoides*
■ *Rosa multiflora*

Abb. 3: Die Substratvarianten und Kontrollen; SCM: Sand-Kompost-Mucksel Basismaterial (=SKM); die Darstellung ist bewusst zweisprachig gehalten, KP (Kelp-Produkt)=AK (AfriKelp[®]).⁴

Zur Beantwortung der sich aus den Zielen ergebenden Fragen wurden auf dem Gelände von KNO insgesamt 10 Substrate gemischt (15 m³ Material, Mischplan und Substrate s. Anhang 1,2). Das Grundsubstrat wurde aus Sand, Kompost und Wurzelschredder (Mucksel) hergestellt. Zugesezt

⁴ AfriKelp[®] ist ein wasserpeisicherndes Tangprodukt der Firma Taurus Ltd., Lüderitz, Namibia.

wurden allein und in Kombinationen (a) unbelebte Zusatzstoffen zur Verbesserung von Wasserhaltefähigkeit und Nährstoffverhältnissen (Kokaton, aufbereitete Algen [AfriKelp[®]], Hydrogel; Anhang 2,3) und (b) Bodenorganismen zur Bioaktivierung (Mykorrhiza-Pilze, Bodenmesofauna [Berlese-Extrakt] und Regenwürmer) (Abb. 3, Anhang 4). Beim Auslegen wurde eine Saadmischung per Hand in die Säcke oberseitig eingebracht (Anhang 5). Exemplarisch wurden Sträucher und in die Pflanzlöcher Pappeln gesetzt. Alle Handlungsabläufe wurden an Übungsobjekten trainiert.

Die Substrate wurden in 446 Kaffeesäcke verfüllt (30L) bzw. als 10 sacklose Kontrollen auf der Fläche ausgebracht. Die Säcke wurden in 5 Objekten angeordnet, die überwiegend von *best practices* aus Afrika und China abgeleitet sind: ReviTec[®] -Inseln, Halbmonde, Wälle, Schachbrett, Pflanzgruben. Eine mindestens 5-fache Replikation erlaubt eine wissenschaftliche Auswertung.

Der Flächenplan (Abb. 2) dokumentiert Lage und Beschaffenheit jedes einzelnen Sackes. So ist z.B. I_s 12.1 die Bezeichnung für den Sack links oben (Blick westwärts) der Insel Nr. 12 auf der Sandfläche. Eine Excel-Datenbank für jeden einzelnen Sack wurde angelegt. Damit ist eine Basisdokumentation für zukünftige Forschungsarbeiten gelegt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Klima, Mikroklima (Temperatur)⁵

Die Wetterdaten (Temperatur, Niederschläge der Messstation im Sportbereich der Universität) wurde dankenswerterweise von Dr. S. Schwantz (AG Prof. Venzke) zur Verfügung gestellt (Anhang 6). Je zwei Data-Logger überwachten die Temperaturen im Sack und auf der Fläche (Sand: Inseln 2.2, 4.2, Bauschutt: Inseln 11.2, 15.2).

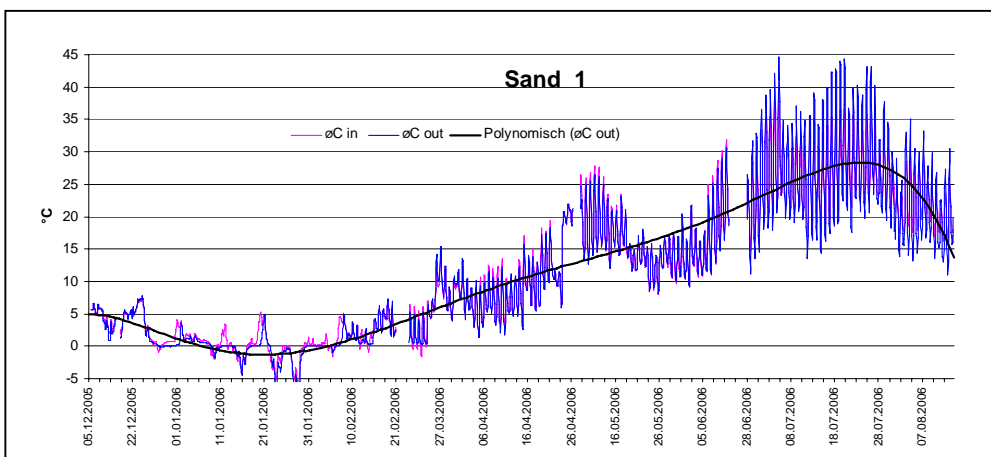


Abb. 4: Temperaturen im Sack (violett) und außerhalb (blau), Sandfläche, I 2.2

Es zeichnet sich ein komplexes Bild ab, durch Unterschiede zwischen den beiden Messstellen auf den jeweiligen Untergründen und durch unterschiedliches Verhalten im Jahresgang auf Sand und

⁵ Datenerhebung: Klima: Dr. Schwantz (AGProf.Venzke, UFT), Mikroklima: BÖL

Bauschutt. Auf Sand-Untergrund ist der Sack im Winterhalbjahr wärmer als die Umgebung, im Sommer kühler (Abb. 4, Anhang 6). Dies wird auf der Bauschuttfläche nicht deutlich, wo die Temperaturen im Sack generell niedriger als außerhalb sind.

Die in Tabelle 1 wiedergegebene grobe Zusammenfassung verdeutlicht die wesentlichen Unterschiede. Die Sandfläche (S) kühlt im Winter stärker aus als die Bauschuttfläche (BS); dies wird auch im Abtauverhalten nach Schneefall höchst augenfällig. Die Minima belegen diesen Sachverhalt. Die Maxima außerhalb der Säcke untermauern die Temperatursummen den Befund, dass die Sandfläche etwas wärmer ist als die Bauschuttfläche. Dies ist in Anbetracht der dunkleren Farbe der Bauschuttoberfläche durchaus erstaunlich. Die Befunde werden durch eine Messkampagne Ende April und einen Tagesgang im Juli untermauert (s. Anhang 6).

Tabelle 1: Temperatur innerhalb (in) und außerhalb (out) zweier Inseln. S, BS = Sand-, bzw. Bauschuttuntergrund, min: Minima (°C), max: Maxima (°C), sum= Temperatursummen (6.12.2005-14.8.2006)

	S in	S out	BS in	BS out
min	-5,76	-8,68	-4,33	-6,12
max	37,61	50,06	40,73	47,33
sum	22554,69	22490,14	22119,48	21865,78

4.3.2 Kennwerte der Substrate⁶

Die Bodenkennwerte wurden mit Hilfe von Standardverfahren an Hand von Mischproben ermittelt. Die Räumliche Variabilität wurde nicht erfasst.

1 Bodenwassergehalt und Bodenfeuchte

Die maximale Wasserhaltekapazität (WKmax) des Sanduntergrundes ist erwartungsgemäß niedriger als die des Bauschuttes. Durch die Bodenzuschlagstoffe wird WKmax erhöht (HY > CT =AK). Diese Abfolge ist auch bei den aktuellen Wassergehalten nachvollziehbar (Abb.5).

Die mit TDR-Sonde ermittelten Wassergehalte sind in Abb. 6 in zwei Gruppen zusammengefasst dargestellt (Winter-Frühjahr [hell], Sommer [dunkel]). Auf der Sandfläche erhöhen Kompost und Mucksel sowie verstärkt die übrigen Bodenzuschlagstoffe (BZS) den Bodenwassergehalt. Auf der Bauschuttfläche konnte wg. des skelettreichen Materials keine Messungen im bloßen Boden durchgeführt werden. In den Winter-Frühjahrswerten werden die in Abb. 5 belegten wasserspeichernden Eigenschaften des Hydrogels noch deutlich widerspiegelt. Im Sommer ist diese Funktion nicht mehr nachweisbar. Beobachtungen seit Ende 2006 zeigen, wie sich das Hydrogel vom Boden trennt und als gallertiges Material unter Bersten der Säcke aufschwimmt. Unter den trockenen Bedingungen des Sommers 2006 schneidet das Tangpräparat AfriKelp® (AK)

⁶ Datenerhebung: BÖL

am besten ab. Bei detaillierter Betrachtung wird deutlich, dass die BZS ein Austrocknen des Bodens unter 5% bei im zweiten Untersuchungsintervall angetroffenen Klimaverhältnissen nicht verhindern können (Niederschlagssumme 12.6.-14.8. =85 mm [58 mm erst in den letzten 2 Wochen], mittlere Temperatur = 20 °C; s. Anhang 7).

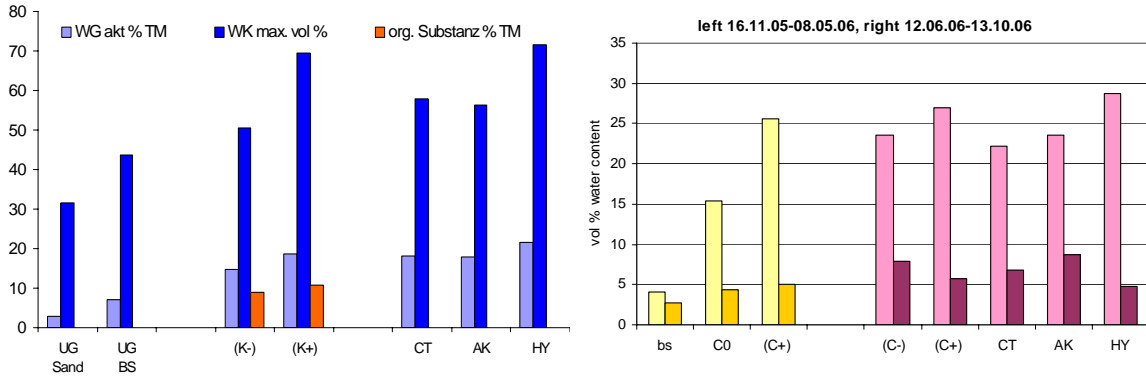


Abb. 5 (links): Ausgewählte Bodenkennwerte, t₀, 10.10.2005 (UG = bB= Untergrund)

Abb. 6 (rechts): Bodenwassergehalte (TDR-Messung);

bs = Sanduntergrund, C= sacklose Variante, sonstige s. Abb. 3. Gelbe Säulen: Sanduntergrund, violette Säulen: Bauschuttuntergrund, zwei Auswertungszeiträume (Winter: humid; Frühjahr, Sommer: trocken)

Die bei der Extraktion der Bodenfauna ermittelten Bodenwassergehalte zeigen deutliche Unterschiede gleicher Substrate in unterschiedlichen Objekten (Regressionsanalyse; Anhang 8).

2 Bodenkundliche Kenngrößen

Die bodenkundlichen Kenngrößen wurden nach Standardmethoden an Mischproben ermittelt (Abb. 7, Ausgangsmaterialien Anhang 3, Aug 2006 Anhang 9). Die organische Substanz des Grundmaterials SKM (K-) wird durch die Bodenzuschlagstoffe erwartungsgemäß nur wenig erhöht (Abb.6).

Die unterschiedlichen Salzgehalte von Sand und Bauschutt spiegeln sich nicht in den entsprechenden Substraten wieder, ein Hinweis auf den geringen direkten Einfluss des Untergrundes auf die Säcke (Abb. 7).

Kalium- und Magnesiumgehalte sind extrem hoch, wie bei Komposten zu erwarten. AfriKelp[®] verursacht eine deutliche Erhöhung der Salzfracht. Der Salzgehalt der Varianten K+, CT und HY wird zu etwas über 10% durch Kalium bestimmt. Bei AfriKelp[®] ist der K-Anteil niedriger, wohl durch eine hohe NaCl-Fracht (s. Anhang 9). Durch Auswaschung reduziert sich die Salzfracht im Untersuchungszeitraum erheblich, insbesondere bei den Varianten mit AK-Beimengung (AK, BZS, [K+]).

Der pH-Wert der Experimentalvarianten liegt im Okt. 05 zwischen 6 und 7, der des Sand- bzw. Bauschuttuntergrundes bei 6 und 8,5 (Anhang 9). Bis Aug. 06 ist überwiegend eine leichte

Absenkung zu beobachten. Der leichte Anstieg beim AfriKelp® bestätigt entsprechende Laborergebnisse (Zimmermann 2002, Fahrenholz 2005⁷).

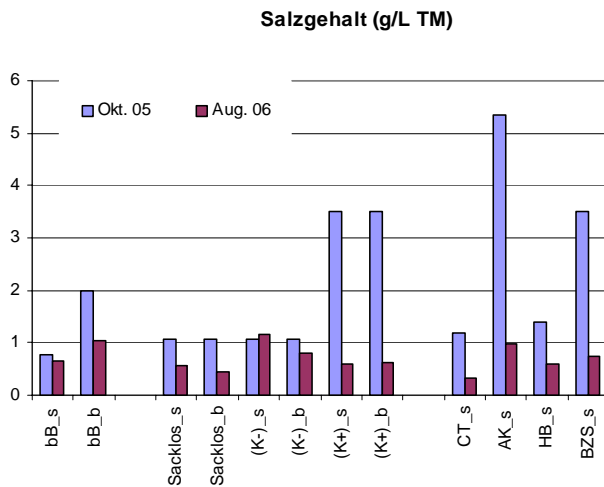


Abb. 7: Salzgehalte, t₀ 10.10.05 und 14. Aug. 2006

Phosphat ist anfangs ausgeglichen hoch bis sehr hoch um 30 mg/100 mg FM, mit einer leichten Erhöhung bei Zugabe von Kokosmaterial und AfriKelp®. Letzteres trägt auch zu einer deutlichen Nitraterhöhung bei (Abb.8).

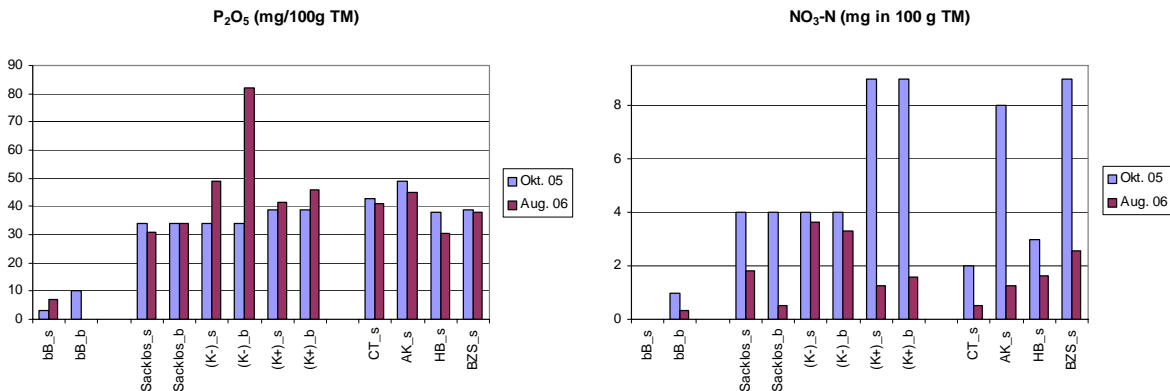


Abb. 8: Phosphat- und Nitratgehalte, t₀ 10.10.05 und 14. Aug. 2006

Am 28.06.2006 wurde eine Harnstoffdüngung (10g N/m², nur auf Säcke und sacklose Kontrollen) durchgeführt, da sich eine N-Sperre durch ein zu hohes Angebot von C durch die Kompost- und besonders die Muckselzugabe abzeichnete. Auf Grund der anhaltenden Trockenheit wurde der Dünger am 30.06.2006 mit einer leichten Wassergabe eingespült.

⁷ Fahrenholz, N. 2005: Ökologische Beurteilung von wasserspeichernden Bodenzuschlagstoffen.

Diplomarbeit, Uni. Bremen, FB2

Zimmermann, M. 2002: Entwicklung eines Bodensubstrates zur Anzucht von Bäumen und Sträuchern in ariden Gebieten, unter besonderer Berücksichtigung von wasseraufnehmenden/speichernden Zuschlagstoffen.

Diplomarbeit, Uni. Bremen, FB2

Im Untersuchungszeitraum können z.T. deutliche Veränderungen und Unterschiede zwischen den Varianten nachgewiesen werden. Eine Zunahme von Phosphat ist auf (K-) , deutlich geringer auch auf (K+) zu beobachten. Der Wert über 80 mg/100 g TM auf (K-)_b ist nicht zu erklären. Trotz der Harnstoffdüngung nimmt das verfügbare Nitrat z.T. deutlich ab, besonders auf (K+). Eine erhöhte Immobilisierung durch biotische Aktivität mag eine Rolle spielen, die sich auch in einem starken Abbau der Säcke zeigt (Anhang 10, 2007 auch augenscheinlich deutlich werdend). Die Daten für (K-) lassen weder Immobilisierung noch Auswaschung erkennen. Allerdings passen die Daten der sacklosen (K-)-Variante nicht in dieses Bild. Die Befunde verdeutlichen die Notwendigkeit aufwändiger, längerfristiger Analysen, die im Rahmen dieses Projektes nicht durchführbar waren.

3 Zusammenfassung Boden:

- Die kleinklimatischen und bodenkundlichen Befunde (**Wassergehalte**) zeigen einen deutlichen Einfluss des Untergrundes. Die Funktionalität der unbelebten Bodenzuschlagstoffe in Bezug auf die Wasserspeicherung ist wie erwartet.
- Im Zeitverlauf gibt es bei allen Parametern erhebliche Veränderungen der **bodenchemischen Parameter**, die weitere Untersuchung erfordern.
- Ein deutlicher Einfluss der **Anordnung** der Säcke in den Objekten wird bei genauer Analyse der Wassergehalte deutlich.
- Eine erhöhte biologische Aktivität durch **Bioaktivierung** kann aus den Stickstoffgehalten und dem Abbau der Säcke abgeleitet werden.

4.3.3 Bodenfauna⁸

Die eingebrachte Bodenfauna und insbesondere die auf Artebene bearbeiteten Raubmilben (Gamasina) sind zum einen Indikator für die Funktionalität der Bodenzuschlagstoffe. Zum anderen tragen die Bodentiere wesentlich zur Regulation der Nährstoffkreisläufe (Kleinarthropoden: *ecosystem webmaster*) bzw. zur Bodenstruktur bei (Regenwürmer: *ecosystem engineers*).

1 Beprobung t_0

Die faunistische Ausgangslage wird durch die Besiedlung der Grundsubstrate und die Bioaktivierung bestimmt. Die auf dem Gelände von KNO hergestellten bzw. gelagerten Grundsubstrate sind durch eine typische Kompostfauna gekennzeichnet (Anhang 11). Die Anreicherung der Basismischungen SKM (Sand-Kompost-Mucksel) und SKMK (Sand-Kompost-Mucksel-Kokaton) erfolgte mit Bodentieren aus Gartenkomposten und Mutterboden (Anhang 11). Die Methodik ist innovativer Bestandteil der ReviTec[®]-Technologie.

Die Substratvarianten wurden unmittelbar vor dem Absacken beprobt (je drei Mischproben aus 5 Unterproben). Die Austreibung der Tiere erfolgte im Tullgren-Apparat des UFT nach Standardprogramm. Größere Tiere, wie Asseln, Insektenlarven, Pseudoskorpione oder Enchytraeen (s. Abb. 9) werden mit dieser Methode nicht erfasst.

Der Kleinarthropodenbesatz (Milbengruppen [Acari] und Springschwänze [Collembola]) ist eindeutig durch die KNO-Komposte geprägt (Anhang 12). Dies wird sehr deutlich bei den

⁸ Datenerhebung H. Koehler

Artenspektren der Raubmilben (Gamasina), die von zwei Arten geprägt sind: *Dendroseius spec.*, einer im Okt. 2005 verbreiteten und auf dem Gelände der KNO sehr häufigen, aber bislang unbekannten Art und von *Dendrolaelaps strenzkei*, eine typische Kompost-Art. Die Inokulation mit angereichertem Substrat (1 % v/v) setzt sich bis auf die Oribatiden erwartungsgemäß noch nicht deutlich durch.



Abb. 9: Boden(klein)arthropodenbesatz von SKM ([K-], oben) und SKMK (CT, unten), links ohne und rechts mit Bioaktivierung (Bodenfauna-Anreicherung).

2 Entwicklung der Bodenfauna(Kleinarthropoden)

Die am 8. Mai 06 durchgeführte Beprobung der Kontrollen und der Minimal-/Maximalvarianten (K-) und (K+) erlaubt einen Einblick in die Entwicklung der Bodenmesofauna (Abb.10). Da die Versuchsfläche längerfristige Untersuchungen ermöglicht, wurde im Nov. 2006 eine weitere Beprobung aller Varianten durchgeführt, deren Auswertung jedoch nicht zum Umfang dieses Projektes gehört.

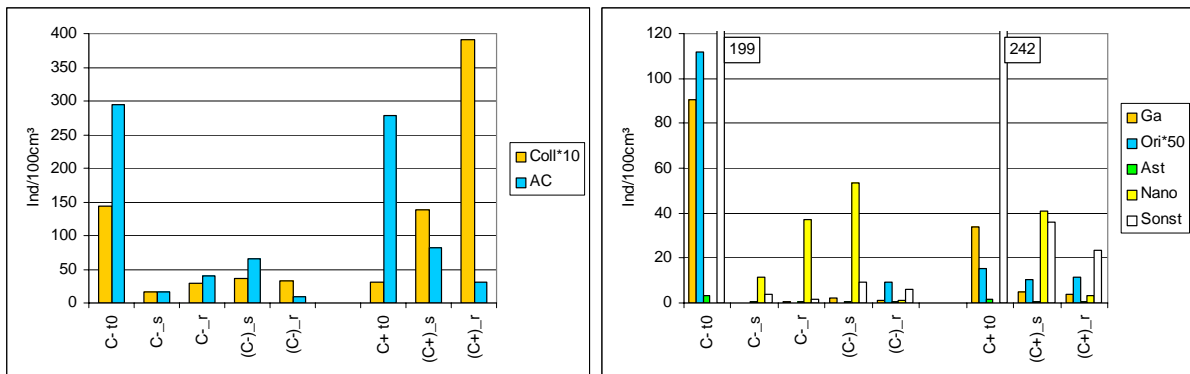


Abb. 10a, b: Besiedlung der Substratvarianten SKM (C, [C-]) und der Vollvarianten (C+) auf Sand (s) und Bauschutt (rubble= r); t0: Daten der Beprobung von SKM und Vollvariante am 10.Okt.05, übrige Beprobung vom 8.Mai.06 (Inseln).

Links (a): Springschwänze (Coll= Collembola, Werte zur besseren Darstellung mit Faktor 10 multipliziert) und Milben (AC=Acari).

Rechts (b): Milbengruppen: Raubmilben (Ga= Gamasina), Moosmilben (Ori= Oribatei, Werte zur besseren Darstellung mit Faktor 50 multipliziert), „Rottemilben“ (Ast=Astigmata, Acaridida), „Kleinsmilben“ (Nano= Nanorchestidae), Sonstige Milben (Gruppe Prostigmata, Actinedida).

Die Auswertung beschränkt sich auf die Besiedlung der Substratvarianten SKM (C, [C-]) und der Vollvarianten (C+) auf Sand (s) und Bauschutt (rubble= r). Wie der Vergleich mit t0 zeigt, leiden die Kleinarthropoden nach der Ausbringung der Säcke mit Sand-Kompost-Mucksel-Gemisch (C-), auf Sand z.T. mehr als auf Bauschuttuntergrund (Abb. 10a). Die Siedlungsdichten der Milben gehen von fast 300 Ind./100cm³ Boden auf meist unter 50 zurück. Die Säcke können den Effekt z.T. abmildern (vgl. C-_s [sacklose SKM-Inseln] mit [C-]_s). Auch die Collembolen sind stark betroffen. Diese Entwicklungen sind bei der Vollvariante (C+) nicht in gleichem Masse zu beobachten: Zwar gehen auch hier die Milben stark zurück, erstaunlicherweise auf Bauschutt stärker als auf Sand. Die Collembolen können sich aber recht gut entwickeln, auf dem etwas feuchteren Bauschuttuntergrund besser als auf Sand. Collembolen sind sehr empfindlich gegenüber Austrocknung.

3 Milbengruppen und Raubmilbenarten (Acari und Gamasina)

Die Analyse der Milbengruppen gibt einige Aufschlüsse über die Beobachtungen, die auf Großgruppenebene nicht zugänglich sind: Die Ausgangssituation ist für beide Substrate ([C-], [C+]) durch Sonstige Milben und Gamasina geprägt (Abb. 10b). Beide Gruppen gehen bis Mai 2006 stark zurück, werden ersetzt durch eine Gruppe sehr kleiner Milben (Nanorchestidae), die als Frühbesiedler aus unserer Langzeituntersuchung bekannt sind. In den Säcken auf der Bauschuttfläche sind die Tiere weniger häufig. Bei dem (C+)-Substrat ist eine zwar geringe, aber anhaltende Besiedlung durch Oribatiden zu erkennen, ein Hinweis auf die Wirksamkeit der Beimpfung mit diesen Tieren (der hohe Wert für [C-]_t0 ist auf Kompostarten zurückzuführen).

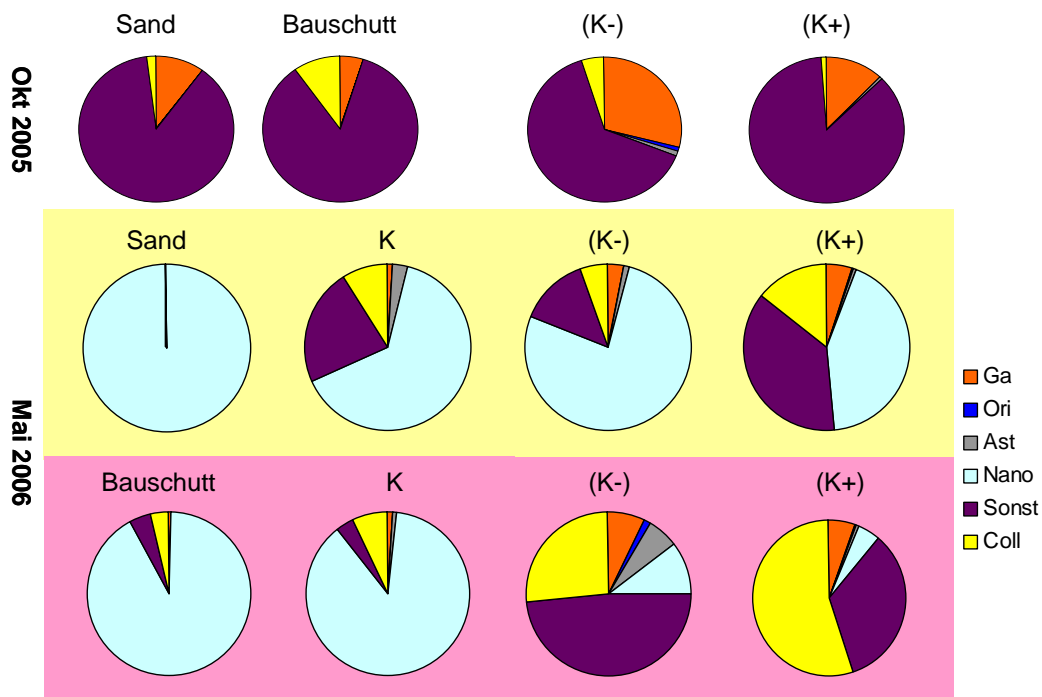


Abb. 11: Besiedlung der Substratvarianten SKM (K, [K-]) und der Vollvarianten (K+) auf Sand (gelb) und Bauschutt (violett).

Coll= Collembola, Springschwänze, (Ga= Gamasina, Raubmilben, Ori= Oribatei, Moosmilben, Ast=Astigmata, Acaridida, „Rottemilben“, Nano= Nanorchestidae, „Kleinmilben“, Sonstige Milben (Gruppe Prostigmata, Actinedida); der Farbcode ist für alle Darstellungen gleich

In Abb. 11 sind diese Verhältnisse zusammengefasst. Der Wechsel der Kompostfauna von Okt. 2005 zu einer komplexeren Sukzessionsfauna im Mai 2006 ist augenfällig. Der Vergleich der sacklosen K Variante mit (K-) (beides SKM-Substrat) macht den schützenden Effekt der Säcke deutlich, der ein ausgeglicheneres Gruppenspektrum auf Bauschuttuntergrund ermöglicht. Auf Sand deutete sich dieser Effekt bei den Siedlungsdichten an (s.o.). Die (K-)-Variante auf Sand und die (K+)- Variante auf Bauschutt zeichnen sich durch ausgeglichene Spektren aus.

Die Analyse der Raubmilben auf Artebene untermauert eindrücklich den Befund des Wechsels der Kompostfauna zu einer Sukzessionsfauna (Anhang 13). Die im Okt. 2005 nachgewiesenen Arten sind als Kompostbewohner bekannt. Im Mai 2006 wird von diesen nur noch eine Art in geringer Anzahl gefunden, die übrigen sind von Sukzessionsstandorten beschrieben. Die Artenzahl ist in den jeweiligen Varianten mit maximal 6 generell niedrig mit höchster Vielfalt auf den Inseln. Insbesondere auf Bauschutt lässt der hohe Anteil Juveniler eine lebhaftere Populationsentwicklung vermuten.

4 Zusammenfassung Bodenfauna

- Die **Sukzession** wurde auf den Untergründen und den Varianten K, (K-), (K+) erfasst. Die Bodenfauna unterliegt in ihrer Besatzdichte als auch in ihrer Zusammensetzung einer starken Sukzessionsdynamik.
- Die Substratvarianten wurden zu t₀ (Okt. 2005) umfassend dokumentiert; eine typische **Kompostfauna** dominiert die Varianten.
- Beim Vergleich von K und (K-) deuten sich durch die Sackgewebe verbesserte **Entwicklungsmöglichkeiten** für die Bodenfauna an.
- (K-) und verstärkt (K+) verbessern für viele Bodentiere die Ansiedlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten: **Förderung von Biodiversität**.
- Die Anreicherung von Substrat mit Bodentieren ist möglich (**Bioaktivierung** durch Inokulat). Die Beimpfung ließ sich im Entwicklungszeitraum erst undeutlich nachweisen.

4.3.4 Vegetation⁹

Die Ausgangslage ist durch die Samenbank in den Grundsubstraten und durch die Saatmischung gegeben (Anhang 5). Die Samenbank der Ausgangsmaterialien wurde im Okt. 2005 in Keimungsversuchen geprüft. Der Diasporenvorrat in den beiden Untergründen als auch in den Ausgangsmaterialien ist sehr gering (Anhang 14).

Die Vegetationsentwicklung ist ein wesentlicher Bioindikator für die Funktionalität der Bodenzuschlagstoffe und der Bioaktivierung. Daten zu Keimung und Vegetationsentwicklung wurden am 14.11.2005 und 26.05.2006 erhoben. Die Vegetationsentwicklung wurde mit Deckungsgrad und Wuchshöhe verfolgt (Quadratrahmen). Qualitative Daten zum Keimungserfolg der Saatmischung konnten im Rahmen des Projektes nicht erhoben werden. Aus Deckungsgrad und Wuchshöhe wurde der Aufwuchs errechnet. Die Wuchshöhe wird zunehmend durch Kaninchenfraß beeinflusst. Die Tiere scheinen zudem bestimmte Substrat-Varianten zu bevorzugen.

⁹Datenerhebung: R.Kesel

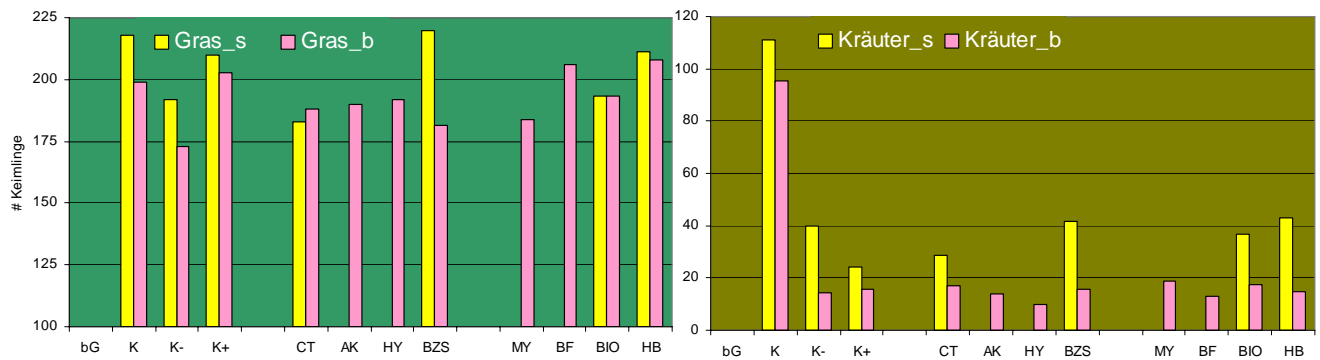


Abb. 12: Keimung (6 Wochen nach t₀) auf den Inseln; es liegen nicht für alle Varianten Daten vom Sanduntergrund vor. Untergrund: s= Sand, b= Bauschutt; Varianten-Code s. 4.2

1 Keimung

Mit Hilfe eines Quadraträhmens wurde die Anzahl der aufkommenden Sprosse dokumentiert (14.11.2005, Abb. 12). Aus dem Vergleich mit der sacklosen Variante C ist ersichtlich, dass die Säcke das Auflaufen der Gräser nicht beeinflussen, wohl aber das der Kräuter. Die Zugabe von Biota und Hydrogel scheinen einen positiven Einfluss auf die Graskeimung zu haben. Die über Sanduntergrund im Herbst noch leicht erhöhten Temperaturen sind als Ursache für das stärkere Auflaufen insbesondere der Kräuter auf dieser Fläche anzusehen (vgl. 4.3.1).

2 Vergleich Minimal- und Vollvariante

An Hand der übersichtlichen Daten von den Halbmonden wird deutlich, dass die Etablierung der Vegetation (Aufnahme vom 26.05.2006) nicht durch die kurzfristige Erhebung der Keimung (14.11.2005) vorhersagbar ist (Abb. 13a). Durch die komplexen Zusätze in den Vollvarianten (K+) wird die Vegetationsentwicklung im Vergleich zur Minimalvariante (K-) auf Sand- wie auf Bauschutt eindeutig gefördert (13b).

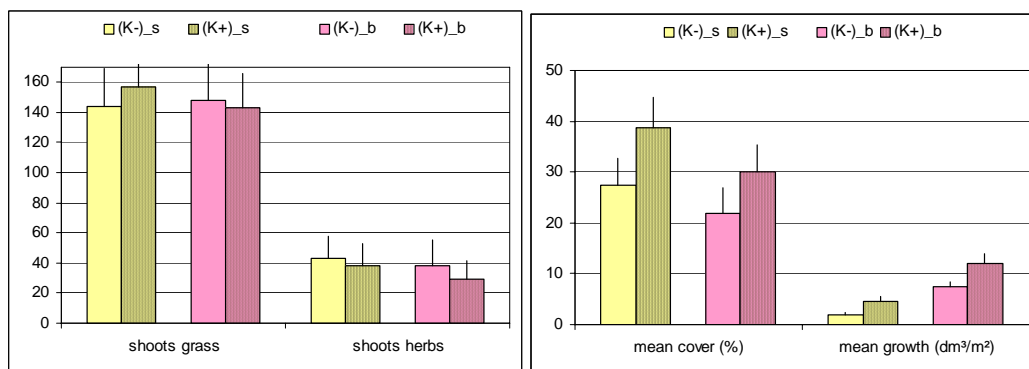


Abb. 13a, b: Vegetationsentwicklung auf den Halbmonden: links (a) Keimung (differenziert in Gras und Kräuter), rechts Deckungsgrad (cover) und (b) Aufwuchs (growth), Fehlerbalken = Standardabweichung, Sand n= 12 (K-), 18 (K+), Bauschutt n= 18 (K-), 27 (K+), Einzelsäcke, 26.5.2006.

3 Substratvarianten

Für den Vergleich der Vegetationsentwicklung der Substratvarianten und auf den beiden Untergründen wurden die Daten der Inseln ausgewertet; auf Sand wird für einige Varianten aus Gründen des Versuchsdesigns auf das Gitter zurückgegriffen.

Die Sukzession auf den Untergründen ist mit Ausnahme von Algen und Moosen auf Bauschutt noch nicht weit fortgeschritten; eine Besiedlung durch den invasiven Neophyten *Senecio inaequidens* wurde durch Ausreißen der Pflanzen beendet. Auf Sand wurden mehr Individuen (n) und eine 9x höhere Biomasse geerntet (n Sand:Bauschutt= 872:531; mittlere Frischmasse pro Individuum Sand:Bauschutt= 21:4; s. Anhang 16).

Für die sacklosen Varianten wurden insbesondere auf Bauschutt vergleichsweise hohe Deckungsgrade ermittelt, was wiederum auf eine Behinderung der Vegetationsentwicklung durch die Gewebe deutet (vgl. Abb.12). Dies entspricht jedoch nicht völlig dem Augenschein. Die Diskrepanz ist darauf zurückzuführen, dass die Säcke oft ein üppigeres, aber ungleichmäßigeres Wachstum aufweisen, wodurch die auf Fläche bezogenen Werte niedrig ausfallen. Der Vergleich der besackten Varianten wird hiervon nicht beeinflusst.

Das beste Pflanzenwachstum wird mit den unbelebten Bodenzuschlagstoffen als komplexer Zusatz (BZS) erzielt, wodurch auch die Vollvariante (K+) gut abschneidet (Abb.15). In hohem Maße förderlich sind zudem AfriKelp® (AK) und die Bioaktivierung in Kombination mit Hydrogel (HB). Zum positiven Effekt der Bioaktivierung trägt die Bodenfauna (BF) mehr bei als das Pilzinokulat (MY). Mittlere Effekte zeigen die Varianten BF, BIO, CT und HY. Kompost/Mucksel allein (SKM, [K-]) und das Pilzinokulat (MY) fördern das Pflanzenwachstum am wenigsten.

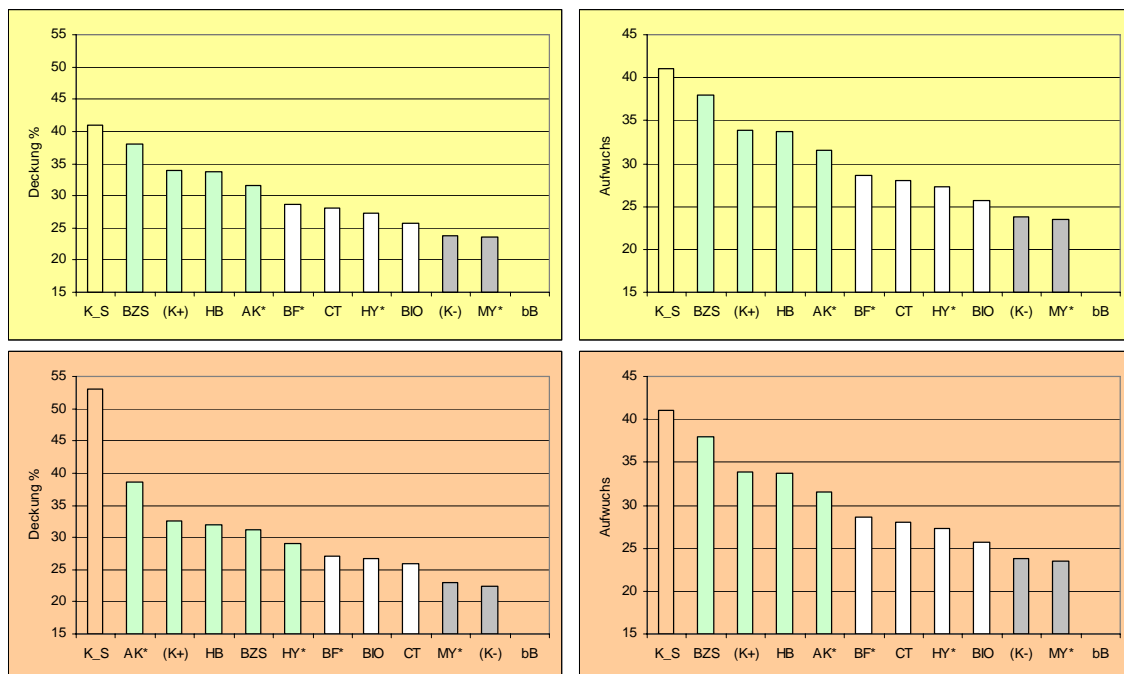


Abb. 14: Einfluss der Substratvarianten auf die Vegetationsentwicklung auf Sand und Bauschutt (Rangfolgen; Datengrundlage s. Anhang 17, 26.5.2006).

4 Einfluss der Auslegemuster (Objekte)

Die Auslegemuster beeinflussen die Keimung deutlich (Anhang 15): Die Gräser weisen auf den Inseln die höchsten Keimlingszahlen auf, unabhängig vom Untergrund. Der Keimungserfolg der Kräuter hingegen ist bei den Inseln der Bauschuttfläche ($r = \text{ruderal}$) gegenüber den anderen beiden Objekten deutlich erniedrigt.

Anhand des Vergleichs gleicher Substrat-Varianten zeigt sich, dass der relative Einfluss auf die Vegetationsentwicklung (Deckungsgrad, Keimung; Abb. 14) unabhängig von Auslegemustern und Untergrund ist: beste Ergebnisse werden übereinstimmend mit AfriKelp® (AK) erzielt, gefolgt von Bioaktivierung durch Bodenfauna (BF) und Hydrogelzusatz (HY) und schließlich Pilzinokulation (MY).

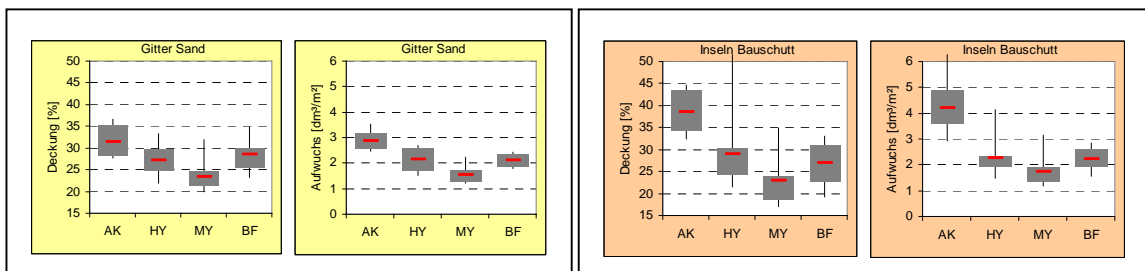


Abb. 15: Vegetationsentwicklung bei vier Substratvarianten in unterschiedlichen Objekten auf Sand und Bauschutt; Deckungsgrad und Aufwuchs. Boxplots mit Quartilen (Gitter $n=10-11$, Inseln= 18 [K-], 27 [K+], Einzelsäcke, 26.5.2006).

5 Zusammenfassung Vegetation

- Die Keimung der Kräuter wird durch das **Sackgewebe** beeinträchtigt.
- Auf Sanduntergrund wurde eine höhere **Keimungsrate** beobachtet als auf Bauschutt (Mikroklimaeffekt).
- Bei vergleichbarer Keimungsrate entwickelt sich die Vegetation auf den **Vollvarianten** (K+) deutlich besser als auf den Minimalvarianten (K-).
- Die Vollvariante (K+), die komplexen Bodenzuschlagstoffe (BZS), die Bodenfauna-Beimpfung des Hydrogels (HB) und der AfriKelp®-Zusatz fördern die **Vegetationsentwicklung** am stärksten. Die Minimalvariante (K-) und der Mykorrhiza-Zusatz (MY) schneiden am schlechtesten ab.
- Der **relative Effekt** der Bodenzuschlagstoffe wird nicht durch Art der Auslegemuster (Objekte) oder Art des Untergrundes beeinflusst.

4.4 Nachweis der Funktionalität von ReviTec®

Abschätzung von Einflussfaktoren für eine erfolgreiche Revitalisierung und Flächensicherung (Initialphase)

Die Säcke bewirken einen effizienten **Erosionsschutz** über die gesamte Projektlaufzeit. Die Verbindung zum Untergrund erfolgt durch unterseitigen Abbau des Gewebes schon nach ca. drei Monaten, die Oberseite bleibt quasi als Kappe erhalten. Es wird deutlich, dass der Gewebeabbau bei den bioaktivierten Vollvarianten (K+) rascher erfolgt als bei den (K-) Varianten.

Ökologische **Sukzession** ist ein langsamer, ökosystemarer Prozess (Weidemann & Koehler 2004¹⁰). Die Initiierung und Beschleunigung von Sukzession mit Hilfe von ReviTec® konnte jedoch schon in der Projektlaufzeit gezeigt werden: Veränderungen der abiotischen Parameter, Förderung der Diversität der Bodenfauna, Förderung der Vegetationsentwicklung. Allerdings behindern die Kaffeesackgewebe die Keimung der Kräuter; der Einsatz weitmaschigere **Gewebe** wird daher geprüft (Gespräche mit MST-Twiststringen). Der **Untergrund** (Sand, Bauschutt) beeinflusst Keimung und weitere Entwicklung maßgeblich durch geringfügig unterschiedliche mikroklimatische Verhältnisse.

Gegen Ende der Projektlaufzeit verstärkt sich die Ausbreitung der Vegetation von den Objekten, zunächst besonders von den erosionsgefährdeten sacklosen Inseln, später auch von den Sackvarianten. Die **Mosaik-Hypothese** ist damit bestätigt.

Die Fähigkeit der Substrate zur **Wasserspeicherung** ändert sich im Zeitverlauf. Anfangs (Winter 2005/06) wurden für die Hydrogel-Varianten die höchsten Werte festgestellt, später (Frühjahr/Sommer 2006) für die AfriKelp®-Varianten. Das im Substrat vermischte Hydrogel sammelt sich im Zeitverlauf zu einem Gallertklumpen an der Sackoberfläche. Hier degradiert es durch UV-Einwirkung. Somit ist die Funktionalität dieses Superabsorbers unter Bremer Witterungsverhältnissen nur für einen Zeitraum von weniger als einem Jahr gewährleistet.

Die unterschiedlichen **Substratmischungen** zeigen durchaus unterschiedliche Effekte. Die komplexe Mischung der Vollvariante, sowie AfriKelp®-Zusatz und Bioaktivierung schneiden am besten ab. Die positive Wirkung des Hydrogels ist nicht dauerhaft. Die Ergebnisse belegen die Bedeutung komplexer Substratmischungen und die geringe Effizienz einzelner Komponenten. Der geringe Effekt der Mykorrhiza widerspricht Erkenntnissen anderer Untersuchungen. Die Aussagen gelten nur für die Initialphase. Eine Vertiefung durch Fortführung der Untersuchungen in einem extensiven Monitoring-Programm über 3-5 Jahre wäre aus vorne dargestellten Gründen dringend anzuraten.

Die Substrate sind in Bezug auf die **N-Versorgung** zu optimieren. Durch den Mucksel-Zusatz kam es zu einer Sperre durch ein Überangebot an C (N-Immobilisierung). Die anfängliche **Salzfracht** hingegen wird unter hiesigen Verhältnissen rasch durch Auswaschung normalisiert.

An den Hängen konnte eine Reduzierung der **Erosion** durch die linearen Objekte (Wälle, Halbmonde) beobachtet werden, auch auf Grund von Durchwurzelung (**biogene Stabilisierung**). Trotz der guten Wasserdurchlässigkeit der Untergründe ist an der hangaufwärtigen Seite der

10 Weidemann, G., Koehler, H., 2004: III-2.1 Sukzession. In: Fränze, O., Müller, F., Schröder, W., Handbuch der Umweltwissenschaften, 12. Erg. Lfg 6/04, 3-49. Landsberg, EcoMed.

Objekte ein erhöhtes Pflanzenwachstum zu verzeichnen, eine Folge der **Sammlung von Oberflächenabfluss**. Bekannte Technologien zur Revitalisierung und Flächensicherung können durch die gezielte Belebung der Objekte optimiert werden.

4.5 Analyse von Genderaspekten bei der Umsetzung von ReviTec®

In einer interdisziplinären Fallstudie untersuchten die Diplombiologin K. Radke und die Kulturwissenschaftlerin K. Fischer die Akzeptanz von ReviTec® durch die Frauen des Tulongeni Communal Gardening Projects (Henties Bay, Namibia). Im Mittelpunkt der Feldforschung standen Gender-Aspekte. Denn überwiegend sind die Frauen die primären Ansprechpartner, wenn es um die Bekämpfung von Bodendegradation geht. Auf der Suche nach Einkommen verlassen die Männer als erste die Gemeinschaft, während die Frauen dem kargen Boden Nahrung für die verbleibende Familie abringen.

Auf Grund seiner Anpassungsfähigkeit an regionale Gegebenheiten ist für ReviTec® eine hohe Akzeptanz und eine gute Übernahme in die Arbeitswelt der Zielgruppe zu erwarten. Dies wird durch das Schaffen von Einkommensmöglichkeiten unterstützt, z.B. in der Kompostindustrie, der Pflanzenzucht oder der Honigproduktion (Imkerei). Durch die Bienen wird die Bestäubung und Samenbildung gefördert, ein wesentlicher Beitrag zur Degradationsbekämpfung.¹¹ Ohne Kenntnis der Gruppen- bzw. Gesellschaftsstrukturen und Traditionen können weder Partizipation noch Akzeptanz hergestellt werden. Eine erfolgreiche Umsetzung eines Projektes ist ohne diese nicht möglich.

Die Ergebnisse der Studie sind ein bedeutender Baustein zur Weiterentwicklung des ReviTec® - Konzeptes. Das Teilprojekt dokumentiert zudem den Anspruch, die im Ecosystem Approach der Konvention über biologische Vielfalt (UNCBD) dargelegte Management-Strategie umzusetzen, die auch für die Bekämpfung von Bodendegradation und Desertifikation gilt (Synergie UNCBD – UNCCD).

4.6 Abgleich zwischen dem bei Antragstellung intendierten Projektziel und dem tatsächlichen Ergebnis

Bei der Antragstellung wurde durch die Beschränkung auf die Initialphase die Durchführbarkeit des Projektes im Wesentlichen richtig abgeschätzt. Der Aufwand zu Erstellung einer Datenbank als Grundlage für weitere Forschungen und Entwicklungen wurde unterschätzt. Ein erhebliches Eigeninteresse sowohl im Bereich der Forschung und Lehre als auch im Bereich der privatwirtschaftlichen Aspekte der Umsetzung von ReviTec® konnte dies überbrücken.

4.7 Bewertung der Umwelteffekte

Renaturierungsmaßnahmen fördern zum einen natürliche Entwicklungen, Biodiversität und Sukzession, zum anderen bergen sie Risiken:

¹¹ Der Verlust der Bestäubersysteme (pollinator systems) ist mittlerweile als wesentlicher Bestandteil von Degradation und Desertifikation erkannt (vgl. African Pollinator Initiative API der UNCBD).

- Einbringen von standortfremden Organismen (**Neobiota**), die sich zu invasiven Arten entwickeln können: Im Projekt wurden Saatmischungen einheimischer Pflanzen sowie Bodenorganismen aus der Region eingesetzt.
- Verwendung **ökotoxikologisch** bedenklicher Materialien:
 - (1) Die Jutefaser wird zur industriellen Verarbeitung mit Öl behandelt. Vorlaufuntersuchungen am UFT wiesen erhebliche Mineralölbelastungen bis weit über 20% TM auf. Im Projekt wurden ausschließlich die mittlerweile erhältlichen hydrocarbonfreien Säcke verwendet. Komposte und Bodenhilfsstoffe können ökotoxikologisch bedenklich sein.
 - (2) Die Komposte der KNO sind RAL zertifiziert und AfriKelp® ist ein Naturprodukt aus einer außergewöhnlich gering belasteten Meeresregion (Namibia). Das Hydrogel (Stockosorb) ist ein weitverbreitetes, in großen Mengen eingesetzter Superabsorber. Das Kopolymer enthält jedoch bekanntermaßen geringe Restmengen an monomeres Acrylamid, das als kanzerogen gilt. Laut Düngemittelverordnung vom 26.Nov. 2003 dürfen Bodenhilfsstoffe mit Polyacrylamid-Beimischung nur bis 4.Dez. 2013 eingesetzt werden. Das (öko-)toxikologische Potential und die oben geschilderten Probleme (mittelfristiger Verlust der Funktionalität) verbieten den weiteren Einsatz dieses Superabsorbers. Die Risiken im Projektzusammenhang sind auf Grund der geringen eingesetzten Mengen und des Abbaus der Substanz als gering einzuschätzen.
- Fehlende **Nachhaltigkeit** der Ansätze: ReviTec® ermöglicht als Soft-Tec-Ansatz unter Verwendung regionaler Materialien die Übernahme der Grundideen und der wissenschaftlichen Grundlagen in die lokalen Lebensumstände. Daher können die ökonomischen, ökologischen und sozio-kulturellen Gegebenheiten des Einsatzgebietes optimal im Sinne einer Nachhaltigkeitsstrategie berücksichtigt werden.

4.8 Wissenschaftlicher Stellenwert des geförderten Projektes

Das Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie (UFT) der Universität Bremen sieht die wissenschaftliche Bearbeitung des Problems der Desertifikation und Desertifikation als eine zunehmend wichtige Aufgabe. Hierzu hat das Projekt erheblich beigetragen, zum einen durch die Einrichtung der Demonstrations- und Forschungsfläche, zum anderen durch die erarbeiteten und auf nationalen und internationalen Tagungen präsentierten Ergebnisse. Die Diplomarbeit von Anne Weber „Ökologische Beurteilung des Bodenzuschlagstoffes geohumus®“ wird Anfang April vorgelegt.

Die Beschäftigung mit Degradation und Desertifikation steht unmittelbar im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Klimaänderung (vgl. Stern Report, 2006; IPCC 2007) und des Anbaus von Nachwachsenden Rohstoffen (Energiepflanzen). Hier sind Wissenschaft und Politik in noch nicht dagewesener Weise gleichermaßen gefordert. Die Projektfläche und die erarbeiteten Ergebnisse wurden in internationale Kooperationen der Universität eingebunden (Ngaoundéré [Kamerun], Ismailia [Ägypten]) und sind Bestandteil laufender Forschungsanträge.

5 Perspektivische Bewertung des Projektes

Mit der Einrichtung der Projektfläche wurde die einmalige Gelegenheit geschaffen, die langsamen ökologischen Prozesse längerfristig zu beobachten¹². Hierzu muss eine Finanzierung gefunden werden. Denn nicht nur aus wissenschaftlicher Sicht, sondern auch von Seiten der Industrie besteht hierzu größtes Interesse.

Das Projekt trägt wesentlich zur weiteren wirtschaftlichen Etablierung von ReviTec[®] bei. Es wurde im Ideenwettbewerb der BIB „Umweltinnovationen im Land Bremen“ mit positivem Echo vorgestellt. Die Gründung einer GmbH ist auch mit der Transferstelle der Universität Bremen diskutiert, erfolgte jedoch bislang nicht in Ermangelung eines lukrativen Projektes.

Zahlreichen Einzelpersonen und Gruppen konnte an Hand der Demonstrations- und Forschungsfläche die Problematik und die Technologie verdeutlicht werden. Firmenkontakte bis hin zu konkreter Kooperation im Zusammenhang mit der Diplomarbeit von Anne Weber wurden hergestellt (z.B. Geohumus, Frankfurt; ttz, Bremerhaven; Strothoff & Behrens, Groß-Ippener; ccc China Consulting & Cooperation Centre, Berlin). Mit der Hochschule Emden wurde eine Projektidee zum Thema „Chitosan als Bodenzuschlagstoff“ entwickelt.

Die weitere Absicherung des ReviTec[®]-Ansatzes durch die Projektergebnisse und die weiterhin bestehende Projektfläche haben in der Drittmittelinwerbung eine außerordentliche Bedeutung, so in der DFG SPP Initiative Desert Margins (Ltg. Prof. Eitel, Heidelberg) und im Arbeitspaket „Demonstration Trials of New Strategies“ (EU Antrag ENV.2007., topic 2.1.3.1. "Geographical transect approach to desertification", Koord. Prof. Coen, Wageningen).¹³

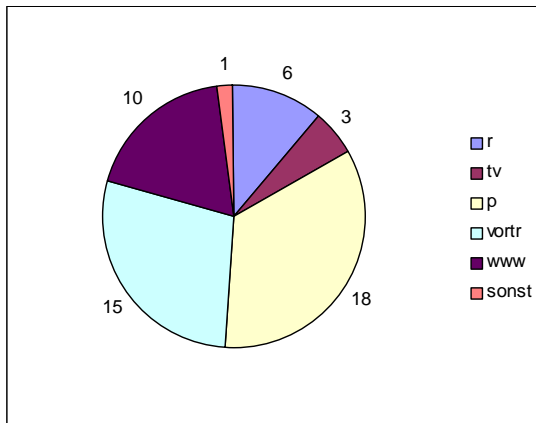


Abb. 16: Aufteilung der Öffentlichkeitsarbeit auf Medien (Stand Feb. 2006)

6 Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen

Im bundesweiten Wettbewerb **Deutschland Land der Ideen** ist die Projektfläche ausgewählter Ort 2007 (Vorstellung am 25. Juli 2007). Das Projekt konnte sich für die Woche der Umwelt (DBU) im Schloss Bellevue (Berlin, 4.-8. Juni 2007) platzieren. Es ist in bislang 15 Vorträgen u.a. auf

¹² vgl. die von BMBF und DFG unterstützten nationalen und internationalen Aktivitäten zu Long-Term Ecological Research, LTER, die vom UFT [Koehler] aktiv mitgestaltet werden. www.lter-d.net

¹³ H. Koehler ist Mitglied des steering committee (DFG SPP) bzw. Koordinator des Arbeitspaketes (EU).

nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt worden, wobei das Gender-Teilprojekt große Aufmerksamkeit erhielt (Abb.16). Eine 20-seitige Broschüre ist auf deutsch und in englischer und chinesischer Übersetzung erschienen (Auflage jeweils 500; Anlage).

Die Medien zeigten großes Interesse mit 18 Presseberichten und 9 Rundfunk-/Fernsehbeiträgen. Im Bremer Regionalfernsehen wurde das Projekt in zwei Talkshows vorgestellt. Die Projekt-Homepage wurde seit Anfang Mai 2006 von über 600 unterschiedlichen Nutzern aufgerufen (Stand Ende Feb.2007; <http://www.uft.uni-bremen.de/Revitalisierung/profil.html>).

Das Projekt und ReviTec[®] wurden im Internet wiederholt dargestellt und auf hochrangigen internationalen Websites aufgenommen:

UNCBD: Umsetzung des Ecosystem Approach der CBD (case studies): <http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/ecosystem/sourcebook/search.shtml>

CGIAR: Adoption Drivers and Constraints of Resource Conservation Technologies in Sub-Saharan Africa: http://www.iwmi.cgiar.org/africa/west_africa/projects/AdoptionTechnology/Technology_Adoption.htm

IYDD: Deutsche Website des internationalen Jahres der Desertifikation: <http://www.iydd2006.de/>

Mit dem Überseemuseum Bremen ist eine Ausstellungszusammenarbeit unter Einbeziehung der Demonstrations- und Forschungsfläche geplant.

Die Projektergebnisse flossen bislang in folgende Publikationen ein:

Koehler, H., Kesel, R., Heyser, W., 2007: The ReviTec[®] approach: concept and results, Verh. Ges. Ökol. 36

H. Koehler, 2007: Der ReviTec[®]-Ansatz zur Bekämpfung von Bodendegradation und Desertifikation: Vilm Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland III, Bundesamt für Naturschutz, Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm, 24. – 27.09.2006, im Druck

Koehler, H., Fischer, K., Radke, K., 2007: Application of ReviTec[®], gender aspects. Proceedings of the International Conference "Soil and Desertification - Integrated Research for the Sustainable Management of Soils in Drylands", 5-6 May 2006, Hamburg, Germany. CD-Publication edited by Coordination of Desert*Net Germany. 2006, 5 pp

Diplomarbeit: Anne Weber, Ökologische Beurteilung des Bodenzuschlagstoffes geohumus[®], März 2007, Universität Bremen, FB 2

7 Danksagung

Wir danken der Universität Bremen zur Verfügungstellung der Fläche, dem UFT für die Unterstützung der praktischen Arbeiten, den Kooperationspartnern und unterstützenden Firmen sowie dem Land Bremen für die Förderung (Ökologie-Fonds / Förderprogramm Angewandte Umweltforschung: Frau Dr. Christiansen, Frau Krumwiede).

Durchführung

Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie (UFT), Universität Bremen; KeKo - Kesel, Koehler und Partner, Biologen, Bremen; BÖL Bodenökologisches Labor Bremen GmbH; KNO Kompostierung Nord GmbH, Bremen; China Dialog, Bremen

Hilfe und Unterstützung

Prof. Dr. W. Heyser ermöglichte die Flächenausweisung.

Gender Projekt: Katja Radke, Karin Fischer, Prof. Dr. I. Weller (Artec, ZfN), Tulongeni women;

UFT und Universität: AG Prof. Filser, AG Prof. Venzke; Gärtner Biogarten: Werner Vogel, Angelika Trambacz; Stud. Hilfskräfte: Thomas Flörkemeier, Tom Macheleidt, Roland Wozniewski; Praktikatin (Uni. Oldenburg): Claudia Müller

FirmenGartenbetrieb Schauss, 28207 Bremen; F.-O. Lürssen Baumschulen GmbH & Co. KG, 27616 Beverstedt; Hermann Meyer KG, 25454 Rellingen; INOQ GmbH, 29465 Schnega; Stockhausen GmbH,

47805 Krefeld; Geohumus International GmbH & Co. KG, 60386 Frankfurt; Hafenspedition Bremen; Bremer Entsorgungsbetriebe