

E 2-32 Gestaltung des Bewuchses auf Deponien

Januar 2010

1 Allgemeines

Der Bewuchs bildet die oberste Komponente des Oberflächenabdichtungssystems bzw. der Abdeckung und spielt insbesondere als Wasserhaushaltsregulator und als Erosionsschutz eine wichtige Rolle. Rekultivierungsschicht und Bewuchs beeinflussen sich wechselseitig und erfüllen ihre Aufgabe im Verbund. Der Bewuchs ist auf die standörtlichen Eigenschaften der Rekultivierungsschicht abzustimmen. Deshalb müssen die Empfehlungen E 2-31 „Rekultivierungsschichten“ und E 2-32 „Gestaltung des Bewuchses auf Deponien“ gemeinsam betrachtet werden. Planung und Begründung des Bewuchses bedürfen in jedem Fall der Mitwirkung von Fachleuten, dies gilt insbesondere für die forstliche Rekultivierung von Deponien.

Der Bewuchs bindet das Deponiebauwerk in die Umgebung ein und erfüllt somit eine wesentliche landschaftspflegerische Funktion. Darüber hinaus soll er die Oberflächenabdichtung schützen und den Wasserhaushalt der Rekultivierungsschicht regulieren. Daher sind an den Bewuchs vielfältige und teilweise konkurrierende Anforderungen zu stellen.

2 Anforderungen an den Bewuchs

2.1 Schutz der Rekultivierungsschicht vor Bodenerosion durch Wasser und Wind

Voraussetzung für einen frühzeitigen Schutz des Oberflächenabdichtungssystems nach seiner Fertigstellung ist die schnelle Entwicklung einer geschlossenen Pflanzendecke. Dies ist am wirkungsvollsten mit einer Grünlandeinsaat, ggf. als Zwischenbegrünung, zu erreichen. Schon ab einem Jahr nach der Einsaat wird in der Regel die Erosionsgefahr vernachlässigbar gering, sofern geeigneter Boden mit ausreichender Infiltrationskapazität, d.h. ohne schädliche Bodenverdichtung, eingebaut wurde.

2.2 Optimierung des Wasserhaushaltes des Abdichtungssystems

In Hinblick auf eine möglichst geringe Versickerung aus der Rekultivierungsschicht sollte die reale Evapotranspiration der Vegetationsdecke möglichst hoch sein.

Die durchschnittliche jährliche reale Evapotranspiration ET_a (tatsächliche Verdunstung mit den Komponenten Transpiration, Bodenevaporation und Interzeptionsverdunstung) geschlossener Vegetationsbestände beträgt für:

Immergrünen Nadelwald (mittelalt/alt)	ca. 600-700 mm/a
Laubwald (alt)	ca. 500-600 mm/a
geschlossenen Buschbestand	ca. 500-600 mm/a

Grünlandvegetation (Gräser und Kräuter)	ca. 450-550 mm/a
Ackerkulturen	ca. 400-500 mm/a

Die angegebenen Größenordnungen der ETa gelten für etwa 700 - 800 mm Jahresniederschlag (unkorrigiert) an mitteleuropäischen, grundwasserunbeeinflussten Standorten im Flachland und in unteren Mittelgebirgslagen (BERGER & SOKOLLEK, 1997).

Grünlandbestände benötigen unter günstigen Bedingungen nur 2 - 3 Jahre, um dauerhaft hohe Deckungsgrade und ihre maximalen Evapotranspirationswerte zu erreichen. Buschbestände und Wälder benötigen dazu naturgemäß länger, sie sind in den ersten Jahren nach der Pflanzung eher mit Brachen im Übergang vom Grünland zum Vorwaldstadium zu vergleichen. Gehölze erreichen ihre maximalen ETa - Werte frühestens nach etwa 10 Jahren (Büsche), Waldbestände erst nach 10 - 20 Jahren (Nadelwald) bzw. 30 - 50 Jahren (Laubwald).

Um die Evapotranspiration zu maximieren, muss die Rekultivierungsschicht so gestaltet werden, dass innerhalb der effektiven Durchwurzelungstiefe - dem für die Verdunstung maßgeblichen, durchwurzelbaren Bodenbereich - ein möglichst hoher pflanzenverfügbarer Wasservorrat angeboten wird.

2.3 Landschaftspflegerische Anforderungen

Die visuelle Einbindung der Deponie in die umgebende Landschaft kann bei vergleichsweise flachen Deponien durch Anpassung der Rekultivierungsbegrünung an die Vegetation der Umgebung erreicht werden. Bei auffälligen Hang- oder Hügeldeponien kann eine differenzierte, gestufte Vegetation der Einbindung dienen.

Zur ökologischen Aufwertung des Standortes ist im Allgemeinen eine gebiets-typische, standortgerecht aufgebaute, differenzierte Vegetation mit Offen- und Gehölzflächen am wertvollsten. Wasserhaushaltsschichten mit optimierter Bepflanzung müssen in erster Linie deponietechnische Kriterien erfüllen (siehe 3.6).

2.4 Keine Durchwurzelung von Entwässerungs- und Abdichtungsschichten

Eine intensive Durchwurzelung der Entwässerungsschicht und ein Einwachsen von Wurzeln in das Abdichtungssystem müssen auch langfristig vermieden werden.

Alle für die Rekultivierung in Frage kommenden Bewuchstypen enthalten Arten, die als Tiefwurzler bekannt sind. Bei verschiedenen Aufgrabungen von Deponieoberflächenabdichtungen wurden in der Entwässerungsschicht und der mineralischen Abdichtungsschicht Wurzeln auch in Tiefenbereichen von mehr als 1,50 m angetroffen. Häufig vertreten waren dabei, abgesehen von Gehölzwurzeln, Ampfer, Meerrettich, Disteln, Hornklee oder Löwenzahn. Den Aufwuchs dieser Pflanzen einzudämmen ist in der Praxis kaum möglich. Das Entsprechende gilt auch für invasive Neophyten, unter denen insbesondere asiatische Staudenknötericharten ein ausge-dehntes und tiefes Wurzelwerk bilden.

Störende Wurzeleinflüsse lassen sich dementsprechend hauptsächlich dadurch verhindern, dass die Rekultivierungsschicht genügend mächtig ist und aufgrund ihrer

Bodenart und Porenstruktur eine hohe Luftkapazität und eine hohe nutzbare Feldkapazität aufweist. Außerdem sollten keine Böden verwendet werden, die das Entstehen eines Riss- oder Säulengefüges fördern, da tief reichende Risse bevorzugte Drän- und Wurzelbahnen bilden.

2.5 Nachsorgeaufwand

Zur Nachsorge von Vegetationsdecken auf Abdeckungen und Oberflächenabdichtungssystemen gehören regelmäßige Pflege- und Kontrollmaßnahmen. Der Bewuchs sollte generell nur eines geringen Pflegeaufwandes bedürfen. Zugleich darf er die Überwachung bzw. flächenhafte Kontrolle des Abdichtungssystems oder der Abdeckung nicht wesentlich behindern. Der Bewuchs temporärer Oberflächenabdichtungen sollte zum Aufbau der endgültigen Oberflächenabdichtung mit vertretbarem Aufwand wieder zu entfernen sein.

Pflegemaßnahmen werden immer dann notwendig, wenn ein bestimmter Vegetationszustand beibehalten werden (z.B. Grünland) oder wenn die Vegetation gezielt fortentwickelt werden soll (z.B. Überleitung vom Vorwald zum Zielwald). Regelmäßige Eingriffe in die Vegetation sind in jedem Fall erforderlich, sofern Betriebs- und Überwachungseinrichtungen auf der Oberflächenabdichtung existieren und diese zugänglich und funktionstüchtig bleiben sollen und sofern das Aufkommen unerwünschter Arten (z.B. Tiefwurzler und Neophyten) eingedämmt werden soll.

Auch die Errichtung von Freiflächenphotovoltaikanlagen (FPA) auf Deponieoberflächen bedingt besondere Pflegemaßnahmen wie mehrmalige Mahd oder Beweidung, da die Zugänglichkeit aller Einrichtungen gewährleistet und eine Beschattung der Module verhindert werden muss. Es kommt daher nur ein niedrigwüchsiger grünlandähnlicher Bewuchs in Frage.

Die erforderlichen Kontrollmaßnahmen beziehen sich normalerweise auf die Erreichung der Entwicklungsziele der Vegetation, auf Entwicklungsstörungen, Vegetationsschäden und gegebenenfalls Erosionserscheinungen. Im Zweifelsfall ist auch die Verträglichkeit der Vegetation mit Dränage- und Dichtschichten zu kontrollieren, z.B. durch gezielte Aufgrabungen. Des Weiteren können aufgrund ökologischer Gesichtspunkte (Entstehung schützenswerter Biotop, Ansiedlung von Rote-Liste-Arten oder einer schützenswerten Avifauna) gezielte Beobachtungen und Schutzmaßnahmen erforderlich werden.

2.6 Stress- und Störungstoleranz

Um vorstehende Anforderungen nachhaltig zu erfüllen, muss die Vegetation langfristig generell unempfindlich sein gegen

- Trockenstress
- Wind
- biologische Schädlinge und
- massives Eindringen invasiver Neophyten.

Grundsätzlich erfüllen alle standortangepassten Vegetationstypen diese Anforderun-

gen. Sofern keine Oberflächenabdichtung, sondern eine (temporäre) Oberflächenabdeckung aufgebracht wird, sollte der Bewuchs auch unter dem Gesichtspunkt des Deponiegaseinflusses ausgewählt werden.

3 Bewuchstypen

3.1 Allgemeines

Da es keinen Bewuchstyp gibt, der alle zuvor genannten Anforderungen erfüllt und für jede oberflächengedichtete Deponie oder Altlast optimal geeignet wäre, kommen je nach regionalem Klima, Deponiemorphologie, Ausrichtung der Deponieböschungen, Rekultivierungssubstrat, Schichtaufbau des Oberflächenabdichtungssystems oder der Abdeckung, geplanter Folgenutzung und abhängig davon, welche der genannten Anforderungen im Vordergrund stehen, unterschiedliche Bewuchstypen in Frage.

Die Vegetation unterliegt einer zeitlichen Entwicklung. Durch Ansaat und Pflanzung kann die Zusammensetzung des Bewuchses anfänglich noch weitgehend gesteuert werden. Die weitere Vegetationsentwicklung ist jedoch nur begrenzt durch Pflegemaßnahmen zu beeinflussen. Langfristig hängt sie von den spezifischen natürlichen und anthropogenen Standortbedingungen ab. Der Aufbau der Rekultivierungsschicht, insbesondere ihre Mächtigkeit, ist bei der Auswahl und Entwicklung des angestrebten Ziel-Vegetationstyps zu berücksichtigen.

Der Bewuchs ist auf die geplante Folgenutzung der Fläche abzustimmen. Landwirtschaftliche Nutzungen sowie Nutzungen als Freizeit- und Sportfläche oder als Gewerbefläche werden auf Deponien Ausnahmen sein und hier nicht weiter betrachtet. Im Regelfall erfolgt die Begrünung der Deponieoberfläche mit dem Ziel der langfristigen Sicherung und landschaftsgerechten Eingliederung der Deponie in die Umgebung. Dabei sind vor allem die Bewuchstypen Grünland, Buschvegetation, Laub-, Misch- und Nadelwald, sowie Brache mit ungestörter Vegetationsentwicklung (Sukzession) relevant. In jüngster Zeit wird der Produktion von Biomasse als Energieträger auch auf ehemaligen Deponieflächen zunehmendes Interesse geschenkt. In diesem Fall können Gehölzbestände aus schnell wachsenden Baumarten mit kurzen Umtriebszeiten („Kurzumtriebsplantagen“) in Betracht gezogen werden.

3.2 Grünland

In vielen Fällen, beispielsweise in offenen Landschaften oder im Siedlungsbereich sowie auf temporären Abdeckungen, kommt Grünland als Bewuchs der Deponieoberfläche in Frage, bei allerdings nur mittel hoher Verdunstungsleistung und erhöhtem Pflegeaufwand.

Eine besondere Ersteinsaat als Erosionsschutz kann auch beim Bewuchstyp Grünland erforderlich werden, wenn der Abschluss der Erdbauarbeiten außerhalb der Vegetationszeit liegt (siehe 4.1). Für die Zusammenstellung einer geeigneten Grünland-Saatgutmischung sind der ingenieurbioökologische „Verbauwert“ der Arten und die

Standortbedingungen zu berücksichtigen. Damit werden die Anfangsentwicklung beschleunigt und der Bedeckungsgrad in den erosionsgefährdeten Anfangsjahren erhöht. Eine standortgemäße Artenzusammensetzung fördert die schnellere und intensivere Grünlandentwicklung. Deshalb und auch aus Gründen des Naturschutzes sollte autochthones (gebietsheimisches) Saatgut verwendet werden (siehe 4.1). Nach der Ansaat ist damit zu rechnen, dass sich neben den in der Saatgutmischung enthaltenen Arten auch wild wachsende Pflanzen aus der Diasporenbank des Oberbodens sowie durch Anflug aus der Umgebung etablieren werden.

Insbesondere an steilen Böschungen empfiehlt sich die maschinelle Mulchsaat, die Mulchsaat mit Stroh oder Heu, die Anspritzsaat sowie gegebenenfalls die Verwendung von Saatmatten, Geotextilien und Netzüberspannungen.

Grünlandbestände sind in der Regel zweimal jährlich zu mähen, auf nährstoffreichen Substraten kann häufigere Mahd notwendig werden. In den ersten Jahren sollte das Mähgut beim ersten Schnitt abgeräumt und verwertet werden, beim zweiten Schnitt kann es als Mulch auf der Fläche verbleiben. Nach 5 - 10 Jahren kann u. U. auch der erste Schnitt gemulcht werden, sofern die Schnittgutmenge eher gering ist und das Bodenleben ausreichend entwickelt ist. Mulchen fördert generell die Entwicklung bestimmter Grasarten und unterdrückt krautige Pflanzen.

3.3 Buschvegetation

Eine interessante Alternative für die Deponiebefpflanzung ist Buschvegetation mit erhöhter Verdunstung und vermindertem Pflegeaufwand. Die Erhaltung von Freiflächen und Schneisen zum Erreichen der Deponieeinrichtungen (Messstellen, Schächte u. a.) innerhalb der Buschbestände muss allerdings eingeplant werden.

Ein Jahr nach der Bodenvorbereitung und Ersteinsaat (siehe 4.1) werden Büsche gepflanzt. Hierbei sollten standortangepasste, einheimische Arten gewählt werden. Nach der Pflanzung empfiehlt sich eine Abdeckung offener Bodenflächen zwischen den Büschen mit Mulch, Stroh oder anderen organischen Materialien.

In den Anfangsjahren kann es - trotz Bodenbedeckung - erforderlich sein, den aufkommenden Gras- und Krautwuchs zwischen den Büschen ein- bis zweimal jährlich zu mähen. Dieses Ausmähen entfällt, wenn sich ein geschlossener Gehölzbestand gebildet hat, was meist nach etwa 5 - 7 Jahren der Fall ist. Danach sind nur noch circa alle 5 - 10 Jahre Pflegeeingriffe erforderlich, um beispielsweise unerwünschten Baumwuchs einzudämmen.

Bei der Auswahl der Pflanzen sollte vor allem in niederschlagsarmen Regionen die sommerliche Bodenfeuchte (trocken auf Süd- und Westseite sowie im Oberhang von Deponieböschungen, feucht auf Ost- und Nordseite sowie im Unterhang der Böschungen) Berücksichtigung finden. In windreichen Regionen sollten an exponierten Geländekanten und Bestandsrändern keine windempfindlichen Arten, wie z.B. Liguster, angepflanzt werden, da hier „Windbrand“ an den Pflanzen auftreten kann.

3.4 Geplante Sukzession

Auf ungestörten Flächen wandelt sich im Zuge der natürlichen Sukzession die Vegetation und es dominieren meist die unter den speziellen Standortbedingungen am besten geeigneten Arten. Ein aus Sukzession hervorgegangener Bewuchs ist deshalb relativ unempfindlich gegen Störungen und Stress und bedarf an sich keiner oder nur geringer Pflege zur Steuerung der Entwicklung.

Im Allgemeinen ist auch bei geplanter Sukzession eine Ersteinsaat als Erosionsschutz erforderlich. Um das Aufkommen von standorttypischen Wildpflanzen nicht übermäßig zu unterdrücken, sind Einsaaten mit hohem Anuellenanteil oder auch regional gewonnene Heudrusch- oder Heumulchsaaten zu empfehlen (siehe 4.1).

Auch wenn die Vegetationsentwicklung auf lange Sicht weitgehend sich selbst überlassen bleiben soll, empfiehlt sich in den Anfangsjahren zur Förderung des Anteils von Grünlandarten und eines hohen Deckungsgrades regelmäßige Mahd. Sobald keine Pflege mehr erfolgt, verbleibt die Vegetation zunächst etwa 10 bis (seltener) über 20 Jahre im "Grünlandstadium" mit erhöhtem Staudenanteil, erreicht dann das "Vorwaldstadium" mit Gebüsch und Pionierbäumen, welches bis zu 50 Jahren dauern kann, um schließlich in das "Waldstadium" (in der Regel Laubwald) überzugehen. Nicht nur die Diasporenbank des Bodenmaterials und der Eintrag von Diasporen aus der Umgebung, sondern auch Regional- und Mikroklima, luftbürtige Nährstoff- und Schadstoffeinträge, Bodeneigenschaften sowie Start- und Konkurrenzbedingungen innerhalb der Pflanzengemeinschaft bestimmen den tatsächlichen Sukzessionsverlauf.

Zur Erhaltung der Kontrollierbarkeit der Deponie und des Abdichtungs-/Abdeckungssystems sowie zur gegebenenfalls erforderlichen Eindämmung von Tiefwurzlern und Neophyten können gelegentliche oder auch regelmäßige Pflegeeingriffe im Laufe der Sukzessionsentwicklung unumgänglich werden. Vor allem während des Vorwald-/Gebüschstadiums mit dem oft hohen Anteil von dornigen Sträuchern kann das Begehen der Abdeckung außerordentlich erschwert sein. Eine „Mindestpflege“ in Form eines regelmäßigen Freischneidens der Zuwegungen zu den Betriebs- und Überwachungseinrichtungen sowie sonstiger Kontrollpfade ist daher auch auf Sukzessionsflächen notwendig.

3.5 Wald

Waldbestände weisen eine hohe Evapotranspiration und langfristig sehr geringe Pflegeanforderungen auf. Durch den zunehmenden Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen können Waldbestände die Möglichkeit der Biomasseproduktion auf Rekultivierungsstandorten eröffnen. Waldbestände haben jedoch auch Nachteile: Sie erfordern entsprechend mächtige Rekultivierungsschichten (siehe E 2-31) und benötigen eine lange Entwicklungszeit. Hochwüchsige Nadel- und Laubwälder ohne mehrstufig aufgebaute äußere und innere (entlang von Wegen etc.) Waldränder auf windexponierten Deponieböschungen oder -kuppen sind windwurfgefährdet.

Bei der Auswahl der Gehölze müssen auch lokale Besonderheiten des Klimas und Bodens des Deponiestandes berücksichtigt werden. So kann die standorttypische

Vegetation der Deponie von der ihrer näheren Umgebung deutlich differieren. Angaben zur „potentiellen natürlichen Vegetation“ sind insofern meist zu pauschal und helfen bei der Planung kaum weiter. Es ist deshalb sinnvoll, vor der Pflanzplanung die Boden- und Standorteigenschaften der Rekultivierungsschicht mit einem Standortgutachten (BÖNECKE, 2000) zu erkunden.

In der Regel wird nach einer Bodenvorbereitung und Ersteinsaat ein Vorwald angepflanzt. Er besteht aus Pionierbaumarten wie Zitterpappel, Salweide, Birke, Erle, Vogelbeere oder Mehlbeere. Der Vorwald soll die Bodenentwicklung fördern und das Standortklima verbessern. Nach circa 20 Jahren wird der Vorwald stark durchforstet, und in den aufgelichteten Bestand werden die Baumarten des Zielwaldes gepflanzt. Die verbliebenen Vorwaldbäume werden nach weiteren 10-20 Jahren vollständig entnommen, so dass erst nach insgesamt bis zu 50 Jahren der eigentliche Zielwald den Bestand bildet. Dieser wird in circa 10-jährigen Intervallen gepflegt.

Die Baumartenzusammensetzung des Zielwaldes hängt von den Standortverhältnissen ab, sofern nicht mit dem Ziel maximaler Evapotranspiration Nadelbaumarten (vor allem Douglasien, Eiben und Waldkiefern) gewählt werden. Die Mischung mit mittel bis tief wurzelnden Gehölzarten (z.B. Linde, Hainbuche, Hasel) steigert die Transpiration. Als immergrüne Sträucher eignen sich im Unterstand Wolliger Schneeball, Liguster, Buchs und Wachholder. Bei Rekultivierungsschichten geringer Mächtigkeit sollte die Gehölzpflanzung kritisch betrachtet werden, Bäume mit Pfahlwurzeln oder hoher Wurzelenergie sind in diesem Fall grundsätzlich ungeeignet.

Eine abgestufte Waldrand- und Saumbepflanzung aus Sträuchern und Bäumen gegen die Hauptwindrichtung reduziert die Windwurfgefährdung und mildert Windböen, die die Interzeption verringern. Sogenannte "Christbaum"-Kulturen sind zu vermeiden, da sie als Monokultur zu anfällig z. B. gegenüber Schädlingen sind und kein gestuftes Kronendach ermöglichen.

Weitere Einzelheiten zur forstlichen Rekultivierung von Deponien werden bei BRAUNS et al., 1997 und SCHABER-SCHOOR, 2006 mitgeteilt.

3.6 Bewuchs von Wasserhaushaltsschichten

Die Bepflanzung von Wasserhaushaltsschichten orientiert sich primär an deponie-relevanten Zielen: Eine hohe Benetzungskapazität fördert die Interzeptionsverdunstung, eine große Blattmasse steigert die Transpiration, die Durchwurzelung aller Tiefenbereiche der Rekultivierungsschicht führt zur optimalen Ausnutzung der Bodenwasservorräte und Pionierbaumarten erhöhen die Bodenaktivität. Bei der Auswahl der Pflanzen ist folglich auf Langlebigkeit und eine hohe Verdunstungsleistung zu achten. Dieses Ziel ist mit grünlandähnlichen reinen Gras-Kraut-Beständen nicht zu erreichen, als Bewuchs von Wasserhaushaltsschichten kommen daher vorwiegend Wald und Buschbestände in Frage.

Der Gehölzbestand muss so angelegt und entwickelt werden, dass infolge seiner Zusammensetzung und des Aufbaus im Kronen- und Wurzelraum durch eine hohe reale Verdunstung eine Dämpfung und Minimierung der Absickerung erreicht wird. In niederschlagsarmen Regionen, insbesondere mit negativer klimatischer Wasser-

bilanz, kann dies dazu führen, dass in „Normaljahren“ auf der Deponie kein Sickerwasser entsteht.

Für eine Minimierung der Infiltration von Niederschlag eignet sich am besten eine mehrschichtige Mischwaldbepflanzung („Deponiewald“ nach BÖNECKE, 2001), bestehend aus Krautschicht, Büschen und Bäumen unterschiedlicher Wuchshöhe. Ein hoher Anteil immergrüner Arten, vor allem Nadelbäume, trägt zur ganzjährig hohen Interzeption und Minimierung der Absickerung bei. Kahlflächen oder Trockenrasen, wie sie aus landespflegerischen Gesichtspunkten oftmals gefordert werden, wirken sich kontraproduktiv aus.

Nur vitale und üppige Pflanzenbestände garantieren eine hohe Verdunstungsrate. Auch die Wahl standortstypischer Pflanzen geeigneter Herkunft ist daher unabdingbar. Ein wiederholter Ersatz abgestorbener nicht standortgeeigneter Pflanzen durch dieselben Arten ist deshalb sinnlos.

Bodendichte und Eindringwiderstand sowie insbesondere in niederschlagsarmen Gebieten die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser in der Hauptvegetationsperiode wirken sich auf die Vitalität der Pflanzen aus. Durch lockere Schüttung der Rekultivierungsböden lassen sich günstigere Bodeneigenschaften erzielen, hieraus resultieren bessere Anwuchserfolge und ein vitaler Bewuchs. Durchwurzelungstiefe und –intensität der Gehölze beeinflussen den Wasserhaushalt in der Rekultivierungsschicht maßgeblich. Sie werden durch günstige Bodeneigenschaften gefördert.

Da zur Optimierung des Wasserhaushalts Bepflanzung und Rekultivierungsschicht in besonderem Maß aufeinander abzustimmen sind, müssen sich die Bauingenieure bei der Gestaltung der Rekultivierungsschicht frühzeitig mit boden- und pflanzenkundlichen Gesichtspunkten befassen. Sinnvollerweise werden hierzu Forstfachleute (*Forstingenieure, Vegetationskundler, Ingenieurbiologen*) mit regionalen Kenntnissen sowie Bodenkundler mit Schwerpunkt Bodenhydrologie herangezogen.

4 Allgemeine Hinweise zur Bepflanzung

4.1 Grundlagen

Ausführliche Zusammenstellungen für die bei der Rekultivierung von Altablagerungen und Deponien geeigneten Grünlandeinsaat, Strauch- und Baumarten finden sich in LFUG, 1999. Ergänzend zu den folgenden Hinweisen sind die allgemeinen Vorgaben der DIN 18916 (Pflanzen und Pflanzarbeiten) sowie DIN 18917 (Rasen und Saatarbeiten) zu berücksichtigen.

4.2 Bodenvorbereitung und Einsaat zur Erstbegrünung

Die Durchführung einer Bodenvorbereitung durch oberflächliches Einarbeiten von reifem Kompost oder Mulchmaterial zur Verbesserung der Bodenstruktur und zur Stickstoffanreicherung vor der Erstbegrünung ist empfehlenswert. Dabei ist allerdings das Ziel zu beachten, frühzeitig eine geschlossene Vegetationsdecke zu erhalten.

Die Menge des eingebrachten verrottbaren organischen Materials ist auf die Bodeneigenschaften und das Bewuchsziel abzustimmen. Zu hohe Gaben organischen Materials führen zu Stickstoffüberschüssen und begünstigen die Ansiedlung konkurrenzstarker Staudenarten, die junge Gehölzpflanzen oder anderen gewünschten Bewuchs unterdrücken können. Mulch, Kompost oder andere Hilfsstoffe müssen im Sinne des Erosionsschutzes bodenschonend aufgebracht werden (Vermeidung von Radfahrzeugen, Vermeidung der Befahrung bei ungünstiger Konsistenz des Bodens).

Die Erstbegrünung sollte möglichst schnell nach der Fertigstellung der Rekultivierungsschicht erfolgen, um einen frühzeitigen Erosionsschutz zu gewährleisten und die Ansiedlung unerwünschter Pflanzenarten weitgehend zu unterdrücken. Bei der Verwendung von Leguminosen ist darauf zu achten, dass keine Tiefwurzler ausgebracht werden, wenn die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht nicht mindestens 1,5 m beträgt.

Ansaaten sollten immer während der Vegetationszeit erfolgen. Lediglich in klimatisch bevorzugten Gebieten können auch im Spätherbst noch erosionsmindernde schnell wachsende Gräser oder Getreidearten ausgesät werden. Da der Abschluss der Bodenarbeiten beim Aufbau von Rekultivierungsschichten oft in den Spätherbst oder Winter fällt, kommen übliche Einsaatmischungen nicht mehr zur Keimung. Als Erosionsschutz über den Winter hat sich in solchen Fällen die Aussaat von Wintergetreide, vor allem Winterweizen, bewährt (WATTENDORF et al., 2005).

Bei der Einsaat von Rekultivierungsflächen ist die Verwendung von Regelsaatgutmischungen, hier meist RSM 7 „Landschaftsrassen“, in Variationen für unterschiedliche Standortsverhältnisse, Stand der Technik (DIN 18916). Diese bieten den Vorteil geprüften Saatguts. Aus der Sicht des Naturschutzes ist von Nachteil, dass hierbei in der Regel Zuchtsorten verwendet werden. Deren Ausbringung in die freie Landschaft widerspricht dem zentralen Ziel der Naturschutzgesetzgebung, eine Verfälschung der regionalen Flora und Fauna zu verhindern, um die Vielfalt und Eigenart von Natur und Landschaft zu erhalten. Es sollte deshalb in jedem Fall geprüft werden, ob gebietsheimisches Wildpflanzensaatgut zur Verfügung steht. Ebenso können das Heumulchverfahren, bei dem samentragendes Heu aus Nachbarflächen verteilt wird oder die Heudruschsaat, bei der Samen aus Heu der Umgebung gewonnen wird, sinnvoll Anwendung finden. Weitere Hinweise zur Problematik und zu diesen Verfahren finden sich beispielsweise bei REIF & NICKEL, 2000 und LfU, 2002.

4.3 Pflanzung

Die beste Pflanzzeit für Gehölze unterliegt regionalen Unterschieden und muss deshalb im Einzelfall festgelegt werden. Vor allem in niederschlagsarmen Regionen kann auf Grund der höheren Bodenfeuchte die beste Pflanzzeit zu Beginn der Vegetationsperiode liegen. In diesem Fall ist jedoch die Gefahr von Trockenschäden bei einem niederschlagsarmen Frühjahr hoch. Da Wurzeln bei frostfreiem Wetter auch außerhalb der Vegetationszeit wachsen, bieten Herbst- oder Winterpflanzungen den Vorteil, dass die Pflanzen den Boden bis zum Frühling besser erschließen können und so weniger anfällig gegen Trockenschäden werden. Die Pflanztechnik ist auf die

Bodeneigenschaften, vor allem die Bodenart, und das Pflanzgut (Größe, Alter, Wurzelentwicklung, Gehölzart) abzustimmen.

Bei Deponie-Rekultivierungen, insbesondere in niederschlagsarmen Gebieten, sollten bei der Bepflanzung mit Gehölzen folgende Anregungen Berücksichtigung finden:

- Pflanzgräben sind gegebenenfalls ausreichend tief und parallel zu den Höhenlinien zu orientieren.
- Pflanzlöcher sollen nicht ebenerdig verfüllt werden, damit sich bei Niederschlag und während des Beregnungsvorgangs Wasser über dem Wurzelballen ansammeln kann.
- Größere Pflanzen haben größere Überlebenschancen, da ihre Wurzeln schneller den dauerfeuchten Bodenbereich erreichen und die Pflanzen beim Mähen nicht übersehen werden. Um die Kosten für die Pflege der Einzelpflanzen in den Anfangsjahren zu reduzieren und schneller das Rekultivierungsziel zu erreichen, ist die Pflanzung größerer Individuen (Baumschulqualitäten, mindestens zweimal verpflanzt, 60 - 80 cm oder größer) mit größeren Abständen (2 m x 1,5 m bei Forstpflanzen, 1 m x 1 m bei Büschen) ratsam.
- Bei Verwendung kleiner Forstpflanzen ist es erforderlich, die Anspritzbegrünung vor der Gehölzpflanzung durchzuführen, da die jungen Gehölze der mit Druck ausgebrachten Begrünung nicht standhalten würden. Kommen größere Pflanzqualitäten zum Einsatz, ist es prinzipiell auch denkbar, die Anspritzbegrünung nach der Gehölzpflanzung durchzuführen.
- Wurzelackte Gehölze werden während der Vegetationsruhe an frostfreien Tagen gepflanzt. Die Pflanzen sind, z.B. durch Einschlagen in feuchte Erde, vor Frost und Austrocknung (Wind) zu schützen.

An steilen Böschungen insbesondere in niederschlagsreichen Gebieten reicht die Graseinsaat zur Verhinderung der Erosion unter Umständen nicht aus. Ingenieurbiologische Maßnahmen werden dann insbesondere zur Sicherung des Oberbodens und der Jungpflanzen erforderlich. Hierzu zählen (diagonale) Flechtzäune, Spreitlagen, Vegetationsfaschinen und Buschlagen.

5 Pflegemaßnahmen in Gehölzpflanzungen

5.1 Allgemeines

Die Pflege von Gehölzpflanzungen auf Deponien beinhaltet das anfängliche Wässern der Jungpflanzen, die Mahd, die Bestandspflege sowie den Schutz vor Wildverbiss, Wühlmäusen und Schadinsekten. Der Umfang der weiteren Pflegemaßnahmen hängt von der angestrebten Vegetationsentwicklung ab. Spezifische Arbeitshinweise finden sich in der zitierten Literatur.

5.2 Wässern

Jungpflanzen sind in niederschlagsärmeren Regionen meist in den ersten drei Jahren nach der Pflanzung zu wässern, da ihre Wurzeln noch nicht in den dauerfeuchten Bodenbereich reichen. Um den Wasserverbrauch durch direkte Verdunstung zu reduzieren, sollten Beregnungen abends oder nachts durchgeführt werden. Im Bereich kleinflächiger Gehölzinseln können die Gehölze punktuell von Hand gewässert werden. Eine weniger aufwändige Bewässerung kann über Stativregner erfolgen. „Beregnungen“ mit dem Wasserwerfer von den Betriebswegen aus sind meist nicht effektiv. In jedem Fall ist eine ausreichende Wasserversorgung vor Ort erforderlich. Das Beregnungswasser kommt allerdings nur dann an den Gehölzwurzeln an, wenn es nicht oberirdisch abfließt bzw. nicht von umgebenden hohen Gräsern und Kräutern abgefangen wird. Es ist darauf zu achten, dass die Beregnung nicht zu einer Verschlammung der unbewachsenen Teile der Bodenoberfläche und somit zu einer Verstärkung der Erosionsgefahr führt.

5.3 Mahd und Bestandespflege

Die Gehölze werden in den ersten Jahren nach der Pflanzung durch Mahd von der Konkurrenzvegetation freigestellt. So kann die junge Gehölzpflanzung gegebenenfalls besser bewässert und auch die Ausbreitung von Unkräutern und Wühlmäusen zum Vorteil der Anpflanzungen eingeschränkt werden. Wasserdurchlässige Mulchscheiben um die Bäume unterstützen diese Maßnahmen. Je nach standörtlichen Gegebenheiten und Konkurrenzdruck der Begleitvegetation auf die Gehölze wird anfangs bis zu 3-mal jährlich gemäht, im Verlauf des Gehölzwachstums kann die Anzahl der Schnitte reduziert werden. Für die Mahd sind Geräte mit geringer Bodenpressung zu verwenden; auf steilen Böschungen ist meist motormanuelle Mahd erforderlich. Schafbeweidung erfolgt nur auf eingezäunten Freiflächen (wegen Verbiss in Jungbeständen und eventuellen Giftpflanzen wie Eibe).

Die Durchforstung zur Bestandespflege ist 1 (- 2) mal im Jahrzehnt durchzuführen (SCHABER-SCHOOOR, 2006). Sie umfasst reguläre Waldbewirtschaftungsmaßnahmen, wie sie von den Forstämtern, forstlichen Versuchsanstalten und Forstunternehmen angewandt werden. Die Gehölzbestände sind so zu pflegen, dass ein mehrschichtiger Bestandaufbau erreicht wird oder erhalten bleibt, die Gehölze sich selbst verjüngen und alle Baumaltersklassen in etwa gleichen Teilen vorkommen. Eine Verbesserung der Schichtung im Kronenbereich kann beispielsweise durch wiederholtes „Auf-den-Stock-Setzen“ einzelner Bäume erreicht werden.

Außer der Kulturpflege und Durchforstung ist ein Umbau des Vorwaldes aus überwiegend Pioniergehölzen in einen Zielwald mit anspruchsvolleren Gehölzen erforderlich, wie er in Abschnitt 3.5 beschrieben wurde.

Die Sinnhaftigkeit und Effektivität von Pflegearbeiten bedarf immer wieder einer Überprüfung, um laufende Kosten einsparen zu können. Eine regelmäßige Begehung durch externe Fachleute ist daher anzuraten.

5.4 Bestandsschutz

Eine Umzäunung der gesamten Deponie kann zwar in vielen Fällen Wildverbiss, Fegeschäden und das Aufbrechen der Grasnarbe durch Wildschweine verhindern, ist aber sowohl in der Ausführung als auch Unterhaltung aufwändig. Zum sicheren Schutz junger Gehölzpflanzung empfiehlt sich daher ein abschnittsweises Umzäunen mit einfachem Wildschutzzaun. Die eingezäunten Areale sollten wegen der besseren Überschaubarkeit nicht größer als circa 1 - 2 ha sein. Korridore von 5 - 10 m Breite zwischen den Zäunen ermöglichen dem Wild die Passage und mindern so den Druck auf den Zaun. Alternativ bieten sich Einzelschutzmaßnahmen wie Wuchshüllen, Vergällungs- und Fegeschutzmittel an.

Eine hochwüchsige Begleitvegetation in Gehölzbeständen kann die Ausbreitung von Schadinsekten und die massenhafte Vermehrung von Wühlmäusen begünstigen. Wühlmäuse finden vor allem im lockeren, mit Kompost angereicherten Oberboden oder unter dicken Strohmulchdecken günstige Lebensbedingungen und werden in hochwüchsiger Vegetation von Greifvögeln schlecht erkannt. Eine dreimalige Mahd und Sitzkrücken für Greifvögel tragen zur Reduzierung des Nagetierbestands bei. Gegebenenfalls werden Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich.

5.5 Unterdrücken unerwünschter Neophyten

In den letzten Jahrzehnten wird eine zunehmende Ausbreitung neu in Mitteleuropa eingebürgerter, konkurrenzstarker Pflanzenarten auf nicht oder wenig genutzten Flächen, zu denen auch Deponien gehören, beobachtet. Unter diesen „invasiven Neophyten“ besonders zu nennen sind Japanischer Staudenknöterich (*Fallopia japonica*) und Riesen-Bärenklau oder Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum*), weitere Beispiele sind Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) und Armenische Brombeere (*Rubus armeniacus*). Wegen seines tief- und weitreichenden, aber feinzurzelarmen Wurzelsystems und der Unterdrückung jeglicher Konkurrenzarten, in Verbindung mit dem winterlichen Absterben der oberirdischen Pflanzenteile (Erosionsgefahr), kann der Staudenknöterich und wegen seiner phototoxischen Wirkung der Riesen-Bärenklau Probleme verursachen und eine Bekämpfung oder zumindest Eindämmung notwendig machen.

Neophyten können sich bei allen zuvor beschriebenen Bewuchstypen ansiedeln und ausbreiten. Auch aus diesem Grund sind zumindest jährliche Übersichtsbegehungen der begrünter Abdichtungen/Abdeckungen empfehlenswert. Bei der Erstbegrünung vermindert eine frühzeitig hochdeckende Vegetation bzw. Mulchdecke die Gefahr einer Neophytenansiedlung. Der Staudenknöterich lässt sich durch regelmäßiges Mähen (mehrmals pro Jahr) zumindest in seiner Vitalität schwächen. Eine vollständige Ausrottung bereits etablierter Bestände ist kaum möglich, allenfalls durch (mehrjährige) Abdeckung mit Folien oder mehrjähriges ständig wiederholtes Mähen in kurzen Zeitabständen. Der Riesen-Bärenklau kann durch jährliches Abstechen der Wurzeln zumindest an der Samenbildung gehindert werden. Eine vollständige Ausrottung ist insbesondere in Gehölzbeständen praktisch kaum möglich. Empfehlungen zur Bekämpfung diverser Neophyten werden z.B. in ZENTRALVERBAND GARTENBAU, 2008 und NIELSEN et al., 2005 mitgeteilt.

Literatur

- BERGER, K.; SOKOLLEK, V., 1997: Sind qualifizierte Abdeckungen von Altdeponien unter den gegebenen klimatischen Voraussetzungen der sinnvoll bzw. möglich? in: EGLOFFSTEIN, T., & BURKHARDT, G. [Hrsg.]: Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis Band 103: 15 - 40, Berlin
- BÖNECKE, G. (2000): Das Standortgutachten - Entscheidungshilfe zwischen Kulturbegründung und Nichtstun, Culterra 26: 117 – 129
- BÖNECKE, G. (2001): Verzicht auf Oberflächenabdichtungen durch forstliche Rekultivierung von Deponien - Deponiewald statt Oberflächenabdichtungen?, in: EGLOFFSTEIN, T., & BURKHARDT, G. [Hrsg.]: Oberflächenabdichtungen von Deponien und Altlasten, Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis Band 122: 263 - 280, Berlin
- BRAUNS, J.; KAST, K.; SCHNEIDER, H.; KONOLD, W.; WATTENDORF, P. & LEISNER, B. (1997): Forstwirtschaftliche Rekultivierung von Deponien mit TA Siedlungsabfall-konformer Oberflächenabdichtung, Handbuch Abfall, Band 13, Karlsruhe
- DIN 18916: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Pflanzen und Pflanzarbeiten (1990), 5 S.
- DIN 18917: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Rasen und Saatarbeiten (1990), 4 S.
- LFU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (2002): Fachdienst Naturschutz, Merkblatt 6, 4 S., Karlsruhe
- LFUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) [Hrsg.] (1999): Oberflächensicherung von Altablagerungen und Deponien Materialien zur Altlastenbehandlung, LfUG, Dresden. Lößnitz Druck GmbH, Radebeul
- NIELSEN, C., RAVN, H.P., NENTWIG, W. & WADE, M. [Hrsg.] (2005): Praxisleitfaden Riesenhörnchenklau – Richtlinien für das Management und die Kontrolle einer invasiven Pflanzenart in Europa. Forest & Landscape, Dänemark, Hoersholm, 44 pp.
- REIF, A. & NICKEL, E. (2000): Pflanzungen von Gehölzen und „Begrünung“, Ausgleich oder Eingriff in Natur und Landschaft, Naturschutz und Landschaftsplanung 32 (10): 299 - 308
- SCHABER-SCHOOR, G. (2006): Regulierung des Wasserhaushalts von Deponien durch Gehölzbewuchs, AFZ-Der Wald 19/2006: 1050 - 1056
- WATTENDORF, P., W. KONOLD & O. EHRMANN [Hrsg.] (2005): Rekultivierungsschichten und Wurzelsperren, Culterra Band 41, 268 S., Freiburg
- ZENTRALVERBAND GARTENBAU E.V. [Hrsg.] (2008): Umgang mit invasiven Arten – Empfehlungen für Gärtner, Planer und Verwender. Zentralverband Gartenbau e.V., Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesamt für Naturschutz, 37 S.

Überarbeitung + Neugliederung Wattendorf 12/09 / Maier-Harth 7.12.09 / Melchior
22.12.09 / Maier-Harth+Wattendorf 23.12.09 / Sokollek 06.01.10 / korr. Maier-Harth
7.1.10, Melchior 07.01.10

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Wolf-Ulrich Henken-Mellies
LGA Landesgewerbeanstalt Bayern, Grundbauinstitut
90431 Nürnberg, wolf-ulrich.henken-mellies@lga.de

Bearbeiter: Dipl.-Agr. Biol. P. Wattendorf
Dr. U. Maier-Harth, Mainz
Dr. rer. nat. habil. S. Melchior, Hamburg
Dr. V. Sokollek, Hamburg