

Besondere Anforderungen an den Bewuchs und den Oberboden bei der Gestaltung von Rekultivierungs-/ Wasserhaushaltsschichten unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitskomponente

Sabine Bernsdorf und Franziska Liemen

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften

1 Aufgabenstellung

Zur Initiierung und zum Erhalt eines dauerhaften Bewuchses auf Deponien sind Voraussetzungen einer für das Pflanzenwachstum ausreichenden Wasserverfügbarkeit und entsprechender verfügbarer Pflanzennährstoffe mit dem Ziel der Nachhaltigkeit zu schaffen. Zu berücksichtigen ist unter anderem die angestrebte Nutzung der Deponie in Abhängigkeit von den konkreten Standortbedingungen und die Einbindung der Deponie in die Landschaft. Aus Abbildung 1 sind die aus der gestellten Thematik zu beachtenden Zusammenhänge zu entnehmen, die die Grundlage für die inhaltliche Gestaltung des Vortrages sind. Untersuchungsergebnisse zur Verwendung von Klärschlammkompost (KSK) als Rekultivierungsmaterial und die zurzeit laufende Forschung auf der Kalirückstandshalde in Sondershausen des Bereiches Agrartechnik und Landeskultur ergänzen die Ausführungen.

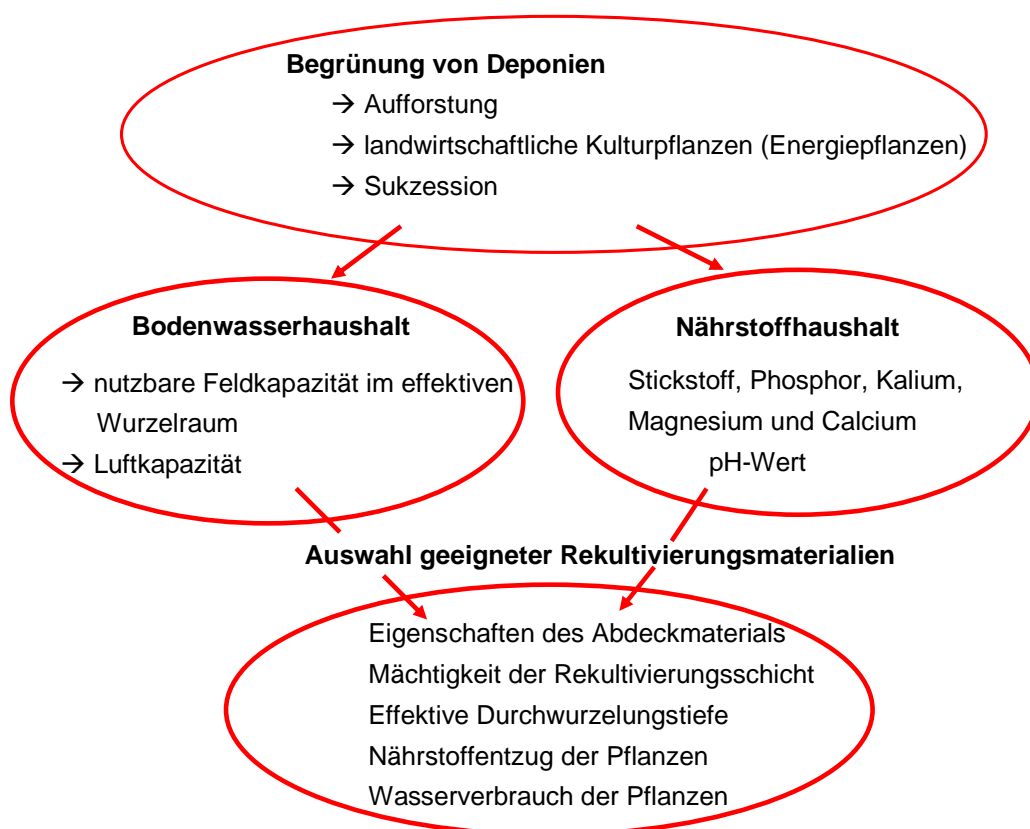


Abbildung 1 Anforderungen an die Rekultivierungs-/ Wasserhaushaltsschicht für das Pflanzenwachstum

2 Eigenschaften des Rekultivierungsmaterials (KSK)

2.1 Chemische Eigenschaften des Rekultivierungsmaterials

In Tabelle 1 sind die chemischen Eigenschaften des verwendeten Rekultivierungsmaterials aufgeführt. Es handelt sich um einen Modellkompost des Rottegrades IV bis V bestehend aus gleichen Anteilen (50 Vol.-%) kommunalem Klärschlamm und Strukturmaterialgemisch in einer Absiebung von 25 mm.

Tabelle 1 Ausgewählte chemische Parameter des Rekultivierungsmaterials

pH	LF*	N_{min}	N_t	C_t	K	P	Mg
	[mS/cm]	[g/100g]	[g/100g]	[g/100g]	[mg/100g]	[mg/100g]	[mg/100g]
7,6	1,5	0,38	1,7	20	139	151	191

*Elektrische Leitfähigkeit

Der Modellkompost wird durch sehr hohe Stickstoffgehalte von 1,7% charakterisiert. Durch Mischung mit mineralischem nährstoffarmen Bodenmaterial werden deutlich geringere N-Gehalte erreicht, die mit gewachsenen Böden vergleichbar sind. Der größte Anteil (78%) des Stickstoffs liegt in organisch gebundener Form vor und ist damit nicht sofort pflanzenverfügbar. Die in Tabelle 2 ausgewiesenen Schwermetallgehalte überschreiten nur bei den Mikronährstoffen Kupfer und Zink die in der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) bzw. der Deponieverordnung ausgewiesenen Werte.

Tabelle 2 Schwermetallgehalte des Rekultivierungsmaterials

Schwermetallgehalte					
Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn
[mg/kg TM]					
57	1	28	140	19	441

2.2 Physikalische Eigenschaften des Rekultivierungsmaterials

Der Bodenwasserhaushalt wird durch das maximale Wasserhaltevermögen (Feldkapazität) und dem Wassergehalt am permanenten Welkepunkt charakterisiert. Aus der Differenz der beiden Größen wird die nutzbare Feldkapazität (nFK) berechnet. Für den Modellkompost und die Mischungsvarianten wurden nFK Werte von 33 bis 39 Vol.-% ermittelt. Rekultivierungsschichten aus KSK zeichnen sich durch eine hohe Wasserspeicherung und einen hohen Gehalt an pflanzenverfügbarem Bodenwasser aus und tragen damit auch zur Minimierung des Sickerwassers bei.

Die Eigenschaften des Rekultivierungsmaterials und die Mächtigkeit der Rekultivierungs-/Wasserhaushaltsschicht bestimmen den für die Pflanzen verfügbaren Bodenwasservorrat. Die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht, die nach Deponieverordnung mit >100 cm angegeben wird, ist von der Durchwurzelungstiefe abhängig. In Tabelle 3 sind für ausgewählte Pflanzen die effektiven Durchwurzelungstiefen zusammengestellt.

Tabelle 3 Durchwurzelungstiefen (Dannowski und Wurbs, GDA-Empfehlung)

Vegetation	Durchwurzelungstiefe [cm]
Deutsches Weidelgras	120
Welsches Weidelgras	80
Knaulgras	40
Gelbsenf	150
Luzerne	90
Lupine (blau, gelb)	300
Phacelia	80
Rotklee	100
Steinklee	300
Rotbuche	40 bis 180
Winterlinde, Sommerlinde	40 bis 130
Schwarzerle	180 bis 250
Birke	50 bis 150
Esche	20 bis 150
Aspe	120 bis 140
Schwarzpappel	bis 200

Entscheidend für einen sicheren Anwuchs von Bäumen und Sträuchern ist eine ausreichende Wasserversorgung und Wasserspeicherfähigkeit des Standortes. Werner, Vetter und Hering (2004) geben mindestens 300 mm Wasserspeicherkapazität für ein gutes Anwachsen von Bäumen an. Der Wasserverbrauch landwirtschaftlicher Kulturen geht aus Abbildung 2 hervor. Für ein optimales Wachstum der Pflanzen sind Wassermengen im Bereich zwischen 250 und 700 mm erforderlich.

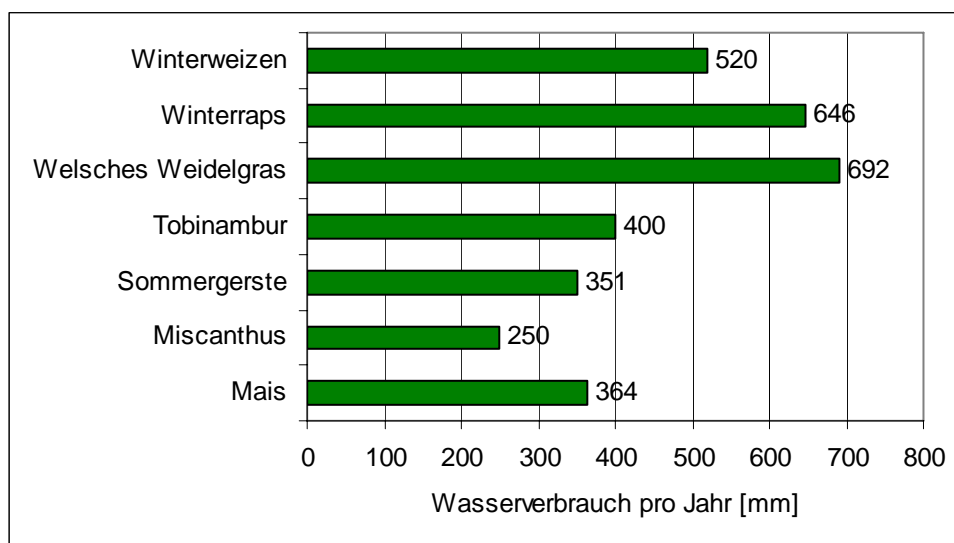


Abbildung 2 Wasserverbrauch einiger Kulturarten (Knoblauch)

3 Nährstoffversorgung

Ausgehend von der Zielstellung des Anbaus von Kulturpflanzen zur energetischen Verwertung ist für ein dauerhaftes Pflanzenwachstum eine über einen längeren Zeitraum ausreichende Nährstoffversorgung erforderlich. Des Weiteren ist das Verhältnis der Grundnährstoffe (N, P, K) zu berücksichtigen.

Tabelle 4 Jährlicher Nährstoffbedarf ausgewählter Fruchtarten (Schilling)

Fruchtart	Ertragsrichtwert [dt/ha]	Nährstoff			
		P	K	Mg	N
		[kg/ha]			
Winterweizen	70	35	115	18	190
Wintergerste	65	35	120	17	160
Winterraps	35	40	165	18	220
Mais	450	35	185	35	210
Ackergras	450	35	270	25	250

Tabelle 5 Jährlicher Nährstoffbedarf für schnellwachsende Baumarten (Werner, Vetter und Hering)

Nährstoff	Umtrieb: 4 Jahre					
	Ertragsniveau (t TM/ha*a)					
	6	8	10	12	14	16
Nährstoffentzug kg/ha (gerundet)						
Stickstoff (N)	22	30	37	44	52	59
Phosphor (P)	4	5	6	7	8	10
Kalium (K)	16	21	26	31	36	42
Magnesium (Mg)	5	6	8	10	11	13
Kalzium (Ca)	32	43	54	65	76	86

Aus den vorliegenden Analysen sind in einer Tonne KSK 17 kg N, 3,8 kg N_{min} und 13,2 kg N_{org} enthalten. Des Weiteren sind in einer Tonne KSK 1,4 kg K sowie 1,5 kg an P vorhanden. Die Nährstoffansprüche sind mit dem Ziel einer langfristigen Nachsorgefreiheit zu kalkulieren. Auf der Grundlage des minimalen und maximalen Nährstoffbedarfs aus den Tabellen 4 und 5 berechnen sich zur Deckung des Nährstoffbedarfs in einem Zeitraum von 10 Jahren die in Tabelle 6 ausgewiesenen KSK-Mengen.

Tabelle 6 Kalkulation an KSK (t) nach dem Nährstoffbedarf

Nährstoffbedarf		P	K	N _{min}
Energiepflanzen	kg/ha in einem Jahr	35 - 40	115 - 270	160 - 250
	kg/ha in 10 Jahren	350 - 400	1150 - 2700	1600 - 2500
	erforderliche Menge KSK in t (TM) zur Deckung des Nährstoffbedarfs von 10 Jahren	233 – 267	821 – 1928	348 – 543*
Schnellwachsende Baumarten	kg/ha in einem Jahr	37	6	26
	kg/ha in 10 Jahren	370	60	260
	erforderliche Menge KSK in t (TM) zur Deckung des Nährstoffbedarfs von 10 Jahren	247	43	57*

* Annahme von 6% Mineralisierung des organischen Stickstoffs pro Jahr

4 Forschungsvorhaben zur Begrünung der Kalihalde in Sondershausen

Im Rahmen eines derzeit laufenden Forschungsvorhabens mit der Glückauf Sondershausen Entwicklungs- und Sicherungsgesellschaft mbH und der Fa. GEMES wird auf einer Versuchsfläche von 3600 m² bei Mächtigkeiten von 70 und 100 cm der Rekultivierungsschicht und bei Mischungsverhältnissen von 0, 50 und 75 Vol.% KSK die Eignung des Rekultivierungsmaterials zum Anbau von Energiepflanzen untersucht. Eine hohe Biomasseproduktion ist aufgrund des vorhandenen Nährstoffvorrates möglich. Gleichzeitig werden die Evapotranspirationswerte erhöht und die Sickerwasserausträge vermindert sowie durch eine dauerhafte Begrünung auch das Problem der Erosion eingeschränkt. In diesem Zusammenhang ist der qualitative Nachweis der auf den rekultivierten Flächen erzielten Biomasse zur energetischen Verwertung als Biogas eine essentielle Frage. Im Detail sind die aus der folgenden Übersicht aufgeführten Eigenschaften der pflanzlichen Biomasse zu untersuchen. Erste Ergebnisse zu Erträgen, pflanzlichen Inhaltsstoffen, Substratkennwerten und dem Wasserhaushalt liegen vor und sind Grundlage einer Dissertation.

N-Gehalt	→ hohe N-Gehalte hemmen Gärprozess, NO _x -Emissionen
pH-Wert	→ zu hohe pH-Werte erhöhen NH ₃ -N Emission
C/N/P/S-Verhältnis	→ optimal 500 : 15 : 5 : 3
Substratzusammensetzung (Rohprotein/Rohfett/Rohfaser)	→ bestimmt Methanausbeute
TM-Gehalte	→ bei zu hohen Gehalten verringerte Sickersaftbildung, Silierung problematisch
S-Gehalt	→ Bildung Schwefelwasserstoff
Ca, Ni, Mo, Se	→ essentiell für Bakterien
Schadstoffe (Schwermetalle, organische S.)	→ möglicher negativer Einfluss auf den Gärprozess → Anlagenschäden → Überschreitung der Grenzwerte bei der Ausbringung von Gärresten

Abbildung 3 Einflussfaktoren auf die Biogasproduktion (KTBL)

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Voraussetzungen für ein dauerhaftes Pflanzenwachstum auf Rekultivierungs-/Wasserhaushaltsschichten sind eine ausreichende Wasser- und Nährstoffversorgung der Vegetation durch Bereitstellen geeigneter Rekultivierungssubstrate. Durch Zugabe von KSK sind sehr hohe nFK Werte zu erreichen. Auf der Grundlage des Nährstoffbedarfs der angestrebten Vegetation mit dem Ziel der Nachsorgefreiheit sind die entsprechenden Kompostmengen zu kalkulieren. Bei Eignung des Standortes für den Anbau von Energiepflanzen sind die Ziele der Rekultivierung zum Erreichen einer Begrünung mit den Zielen einer dezentralen Energiegewinnung auf der Grundlage der erzielten Biomasse zu kombinieren.

6 Literatur

BBodSchV (1999). Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung. Bundesgesetzbl. Teil 1. Nr. 19. Verlagsges. Bonn, 1554.

Bernsdorf, S., Tauchnitz, S., Liemen F., Meißner, R. (2008). Eignung von Klärschlammkompost als Rekultivierungsmaterial im Landschaftsbau. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 55, 1323 – 1328.

Dannowski, M., Wurbs, A. (2003). Räumlich differenzierte Darstellung maximaler Durchwurzelungstiefen unterschiedlicher Pflanzengesellschaften auf einer Feldgehölzfläche des Nordostdeutschen Tieflandes. Die Bodenkultur. 54 (2). 93-108.

DepV (2002). Verordnung über Deponien und Langzeitlager und zur Änderung der Altablagereverordnung. Bundesgesetzbl. Teil 1, 52. Bundesanzeiger Verlagsges., Köln.

Energiepflanzen - KTBL-Datensammlung mit Internetangebot (2006). ATB Agrartechnik Bornim, Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL),

Darmstadt und Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Potsdam. Darmstadt.

Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Anbauempfehlung für schnellwachsende Baumarten (2006).

GDA Empfehlung E 2-31 (2006). Rekultivierungsschichten. Bautechnik 9/2006.

Knoblauch, S. (2009). Wasserverbrauch landwirtschaftlicher Kulturen mit Eignung zur energetischen Nutzung. In Druck. 3. Internationaler Energy Farming Congress 10. – 12. März 2009 Papenburg.

Schilling, G. (1999). Pflanzenernährung und Düngung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Tauchnitz, S. (2006). Untersuchungen zum Wasserhaushalt und Stickstoffumsatz von Rekultivierungsschichten aus Klärschlammkomposten. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle.

Tauchnitz, S, Liemen, F., Bernsdorf, S., Meißner, R. (2007). Bestimmung der nutzbaren Feldkapazität von Rekultivierungsmaterialien mittels Vegetationstest. DBG Mitteilungen, Band 110, S. 631.

Werner, A., Vetter, A. und Hering, Th. (2004). Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Potential, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Seminar, 29.01.2004. Agrartechnische Berichte Heft 35.