

UDK 338.82:622.27:553.042

Terehow E., Dr. Phil. Habil., Dozent von Lehrstuhl für angewandte Ökonomik  
State Hinger Educational Institution «National Mining University»

## **ENTWICKLUNG DES ÖKONOMISCH-ÖKOLOGISCHEN POTENTIALS VON BÖDEN NACHTAGEBAULICHER ENTSTEHUNG ZU NACHHALTIGER BEWIRTSCHAFTUNG TECHNOGENER LANDSCHAFTEN**

Im Aufsatz sind methodische Grundlagen und praktische Empfehlungen zu Formierung des ökologisch-ökonomischen Potentials von Böden nachtagebaulicher Entstehung angeführt. Die Tendenz der Veränderungen der Nutzungseigenschaften der Böden nach ihrer Wiedernutzbarmachung wird beschrieben. Die Klassifikationen der Bodenfunktionen und ihrer Bewertungen hinsichtlich der Nutzungsart des Bodens sind dargestellt. Der Zusammenhang verschiedener Funktionsgruppen von technogenen Böden nach ihrem Einfluss auf das Bodenpotenzial ist festgestellt. Die Analyse der formierenden Potenzialniveaus von technogenen Böden und ihrer Ursachen ist durchgeführt. Die Prinzipien der Bodenpotenzialformierung nach Tagebauen sind bestimmt. Die Bedingungen der Erlangung der ökologischen und ökonomischen Ziele der Bodenerhaltung sind festgestellt. Die zielgerichtete Erhaltung der Bodenfunktionen nach Tagebau ist begründet. Der Begriff der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung nach tagebaulichen Eingriffen ist konkretisiert. Die Kriterien der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung sind angedeutet. Die Ziele der Bodenerhaltung in den Tagebauen hinsichtlich der Bodenpotenzialformierung werden begründet. Die Einflussfaktoren der Bodenpotenzialformierung werden festgestellt. Das Herangehen an die Planung der rationellen wirtschaftlichen Struktur technogener Böden zu Maximierung ihrer langfristigen Ertragsfähigkeit ist angeführt. Die Besonderheiten der Formierung des Bodenpotenzials nach Bodenerschliessungsrichtungen sind festgestellt. Die Grafische Darstellung der Potenzialschätzung von Böden wird angezeigt.

**Keywords:** das Bodenpotenzial, technogener Boden, die Tagebaue, die Bodenrekultivierung, nachhaltige Bodennutzung.

Терехов Є.В.

## **РОЗВИТОК ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕМЕЛЬ ПІСЛЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК ЗАДЛЯ СТАЛОГО ОСВОЄННЯ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ**

У статті подані методичні засади та практичні рекомендації щодо формування еколого-економічного потенціалу земель в умовах відкритих гірничих розробок. Визначено особливості формування потенціалу техногенних земель за напрямками господарського освоєння.

**Ключові слова:** потенціал землі, техногенні землі, відкриті гірничі розробки, рекультивация землі, стає землекористування.

Терехов Е.В.

## **РАЗВИТИЕ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЕЛЬ ПОСЛЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК С ЦЕЛЬЮ УСТОЙЧИВОГО ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ**

В статье представлены методические основы и практические рекомендации относительно формирования эколого-экономического потенциала земель в условиях открытых горных разработок. Определены особенности формирования потенциала техногенных земель по направлениям хозяйственного освоения.

**Ключевые слова:** потенциал земли, техногенные земли, открытые горные разработки, рекультивация земли, устойчивое землепользование.

**Allgemeine Problemstellung und ihre Verbindung mit wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Aufgaben.** Ein wesentlicher Teil der von Tagebauen in der Ukraine in Anspruch genommenen Böden geht nach ihrer Rekultivierung für andere Bodennutzer für Jahrzehnte verloren. Es ergibt sich hauptweise dadurch, dass wegen der totalen Erdoberflächezerstörung geringes Anfangspotenzial technogener Böden zur Erbringung verschiedener Nutzungseffekte

vorliegt. Nach Abbau des Vorkommens verlieren die verletzten Böden ihre Ertragsfähigkeit und üben negative ökologische Einflüsse auf die ganze Abbaugegend aus. Ihr Potenzial kann aber zielgerichtet formiert werden, was die aktuelle Aufgabe der Bodenerhaltung unter den Tagebauen und der Entwicklung postindustrieller Landschaften darstellt. Daher entsteht die Notwendigkeit der Untersuchung des Problems der Formierung von Nutzeigenschaften nach Tagebauen gebliebener Flächen zur ökonomischen Anreizung gestörte Grund und Boden wieder zur ihren Bewirtschaftung zu bringen.

#### **Analyse der letzten Recherchen, in welchen die Problemlösung angefangen wurde.**

Die Probleme der Bodenverbesserung nach zerstörenden menschlichen Eingriffen, der Erschließung der Tagebaufolgelandschaften werden aktiv von Wissenschaftlern und Fachleuten diskutiert. Wissenschaftler Wagonova A., Fenenko V. [1] betonen, dass die Potenzialschätzung der Bodenressourcen ein ganzes Spektrum der Veränderungen in ihrem funktionalen Zustand berücksichtigen soll. «Die Bergbaufolgeflächen sollen mit der Wiedernutzbarmachung in die umgebende Landschaft integriert werden. Bei der volkswirtschaftlichen Bewertung der Rekultivierungsleistung dürfen aber nicht nur ökonomische Ergebnisse und die notwendigen Förderungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Die ökologischen Leistungen in der Bergbaufolgelandschaft dürfen nicht unterschätzt werden», - so Andreas Berkner und andere [2, S. 306]. Demzufolge bringt die Verschlechterung des Bodenzustands auf den ersten Platz die Erhaltung der ökologischen Leistungen des Bodens. Eine hochwertige Rekultivierung ist wichtig, weil die neue Landschaft nicht nur vorübergehend den Ersatz und Ausgleich bieten muss, sondern auch auf Dauer vielseitig und nachhaltig nutzbar sein muss, - ist in der Quelle [3] angegeben. Die Bodenrekultivierung nach Tagebauen hat das vorrangige Ziel die Bodenfunktionen auf möglichst hohem Niveau wiederherzustellen, teilen M. Haubold-Rosar und A. Schwarzenberg in der Studie [4] mit. Von besonderer Bedeutung ist dabei die nachhaltige Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit.

Ohne die Errungenschaften der Wissenschaftler und Praktiker auf dem Gebiet der Bodenrekultivierung zu vermindern, bleibt die Bestimmung von Gesetzmäßigkeiten der Potenzialformierung von Böden nach Tagebauen aus ökologischen und ökonomischen Sichtpunkten noch als ungenügend erforschtes Problem, dessen Lösung der nachhaltigen Entwicklung der ehemaligen Tagebaugebieten beibringen wird.

**Ziel der Recherche.** Als Ziel dieser Untersuchung ist die Feststellung der Grundlagen und Bedingungen zielgerichteter Neuschaffung des ökonomisch-ökologischen Potenzials von Böden nachtagebaulicher Entstehung zu ihrer nachhaltigen postindustriellen Nutzung. Zur Erzielung des gestellten Zieles der Recherche sollen die Besonderheiten der Potenzialformierung technogener Böden während ihrer Rekultivierungsperioden aufgeklärt werden.

**Darlegung des Hauptmaterials mit voller Begründung erhaltener wissenschaftlicher Ergebnisse.** Die Gewinnung von Rohstoffen im Tagebau ist sehr gravierend für weitere Bodennutzungen und Veränderungen des Bodenpotenzials. Der Maßstab der Bodeninanspruchnahme und -Ruinierung hängt von vielen Faktoren ab, z.B. von der Art des Bodenschatzes, seiner Lagerungstiefe und seines Einfallwinkels, der Gewinnungstechnologie, der Betriebskapazität usw. In jedem Fall aber sind die Verluste, die der betroffene Boden davonträgt, enorm, besonders hinsichtlich vorbergbaulicher Nutzung. So, laut [5] wurden im Rheinland bis Ende 2010 30.877,2 ha Land vom Braunkohlentagebau in Anspruch genommen. Davon wurden 21.529,5 ha wieder nutzbar gemacht, (von denen 11.374,6 ha für landwirtschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden), dennoch entsteht ein Verlust von Anbauflächen für Nahrungsmittel für die Versorgung von 80.000 Menschen. Die Landwirte, denen der Boden nach Rekultivierung übergeben wird, klagen darüber, dass sie auf den neuen Flächen nicht mehr so vielfältig und ertragreich anbauen können.

Charakteristisch für die vom Tagebau beeinflussten Böden sind die Humus- und Nährstoffarmut, fehlende oder geringe bodenbiologische Aktivität als auch häufig die

fehlende Fähigkeit der Wasserspeicherung. So zeigt sich eine äußerst ungünstige Ausgangslage für das Wachsen der neuen Landschaft [6]. Daher ist vorrangiges Rekultivierungsziel die nachhaltige Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit und der Funktionen des Bodens als Lebensraum und Produktionsstandort. In der Quelle [7, S. 301] ist angegeben, dass 60 bis 70% der vom Braunkohlenbergbau durch Tagebau und Tiefbau entzogenen Flächen (am Beispiel Leipziger Südraum) aus der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung kommen. Dabei ist landwirtschaftliche Rekultivierungszielstellung nicht ausschließlich ökonomisch orientiert. Mit der Rekultivierung leisten die Landwirtschaftsbetriebe auch einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der ökologischen Standortbedingungen sowie zum Bodenschutz und damit zur Erhöhung der Umweltqualität in der Bergbaufolgelandschaft. «Als Ergebnis der Rekultivierungsmaßnahmen sind landwirtschaftlich nutzbare Böden, die bei hohem Humusgehalt und standortgerechter Bewirtschaftung über mittleres bis hohes Ertragspotenzial verfügen, jedoch schwieriger und mit größerem Aufwand als die natürlichen Böden zu bewirtschaften sind», - so [7, S.306]. Mit den standortspezifischen Düngungsmaßnahmen können in diesen Böden die angestrebten Sollwerte bei Phosphor und Kalium nach 7-10 Jahren und die Stickstoff- und Kohlenstoffgehalte nach 25-40 Jahren erreicht werden. Die Anreicherung mit reproduktionswirksamer organischer Substanz fördert im Zeitraum von mindestens 20-25 Jahren die Ausbildung stabiler Gefügestrukturen mit ausreichender Luftkapazität und Wasserführung. In diesem Zeitraum entstehen landwirtschaftlich nutzbare anthropogene Böden mit spezifischen Eigenschaften, auf denen bei standortgerechter Rekultivierung mittlere bis hohe Erträge erzielt werden können.

Als das Ziel der Potenzialformierung der Böden soll die Schaffung von Voraussetzungen für die Entwicklung einer mehrfach nutzbaren Landschaft, die sowie den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, als auch den Erholung suchenden Menschen und verdrängten Pflanzen- und Tierarten Platz bietet. Durch die Rückgabe von Bergbaufolgeflächen können nicht nur landwirtschaftlich genützte Flächen entstehen, sondern neue Waldbestände, Seeflächen, Erholungsgebiete, die landschaftsökologisch und sozioökonomisch bei sachkundiger Anlage und Gestaltung wirkungsvoll sein können.

Wenn die Rede über die Neuschaffung des Potenzials tagebaulich verletzter Böden geht, das heißt, alle ihre verlorenen oder für die Bodenbesitzer wichtigen Funktionen zu schaffen. Bei der Schaffung des Potenzials technogener Böden soll man davon ausgehen, dass diese Ressource eine Vielzahl von Funktionen erfüllen kann, deren Spektrum durch Rekultivierungsart und – Niveau bestimmt wird. Im Allgemeinen erfüllt der unverletzte Boden die Funktionen, die in Tab. 1 angeführt sind. Dabei ist es empfohlen, alle Funktionen in Nutzungs- und Naturfunktionen zu unterteilen. Die Nutzungsfunktionen sind für konkrete wirtschaftliche Ergebnisse der Bodennutzung verantwortlich, Naturfunktionen dagegen – stehen für nachhaltige Bodennutzung. In Bezug auf Rekultivierungsböden werden die genannten Funktionen in verschiedenem Verhältnis hinsichtlich der Ziele der Wiedernutzbarmachung formiert.

Die Nutzungsfunktionen des Bodens widerspiegeln die Funktionen in Bezug auf den wirtschaftenden Menschen. Hierzu zählt insbesondere die Produktionsfunktion für Nahrungsmittel, aber auch die Funktion als Rohstofflagerstätte oder als Baugrund. Unter den Naturfunktionen versteht man auf einer Seite die Regelungsfunktionen (Filter-, Puffer- und Transformatorfunktionen) und auf anderer Seite - die Lebensraumfunktion [8].

Die Nutzungsfunktionen werden wiederhergestellt, um Boden zu konkreten wirtschaftlichen Zwecken zu nutzen. Diese Funktionen sind vereinzelt, nach bestimmter Nutzungsart orientiert, was meistens die Biodiversität des Bodens verringert und seine monostrukturelle Nutzung bedingt. Demgegenüber bedingen die Naturfunktionen des Bodens seine Fähigkeit sich vor den ruinierenden Einflüssen des Milieus standzuhalten, die Biozönosen zu aktivieren. Im Rahmen der Wiedernutzbarmachung des Bodens soll man das rationelle Verhältnis zwischen beiden Funktionsgruppen erhalten, um wirtschaftliche und ökologische Anforderungen an die nachtagebauliche Bodennutzung erfüllen zu können.

Funktionsarten des Bodens und ihre Bewertung

Funktionsart	Teilbodenfunktion	Funktionsbewertung
Nutzungsfunktion	Quelle landwirtschaftlicher Produktion	Ertragsfähigkeit des Bodens, produzierende Menge der Biomasse
	Standort für industrielle und gewerbliche Anlagen	Räumliche Dimension des Bodens
	Standort für Waldanbau	Biomassenproduzierensmenge
	Standort für Gewässerrwirtschaft	Wasserrückhaltevermögen
	Standort für Naherholung	Ökologische Sicherheit, Biodiversität, Zugänglichkeit
Naturfunktion	Lebensraumfunktion	Biotopentwicklungspotenzial
	Wasser- und Stoffhaushaltfunktion	Wasserspeicher- und Stoffhaushalt Vermögen
	Filter und Puffervermögen	Verschmutzungsniveau, Retentionsvermögen für Schwermetalle, Puffervermögen für Säure
	Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	Standhaftigkeit, Belastungsgrenze

Quelle: eigene Untersuchungen anhand [9].

Der Zusammenhang beider Funktionenarten ist in Abb. 1 dargestellt. Kurve *a* zeigt die Veränderungen in der Ertragsfähigkeit des Bodens unter Priorität der Nutzungsfunktionen bei seiner Wiedernutzbarmachung. Kurve *b* widerspiegelt Erstrangigkeit von Naturfunktionen. Im ersten Fall bringt stark ergebnisorientierter Boden zuerst höhere Erträge, aber durch Intensivierung seiner Nutzung verliert für die Dauer seine Ertragsfähigkeit. Je mehr der Boden von seinem natürlichen Zustand nach der Wiedernutzbarmachung abweichen wird, desto anfälliger wird er für vielfache Schäden und Erschöpfung. Nur die komplexe und polystrukturelle Bodenwiedernutzbarmachung mit maximaler Erneuerung der Naturfunktionen (Kurve *b*) ermöglicht den Kulturboden allmählich zur sicheren und ertragsfähigen Ressource umwandeln.

Die Produktivität des Bodens gründet sich auf die Möglichkeit einige wirtschaftliche Bedarfe potenzieller Bodenbesitzer zu befriedigen. Jede nutzbare Charakteristik des Bodens beeinflusst positiv sein ökonomisches Potenzial, falls sie nachfragbar unter seiner jeweiligen Erschließungsart wird. Man soll dabei Gesamtpotenzial erneuerten Bodens vom Potenzial zur Produktivität seiner einzelnen Nutzungsart – vom Teilpotenzial unterscheiden. Das Gesamtpotenzial gründet sich auf maximale Erneuerung von Naturfunktionen des Bodens, das Teilpotenzial wird durch Verstärkung einer der Nutzungsfunktionen des Bodens bedingt. Das Teilpotenzial entspricht der Möglichkeit erneuerten Grundes positiven Effekt *i*-ter Bodennutzung zu maximieren. Nur das Teilpotenzial wird zielgerichtet formiert, denn der Bodenpreis nach seiner Bewertung festgestellt wird. Das Teilpotenzial ist aber nach der Ertragsmaximierung bestimmter Nutzungsart des Bodens und dadurch seiner schnellen Ausnutzung orientiert. Zum Unterschied davon lässt das geformte Gesamtpotenzial etwa mindere, aber in der Zeit stabile Einkommen aus Bodenfläche erhalten. Das Gesamtbodenpotenzial wird alle ohne Anspruch unter *i*-ter Nutzungsart bleibenden Bodennutzeigenschaften (Funktionen) beinhalten.

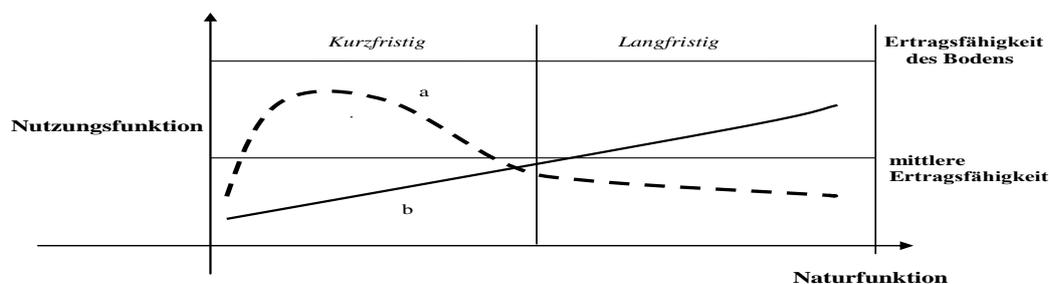


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Nutzungs- und Naturfunktionen rekultivierter Böden

Das ökonomische Potenzial des Bodens wird gemäß den Zielen nachtagebaulicher Bodenerschließung formiert. Jede Nutzungsart sieht die Funktionserhaltung des Bodens vor, aber in verschiedenem Verhältnis. Die ausgewählte Nutzungsart des Bodens wird sowohl sein Gesamt-, als auch Teilpotenzial bedingen.

Der technogene Boden wird vom zukünftigen Bodeninhaber nach seiner einzelnen Nutzungsart geschätzt. Die Erschließung des Bodens nach gewinnbarster Nutzungsart, was die Schaffung entsprechenden Teilpotenzials vorsieht, wird sein Marktpreis als Widerspiegelung der größten Nachfrage nach ihm maximieren. Es gewährt aber nicht ökologische Sicherheit des neugeschaffenen Grundes. Demgegenüber macht die Formierung des Gesamtpotenzials des Bodens ihn zur stabilen Einkommensquelle. Davon ausgehend soll die Wiedernutzbarmachung in erster Linie die Schaffung vom Gesamtpotenzial des Bodens als Summe möglicher Teilpotenziale vorgesehen, aber mit Dominanz des einen von ihnen, was den Charakter nachbergbaulicher Bodenbenützung kennzeichnen wird. Dementsprechend beinhaltet die landwirtschaftliche Rekultivierung potenziell größtes Spektrum von späteren Bodenbenutzungsarten. Dagegen sind solche Arten der Bodenrekultivierung wie Z.B. Gewässerschaffung oder industrielle Bebauung irreversibel, d.h. ihre Gesamtpotenziale sind durch einzelne Nutzungsart wesentlich oder ausschließlich beschränkt.

Nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens soll die Erhaltung und allmähliche Verbesserung der Ergebnisse der Bodennutzung, die Verbreitung des Funktionenspektrums des Grundes beinhalten. Alle Maßnahmen sollen Voraussetzungen für steigende Bodenfruchtbarkeit schaffen.

Als natürliche Bodenfruchtbarkeit wird die Eigenschaft des Bodens bezeichnet, nachhaltig (d. h. langfristig) Biomasse produzieren zu können. Diese Fähigkeit ist weitgehend unabhängig von Kulturmaßnahmen wie Düngung, Humuswirtschaft und Be- oder Entwässerung und wird auch als Ertragspotenzial bezeichnet. Die tatsächlichen Erträge sind zusätzlich von der Kulturart, Bewirtschaftungsmaßnahmen und saisonalen Einflüssen abhängig [10]. Natürliche Bodenfruchtbarkeit ist besonders akzeptabel für solche Bodennutzen wie Landwirtschaft und Forsterei. Im Falle der Bodenzerstörung wird die natürliche Bodenfruchtbarkeit durch technisch bedingte Fruchtbarkeit formiert, was das ökologisch-ökonomische Potenzial technogener Böden bedingen wird.

Dieses Potenzial ist aber nach verschiedenen Faktoren der Bodenerschließung stark variabel. Es kann sowohl allmählich gestiegen werden, als auch sich mindernd fast außer Wert sein, doch die neuentstehenden Böden in ständiger Entwicklung sind. Das Bodenpotenzial wird während bestimmter Perioden der bergbaulichen Flächennutzung formiert, was Abb. 2 darstellt.

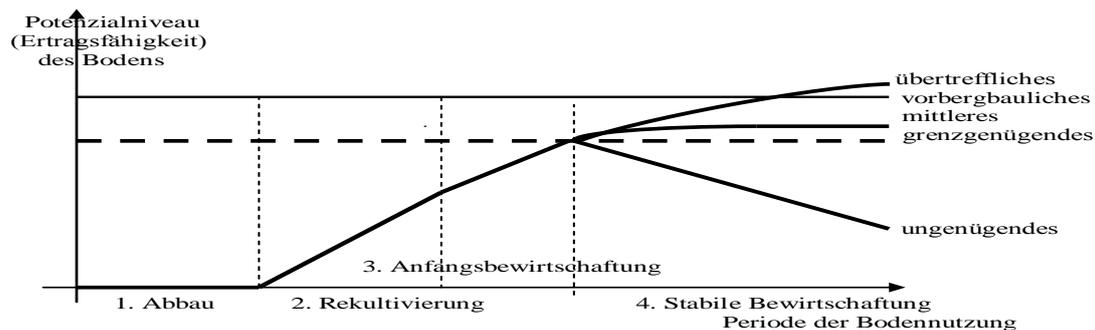


Abb. 2. Besonderheiten der Potenzialformierung technogener Böden während ihrer tagebaulichen und nachtagebaulichen Nutzung\*

\*Anm.: anhand eigener Untersuchungen.

Während des Abbaus von Mineralien im Tagebau kann der zerstörte Boden kein ökonomisches Potenzial besitzen. Aber schon im Laufe der Rekultivierung entsteht die Ertragsfähigkeit des Bodens, die normalerweise bei seiner Anfangsbewirtschaftung (erste 5-7 Jahre nach Rekultivierung) weiter zunimmt. Und schon unter stabiler Bewirtschaftung kann die Ertragsfähigkeit erneuerten Bodens sich sehr unterschiedlich abzeichnen. Das Bodenpotenzial kann hinsichtlich bestimmter Nutzungsart des Bodens auf den Niveaus formiert sein, die Tab. 2 darstellt.

Klassifikation des nach den Tagebauen formierenden Bodenpotenzialniveaus

Potenzialniveau	Ursachen der Formierung
ungenügendes	schlechte Behandlung mit deponiertem Grund, Fehlauwahl von Richtung der Bodenrekultivierung, schlechte Durchsetzung der Bodenrekultivierung, schädliche anthropogene oder natürliche Vorgänge.
grenzgenügendes	Kostenersparnis für die Rekultivierung, zeitliche Bodenkonservierung.
vorbergbaulich nahe gelegenes	mäßige Ausgaben für die Bodenrekultivierung, treffliche Nutzbestimmung von Böden.
vorbergbauliches	Anforderungseinbehaltung den Bodenschaden vollauf zu kompensieren.
vorbergbaulich übertreffliches	gute Behandlung mit deponiertem Grund, die Auswahl von bestmöglicher Nutzungsart des Bodens, hochqualitativ ausgeführte Bodenrekultivierung.

Quelle: eigene Untersuchungen.

Bei der Schaffung der Bodenfläche von Hochqualität wird gleichzeitig hohes Niveau der Erneuerung ihrer ökologischen Funktionen angestrebt, denn alle vorhandenen Nutzungseigenschaften des Bodens als die Folge ökologischer Prozesse in ihm sind. Die Vereinbarung von ökonomischen und ökologischen Zielen der Bodenrekultivierung soll die Auswahl von bestmöglichen Nutzungsarten für neugeschaffene Böden vorgesehen. Auf solche Weise werden die ökonomischen Ziele der Bodenerhaltung im Entscheidungstreffen über nachbergbaulichen Bodenzustand das Hauptgewicht bekommen, aber ihre komplexe Realisierung schafft die Grundlagen für wesentliche Verwirklichung ökologischer Ziele. Die Letzten bedingen ihrerseits das ökonomische Potenzial von Rekultivierungsböden vor und ermöglichen ihre dauerhafte gewinnbringende Benützung.

Die Besonderheiten der Potenzialformierung technogener Böden gehen von ihren Unterschieden in den Nutzcharakteristiken von unzerstörten Böden her. Je mehr der Boden von seinem vorigen Zustand weicht, desto schwerer und riskanter seine nachfolgende Bewirtschaftung sich erscheint. Selbstverständlich, dass jeder Fall seine Einzelheiten hervorbringt, aber es ist möglich die allgemeinen Unterschiede zwischen Kultur- und Tagebaufolgeböden festzustellen, die Besonderheiten der Bewirtschaftung von Letzten aufdecken (siehe Tab. 1).

Tabelle 1

Vergleichung von Zustandseigenschaften der Kultur- und Tagebaufolgeböden

Bodeneigenschaft	Kulturböden	Tagebaufolgeböden	Einfluss auf der Potenzial der Tagebaufolgeböden
Dimension	zunehmende Zersiedelung und Zerschneidung	unzerschnitten und großflächig	positiv
Reliefform	meistens flächig und einzigartig	wechselartig	positiv
bodenfremde Substrate	im Einzelfall, ortbedingt	unvermeidbar	negativ
chemische Belastung	im Einzelfall, ortbedingt	meistens	negativ
Nährstoffgehalt	meistens hoch	nährstoffarm, schwankig	negativ
Festigkeit	wesentlich, ortbedingt	gering	negativ
Erosionsresistenz	insgesamt groß	sehr anfällig	negativ
Eigendynamik	gering	groß	richtungsbedingt

Quelle: eigene Untersuchungen anhand [2, 6].

Die Rekultivierungsträger sollen in Hinsicht auf spezifische Zustandseigenschaften technogener Böden die Gefahren und Vorteile ihrer weiteren Bewirtschaftung richtig einschätzen und solche Nutzungsart für Tagebaufolgelandschaften auswählen, die die Nachhaltigkeit der Bodennutzung sichert.

Die Ergebnisse der Bodenbewirtschaftung nach verschiedenen Nutzungsarten werden die Unterschiede in ihren ökonomischen Werten und dem Zeitaufreten dieser Werte aufzeigen. Auf solche Weise wird das ökonomische Potenzial des Bodens, das die Widerspiegelung des wirtschaftlichen Effektes bestimmter Größe und der Periode seiner Erlangung ist, stark unterschiedlich nach den Rekultivierungsarten.

So, demonstriert Abb. 3 typische Zeitunterschiede in der Produktivitätsformierung aktueller Nutzungsrichtungen der unter den Tagebauen entstehenden Böden.

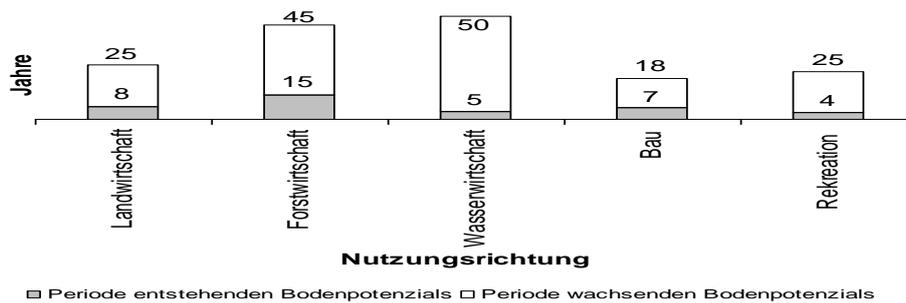


Abb. 3. Zeitunterschiede in der Formierung des Bodenpotenzials nach dem Tagebau  
Quelle: eigene Untersuchungen anhand [3,4,6].

Während der Periode des entstehenden Bodenpotenzials wird der Boden zu bestimmter Nutzungsart vorbereitet. Dabei werden auch aktiv seine Nutzungsfunktionen wiederhergestellt. Periode des wachsenden Bodenpotenzials widerspiegelt allmähliche Steigerung der Bodenertragsfähigkeit (oder Bodeneinkommen). In dieser Zeitspanne wird das Hauptgewicht auf Wiederschaffung von Naturfunktionen des Bodens gelegt sein. Bei Begründung der Nutzungsarten von technogenen Böden soll man zwischen den erwarteten Größen der Effekte seiner Bewirtschaftung und ihrem Zeitaufreten auswählen. Die zukünftigen Landinhaber interessieren sich in erster Linie für die Dauer der Periode des wachsenden Bodenpotenzials, denn wettbewerbsfähiges Wirtschaften auf technogenen Böden nur nach ihrer vollen Sanierung auftreten wird.

Analytische Interpretation der Bodenpotenzialschätzung entspricht der Intervallrechnungstheorie (Abb. 4). Die Funktion  $y = f(x)$  widerspiegelt die Veränderung der Bodennutzeffekte während eines bestimmten Zeitraums.

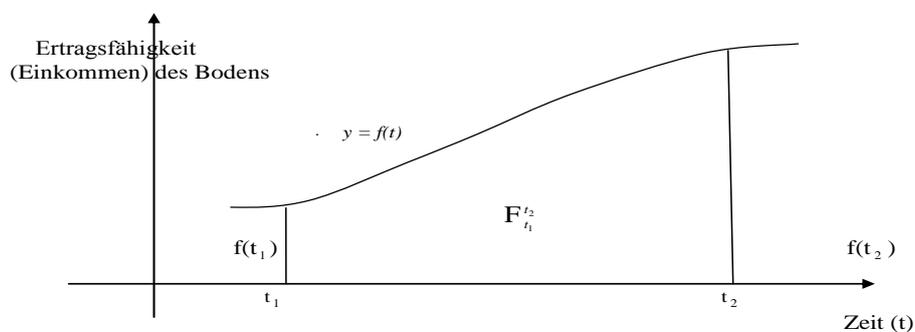


Abb. 4. Grafische Darstellung der Potenzialschätzung von Böden

Die Fläche  $F_{t_1}^{t_2}$  entspricht dem gesamten wirtschaftlichen Effekt der Bodennutzung bestimmter Art. Man soll jene Nutzrichtungen des Bodens nach dem Tagebau wählen, die in vergleichbarem Zeitraum maximalen Nutzeffekt bringen werden. Die Länge des Intervalls  $t_1 \dots t_2$  soll bei Potenzialschätzung der längsten Periode des wachsenden Bodenpotenzials laut Abb. 3 gleich werden. Der Zeitpunkt  $t_1$  spiegelt die Obergrenze der kürzesten Periode der Bodenpotenzialformierung vergleichender Nutzungsarten von Böden wieder. Nach diesem Prinzip kann für die Tagebaufolgelandschaften dominierende Bodennutzungsart bestimmt sein. Es ist wichtig aber wegen der Stabilisierung des Bodenpotenzials in Grenzen einer Tagebauausweisung verschiedene Nutzungsarten zu kombinieren, um neben einer intensiven Nutzbarkeit auch ein natürlich wirkendes Landschaftsbild zu geschaffen würde, was den langfristigen Nutzungsmöglichkeiten rekultivierter Böden beiträgt und stabile wirtschaftliche Entwicklung neuentstandener Gegenden ermöglicht.

**Conclusion.** Als Grundlage der Formierung des Bodenpotenzials nach dem Tagebau gelten die richtige Auswahl von Nutzungsarten des Bodens und seine qualitativ durchgesetzte Wiedernutzbarmachung. Diese Maßnahmen sollen nach der Erneuerung oder der Neuschaffung des breiten Spektrums verlorener Funktionen technogener Böden hinsichtlich seiner nachtagebaulichen Bestimmung orientiert sein, um Nachhaltigkeit der Bodenbewirtschaftung zu sichern. Das Spektrum langfristiger Nutzungsmöglichkeiten, die nach Rekultivierung zur Auswahl stehen, erweitert das ökonomische Potenzial technogener Böden. Die nachhaltige und gewinnbringende Entwicklung des Bodens soll die Erneuerung seines Gesamtpotenzials zur Erbringung verschiedener Nutzeffekte vorgesehen. Die Berücksichtigung bei Bodenrekultivierung neben den ökonomischen Interessen aller ihrer Akteure auch der ökologischen Ziele der Bodenerhaltung wird das Gesamtbodenpotenzial von neugeschaffenen Böden positiv beeinflussen. Die Vergrößerung des Spektrums der durch Markt geschätzten Nutzeigenschaften vom Boden wird seine Erschließung aktivieren und bessere Erhaltung von Grund und Boden ermöglichen. Im Rahmen der Strukturplanung von technogenen Bödenflächen sind solche ihre Nutzungsarten zu Umsetzung zu empfehlen, die auf dem größten Niveau alle Arten der Bodenpotenziale schaffen lassen. Dementsprechend wird die kurzfristige und nach maximalen grunderschöpfenden Effekten orientierte Bodennutzung durch stabiles Wirtschaften auf rekultivierten Böden ersetzt, was die Entwicklungsperspektive für ganze durch Abbau zerstörte Gegend verbessert. Als Fortsetzung der durchgeführten Untersuchung kann die Feststellung der ökonomischen Effektivität der Wiedernutzbarmachung von Böden nach ihren Nutzungsarten gelten.

#### References:

1. Вагонова А.Г. Влияние качества рекультивируемых земель на их денежную оценку / А.Г. Вагонова, В.И. Фененко // Науковий вісник НГА України. – 2000. – №1. – С. 79-81.
2. Bergbau in Sachsen, Band 11. Der Braunkohlenbergbau im Südraum Leipzig. Bergbaumonografie / Dr. Andreas Berkner // Regionale Planungsstelle Leipzig, und Mitarbeiter. Landesamt für Umwelt und Geologie. – Juni 2004. – 390 S.
3. Die Landschaft nach dem Tagebau. Rekultivierung im Rheinland / RWE Power // [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/235956/data/235578/3/rwe-power-ag/presse-downloads-/braunkohle/Rekultivierung-im-Rheinland.pdf>.
4. Haubold-Rosar M. Landwirtschaftliche Rekultivierung im Braunkohlentagebau Jänschwalde durch die Vattenfall Europe Mining AG / M. Haubold-Rosar, A. Schwarzenberg // Glückauf 145 (2009). Nr. 10. – s. 480-487.
5. Zunächst ein paar Infos zum Braunkohleabbau im Rheinland [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: <http://www.ausgeco2hlt.de/hintergruende/klima-camps-kapitalismus/was-hat-braunkohle-abbau-mit-reclaim-the-fields-zu-tun-april-2013/>.
6. Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften. Nachhaltige Bergbausanierung / Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH // [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: [http://www.braunkohle.de/tools/download.php?filedata=1235993303.pdf&filename=LMBV\\_Brosch%C3%BCre\\_Rekultivierung\\_20090209.pdf&mimetype=application/pdf](http://www.braunkohle.de/tools/download.php?filedata=1235993303.pdf&filename=LMBV_Brosch%C3%BCre_Rekultivierung_20090209.pdf&mimetype=application/pdf).
7. Dr. Andreas Berkner. Bergbau in Sachsen, (Band 11. Der Braunkohlenbergbau im Südraum Leipzig) [Bergbaumonografie] / Dr. Andreas Berkner und Mitarbeiter // Regionale Planungsstelle Leipzig. Landesamt für Umwelt und Geologie. – Juni 2004. – 390 S.
8. Die Böden Schleswig-Holsteins. Entstehung, Verbreitung, Nutzung, Eigenschaften und Gefährdung // Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein / 4 Auflage 2012. – 108 s.
9. Erarbeitung der Broschüre Schutzwürdige und schutzbedürftige Böden in Rheinland-Pfalz [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: [http://www.lgb-rlp.de/schutzw\\_boeden.html](http://www.lgb-rlp.de/schutzw_boeden.html).
10. Matthias Röder. Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: [http://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/ua\\_3\\_16\\_text.pdf](http://www.dresden.de/media/pdf/umwelt/ua_3_16_text.pdf).

*Рецензент Вагонова О.Г.*