

Strategien zur Nachnutzung von Deponien unter Berücksichtigung von Standortfaktoren, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit

Patrick Görmer

Abstract. Prinzipiell gibt es verschiedene Möglichkeiten, die zu einer Stilllegung von Deponien führen können. Nach dieser Phase, der sogenannten Stilllegungsphase, beginnt die Nachsorgephase. Der Gesetzgeber verpflichtet dabei den Deponiebetreiber dazu Maßnahmen zu ergreifen, die zur Abwehr von Gefahren und Beeinträchtigungen des Wohles der Allgemeinheit dienen [1]. All diese, den Anforderungen gerecht werdenden, Maßnahmen kosten Geld, welches vom Deponiebetreiber selbst aufgebracht werden muss. Aus diesem Grund besteht großes Interesse die ehemaligen Deponieflächen anderen Nutzungsformen, also verschiedenen Nachnutzungskonzepten, zuzuführen, um letztendlich nicht nur die anfallenden Nachsorgekosten zu reduzieren, sondern nach Möglichkeit auch finanzielle Erlöse zu erwirtschaften [2]. Ziel der verfassten Arbeit ist es verschiedene Nachnutzungskonzepte näher zu erläutern und deren Nachnutzungseignung, auf Grundlage verschiedener Kriterien, zu beurteilen, um damit Aussagen treffen zu können, welche Nachnutzungskonzepte für ehemalige Deponien geeignet sind und welche als eher ungeeignet erscheinen.

1. Einleitung

Deponien können durch zahlreiche Nachnutzungskonzepte nachhaltig betrieben werden. Abbildung 1 stellt dabei einige denkbare Nutzungen gegenüber.

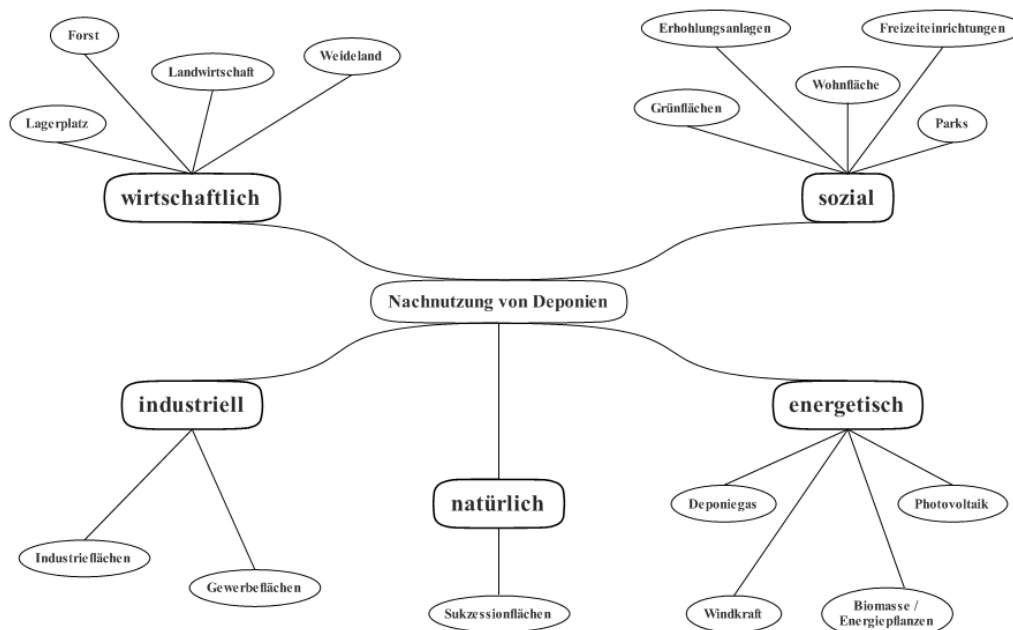


Abb. 1. Auswahl einiger Nachnutzungsmöglichkeiten für Deponien

Zum einen kann eine natürliche Nachnutzung der Flächen in Form von Sukzessionsflächen angestrebt werden. Diese Variante stellt die kostengünstigste und einfachste Nachnutzungsform dar, da hier die Landschaftsgestaltung der Natur überlassen wird und nur in seltenen Fällen ein Eingriff des Menschen bedarf [3].

Zum anderen ist es möglich die vorhandenen Deponieflächen wirtschaftlich zu betreiben. Hier können die Flächen zum Beispiel durch Forst-, Land- oder Weidewirtschaft, sowie als Lager- und Umschlagplätze, für verschiedene Zwecke genutzt werden.

Eine weitere Möglichkeit der Nachnutzung besteht im Bereich des sozialen Sektors. Hier ist die Schaffung von Grünflächen, Erholungsanlagen, Wohngebieten, Freizeitparks und anderen Sport- und Erholungseinrichtungen denkbar.

Zu den schon genannten Nachnutzungskonzepten ist auch eine industrielle Nutzung der Flächen möglich. Hierzu könnten die vorhandenen Flächen als Industrie- oder Gewerbegebiete ausgeschrieben werden. Dies führt neben der Schaffung neuer Arbeitsplätze auch zu finanziellen Erlösen und damit zur Reduktion der anfallenden Nachsorgekosten [2].

Als letzte Nachnutzungsmöglichkeit wäre die Nutzung der Flächen durch den energetischen Sektor denkbar. So könnte das entstehende Deponiegas, unter der Voraussetzung, dass dieses in ausreichend großen Mengen anfällt (ab etwa 50 m³/h), wirtschaftlich, hauptsächlich zur Gewinnung von Elektrizität oder Wärme, verwendet werden [4]. Auch können Windkraft- oder Photovoltaikanlagen, wichtige Eckpfeiler der erneuerbaren Energieträger, auf diesen Flächen errichtet werden. Ebenfalls ist die Nachnutzung der Flächen über eine weitere regenerative Energie, die Nutzung der Flächen durch Biomasse, möglich. Vorteilhaft an den angesprochenen energetischen Nachnutzungsformen ist der verringerte Einsatz fossiler Energieträger, was zum einen deren Vorräte und zum anderen die Umwelt schont [5].

Im folgendem werden einige Nachnutzungskonzepte nach den Kriterien Deponieklasse, Deponiegröße, Lage, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit bewertet.

2. Das Kriterium Deponieklasse

Deponieklassen unterscheiden sich im Allgemeinen durch die Art der abgelagerten Abfälle und durch die Art der vorhandenen Abdichtsysteme [1].

Weiterhin muss das Schadstoff- und Gefährdungspotential der abgelagerten Abfälle berücksichtigt werden. Abfälle der Deponieklasse 0 weisen ein sehr geringes Gefährdungspotential auf. Mit steigender Deponieklasse erhöht sich jedoch das Schadstoff- und Gefährdungspotential der Abfälle. Dies führt zu dem Schluss, dass vor allem sensible Nutzungen, wie Wohngebiete oder Erholungsanlagen, nur bedingt oder gar nicht für höhere Deponieklassen geeignet sind. Es müssen dabei jedoch stets die standortspezifischen Parameter berücksichtigt werden [1].

Eine Eingliederung der ehemaligen Deponieflächen in die Landschaft, die Erzeugung von Sukzessionsflächen und die Nutzung der Flächen als Lager- oder Umschlagplatz ist für alle Deponieklassen möglich. Dies hängt damit zusammen, dass weder große Setzungen durch Auflasten entstehen, noch das Schadstoff- und Gefährdungspotential der abgelagerten Abfälle eine Nachnutzung mit diesen Konzepten beschränkt [6].

Bei der Errichtung von Gewerbe- oder Industrieflächen werden die Konzepte erstmals durch die Deponieklassen beschränkt. Die Errichtung solcher Flächen auf der Deponiekategorie II und III ist nur bedingt möglich, da durch die hohen Auflasten leicht Setzungen entstehen können, die nicht nur zur Schädigung der errichteten Gebäude, sondern auch zur Beeinträchtigung des Oberflächenabdichtungssystems führen können [7]. Dennoch können setzungsunempfindliche Randbereiche als Gewerbe- oder Industrieflächen ausgewiesen werden.

Das Betreiben der Flächen durch Land- oder Forstwirtschaft ist hauptsächlich auf Flächen der Deponiekategorie 0 und I uneingeschränkt möglich. Ab Deponiekategorie II treten erste Einschränkungen, hauptsächlich durch das Gefährdungspotential der abgelagerten Abfälle, auf [1]. Für Flächen der Deponiekategorie III sind diese Nutzungsformen ausgeschlossen, da Pflanzen der Forst- und Landwirtschaft durch ihre Wurzeln das Oberflächenabdichtungssystem schädigen können, wodurch es zur Freisetzung von Deponiegas und anderen Schadstoffen kommen kann [8]. Ebenfalls ist es möglich, dass die Pflanzen durch ihr Wurzelwachstum Schadstoffe aus dem Müllkörper aufnehmen und binden [9]. Um zumindest auf Flächen der Deponiekategorie II Land- oder Forstwirtschaft betreiben zu können, ist es wichtig die Wurzeltiefen der anzubauenden Pflanzen zu kennen, um die Rekultivierungsschicht so zu dimensionieren, dass die Wurzeln nicht bis zur Oberflächenabdichtung vordringen können [26]. Auch sollte die Gefahr von Setzungen durch den Einsatz großer und schwerer forst- und landwirtschaftlicher Maschinen berücksichtigt werden [7].

Biomasse-, Photovoltaik- oder Windkraftanlagen können auf allen Deponieklassen errichtet werden. Setzungen, welche im Zuge dieser Nutzungsformen entstehen, werden als gering eingeschätzt, wodurch es zu keiner Beeinträchtigung des Untergrundes kommt. Auch stellt das Schadstoff- und Gefährdungspotential keine große Beeinträchtigung dar, da diese Nachnutzungsformen nicht ständig durch Menschen überwacht werden müssen und somit eventuelle Gefahren weitestgehend auszuschließen sind [5].

Die Verwertung von Deponiegas ist für Flächen der Deponiekategorie 0 und I ausgeschlossen, da die abgelagerten Abfälle nur geringe Anteile an organischen Bestandteilen enthalten [10]. Für Flächen der Deponiekategorie II und III ist eine Nutzung nur eingeschränkt möglich. Obwohl auf diesen Flächen Deponiegas anfällt ist nicht gesichert, dass ausreichend Gas zur Verfügung steht, um eine Anlage allein mit dieser Komponente betreiben zu können. Auf die Wirtschaftlichkeit ist hier besonders Augenmerk zu legen.

Wohngebiete, Erholungsanlagen oder Freizeitparks gehören zur Klasse sensibler Nutzungsformen. Sensibel bedeutet in diesem Zusammenhang, dass sich ständig Menschen in unmittelbarer Nähe des Deponiekörpers aufhalten [2]. Auf Flächen der Deponiekategorien 0 und I sind die von den abgelagerten Abfällen ausgehenden Gefahrenpotentiale sehr gering, wodurch eine uneingeschränkte Nutzung möglich wäre [1]. Auf Flächen der Deponiekategorie II und III gibt es hingegen Einschränkungen zur Durchführung dieser Nachnutzungskonzepte. Dies kann mit den Gefahren im Zuge der Freisetzung von Deponiegasen oder Schadstoffen erklärt werden. Die Errichtung von Wohngebieten ist auf diesen Flächen, auf Grund des Gefahrenpotentials, nach den derzeitigen Auflagen kaum möglich. Bei Erholungsanlagen und Freizeitparks werden besondere Anforderungen an die Sicherheitssysteme, wie die Installation von Gasmessern, gestellt, um dadurch die Gefährdung der jeweiligen Nutzer zu minimieren.

3. Das Kriterium Deponiegröße

Die Deponiegröße entscheidet über die Art der Nutzung und darüber, ob auf einer ehemaligen Deponiefläche nur ein oder mehrere, verschiedene Nutzungskonzepte zur Anwendung kommen können. Auf kleinen Deponien sollte auf die Verwirklichung mehrerer Nachnutzungsformen verzichtet werden, da meist das vorhandene Flächenangebot stark begrenzend wirkt. Auf mittelgroßen Deponieflächen können mehrere Nachnutzungsformen mit einander kombiniert werden. Große Deponieflächen ermöglichen dabei stets den größten Gestaltungsspielraum.

Die Eingliederung der ehemaligen Deponiefläche in die Landschaft, sowie die Schaffung von Sukzessionsflächen, eignen sich für alle Deponiegrößen. Dabei sollte aber darauf geachtet werden, dass diese beiden Maßnahmen zumindest auf großen Deponieflächen kombiniert werden, um dadurch eine große Anzahl an Ökosystemen zu schaffen, wodurch die Artenvielfalt innerhalb der Deponiefläche stark erhöht werden könnte. Dies würde auch die Umwelt positiv beeinflussen [11].

Die Errichtung von Gewerbe- und Industrieflächen, sowie die Nutzung als Lager- oder Umschlagplatz, sind prinzipiell für alle Deponiegrößen geeignet. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass auf großen Flächen die Nutzungsformen gut mit einander kombiniert werden können. So kann auf einer großen Fläche ein regional tätiges Gewerbe- oder Industriegebiet entstehen. Auf den errichteten Lagerflächen können alle angesiedelten Firmen ihre Waren zwischengelagern. Nutzt man den Platz zusätzlich als Umschlagplatz hat dies den Vorteil, dass auch überregionale Produkte schnell umgeschlagen und verbreitet werden können.

Eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung eignet sich erst ab mittelgroßen Flächen. Dies hängt damit zusammen, dass, betrachtet hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, größere Flächen einfacher bearbeitet werden können als kleinere Abschnitte. Dennoch sollte besonders bei der landwirtschaftlichen Nutzung darauf geachtet werden, dass strukturgebende Elemente, wie Feldgehölze und Hecken, errichtet beziehungsweise erhalten werden, um für bedrohte Tier- und Pflanzenarten Lebensräume zu schaffen. Ähnliches gilt für die Forstwirtschaft. Diese sollte nachhaltig betrieben werden, um dadurch eine ausreichend große Anzahl an ökologischen Nischen, und damit Lebensräume, bereitzustellen [12].

Eine Nutzung der Flächen für den energetischen Sektor eignet sich für alle Flächengrößen. So können auf kleinen Flächen wenige Windkraftanlagen oder kleine Photovoltaikanlagen errichtet werden. Für größere Flächen könnten Windparks oder große Sonnenkraftanlagen geschaffen werden, welche ausreichend Strom produzieren, um eine größere Umgebung mit Energie zu versorgen und dabei fossile Brennstoffe einzusparen [13]. Außerdem wäre eine Kombination beider Konzepte denkbar. Fällt auf der Deponiefläche zusätzlich Deponiegas in ausreichend großen Mengen an, so sollte auch diese Nutzungsform in Kombination Anwendung finden. Durch den geringen Flächenverbrauch der Windkraftanlagen ist dieses Nachnutzungskonzept mit einer landwirtschaftlichen Nutzung kombinierbar. Diese Kopplung wird schon heute auf vielen Flächen in Deutschland angewendet und ist somit prinzipiell auch für ehemalige Deponiestandorte denkbar [14]. Da durch Windkraftanlagen nur geringe bis keine Beeinträchtigungen auf die Tierwelt festgestellt wurden, können die Flächen auch zur Weidenutzung eingesetzt werden [15].

Die Verwendung der Flächen zur Deponiegasnutzung ist ebenfalls für alle Flächengrößen geeignet. Bei einer konstanten Gasbildungsrate steht auf einer größeren Fläche mehr

Deponiegas zur Verfügung. Dadurch kann bei der Verwertung des Gases mehr Wärme beziehungsweise Strom erzeugt werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Anlage positiv beeinflusst wird [16].

4. Das Kriterium Lage

Betrachtet man die Eignung der Nachnutzungskonzepte unter dem Kriterium Lage, müssen verschiedene Fragen beantwortet werden.

Hierzu zählen, ob die Deponie in der Nähe eines Ballungszentrum oder eher in einer ländlichen Umgebung liegt, Anbindungen an das örtliche oder überörtliche Straßennetz vorhanden sind, Anbindungen zur Bundesbahn oder zu Flughäfen bestehen, der Deponiestandort in der Nähe von Naturschutzgebieten oder Biotopen liegt und ob Wasser-, Abwasser- und Stromanschlüsse vorhanden sind [2].

Jede Nachnutzungsform stellt verschiedene Bedingungen an das Kriterium Lage. Diese können in notwendige und vorteilhafte Bedingungen unterteilt werden. Unter den notwendigen Bedingungen werden all jene Faktoren verstanden, die ein Standort mindestens erfüllen muss, um für ein bestimmtes Nachnutzungskonzept geeignet zu sein. Unter vorteilhaften Bedingungen versteht man hingegen jene Faktoren, die ein Standort nicht zwangsläufig erfüllen muss, bei Erfüllung aber die bedarfsorientierte, wirtschaftliche und sachgerechte Auswahl geeigneter Nachnutzungskonzepte unterstützt [2].

Neben diesen Bedingungen gibt es auch Ausschlusskriterien. Diese sind Faktoren, die, bei deren Erfüllung, dazu führen, dass bestimmte Nachnutzungskonzepte nicht durchgeführt werden können [2].

Um ehemalige Deponieflächen wieder in die Landschaft zu integrieren oder Sukzessionsflächen zu schaffen sind keine notwendigen Bedingungen zu erfüllen. Von Vorteil wäre aber die Lage der ehemaligen Deponieflächen im ländlichen Raum, da sich hier diese Nachnutzungskonzepte als geeigneter erweisen als in Ballungszentren oder städtischen Gebieten. Ausschlusskriterien gibt es jedoch keine.

Sollen Lager- und Umschlagplätze, Gewerbe- oder Industrieflächen errichtet werden, so ist eine Erschließung der Deponiefläche erforderlich. Weiterhin ist eine Anbindung an das Straßennetz notwendig. Sollte dies nicht der Fall sein, so müssen die notwendigen Bedingungen durch bautechnische Maßnahmen nachträglich geschaffen werden, was jedoch zu einem enormen Kostenaufwand führen kann [2]. Von Vorteil sind Anbindung an die Bundesbahn, sowie Gewerbe- oder Industriegebiete in der Umgebung. So könnten die ehemaligen Deponieflächen als Erweiterung schon vorhandener Gewerbe- oder Industriegebiete, oder als Lager- beziehungsweise Umschlagplatz genutzt werden.

Für Grünanlagen, Freizeitparks und Erholungsanlagen gibt es keine notwendigen Bedingungen. Von Vorteil wäre jedoch die Lage in der Nähe von Ballungsgebieten, da besonders in diesen Bereichen die Menschen zum Ausgleich ihrer künstlichen Stadtumgebung Erholung und Freizeit in natürlicher Umgebung bevorzugen. In ländlicher Umgebung ist dies nicht beziehungsweise nur eingeschränkt zu beobachten. Für Freizeit- und Erholungsanlagen gibt es gegebenenfalls Ausschlusskriterien. Es macht keinen Sinn solche Anlagen zu errichten, wenn in der Umgebung schon ähnliche Einrichtungen

vorhanden sind. Sollte dies jedoch der Fall sein, so sollten die zur Verfügung stehenden Flächen anderen Nachnutzungskonzepten zugeführt werden.

Notwendige Voraussetzung für die Nachnutzung einer Deponiefläche als Wohngebiet ist die Erschließung und eine Anbindung an das Verkehrsnetz. Von Vorteil sind vorhandene Infrastrukturen, wie Schulen, Einkaufsmöglichkeiten, Gewerbegebiete und ähnliche [2]. Wohngebiete sollten nicht ausgewiesen werden, wenn kein Bedarf dafür besteht, zum Beispiel, wenn in der näheren Umgebung genügend Flächen für die Wohnbebauung zur Verfügung stehen, beziehungsweise wenn kein Neubaubedarf besteht.

Sollen auf ehemaligen Deponieflächen Forst-, Land- oder Weidewirtschaft betrieben werden sind keine notwendigen Bedingungen zu erfüllen. Von Vorteil ist die Lage in ländlichen Gebieten. Auf diese Nachnutzungskonzepte sollte verzichtet werden, wenn der ehemalige Deponiestandort in einem Ballungsgebiet liegt. Hier ist es besser auf andere, für die Umgebung geeignete, Nachnutzungskonzepte zurückzugreifen, wie zum Beispiel der Errichtung von Grünanlagen zur Erholung.

Zur energetischen Nutzung der ehemaligen Deponiestandorte sollte die Erschließung des Gebietes, mit Strom, Gas oder Fernwärme, gewährleistet sein. Von Vorteil wäre hier die Lage der Deponieflächen in Umgebung ländlicher Strukturen. Für die Biomassenutzung gibt es keine Ausschlusskriterien. Bei Photovoltaikanlagen ist die Sonneneinstrahlung zu berücksichtigen. Ist diese sehr gering, wird empfohlen auf eine Errichtung dieser zu verzichten. Ist kein oder nur sehr wenig Deponiegas vorhanden, so sollte vom Bau von Anlagen zur Nutzung des anfallenden Deponiegases ebenfalls abgesehen werden. Der Bau von Windkraftanlagen sollte sich möglichst nur auf windreiche Regionen beschränken, da sonst die Wirtschaftlichkeit der Anlagen leidet [13].

5. Das Kriterium Wirtschaftlichkeit

Während der Nachsorgephase müssen zahlreiche Deponieeinrichtungen, wie Sickerwasserauffanganlagen oder Grundwasser-Messstationen, weiter betrieben und gewartet werden, was zusätzliche Kosten, Nachsorgekosten, verursacht [1]. Ein Ziel der Nachnutzung sollte es deshalb sein, die anfallenden Kosten zu senken oder sogar mit den Nachnutzungskonzepten Erlöse zu erwirtschaften.

Schafft man auf einem ehemaligen Deponiestandort Sukzessionsflächen, entstehen zwar keine Erlöse, es fallen aber auch keine zusätzlichen Kosten an, da die Gestaltung der Flächen der Natur überlassen wird [3].

Gewerbe- und Industrieflächen können zur Reduktion der Nachsorgekosten beitragen. Auch ermöglichen sie direkte und indirekte finanzielle Erlöse. Direkte finanzielle Erlöse ergeben sich durch den Verkauf oder die Verpachtung der vorhandenen Flächen an interessierte Käufer. Jedoch sollte hier darauf geachtet werden, dass die Flächen, die zum Verkauf oder zur Verpachtung angeboten werden, auf Grund ihres Untergrundes zu geringeren Erlösen führen als Grundstücke, die nicht auf ehemaligen Deponieflächen zum Verkauf oder zur Verpachtung ausgeschrieben werden [2]. Indirekte Erlöse können durch Gewerbesteuern, Grundsteuern und andere Abgaben an den Staat erzielt werden. Dies bedeutet, dass Gewerbe- und Industrieflächen aus Sicht der Wirtschaftlichkeit gut für ehemalige Deponieflächen geeignet sind.

Bei einer Errichtung von Grünanlagen auf ehemaligen Deponieflächen entstehen zusätzliche Kosten, da auf den Flächen Wege, Hecken, Wiesen und andere Komponenten geschaffen werden müssen, damit die Grünanlagen die ihnen übertragenen Funktionen, wie die Erholung der Bevölkerung, erfüllen können [17]. Durch das Anlegen von Grünanlagen wird kein finanzieller Erlös erwartet, da Grünanlagen in den meisten Fällen der Öffentlichkeit frei zugänglich sind [18].

Die Errichtung von Wohnanlagen auf Deponieflächen verursacht zusätzliche Kosten. Diese Kosten entstehen zum Beispiel dadurch, dass Verkehrs-, Wasser- und Stromanschlüsse ausgebaut, beziehungsweise geschaffen, werden müssen. Auch muss der Untergrund, insbesondere die aufgebrachte Rekultivierungsschicht, so angepasst werden, dass die Errichtung von Wohnanlagen ohne Beeinflussung der Abdichtsysteme der Deponieflächen erfolgt [7]. Durch Verkauf oder Verpachtung der Grundstücke können direkte finanzielle Erlöse erwirtschaftet werden. Durch Grundsteuern fallen zusätzlich indirekte Erlöse an [2]. Bei der Errichtung von Wohnanlagen aus Sicht der Wirtschaftlichkeit sind immer Kosten und Nutzen mit einander zu vergleichen. Werden keine Grundstücke in einer Region benötigt, so sind die Kosten, die aufgebracht werden müssen, um die Grundstücke zu erschließen, bedeutend höher als der Nutzen.

Der Aufbau von Windkraft-, Photovoltaik-, Deponiegas- und Biogasanlagen ist wirtschaftlich attraktiv. Die erzeugten Produkte, wie Gas, Strom oder Wärme, können entweder direkt an Ort und Stelle genutzt oder durch die Einspeisung in das öffentliche Netz, wodurch Erlöse erzielt werden können, anderen Gebäuden zur Verfügung gestellt werden. Bei Windkraftanlagen muss zusätzlich der Standort Berücksichtigung finden. So eignen sich diese Anlagen zum Beispiel nicht an Standorten, an denen nur geringe Windgeschwindigkeiten vorherrschen [13]. Sind die Windbedingungen ungünstig, so kann die Anlage meist nicht ihre volle Leistungsfähigkeit erreichen, worunter die Wirtschaftlichkeit begrenzt wird. Ähnliches gilt auch für Photovoltaikanlagen. Diese sollten nur dort errichtet werden, wo die Sonneneinstrahlung eine volle Leistungsfähigkeit der Anlagen ermöglicht. Wird die Sonneneinstrahlung vermindert, verringert sich die Leistung und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlagen rapide [19]. Für die Nutzung von Deponiegas gilt ähnliches. Die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen hängt hier insbesondere von der Menge und der Zusammensetzung des anfallenden Deponiegases ab. Fällt viel Deponiegas mit einem geringen Anteil an Schadstoffen an, so ist die Wirtschaftlichkeit der Anlage um vieles höher als beim Anfall von wenig oder gar schadstoffbelastetem Deponiegas, welches zusätzlich gereinigt werden muss, was zusätzliche Kosten verursacht [20].

6. Das Kriterium Umweltverträglichkeit

Die Umweltverträglichkeit der verschiedenen Nachnutzungsformen spielt eine wichtige Rolle. Angestrebt werden sollte, dass die verschiedenen Nachnutzungskonzepte keine nachteiligen Beeinflussungen auf die Umwelt ausüben.

Die Eingliederung der ehemaligen Deponieflächen in die Landschaft, sowie die Schaffung von Sukzessionsflächen, wirken sich positiv auf die Umwelt aus. Durch die Entstehung vieler verschiedenen Ökosysteme und ökologischer Nischen können zahlreiche neue Artenvergesellschaftungen entstehen [3].

Werden auf ehemaligen Deponieflächen Gewerbe- oder Industriestandorte betrieben, so hat dies meist negative Auswirkungen auf die Umwelt. Zum einen werden große Flächenabschnitte versiegelt und verdichtet, wodurch Bodenorganismen in ihrer Lebensfunktion stark beeinträchtigt werden können [21]. Weiterhin besteht die Gefahr, dass die Umwelt, durch die häufige Verwendung von Chemikalien, die während der Produktion von Waren eingesetzt werden, negativ beeinflusst werden kann. Zusätzlich sind durch die Freisetzung von Schadstoffen, zum Beispiel im Zuge der Verbrennung von Stoffen während der Produktionsprozesse, Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auf die Luft, zu erwarten [22].

Wohngebiete haben hauptsächlich negative Auswirkungen auf die Umwelt. Durch die Freisetzung von Schadstoffen, sei es durch Verbrennungsvorgänge oder das Abwasser, wird die Umwelt in erheblichem Maße beeinträchtigt [22]. Einschnitte in die Landschaft erhöhen den Druck auf die Tier- und Pflanzenarten, die dadurch verstärkt verdrängt werden. Die Schaffung neuer ökologischer Räume, wie angepflanzte Hecken, kann jedoch auch die Ansiedlung neuer Tier- und Pflanzenarten bewirken [3].

Betrachtet man die landwirtschaftliche Nutzung, muss zwischen der konventionellen und der nachhaltigen Landwirtschaft unterschieden werden. Bei der konventionellen Landwirtschaft überwiegen die Nachteile für die Umwelt. So kann es durch den verstärkten Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln zu weitreichenden Auswirkungen, insbesondere auf Oberflächen- und Grundwässer, kommen [23]. Auch verstärkt die Bodenbearbeitung, durch Pflügen und den Einsatz schwerer Maschinen, die Bodenerosion und unterstützt die Verdichtung des Untergrundes, was zu einer Verminderung der Ertragsfähigkeit des Bodens führen kann [21]. Bei der nachhaltigen Landwirtschaft wird hingegen versucht die nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt, die bei der konventionellen Landwirtschaft entstehen, zu vermeiden. So werden durch den verringerten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngern die negativen Auswirkungen auf Gewässer minimiert. Die schonende Bearbeitung der Felder kann zusätzlich die Bodenerosion und die Verdichtung des Bodens reduzieren [24].

Betreibt man auf den vorhandenen Deponieflächen Weidewirtschaft hat dies meist positive Auswirkungen auf die Umwelt. Durch den Einsatz von Weidetieren wird der Untergrund nur in einem sehr geringen Maße verdichtet, wodurch die Funktionsfähigkeit des Untergrundes erhalten werden kann [21]. Weiterhin ist es möglich, dass durch die Weidewirtschaft besonders licht- und wärmeliebende Flora und Fauna, die an Offenlandbiotope der Kulturlandschaften und Beweidung angepasst sind, erhalten und gefördert werden können. Auch dienen die Weidetiere als Transportmedium für kleine Lebewesen und Diasporen, wodurch Tier- und Pflanzenarten schnell über eine große Fläche verteilt werden können [25].

Bei der Forstwirtschaft muss ebenso zwischen der konventionellen und der nachhaltigen Forstwirtschaft unterschieden werden. Bei der konventionellen Forstwirtschaft werden häufig Monokulturen, meist Fichte, angepflanzt. Diese führen zu einer Verringerung der Anzahl ökologischer Nischen. Das führt zum Abwandern und Aussterben von Arten innerhalb eines Gebietes [18]. Aus diesem Grund sollte auf die nachhaltige Forstwirtschaft zurück gegriffen werden. Diese ist bestrebt den Anbau von Monokulturen zu unterbinden. Vielmehr wird auf die Anpflanzung einheimischer Waldgesellschaften geachtet. Da hierbei verschiedene Baumarten innerhalb des aufgeforsteten Bereiches zu finden sind, können sich mehr ökologische Nischen ausbilden, wodurch das Artenabwandern oder Artensterben innerhalb eines Gebietes, trotz der Nutzung des Waldes für forstwirtschaftliche Zwecke, drastisch reduziert wird.

Nutzt man Windkraft-, Photovoltaik- oder Biomasseanlagen, wichtige Eckpfeiler der erneuerbaren Energien, so wird im allgemeinen eine positive Wirkung auf die Umwelt erreicht. Erneuerbare Energieträger arbeiten weitgehend emissionsarm und kohlenstoffdioxidneutral. Dies beeinflusst und schädigt die Umwelt in erheblich geringerem Maße als der Einsatz von fossilen Energieträgern. Weiterhin werden durch den Einsatz der umweltfreundlichen Technologien fossile Brennstoffe, insbesondere Kohle, Erdöl und Erdgas, eingespart [5].

7. Zusammenfassung

Wie festgestellt wurde, eignen sich einige Nachnutzungskonzepte unter den verschiedenen Kriterien besser als andere. Es sollte bei der Auswahl der Nachnutzungskonzepte stets auf die angesprochenen Kriterien geachtet werden und diese bei der Planung beziehungsweise bei der Festlegung von Konzepten stets Berücksichtigung finden. Letztendlich empfiehlt es sich auf Grundlage dieser Kriterien zu entscheiden, welches Nachnutzungskonzept dabei am Besten für einen Standort geeignet ist. Mit welcher Wichtung die einzelnen Kriterien bei der Auswahl geeigneter Nachnutzungskonzepte belegt werden, hängt stets vom Anwender ab. So sollte man, wenn man bestrebt ist eine ökologische Nachnutzung der Flächen zu betreiben, dem Kriterium Umwelt eine höhere Wichtung zuschreiben als dem Kriterium Wirtschaftlichkeit. Sollen mit den vorhandenen Flächen bevorzugt Erlöse erzielt werden, um dadurch die Nachsorgekosten zu decken, so sollte das Kriterium Wirtschaftlichkeit im Vordergrund stehen.

Am besten wären jene Nachnutzungskonzepte geeignet, die im Abwägungsprozess die meisten Kriterien positiv erfüllen. Wirkt sich zum Beispiel ein Nachnutzungskonzept positiv auf die Umwelt und die Wirtschaftlichkeit aus, hat weiterhin geringe Anforderungen an die Lage oder die Deponieklasse, so sollte die Umsetzung dieses Nachnutzungskonzeptes angestrebt werden.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Eignung der einzelnen Nachnutzungskonzepte unter den betrachteten Kriterien zusammen.

Tabelle 1. Bewertung möglicher Nachnutzungskonzepte unter dem Kriterium Deponieklasse, Deponiegröße, Lage, Wirtschaftlichkeit und Umwelt.

Nachnutzung	Kriterium Deponieklasse	Kriterium Lage	Kriterium Wirtschaftlichkeit	Kriterium Deponiegröße	Kriterium Umwelt
Eingliederung in Landschaft	++	++	--	++	++
Sukzessionsfläche	++	++	-	++	++
Lagerplatz / Umschlagplatz	++	-	+	++	o
Gewerbeflächen	+	-	++	++	-
Industrieflächen	+	-	++	++	-
Einkaufszentrum	o	--	++	o	o
Grünanlage	++	++	--	+	o
Freizeitpark	o	o	++	+	o
Erholungsanlage	o	o	++	+	o
Wohngebiet	-	--	+	+	o
Landwirtschaft (konventionell)	o	+	+	+	-
Landwirtschaft (nachhaltig)	o	+	+	+	+
Forstwirtschaft (konventionell)	o	+	+	+	-
Forstwirtschaft (nachhaltig)	o	+	+	+	+
Weideland	o	+	+	+	+
Windkraftanlage	++	o	o	++	+
Deponiegasnutzung	-	o	o	++	+
Biomasse	++	o	++	++	+
Photovoltaik	++	o	+	++	+

- ++ sehr gute Eignung unter dem Kriterium
+ gute Eignung unter dem Kriterium
o weder Vorteile noch Nachteile unter dem Kriterium erkennbar
- schlechte Eignung unter dem Kriterium
-- sehr schlechte Eignung unter dem Kriterium

8. Literatur

- [1]: Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009
- [2]: Gudat, S. (2003): Erarbeitung eines Nachnutzungskonzeptes für eine stillgelegte Sonderabfalldeponie, gefunden unter:
http://www.deponie-stief.de/pdf/deponie_pdf/2003Gudat_Nachnutzungskonzept_SDH.pdf, am 17. Juni 2008
- [3]: Nentwig, N., Bacher, S. et. al (2004): Ökologie. München: Spektrum Akademischer Verlag GmbH; 1. Auflage
- [4]: Rautenbach, R., Yüce, S., Gebel, J. (2000): Deponiegasgewinnung- und Verwertung. veröffentlicht in: Lukas, W., Peters, T. (2000): Abfall, Deponie-Sickerwasser, Deponiegas – Wirtschaftliche Alternativen und Perspektiven für die umweltgerechte Verwertung und Entsorgung. Essen: Vulkan-Verlag GmbH
- [5]: Dürrschmidt, W., Zimmermann, G. (2006): Erneuerbare Energien – Innovation für die Zukunft. Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Berlin; 6. Auflage
- [6]: Willand, A. (2008): Rechtliche Fragen zur Nachsorge und der gleichzeitigen Nachnutzung von Deponien. Vortrag auf der 4. Leipziger Deponiefachtagung vom 19. bis zu 20. Februar 2008
- [7]: Prinz, H.; Strauß, R. (2006): Abriss der Ingenieurgeologie. Heidelberg: Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag; 4. Auflage
- [8]: Nörr, R.; Baumer, M. (2002): Pflanzung - ein Risiko für die Bestandsstabilität? Die Bedeutung wurzelschonender Pflanzung und ihre Umsetzung im Forstbetrieb. Herausgeber: Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), gefunden unter: http://www.lwf.bayern.de/publikationen/daten/wissen/p_33217.pdf
- [9]: Marschner, H. (1995): Mineral Nutrition of Higher Plants. London: Academic Press; 2. Auflage
- [10]: Kröger, K. (2004): Deponiegas – Deponieentgasung aus Gründen der Sicherheit und des Klimaschutzes. gefunden unter:
<http://www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/33746/?print=true>, am 05. Juni 2008
- [11]: Nentwig, W., Bacher, S., Brandl, R. (2007): Ökologie Kompakt. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH; 5. Auflage
- [12]: http://www.innovations-report.de/html/berichte/agrar_forstwissenschaften/bericht-34702.html, zugegriffen am 05. August 2008
- [13]: Kaltschmitt, M., Wiese, A. et. al. (1997): Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2. Auflage
- [14]: Paulsen, T. (2005): A bis Z Fakten zur Windenergie: Von der Schaffung neuer Arbeitsplätze bis zur Zukunft der Energieversorgung, Herausgeber: Bundesverband WindEnergie e.V., Osnabrück

- [15]: Autorenverband (2006): BMU-Themenpapier: Windenergie. Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Berlin
- [16]: Kröger, K. (2006): Deponiegas – Informationen über biologische Prozesse, Gefahren, Überwachung, Optimierung, technische Auslegungen, Anregungen, Empfehlungen. gefunden unter:
<http://www.dmskroeger.de/Deponieentgasung.pdf> , am 28.Mai 2008
- [17]: Jans, R. (2007): Stadträume 2010 - Umsetzung der Strategie für die Gestaltung von Zürichs öffentlichem Raum. Herausgeber: Stadt Zürich, Tiefbauamt Gestaltung + Entwicklung, gefunden unter:
http://www.stadt-zuerich.ch/internet/stadtraeume/home/navigationumsetzung/gestaltungs_standards.ParagraphContainerList.ParagraphContainer0.ParagraphList.0006.File.pdf/2_Gruenanlagen.pdf, am 14. August 2008
- [18]: Leser, H., Haas, H.-D. et. al (2005): Wörterbuch Allgemeine Geographie; München: Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG; 13. Auflage
- [19]: Dürrschmidt, W., Zimmermann, G. (2006): Erneuerbare Energien – Innovation für die Zukunft. Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Berlin; 6. Auflage
- [20]: Ewall, M. (1999): Primer on Landfill Gas as "Green" Energy. gefunden unter:
<http://www.energyjustice.net/lfg/>, am 04. März 2008
- [21]: Scheffer, F.; Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde; Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 15. Auflage
- [22]: Schönwiese, C.-D. (2003): Klimatologie; Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag; 2. Auflage
- [23]: Gächter R.; Furrer O.J. (1972): Der Beitrag der Landwirtschaft zur Eutrophierung der Gewässer in der Schweiz. - 1. Ergebnisse von direkten Messungen im Einzugsgebiet verschiedener Vorfluter. in: Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie Vol. 34, Nr. 1, S. 41-70
- [24]: Zimmerling, B.; Schmidt, W. et al. (2004): Bodenschutz in der Landwirtschaft; Herausgeber: Sächsisches Landesanstalt für Landwirtschaft
- [25]: Vogtmann, H. (2003): Perspektiven für die deutsche Schaf-und Ziegenhaltung vor dem Hintergrund aktueller Brüsseler Vorschläge. gefunden unter:
<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/bonn.pdf>, am 01. Juni 2008
- [26]: GDA E2-31 (2000): Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldeponien. GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT). Die Bautechnik, Heft 9, Verlag Ernst & Sohn Berlin , S. 627 – 629