NEUE LANDSCHAFT
Fachzeitschrift für Garten-, Landschafts-, Spiel- und Sportplatzbau
9 | 2012
Seiten 51–57
PATZER VERLAG
Berlin-Hannover

Möglichkeiten der Begrünung technogener Bodensubstrate

Erhöhung der ökologischen Vielfalt und Lebensqualität im urban-industriellen Raum

Stephan Bloemer | Die Diskussion um die Qualität und Nachhaltigkeit von Renaturierungs-, Rekultivierungs- und Begrünungsmaßnahmen bezieht mit besonderem Nachdruck den urban-industriellen Raum ein. Längst geht es nicht mehr nur um eine möglichst rasche und kostengünstige Begrünung sanierter Altlastenstandorte, renaturierter Gewässer, Industrie- und Gewerbebrachen, Deponien, Halden und sonstiger anthropogen beeinflusster Flächen, vielmehr muss die Vegetation im Hinblick auf Nachhaltigkeit immer strengere Anforderungen erfüllen.

Hierzu zählen neben funktionalen Faktoren wie Standorteignung, Staubbindung und Erosionsschutz vor allem die Erhaltung und Förderung der Biodiversität und der regionalen genetischen Vielfalt, um der Verfälschung und Verarmung unserer heimischen Flora entgegenzuwirken (Kirmer & Tischew 2006, Schwab, Engelhardt & Bursch 2002, Molder 1995).

Technogene Bodensubstrate weisen manche Eigenschaften auf, die mit natürlichen Rohböden zumindest vergleichbar sind. Dass sich Rohböden für artenreiche und nachhaltige Begrünungen meist besser eignen als Überdeckungen mit nährstoffreichem Oberboden, ist hinlänglich bekannt (Kirmer & Tischew 2006, Bloemer 2003, Bloemer 2001, Bloemer 2000). Es bietet sich daher geradezu an, technogene Bodensubstrate als Chance für die Etablierung artenreicher Vegetationsbestände zu begreifen und zu nutzen statt als lästiges, möglichst zu beseitigendes oder zu überdeckendes industrielles Erbe.

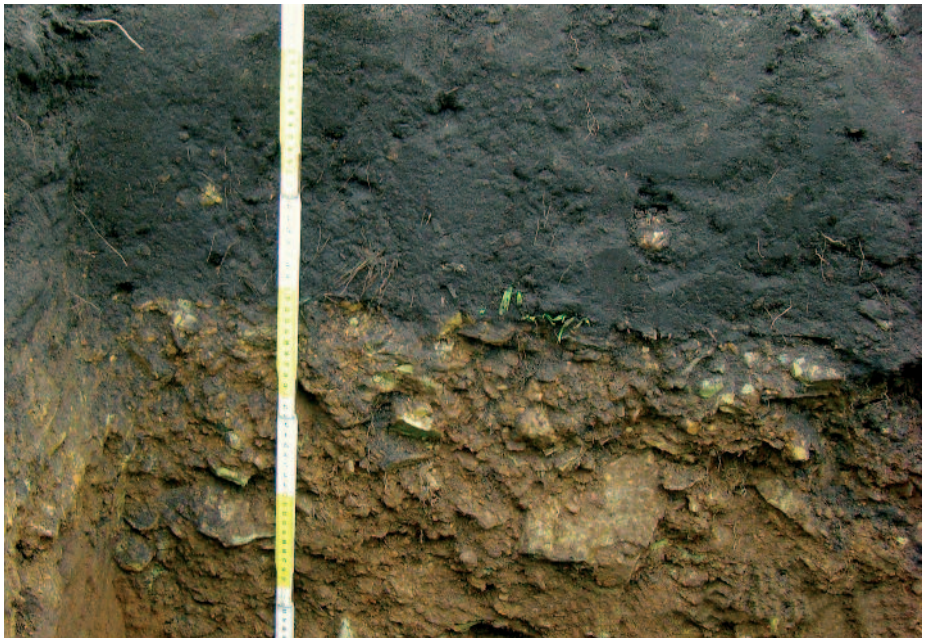

Abb. 1: Depo-Regosol als Ergebnis künstlicher Bodenhorizontierung auf einer Deponie.
Foto: Werkbild Fa. Bender

Anthropogene Bildungen									
Gesteinsgruppierung		**Beispiele**		**Gesteinsgruppierung**		**Beispiele**			
Yb	Bauschutt	YBZ	Siedlungsbauschutt	Yü	Müll	Yüh	Hausmüll		
		Ybs	Straßenbauschutt			Yür	Sperrmüll		
Ya	Asche	Yak	Steinkohlenkraftwersache			Yüs	Straßenkehricht		
		Yab	Braunkohlenkraftwerksasche			Yi	Industriemüll	Yit	Zechenmüll, Kokereimüll
		Yaü	Müllverbrennungsasche					Yim	Metallhüttenmüll
Ys	Schlacke	Yse	Eisenhütten- oder Hochofenschlacke					Yia	Aluminiumhüttenmüll
								Yig	Montanindustriemüll
		Yss	Stahlwerksschlacke					Yis	Strahlenmittelmüll
		Ysg	Gießereischlacke	Y1	Schlamm	Ylä	Klärschlamm		
		Ysm	Metallhüttenschlacke			Ylw	Wasseraufbereitungsschlamm		
Ye	Haldenmaterial	Yeb	Bergematerial			Yli	Industrieschlamm	Ylit	Teerschlamm
		Yek	Kohleprodukte					Ylim	Metallschlamm
Yo	„Anthroorganika“	Yob	Bodenverbesserungsmittel					Yliv	Mineralschlamm
Yn	anthropogenes Festgestein	Ybe	Beton					Ylif	Farbschlamm
		Ybi	Bitumen					Ylik	Plasteschlamm
Yj	natürliches Bodenmaterial	Yjk[2)]	Kompost					Yliö	Ölschlamm
		Ysp[2)]	Spülmaterial					Ylic	Chemieschlamm
								Yliw	Entschwefelungsschlamm
								Ylio	Holzschlamm

[1)] Da für bodenkundliche Bewertungen der Zustand, das Bildungsmilieu oder der Bildungsprozess der Gesteine von hoher Bedeutung sind, enthält die Zusammenstellung auch petrogenetische Begriffe. Einige veraltete Termini sind, zur Erleichterung der Auswertung von Altunterlagen, den Gesteinsbezeichnungen zugeordnet. Die Begriffsliste ist keine Gesteinsklassifikation, sondern eie für die bodenkundliche Kartierung zweckdienliche Zusammenstellung.

[2)] Verwendung entweder mit anderen Ausgangsgesteinen, oder wenn die ursprünglichen Ausgangsgesteine nicht mehr benannt werden können.

Tabelle 1: Gliederung technogener Substrate aus künstlichem Material.
Foto: Bodenkundliche Kartieranleitung 2005

Was sind technogene Bodensubstrate?

Technogene Substrate entstammen anthropogenen, also durch den Menschen verursachten Verarbeitungs-, Veränderungs- oder Umlagerungsprozessen. Sie sind daher das Ergebnis technisch-industrieller Produktionsprozesse und in der vorliegenden stofflichen Form oder stratigraphischen Lagerung in der Natur nicht zu finden. Letztlich handelt es sich also um künstliche Böden mit veränderten bodenchemischen und bodenphysikalischen Standorteigenschaften. In urban-industriellen Ballungsräumen wie im Ruhrgebiet sind technogene Substrate verbreitet zu finden.

Technogene Substrate, die eine Bodenbildung aufweisen, werden als anthropogene Böden bezeichnet. Gemäß internationaler Bodenklassifikation (WRB-Klassifikation) werden diese Böden auch als Anthrosols bezeichnet

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Za	PAK	PCB	pH	EC
Bauschutt (Siedlungsbau)[a]	+	0	+	0	0	0	+	+	+	0	(A)	(+)
Bauschutt (Straßenaufbruch)[b]	0	0	0	0	0	+	0	0	X	0	(A)	0
Hochofenschlacken[c]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	(+)
Stahlwerkschlacke[d]	0	0	X	0	0	+	0	0	0	0	A	(+)
Zinkoxidschlacke	+	X	0	X	+	0	X	X	0	N	(A)	0
Bleischachtofenschlacke	X	X	X	X	0	X	X	X	N	N	A	(+)
Kupferschlacke	X	X	X	X	0	X	X	X	N	N	A	(+)
Wälzofenschlacke	X	+	X	X	0	X	X	+	0	N	(A)	(+)
Rostasche (Steinkohle)	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	(A)	0
SKG (Steinkohle)[e]	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	(A)	0
MV-Rohasche	+	+	+	X	+	X	X	X	+	N	A	+
Flugasche (Steinkohle)	X	+	+	X	0	X	+	+	N	N	A	+
Flugasche (Braunkohle)	0	X	+	0	0	0	0	0	N	N	(A)	+
Flugasche (MVA)	+	X	X	X	+	X	X	X	N	N	A	+
Haldenberge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N	(V)	(+)
Gebrannte Berge	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(V)	(+)
Koks/Brikett (Steinkohle)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(V)	+[h]
Baggerschlamm[f]	0	X	+	X	0	X	+	X	+	N	(V)	0
Klärschlamm	N	+	+	X	+	+	0	+	0	0	(A)[g]	N

[a] Bestehend aus Ziegel, Mörtel und Beton
[b] Bestehend aus Teerasphalt oder Bitumen-Teer-Mischung
[c] Bestehend aus Hochofenstückeschlacke.
[d] Bestehend aus LD-, SM- oder Elektroofenschlacke, Hüttensand, Hüttenbims oder Hüttenwolle
[e] Abk. Schmelzkammergranulat
[f] Von Industrieflüssen, Hafenbecken
[g] Nach der Konditionierung
[h] Nur Kohle

Schadstoffe:
0 = keine Zunahme
+ = Konzentrationserhöhung möglich
X = deutliche Konzentrationserhöung
N = keine ausreichende Daten-Grundlage vorhanden

pH-Wert:
(A) = schwache Alkalisierung
A = starke Alkaliserung
(V) = schwache Versauerung
V = starke Versauerung

EC-Wert:
0 = keine Zunahme
(+) = schwache Zunahme
+ = starke Zunahme
N = keine ausreichende Datengrundlage vorhanden

Tabelle 2: Beeinflussung von Schadstoffpotenzial, pH-Wert und EC-Wert durch die Beimengung von technogenen Substraten in Böden.
Foto: Hiller, Meuser, 1968

Abb. 2: Begrünung eines Kohlelagers mittels Nassansaat und Spezialrezeptur.
Fotos: Werkbild Fa. Bender

Abb. 3: Fläche aus reinem Bauschutt vor der Begrünung. Foto: Werkbild Fa. Bender

und um Böden mit starker Veränderung der ursprünglichen Eigenschaften, etwa durch Bodenbearbeitung oder Bewässerung, erweitert (geoDZ.com). Die Klassifizierung anthropogener Böden erfolgt hinsichtlich ihrer Horizontierung analog zu natürlichen Böden, sie werden jedoch auf der Substratebene unterschieden (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005).
Es werden zwei Gruppen technogener Substrate unterschieden:

- Böden aus natürlichem Substrat mit starker Umgestaltung des Profilaufbaus durch den unmittelbaren Einfluss des Menschen (bodensystematisches Symbol: jY). Hierzu zählen zum Beispiel Bergematerial des Steinkohlenbergbaus, Kippböden des Braunkohlentagebaus, Kohle bzw. kohlehaltige Fazies, also Substrate, die unter natürlichen Bedingungen in großer Tiefe keiner Verwitterung und Bodenbildung ausgesetzt wären.
- Bödenaufträge aus künstlichen Substraten bzw. aus Beimengungen solcher Substrate (bodensystematisches Symbol: yY). Zu dieser Gruppe gehören zum Beispiel Bauschutt des Siedlungs- und Gewerbebaus, Bauschutt des Straßenbaus, Hochofen- und Stahlwerksschlacken, Aschen aus Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen, Müll, Klär- und Industrieschlämme, Industrierückstände und Komposte (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005). Jede Komponentengruppe wurde zur eindeutigen Kennzeichnung mit einem eigenen bodensystematischen Symbol bedacht (siehe Tab. 1).

Trotz ihrer künstlichen Herkunft weisen anthropogene Böden häufig Parallelen zu natürlichen Bodentypen auf. So sind Rohböden aus Bauschutt mit Syrosemen (Leptosols gemäß WRB-Klassifikation), Lockersyrosemen (Regosols gemäß WRB) oder Pararendzinen (Calcaric Regosol gemäß WRB) auf festem bzw. lockerem Carbonatgestein (Kalk) vergleichbar (siehe Bild 1); Rohböden aus Bergematerial sind Lockersyrosemen oder Regosolen aus Silikatlockergestein ähnlich. Depo-Reduktosole aus Hausmüll sind mit natürlichen, durch vulkanische Gase geprägten Reduktosolen verwandt und weisen eine den Gleyen (Gleysols gemäß WRB) vergleichbare Horizontierung auf.

Eigenschaften technogener Böden

Bei technogen-anthropogenen Böden handelt es sich in der Regel um junge Böden mit fehlender oder schwacher Bodenbildung, also um Rohböden mit besonderer Bedeutung der Ausgangssubstrate, da diese bei geringem oder fehlendem Humusgehalt und geringem Verwitterungsgrad die Bodeneigenschaften in besonderem Maße prägen. Urban-industriell überprägte Böden unterscheiden sich meist deutlich von naturnahen Böden in Stoffbestand, Nährstoffversorgung (Trophie) und Schadstoffgehalt. Anthropogene Ablagerungen, beispielsweise Bergehalden, können durch Verwitterung zu einer umfangreichen Stofffreisetzung und damit zu umweltrelevanten Folgen führen (Kerth 1988). Den Pflanzenwuchs beeinträchtigen vor allem zu hohe oder zu niedrige pH-Werte, erhöhte Salzgehalte und die Schadstoffbelastung vieler technogener Substrate (siehe Tab. 2). Im Ruhrgebiet, dem mit Abstand größten urban-industriell geprägten Raum in Deutschland, dominieren meist Gemenge verschiedener Technogener und natürlicher Substrate; Monosubstrate (zum Beispiel Bergematerial der Bergehalden) sind eher selten (Hiller & Meuser 1998).

Hinsichtlich der Eignung für Begrünungen müssen die Eigenschaften technogener Substrate wie folgt bewertet werden:

- Wasserspeicherfähigkeit: Der Feinanteil der Bodenkornfraktion (Ton, Schluff und Sand, also Partikel ≤ 2 mm) muss groß genug, um eine ausreichende Wasserversorgung der Vegetation zu gewährleisten (Problemsubstrate sind zum Beispiel Bauschutt, Schlacken, Bergematerial, Kippsande).
- Nährstoffgehalte und Nährstoffspeicherfähigkeit: Sind die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor, Calcium und Magnesium nicht in ausreichenden Mengen vorhanden, müssen diese mittels geeigneter Düngestoffe zugeführt werden. Zugeführte Nährstoffe müssen durch Tonminerale oder die Humussubstanz pflanzenverfügbar gespeichert werden. Andernfalls muss dies mittels geeigneten Bodenverbesserungsmitteln gewährleistet werden. Dies betrifft die meisten technogenen Bodensubstrate.
- Der Boden muss ausreichend tiefgründig sein, um die Ausbildung des Wurzelwerks zu ermöglichen. Flachgründige Böden bieten häufig einen nicht ausreichenden Wurzelraum.
- Bodenverdichtungen führen häufig zu physikalischen Sperren für die Wurzeln, zu einer Reduzierung des Luftvolumenanteils und damit zu Sauerstoffmangel im Boden (zum

Stephan Bloemer, M.A.
Niederlassungsleiter,
wissenschaftliche Beratung
Bender GmbH & Co. KG
Niederlassung Düsseldorf
Henkelstr. 282
40599 Düsseldorf
bloemer@rekultivierungen.de

Abb. 4: Zwei Jahre nach der Ansaat hat sich eine artenreiche Vegetation etabliert, die sich in Richtung eines Kalktrockenrasens entwickelt.
Foto: Werkbild Fa. Bender

Beispiel stark durch Baumaschinen beanspruchte Böden).

- Alkalisierende Substrate führen zum Teil zu extrem hohen pH-Werten im Boden; solche Standorte eignen sich nur eingeschränkt bzw. nur unter Anwendung meliorierender Maßnahmen für eine Begrünung (zum Beispiel verschiedene Schlacken, Flugaschen, seltener Bauschutt).
- Bei extrem niedrigen pH-Werten bzw. hoher Bodenacidität ist Pflanzenwuchs nicht oder nur begrenzt möglich. Hohe Gesamtschwefelgehalte (meist verursacht durch die Eisendisulfide Pyrit und Markasit) können zudem ein hohes Säurepotenzial bergen, das sich erst im Laufe der Verwitterung in stark sinkenden pH-Werten bemerkbar macht (zum Beispiel Bergematerial des Steinkohlenbergbaus und Kipprohböden des Braunkohlentagebaus, die Sande des Tertiärs enthalten).
- Erhöhte Salzgehalte (EC-Werte) können phytotoxische Auswirkungen haben (zum Beispiel Müllverbrennungsaschen, Flugaschen von Kohlekraftwerken, Rückstandshalden der Salz- und Kaliindustrie).
- Erhöhte Gehalte an anorganischen Schadstoffen (vor allem Schwermetalle) können, sofern sie in pflanzenverfügbarer Form vorliegen, phytotoxische Auswirkungen haben. Besonders stark schwermetallbelastet sind Metallhüttenschlacken, Flugaschen von Kohlekraftwerken, Müllverbrennungsaschen, Klär- und Baggerschlämme, zum Teil auch Bauschutt und Stahlwerkschlacken.
- Erhöhte Gehalte an organischen Schadstoffen wie PAK sind unter anderem im Straßenaufbruch zu finden; allerdings werden diese Schadstoffe von Pflanzen meist nur in geringem Umfang aufgenommen.
- Durch Gasbildung kann die Vegetation stark beeinträchtigt werden (zum Beispiel Deponien, organisch belastete Böden).
- Sind die betreffenden Flächen stärker geneigt, sind sie zudem erhöhter Erosionsgefahr ausgesetzt (zum Beispiel Halden, Kippen).
- Mikroklimatische Faktoren können zusätzliche Stressfaktoren für die Vegetation bedeuten (Stadtklima, Strahlungsexponierung, lokale Luftströmungen etc.).

Begrünung technogener Standorte

Weshalb werden technogene Böden begrünt?

Die Begrünung technogener Standorte wird – beispielsweise im Bergbau – bereits seit längerem praktiziert. Vor allem im Ruhrgebiet, aber auch im mittel-, ost- und westdeutschen Braunkohlentagebau werden schon seit Jahrzehnten Bergehalden, Kippböden und sogar Kohlehalden und -flöze begrünt (Tischew 2004, Jochimsen 2001, Stalljann 1999, Wiggering & Kerth 1991). Inzwischen konnten umfangreiche Erfahrungen auf verschiedenste andere Substrate ausgedehnt werden – nicht zuletzt auch dank vielfältiger Bemühungen von Unternehmen der Rekultivierungs- und Begrünungsbranche (Schieber 2008, Bloemer 1998, Bloemer 1996, Rebele & Dettmar 1996, Heinkele & Bloemer 1994). Unter Einsatz spezieller Begrünungsrezepturen können auch sehr extreme Standorte – in der Regel mit Hilfe der Nassansaat – erfolgreich begrünt werden (siehe Bild 2).
Technogene Standorte werden aus verschiedenen Gründen begrünt. Vorrangig ist häufig eine Staubbindung und damit die Verbesserung des Stadtklimas und der Lufthygiene; eine Pflanzendecke verhindert oder reduziert Staubemissionen. Auch der Erosionsschutz spielt eine große Rolle; eine Pflanzendecke minimiert die Erosion auf geneigten Flächen und damit die Belastung angrenzender Gebiete und Gewässer oder der Kanalisation mit – möglicherweise kontaminiertem – Substrat. Von Bedeutung ist gleichfalls die ökologische Aufwertung des betreffenden Areals. Standortgerechte und regional angepasste Pflanzengesellschaften stellen einen Anziehungspunkt für weitere seltene Arten vor allem der Fauna dar. Damit einher geht meistens auch eine ästhetische Aufwertung des Landschafts- und Siedlungsbildes. Eine standortgerechte Vegetation vermag Industriebrachen, Altlasten, Halden, Kippen, Deponien etc. optisch zu kaschieren oder sogar positiv hervorzuheben. Nicht zuletzt dient eine Begrünung auch der Grundstücksaufwertung: Begrünte Flächen sind leichter zu veräußern. Unter Umständen ist im Rahmen einer Sanierungsmaßnahme eine Phytoremediation (Schadstoffverringerung im Boden durch Aufnahme in die pflanzliche Biomasse) durch Repositionspflanzen möglich.

Wie lassen sich technogene Substrate begrünen?

In Abhängigkeit von den Eigenschaften des Bodensubstrats und weiteren Standortbedingungen wie Geländeneigung, Exponierung und mikroklimatischen Aspekten sind technogene Böden meist begrünbar. Allerdings müssen bei der Konzeption und Ausführung einige fachliche Grundlagen und Voraussetzungen beachtet werden. Die pflanzenrelevanten Bodeneigenschaften müssen den Anforderungen zumindest einer mageren Grünlandvegetation dauerhaft genügen. So ist

- die Verwendung von standortgerechtem Saatgut unter Beachtung der bodenphysikalischen und -chemischen Eigenschaften erforderlich. Dabei sollten nach Möglichkeit züchterisch unbeeinflusste Wildformen aus dem jeweiligen Naturraum (Regio-Saatgut, Druschgut- und Heumulchübertragungen) eingesetzt werden, um die optimale geographische Eignung zu gewährleisten und eine genetische Überformung der regionaltypischen Flora zu vermeiden (Schwab, Engelhardt & Bursch 2002).
- bei grobkörnigen Substraten (≥ Sandfrakti-

Abb. 5: Fläche aus reinem Bauschutt während der Nassansaat. Foto: Werkbild Fa. Bender

Abb. 6: Auch diese Fläche ist zwei Jahre später mit einer dichten, artenreichen Vegetation bewachsen. Foto: Werkbild Fa. Bender

Abb. 7: Carbidkalkschlamm vor der Begrünung. Foto: Stephan Bloemer, 1998

Abb. 8: Begrünter Carbidkalkschlamm 1 Jahr nach der Flugbegrünung. Foto: Stephan Bloemer, 1998

on) eine Erhöhung der Wasserspeicherkapazität anzustreben. Dies kann mit Hilfe geeigneter Bodenverbesserungsstoffe und während der Keimphase mit Mulchdecken oder Geotextilien gemäß DIN 18918 realisiert werden (DIN Deutsches Institut für Normung 2003);

- bei grobkörnigen Substraten (≥ Sandfraktion) eine Erhöhung der Nährstoffspeicherkapazität mittels geeigneter Bodenverbesserungsmittel erforderlich;
- eine Optimierung des kurz- und langfristig verfügbaren Nährstoffangebotes (Düngung) in den meisten Fällen notwendig;
- unter anderem auf Bergbaustandorten eine Erhöhung des pH-Wertes und häufig auf Schlacken und Flugaschen eine Absenkung des Boden-pH mit geeigneten Mitteln anzustreben, um einen angemessenen Pflanzenwuchs zu ermöglichen;
- unter anderem auf durch Flug- und Müllverbrennungsaschen beeinflussten Standorten eine Verringerung der Ionenaktivität (EC-Wert bzw. Salzbelastung) im Boden durch entsprechende Bodenhilfsstoffe zu empfehlen;
- bei phytotoxischen Konzentrationen von organischen und/oder anorganischen Schadstoffen vor einer Vegetationsetablierung deren Immobilisierung oder eine vollständige Sanierung erforderlich.

Substratspezifische Flora

Technogene Substrate sind nicht nur begrünbar, es gibt – gemäß diesbezüglicher Untersuchungen – sogar eine substratspezifische Flora, die vor allem solchen Standorten nachgewiesen werden kann. Dabei spricht man – zumindest für den Großraum Ruhrgebiet – von industriespezifischer Vegetation, wenn diese erstmals auf technogenen Standorten und Industrieflächen nachgewiesen wurde. Industrietypische Vegetation ist dagegen nur auf Industrieflächen mit größeren Vorkommen anzutreffen (Rebele & Dettmar 1996). Für Eisen- und Stahlhüttenschlacken, Bergematerial, kohle- und kokshaltige Substrate gilt zum Beispiel die Gesellschaft des Klebrigen Gänsefußes *(Chaenarrhino-Chenopodietum botryos)* als industrietypische Flora. Auf Gleisschotter und skelettreichen Aufschüttungen findet man die Natternkopf-Steinklee-Gesellschaft *(Echio-Melilotetum),* während als industrietypische Flora auf Zechenbrachen und Bergehalden die Gesellschaft des Klebrigen Alants/der Geruchlosen Kamille *(Inula graveolens-Tripleurospermum inodorum*-Gesellschaft) angeführt wird (Rebele & Dettmar 1996). Bei genauer Kenntnis der Substrateigenschaften und dem ökologischen Verhalten der Vegetation kann mithilfe der Pflanzensoziologie für die meisten zu begrünenden technogenen Standorte auf geeignetes Saatgut mit entsprechendem Artenspektrum zu-

Abb. 9: Bergematerial mit Zusatz von Kompost aus Hausmüll und Papierschlamm ein Jahr nach der Begrünung. Hohe Nährstofffrachten in Verbindung führen in Verbindung mit gräserdominiertem Handelssaatgut zu einer mastigen, artenarmen Grasnarbe. Foto: Stephan Bloemer, 1996

Abb. 10: Bergematerial, in das humusarmer lehmiger Sand 20–30 cm tief eingearbeitet wurde. Ohne Zusatz von nährstoffreichem Kompost ist die Vegetation deutlich magerer und reicher an Kräutern. Foto: Stephan Bloemer, 1996

rückgegriffen werden. Es ist allerdings zu beachten, dass die Vegetation technogener Substrate zu einem nicht unerheblichen Teil aus Neophyten (eingewanderte Arten) besteht, die im Rahmen einer Begrünungsmaßnahme nicht verwendet werden sollten – sofern sie als Saatgut im Handel überhaupt erhältlich sind.

Begrünung technogener Bodensubstrate – Fallbeispiele

Fallbeispiel Industriebrache – Bauschutt

Im Industriegebiet Papenberg, Stadt Remscheid, wurden im Jahr 2007 rund 2,2 ha Böschungsflächen aus reinem Bauschutt per Nassansaat begrünt (siehe Bild 3 bis 6). Als Saatgut wurde entsprechend der stark alkalischen Bodenreaktion bis über pH 9 ein kräuterreicher Kalkmagerrasen und ein trockenheitstoleranter Gräserzusatz verwendet. Mit Hilfe einer Spezialrezeptur für alkalische Schotterstandorte wurden unter anderem die Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit sowie die Nährstoffsituation und die Ausgangsbedingungen für das mikrobielle Bodenleben verbessert.
Mit dieser Vorgehensweise konnte bereits im zweiten Jahr mit bis zu 23 Prozent der ausgesäten Arten ein hoher Deckungsgrad der Vegetation erzielt werden. Gleichzeitig wurden ein tiefes und kräftig ausgebildetes Wurzelsystem und damit ein zuverlässiger Schutz gegen Erosion und Staubbildung erzielt. Die pflanzensoziologische Entwicklung wird sich entsprechend des bisherigen Verlaufs voraussichtlich weiter in Richtung Halb- bzw. Kalktrockenrasen bewegen (Schieber 2008).

Fallbeispiel Industrieschlämme

Bei Merseburg (Sachsen-Anhalt) wurde im Jahr 1996 eine Deponie mit Böschungen aus Industrieschlämmen per Nassansaat begrünt. Es handelte sich um eine Fläche von insgesamt 160 000 m², die mit Fahrzeugen nicht erreichbar waren; daher wurde die Begrünungsrezeptur von einem Spezialflugzeug aus aufgebracht (Flugbegrünung). Ein Jahr später wurde die begrünte Fläche von einem Helikopter aus nachgedüngt.
Bei dem begrünten Substrat handelte es sich um einen sandigen Depo-Lockersyrosem aus Carbidkalkschlamm mit einem pH-Wert von anfangs ca. 12,5 und erhöhter Leitfähigkeit (Salzgehalt). Die Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen – unter anderem Phosphat und Magnesium – waren äußerst gering. Die Bodenoberfläche war von einer Carbonatkruste überzogen. Zu diesen sehr extremen und ungünstigen Standorteigenschaften kam ein niederschlagsarmes Klima im Lee des Harzes. Mit der Flugbegrünung wurde eine zuvor im Labormaßstab getestete Spezialrezeptur für alkalische Standorte appliziert. Wider Erwarten konnten bereits im zweiten, teilweise auch schon im ersten Jahr zum Teil hohe Deckungsgrade erzielt werden. Auf besonders stark verkrusteten Teilflächen und dem südlich exponierten Bereich der Deponie verlief die Vegetationsentwicklung erwartungsgemäß verzögert (Bloemer 1998).
Durch die Begrünung konnten die gewünschten Ziele (optische Kaschierung der Deponieböschungen, zuverlässiger Schutz gegen Erosion und Staubbildung) erreicht werden. Die Vegetation kann als *Festuca*- und *Diplotaxis*-dominierter Bewuchs mit einer Förderung der zuvor äußerst spärlichen, alkalitätstoleranten Ruderalflora charakterisiert werden (siehe Bild 7 und 8).

Fallbeispiel Bergematerial mit technogenen Zusätzen

Im westlichen Ruhrgebiet bei Duisburg wurde in 1990 auf einer Bergehalde des Steinkohlenbergbaus eine rund 6000 m² große Versuchsfläche angelegt. Böschungen aus Bergematerial wurden mit technogenen Substratbeimischungen aus Hausmüllkompost und verschiedenen Zusätzen (Papier-, Brauerei- und Kalkschlamm, thermisch dekontaminierter Boden) versehen und anschließend per Nassansaat mit einer handelsüblichen Saatgutmischung begrünt. Letztlich wurde hier eine Bodenverbesserung des technogenen Bergematerials mit technogenen Zusätzen organischen und mineralischen Ursprungs vorgenommen.
Bereits in der zweiten Vegetationsperiode wurden auf allen Parzellen mit bodenverbessernden, technogenen Substratbeimischungen Deckungsgrade zwischen 90 Prozent und 100 Prozent und damit ein zuverlässiger Schutz gegen Erosion und Staubbildung erzielt. Der pH-Wert wurde im schwach bis mäßig alkalischen Bereich stabilisiert. Die Kontrollfläche, auf der zur Standortverbesserung lediglich ein humusarmer lehmiger Sand aufgebracht und 20 bis 30 cm tief in das Bergematerial eingearbeitet wurde, zeigt gleichfalls eine weitgehend geschlossene, jedoch eher magere, deutlich krautreichere Vegetation (siehe Bild 9 und 10). Durch die Substratbeimischungen technogener Herkunft wurde zwar eine deutliche Verbesserung der bodenphysikalischen Standorteigenschaften erzielt; allerdings erfolgten mit den Kompostgaben gleichzeitig hohe Nährstoffeinträge mit der Konsequenz einer mastigen, von Gräsern dominierten und artenarmen Rasenvegetation. Die Verwendung nährstoffreicher technogener Zusätze sollte daher stets kritisch abwägend und unter sorgfältiger Beachtung der Standorteigenschaften und der Nährstofffrachten erfolgen (Bloemer 1996).

Fallbeispiel thermisch dekontaminierter Boden

Bodensubstrate aus thermischen Bodenreinigungsverfahren zur Eliminierung organi-

scher Schadstoffe werden durch die erforderliche Erhitzung in ihren Eigenschaften verändert und büßen verschiedene Funktionen hinsichtlich ihrer Eignung als Vegetationsstandort ein. Im Rahmen eines Feldversuches in Essen (NRW) wurde Anfang der 1990er Jahre getestet, inwieweit ein solches Substrat, hervorgegangen aus der thermischen Sanierung (Niedertemperaturbehandlung nach dem Terra-Therm-Verfahren) eines PAK-belasteten Bodens, dennoch als Pflanzenstandort dienen kann. Bei dem Boden handelte es sich um einen schwach lehmigen Sand.
Das stickstoffarme Substrat konnte unter Zugabe von Mineraldünger oder Kompost mit verschiedenen Saatgutmischungen begrünt werden. Die besten Ergebnisse wurden, bezogen auf eine Versuchsdauer von drei Jahren, mit Deckungsgraden von 30 Prozent (Kleegras-Mischung), 40 Prozent (Gräsermischung) und 95 Prozent (Weiße Lupine, Reinsaat) auf den Parzellen mit Kompostzugabe erzielt. Ohne Düngung wurden erwartungsgemäß geringere Deckungsgrade ermittelt. Auch Gehölze konnten mit nur geringen Verlusten auf allen Versuchsparzellen etabliert werden (Heinkele & Bloemer 1994). Zu diesem Versuch sind leider keine Fotos verfügbar.

Zusammenfassung und Ausblick

Technogene Böden stammen aus technisch-industriellen Produktionsprozessen und sind als künstliche oder anthropogen stark überformte Substrate in der Natur nicht zu finden. Im Hinblick auf ihre Eignung als Pflanzenstandort weisen sie oft schwierige bis problematische Eigenschaften auf. Unter Beachtung der jeweiligen Voraussetzungen und mittels geeigneter Verfahren sind solche Standorte dennoch begrünbar. Auf entsprechenden Arealen kann sogar eine industriespezifische und industrietypische Vegetation bestimmt werden. Begrünungsziele sind neben der Staubbindung und dem Erosionsschutz vor allem die ökologische und ästhetische Aufwertung urban-industriell geprägter Landschaften. Auch ökonomische Interessen legen oftmals eine Begrünung nahe. Als Begrünungstechnik eignet sich besonders die Nassansaat, da gleichzeitig mit dem Saatgut wesentliche Komponenten wie Dünger, Bodenverbesserungs- und Meliorationsstoffe, Mulch und Erosionsschutzmittel appliziert werden können. Die aufgeführten Fallbeispiele dokumentieren die Möglichkeiten der Begrünbarkeit technogener Böden und Substrate und zeigen gleichzeitig, dass solche Standorte weder als störend beseitigt noch mit „kulturfähigem Substrat“ oder Oberboden überdeckt werden müssen, um sie auf durchaus ansprechende und interessante Weise einer naturnahen Nutzung zurückzuführen. In Zukunft sollte aber unbedingt noch viel stärker auf die Verwendung von standort- und herkunftsgerechtem Saat- (und Pflanz-)gut geachtet werden, um eine ökologische, ästhetische und funktionale Optimierung der Begrünungen zu erzielen. Hierzu eignen sich insbesondere herkunftsgesicherte Saatgutmischungen aus dem jeweiligen Naturraum („Regio-Saat“) und Druschgut- oder Heumulchübertragungen von geeigneten Spenderflächen in der näheren Umgebung.
Die Verwendung von nährstoffreichen Zusätzen ist nur bei kritischer Prüfung unter sorgfältiger Vermeidung einer möglichen Überdüngung ratsam, um artenarme und mastige Vegetationsbestände zu vermeiden. Gleichfalls sollten stark alkalisierende Zusätze zu eher sauren oder zur Versauerung neigenden Substraten nur sehr gewissenhaft im Hinblick auf ihre Dosierung eingesetzt werden, um den Charakter des Ausgangsmaterials nicht völlig zu überformen. Denn technogene Böden können – eine fachgerechte Begrünung vorausgesetzt – gerade in urban-industriellen Ballungsräumen zu arten- und erlebnisreichen Inseln in einer immer stärker ausgeräumten, vorwiegend landwirtschaftlicher und industrieller Produktion unterworfenen Landschaft werden.

Literatur

Bloemer, S. (1996): Hausmüllkomposte und thermisch gereinigte Böden zur Rekultivierung einer Bergehalde. – Wasser und Boden 3/1996, S. 54–58

Bloemer, S. (1998): Flugbegrünung einer Deponie aus extrem alkalischem Industriesubstrat. – TerraTech 3/1998, S. 30–32

Bloemer, S. (2000): Böschungssicherung durch Extremflächenbegrünung: Hydraulische Nassansaat an der ICE-Neubaustrecke Köln-Rhein/Main. – Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V. 2000: Ingenieurbiologie -Sicherung an Verkehrswegeböschungen, S. 393–406

Bloemer, S. (2001): Extremflächenbegrünung durch Nassansaaten – Erosionsschutz am Beispiel einer Abraumhalde der Steinbruchindustrie und eines Braunkohlentagebau-Restlochs. – Kies und Sand Gesteins-Perspektiven 6/2001, S. 27–31

Bloemer, S. (2003): Erosionsschutz und Begrünung von Böschungen im Verkehrswegebau: Optimierung durch Rohbodenbegrünung statt Oberbodenandeckung. – Straßenverkehrstechnik 2/2003, S. 90–95.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., Stuttgart, 438 S.

DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.) (2003): Landschaftsbauarbeiten VOB/StLB/STLK, DIN-Taschenbuch Nr. 81, 6. Auflage, 704 S.

geodz.com: http://www.geodz.com/ – Online-Lexikon Geografie, Lexikon Geologie, Lexikon Geodäsie, Topologie & Geowissenschaften

Heinkele, T. & Bloemer, S. (1994): Möglichkeiten der Rekultivierung und Begrünung thermisch gereinigter Böden. Ergebnisse eines Feldversuchs. – Wasser und Boden 1/1994, S. 47–50

Hiller, D. A. u. H. Meuser (1998): Urbane Böden. 161 S., Heidelberg

Jochimsen, M. (2001): Vegetation development and species assemblages in a long-term reclamation project on mine spoil.- Ecological Engineering 17, 187–198

Kerth, M. (1988): Die Pyritverwitterung im Steinkohlenbergematerial und ihre umweltgeologischen Folgen. Dissertation, Universität Essen

Kirmer, A. u. S. Tischew, (Hrsg.) (2006): Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden. 195 S., Wiesbaden.

Molder, F. (1995): Vergleichende Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen. – Boden und Landschaft 5, Gießen.

Rebele, F. u. J. Dettmar (1996): Industriebrachen – Ökologie und Management. 188 S., Stuttgart

Schieber, P. (2008): Städteräumliche Einbindung einer begrünten Brachfläche in Remscheid. – Diplomarbeit an der Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Architektur und Landschaft, Institut für Umweltplanung

Schwab, U., J. Engelhardt u. P. Bursch (2002) Begrünungen mit autochthonem Saatgut. Ergebnisse mit dem Heudrusch-Verfahren auf Ausgleichsflächen. – Naturschutz und Landschaftsplanung – Zeitschrift für angewandte Ökologie 11/2002, S. 346–354

Stalljann, E. (1999): Frisol – a successful grassing system for mining areas. International mining and environment challenge, 12.–16. July 1999, Lima, Peru.

Tischew, S. (Hrsg.) (2004): Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. Wiesbaden, 392 S.

Wiggering, H. u. M. Kerth (Hrsg.) (1991): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Braunschweig, Wiesbaden, 246 S.