

UDK 338.82:622.27:553.042

Terekhow E., Dr. Phil. habil., Dozent vom Lehrstuhl für angewandte Ökonomik,
Unternehmensführung und Öffentliche Verwaltung
Nationale technische Universität «Dnipro Politechnik»

BESTIMMUNG DER BIODIVERSITÄTSVERÄNDERUNG DES BODENS NACH TAGEBAUEN ALS FAKTOR NACHHALTIGER BEWIRTSCHAFTUNG ZERSTÖRTER GRUNDFLÄCHEN

Im Aufsatz ist methodisches Herangehen an die Einschätzung der Veränderungen der Biodiversität der Böden nach dem Tagebau als Grundlage deren nachhaltiger Entwicklung und der Formierung des Potenzials des Einkommens aus technologischen Grundflächen angeführt. Die Bedeutung der Biodiversität des Bodens für seine nachhaltige Bewirtschaftung ist konkretisiert. Die Elemente der Biodiversität des Bodens sind dargestellt. Die Unterschiede zwischen Renaturierung und Rekultivierung von Böden in den Tagebauen sind analysiert. Die Kriterien für Erneuerung natürlicher Funktionen von technologischen Böden sind vorgeschlagen. Die Empfehlungen zur Abstimmung von wirtschaftlichen und ökologischen Belangen der Wiederherstellung von Biodiversität des Bodens sind erarbeitet.

Keywords: der Tagebau, die Bodenrekultivierung, Einfluss des Tagebaus auf den Boden, die Biodiversität, Verschwinden von Arten, das Entwicklungspotenzial.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН У БІОРІЗНОМАНІТТІ ЗЕМЕЛЬ ПІСЛЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧРОБІТ ЯК ФАКТОР СТАЛОГО ОСВОЄННЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ

Наведений методичний підхід до оцінювання змін біорізноманіття земель після відкритих гірничих розробок з метою забезпечення їх сталого розвитку та формування потенціалу дохідності.

Ключові слова: відкрита гірнича розробка, рекультивация земель, вплив відкритої гірничої розробки на землі, біорізноманіття, зникнення видів, потенціал розвитку.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В БИОРАЗНООБРАЗИИ ЗЕМЕЛЬ ПОСЛЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ОСВОЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ

Представлен методический подход к оценке изменений биоразнообразия земель после открытых горных разработок с целью обеспечения их устойчивого развития и формирования потенциала доходности.

Ключевые слова: открытая горная разработка, рекультивация земель, влияние открытой горной разработки на земли, биоразнообразие, исчезновение видов, потенциал развития.

Allgemeine Problemstellung und ihre Verbindung mit wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Aufgaben. Die direkte Zerstörung von Lebensräumen durch Errichtung von industriellen Anlagen führt zum Verlust biologischer Vielfalt. Besonders ist die Biodiversität durch Bergbauaktivitäten bedroht, die an der Erdoberfläche durchgeführt werden. Durch Abbau von Bodenschätzen in den Tagebauen entstanden völlig neue Landschaftstypen, die durch ein eigenes und charakteristisches Relief, teilweise bizarr anmutende Oberflächenformen und das Fehlen menschlicher Nutzungen geprägt sind [1].

Eine unvorstellbar große Zahl an Lebewesen wohnen im Erdreich und erfüllen ihre bodenerhaltende Funktionen, jedoch in Folge der Zerstörung der Bodenschichten im Laufe der Abbauprozesse verändern sich die natürlichen Bedingungen der Existenz kleinster Lebewesen im Boden. Verlust an organischer Substanz, Vermischung mit giftigen Substanzen aus unteren Erdschichten entzieht den Bodenorganismen die Lebensgrundlage.

Im Fazit verliert zerstörter Boden seine ökologischen Eigenschaften und kann nicht mehr vielfältig benutzt werden. Die Nachhaltige Bodenbewirtschaftung in diesem Sinne ist unmöglich bei zerstörten Verhältnissen der Bodenlebewesen. Erfolgreiches Wirtschaften auf Böden nach den Tagebauen hängt im entscheidenden Masse von den Leistungen des Ökosystems in Grenzen der fruchtbaren Bodenschicht. Daher soll die Einschätzung von Bergbaueingriffen in den Boden und die Zweckmäßigkeit der Maßnahmen zu Beseitigung ihrer Folgen für die Bodenbewirtschaftung die Kriterien berücksichtigen, die den Grad der Biodiversitätsverlustes des Bodens in den Tagebauen widerspiegeln. Auf solche Weise kann das Problem der Erhaltung biologischer Vielfalt ins Umwelt- und Bodenmanagement der Bergbauunternehmen integriert werden. Schutz der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen der rekultivierten Böden erhöhen die Chancen, auch in Zukunft eine gute Geschäftsgrundlage für ihre Bewirtschaftung zu Zwecken regionaler Entwicklung zu schaffen.

Analyse der letzten Recherchen, in welchen die Problemlösung angefangen wurde. Experten sind sich weltweit einig, dass der Verlust der biologischen Vielfalt neben dem Klimawandel zu den größten Herausforderungen für unsere Gesellschaft und unseren Planeten zählt [2, S. 6]. Aus ökonomischer Sicht ist insbesondere darauf hinzuweisen, dass Ökosystemleistungen als klassische Gemeingüter weder vollständig erfassbar sind, noch sich ihre Preise real im Markt abbilden. Doch Wissenslücken und der Mangel an langfristigen praktischen Erfahrungen, sind keine Argumente dafür, Biodiversität nicht als signifikanten Umweltaspekt in unternehmerischen und politischen Entscheidungen zu berücksichtigen. Auch die EU Kommission hat die Gefährdung der Biodiversität in Böden als bedeutende Bodengefahr in der thematischen Strategie für den Bodenschutz angesprochen. Vor allem hinsichtlich der biologischen Vielfalt der Böden sieht die EU-Kommission zudem weiteren Forschungsbedarf, um bessere Grundlage für politische Maßnahmen zu schaffen. [2, S. 36]. Biodiversität ist nicht nur dann bedeutsam, wenn sie besonders hoch ist. Jedes gesunde Ökosystem funktioniert deshalb so gut, weil es genau die richtige Artenzusammensetzung besitzt, – so [3].

Gerade bei der Herrichtung von Bergbaufolgelandschaften haben wir die Chance und auch die Verantwortung vielgestaltige und vielfältige Naturräume zu schaffen, die einen wesentlichen Beitrag für biologische Vielfalt und damit für eine stabile Umwelt leisten können. Es wird zudem noch Forschungsbedarf gesehen, wie die enorme mikrobielle Diversität der gewachsenen Böden in die Rekultivierungsböden überführt und erhalten werden kann [4].

Obengenanntes unterstreicht die Wichtigkeit der Untersuchung des Problems der Erhaltung der Biodiversität in Tagebaufolgeflächen, um die nachhaltige Entwicklung von zerstörten Grundflächen zu ermöglichen.

Ziel der Recherche. Das Ziel der Recherche ist Feststellen von Kriterien und Handlungsmöglichkeiten zur Erhaltung der Biodiversität in den Tagebaugeländen als Grundlage für die Planung von Entwicklungs-, und Nutzeigenschaften der Böden, die nach dem Abbau entstanden sind.

Darlegung des Hauptmaterials mit voller Begründung erhaltener wissenschaftlicher Ergebnisse. Ein Gramm Boden enthält Milliarden von Mikroorganismen, also Bakterien, Pilze, Algen und Einzeller. Unter einem Quadratmeter Boden leben Hunderttausende bis Millionen von Bodentieren, wie Fadenwürmer, Regenwürmer, Milben, Asseln, Springschwänze und Insektenlarven. Hochgerechnet auf einen Hektar ergibt das ca. 15 Tonnen Lebendgewicht im durchwurzelbaren Bodenraum [5 , S. 33].

Pflanzen, Tiere, Pilze und Mikroorganismen sorgen für fruchtbare Böden. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Humus- und Bodenbildung. Dem Bodenleben kommt eine Schlüsselrolle beim Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen zu. Durch die Ab- und Umbautätigkeit werden organische Pflanzenabfälle in den Boden eingearbeitet, zerkleinert und zersetzt. So werden die darin enthaltenen Nährstoffe wieder in mineralischer und damit

pflanzenverfügbarer Form zur Verfügung gestellt. Hierbei sorgen die Bodenorganismen auch für günstige bodenphysikalische Bedingungen. [6, S. 34] Das Verständnis der Lebensgemeinschaft verschiedener Bodenorganismen (Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere, Pilze) ist unerlässlich, da diese Bodenzönose in ihrer Gesamtheit zur Erfüllung der Lebensraumfunktion und anderer Bodenfunktionen (Stoffumsatz, Bodenfruchtbarkeit) beiträgt.

Der Abbau von Rohstoffen hat extreme Folgen für die Landschaft, wie sie sonst nur durch große Naturkatastrophen auftreten. Durch die Umlagerung des Abraums und die Verkippung des Oberbodens in tiefere Schichten sind die entstehenden Kipp-Substrate sehr nährstoffarm. Boden und Gestein werden umgelagert, hydrologische Verhältnisse und chemische Bedingungen können sich grundlegend ändern. Es entstehen Flächen, die zunächst fast kein Leben enthalten. Alle Arten müssen deshalb aus der Umgebung einwandern. Es vergehen mindestens 40 Jahre bis Artengemeinschaften entstehen, die denen auf vergleichbaren Standorten außerhalb der Tagebaue entsprechen [7, S.10].

So, z.B. wurde im Südraum Leipzig das Problem vom Verschwinden der Arten (Vögel und Pflanzen) in 16 Tagebauflächen untersucht [8, S. 89]. Zunächst konnte festgestellt werden, dass insgesamt 549 Pflanzenarten und 95 Brutvogelarten in ehemaligen Tagebauflächen vorkommen. Dies entspricht 51% bzw. 61% des jeweiligen gesamten regionalen Artenbestandes. Die Probleme der Veränderung des Bodenpotenzials nach den Tagebauen und Ihr Einfluss auf Nutzeigenschaften rekultivierten Bodens ist in den Untersuchungen dargestellt [9,10].

Ob Tagebaue als dynamische und komplexe Lebensräume funktionieren, ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Neben bergtechnischen Bedingungen, wie der Abbautiefe, der Größe und der Form des Tagebaus, sind auch geologische Faktoren, wie Gesteinseigenschaften (Locker- oder Festgestein), Feuchtegrad und Wasserdurchlässigkeit bedeutsam [11]

Ziel der Rekultivierung zur landwirtschaftlichen Nutzung sollten daher abwechslungsreich strukturierte Folgelandschaften mit nicht zu groß dimensionierten Ackerflächen sein, die sowohl der landwirtschaftlichen Nutzung als auch der biologischen Vielfalt Rechnung tragen und so einem Rückgang an Insekten, Vögeln und Pflanzen entgegenwirken können [12].

Für ökologische Maßnahmen bestens geeignet ist ein wechselnder Abbaubetrieb mit einer vorübergehenden Stilllegung von Bereichen oder die gezielte Anlage von Biotopen in kaum genutzten Randbereichen. Diese beruhigten Zonen haben dann Zeit und Raum für eine natürliche Entwicklung. Es entstehen Sukzessionsflächen unterschiedlichen Alters und wechselnder räumlicher Verbreitung. Diese können als sogenannte Wanderbiotope aufgefasst werden, die quasi mit dem Abbau wandern [13, S. 30].

Viele stillgelegte Abbaustätten weisen einen hohen Naturschutzwert auf. Ganz entscheidend für den Naturschutzwert ist vor allem die Art der Folgenutzung [14, S. 6]. Abbaustätten bieten vielfältige Lebensräume für besonders und streng geschützte Arten. Die während des Abbaus entstehenden Rohbodenstandorte können innerhalb kürzester Zeit von einer Vielzahl seltener Pionierarten besiedelt werden. Eine hohe biologische Vielfalt (Biodiversität) ist der Indikator für vielfältige und intakte Ökosysteme und damit für eine stabile und gesunde Umwelt. Die biologische Vielfalt umfasst: die Vielfalt der Arten, die Vielfalt der Gene und die Vielfalt der Lebensräume [15]. Die Vielfalt der Organismen auf und in Böden erfüllt aber auch wichtige Funktionen für die Erhaltung der Ertragsfähigkeit und Bodenfruchtbarkeit.

Die Indikatoren zur Messung der Biodiversität können als Mindestanforderungen für die Wiederherstellung von Grundstücken dienen und als Element der Verantwortung des Bergbauunternehmens gegenüber den lokalen Partnern.

Bei Erneuerung der Tagebaufolgelandschaften soll zwischen Renaturierung und Rekultivierung unterschieden werden. Sofern die wirtschaftliche Folgenutzung im Vordergrund steht, wird der Vorgang als Rekultivierung bezeichnet [16, S. 17]. Die Rekultivierung sieht die Neuschaffung von zerstörten Grundflächen zu den Zielen ihrer wirtschaftlichen Folgenutzung vor. D.h. soll wegen der Rekultivierung die Ressource geschaffen werden, die zur Herstellung von Produkten und Dienstleistungen benutzt werden kann. Die ökonomischen Motive zum Investieren in Neuschaffung der Bodenfunktionen nehmen in diesem Fall den Vorrang.

Die Renaturierung von Grundflächen orientiert sich nach der Erneuerung der ökologischen Bodenfunktionen. Das Hauptziel dieser Maßnahmen besteht in der Kompensation des Verlustes der Biodiversität des Bodens, der durch Tagebau ruiniert wurde (Tab.1). Sofern die Folgenutzung durch eine natürliche Wiederbesiedlung (mit und ohne gezielte Maßnahmen) erreicht werden soll, wird der Vorgang als Renaturierung bezeichnet. Im Vordergrund steht die Erreichung einer möglichst hohen Biodiversität [16, S. 17].

Tabelle 1

Unterschiede zwischen Renaturierung und Rekultivierung von Böden in den Tagebauen

Nachfolgenutzung	Renaturierung	Rekultivierung
Landwirtschaft	Wiederherstellung von Ökosystemen. Kann als Vorstufe zur Landwirtschafterschliessung betrachtet werden.	Erneuerung von Arten der Lebewesen, die für Produktion von verschiedenen Kulturen relevant sind.
Forstwirtschaft	Herstellung von Grundflächen mit Bewaldung zur Erhaltung des baufähigen und Energieholzes. Die Monokulturen dominieren. Freie Sukzession dominiert.	Schaffung von Grundflächen mit für Standort typischer Bewaldung zur Vermehrung von waldabhängigen Lebewesen. Keine Monokulturen sind deutlich ausgeprägt. Gelenkte Sukzession dominiert.
Wasserwirtschaft	Schaffung von biologischen Verhältnissen, die Bilanz zwischen wasserbewohnten Arten aufrechterhalten. Wasserqualität hat größte Priorität.	Vermehrung von Lebewesen, die als Nahrung verwendet werden können.

Im Falle der Bodenrekultivierung kann die Biodiversitätserhöhung durch Vereinigung in Grenzen eines Grundstückes der rekultivierten und renaturierten Grundflächen. Falls Hauptmotiv in der Rekultivierung besteht, kann Teil der renaturierten Flächen der Artenentwicklung und Stabilisierung der bodenbildenden Prozesse beitragen, verschiedene Nutzungsarten anzupassen.

In jeder Abbaustätte sollen Flächen der freien Sukzession überlassen werden. Bei allen Begrünungen sollen in erster Linie einheimische und lokal vorkommende Pflanzen- und Tierarten bevorzugt werden. Je weiter sich der Forst von den stark bewirtschafteten Kulturen mit nur einer oder nur wenigen Baumarten in dichtem Bestand wegentwickelt, je differenzierter die Baumarten und deren Alter sind, je mehr Vegetationsschichten in einem Wald vorhanden sind, umso arten- und struktureicher ist er und desto höher ist sein Wert für die biologische Vielfalt [16, S. 24]. Durch Ansaaten, Förderung heimischer Arten, Struktureichtum, Schutz und Erhalt von einigen Altbäumen kann auch eine ökonomisch orientierte Waldbewirtschaftung die Biodiversität solcher Flächen erhöhen. Der Begriff der Wiederherstellung zeigt bereits den Bezug zur umgebenden Landschaft auf – die Abbaustätte soll der umgebenden Natur und Landschaft nachgebildet werden, um sich ganz in diese einzufügen [16,S. 15].

Bei landwirtschaftlichen Rekultivierungen ist darauf zu achten, dass das Ertragspotenzial der Böden möglichst wieder hergestellt wird. Gleichzeitig sollte durch geeignete standortbezogene Maßnahmen die Vielfalt der Landschaft wiederhergestellt oder verbessert werden [14]. Bei forstlichen Rekultivierungen sind Sukzessionsflächen oder Vorwaldbegründungen im Sinne eines naturnahen Waldbaus wünschenswerter als aufwändige technische Waldbaumaßnahmen.

Es soll minimal zulässiges Niveau der Biodiversität nach jeder Nutzungsart von Böden festgestellt werden, das als Kriterien für Erneuerung derer natürlichen Funktionen gelten kann:

1. Beeinträchtigung für zerstörte Grundstücke (Vergleich der Biodiversität vor und nach tagebaulichen Eingriffen – Artenanzahl und Lebensräume).
2. Beeinträchtigung für benachbarte Grundstücke (Vergleich der Biodiversität vor, während und nach tagebaulichen Eingriffen auf benachbarten Grundstücken). Es soll dabei ausgegangen werden, dass die Fläche und die Entfernung der Beeinträchtigungen gleich den Dimensionen des zerstörten Grundstückes sind.
3. Berücksichtigung der standorttypischen Lebewesen und adoptierten Lebewesen.
4. Standortfremde Arten, die Gleichgewicht zerstören und Konkurrenzstärke erhöhen (invasive Arten).
5. Vernetzungsniveau zwischen neu angesiedelten Arten.
6. Feststellen des zwäckmässigen Verhältnisses zwischen rekultivierten und renaturierten Flächen in Grenzen eines Grundstückes.

Bei allen Kriterien soll Standortdynamik berücksichtigt werden, um alle Erhebungen von relevanten Dateien in vergleichmässigen Zeitabständen durchgeführt wurden. Jedes Kriterium lässt schliessen, wie ökonomische Bewertung von ökologischen Dienstleistungen rekultivierter Grundstücke in Form der Veränderung des Produktivitätspotenzials (bzw. Bodenrente) berechnet werden kann:

$$Ed = \sum_{i=1}^n \frac{Pr_{1j}}{Pr_{0j}}$$

wo Pr_{1j} – das Produktivitätsniveau des Bodens nach tagebaulichen Einflüssen nach i-tem Parameter seiner Bewertung; Pr_{0j} – das Produktivitätsniveau des Bodens vor tagebaulichen Einflüssen nach i-tem Parameter seiner Bewertung; n- Anzahl von Bewertungskriterien. Von anderer Seite, falls der Boden nicht zur Herstellung irgendwelcher Produktion benutzt sein wird, können die Ausgaben für Erneuerung seiner Biodiversität als Informationsbasis fürs Entscheidungstreffen über das Erhalten von Bodennutzeigenschaften verwendet werden (Tab.2).

Tabelle 2

Die Ausgaben für Kompensieren des Bodenbiodiversitätsverlustes

1. Beeinträchtigung für zerstörte Grundstücke	Ausgaben für Erneuerung des ursprünglichen Zustandes des Bodens
2. Beeinträchtigung für benachbarte Grundstücke	Ausgaben für Erneuerung der Funktionen, die für Nutzungsart relevant sind.
3. Standorttypische Lebewesen und adoptierte Lebewesen	Ausgaben für Schaffung von günstigen Lebensbedingungen für standorttypische und adoptierte Arten.
4. Standortfremde Arten, die Gleichgewicht zerstören (invasive Arten)	Ausgaben für Gegenmaßnahmen zur Verhinderung der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch invasive Arten von Lebewesen.
5. Vernetzungsniveau zwischen neu angesiedelten Arten.	Ausgaben für Maßnahmen zur weiteren Vernetzung von angesiedelten Arten.

Dann kann verstanden werden, wie viel Geldausgaben für Erneuerung der Biodiversität des Bodens entsprechend seiner Folgenutzung benötigt werden. Nur wenn die Dienstleistungen

von Ökosystemen monetisiert werden, können sie in die Bewertung der ökonomischen Folgen der tagesbaulichen Bodennutzung einbezogen werden.

Conclusion: Die Wiederherstellung von Biodiversität der durch Tagebau gestörten Grundstücke soll als Grundlage für die Verbesserung des Bodenzustandes und seiner Funktionen betrachtet werden, um nachhaltige Bodenbewirtschaftung nach den Tagebauen erziele zu können. Die Belange des Artenschutzes müssen mit den betriebswirtschaftlichen und abbautechnischen Faktoren abgestimmt sein. Das Entscheidungstreffen über den nachtagebaulichen Bodenzustand soll den Einfluss der Veränderung der Bodenbiodiversität auf seine Produktivität und Nutzeigenschaften berücksichtigen. Falls der Boden zu intensiven wirtschaftlichen Nutzung wiederhergestellt wird, soll die Formierung seiner Biodiversität weitere Folgenutzung unterstützen. Bei Renaturierung des Bodens soll die Neuschaffung von möglichst größter Biodiversität angestrebt sein, um alle negativen Einflüsse des Tagebaus auf die Umwelt zu kompensieren.

References:

1. Bergbaufolgelandschaften [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: <https://www.bfn.de/themen/bergbaufolgelandschaften.html>. Zuletzt aufgerufen am 02.03.2019.
2. Schutz der biologischen Vielfalt im Rahmen von Umweltmanagementsystemen EMAS und Biodiversität Dezember 2016. Herausgeber: Bodensee-Stiftung und Global Nature Fund/ 72 s.
3. Daten und Fakten [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: <https://www.bfn.de/themen/biologische-vielfalt/daten-und-fakten.html>. Zuletzt aufgerufen am 02.03.2019.
4. Boden des Jahres 2019: Kippenboden – der Boden rekultivierter Tagebaue [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/Boden2019.html. Zuletzt aufgerufen am 05.03.2019.
5. ERDREICH. Es wimmelt im Boden [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: <https://www.geo.de/geolino/natur-und-umwelt/4390-rtkl-erdreich-es-wimmelt-im-boden>. Zuletzt aufgerufen am 18.03.2019.
6. Durch Umweltschutz die biologische Vielfalt erhalten Ein Themenheft des Umweltbundesamtes Herausgeber: Umweltbundesamt 100 S: Stand: Juni 2015 [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/durch_umweltschutz_die_biologische_vielfalt_erhalten.pdf. Zuletzt aufgerufen am 10.03.2019.
7. BIOLOG Biodiversität und Globaler Wandel [Elektronische Ressource] –Zugangsweg: https://www.fona.de/mediathek/pdf/BMBF_BIOLOG_Broschuere_final.pdf. Zuletzt aufgerufen am 05.03.2019.
8. Walter Durka, Torsten Schmidt. Biotope aus zweiter Hand – Leben in der Bergbaufolgelandschaft [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: <https://file:///C:/Users/Taras/Desktop/IEBEWESEN%20IM%20TAGEBAU/7102.pdf>. Zuletzt aufgerufen am 10.03.2019.
9. Terehow E. V. Entwicklung des ökonomisch-ökologischen potentials von boden nachtagebaulicher entstehung zu nachhaltiger bewirtschaftung technogenerlandschaften / E. V. Terehow // *Економічний форум*. - 2014. - № 2. - С. 78-86.
10. Terehow E. V. Feststellung der ökonomisch zweckmässigen ordnungsfolge der ausnutzung und der wiedernutzbarmachung von grundflächen in den tagebauen / E. V. Terehow // *Економічний форум*. - 2015. - № 3. - С. 245-253.
11. Dr. Matthias Schlotmann, Gudrun Schmidt Neue Lebensräume für Pionierarten am Beispiel des Kieselerde-Abbaus bei Neuburg an der Donau – Tagebaue als Chance für den Arten- und Biotopschutz6. Mai 2015 [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: <https://www.bkri.de/2015/05/06/neue-lebensraeume-fuer-pionierarten-am-beispiel-des-kieselerde-abbaus-bei-neuburg-an-der-donau-tagebaue-als-chance-fuer-den-arten-und-biotopschutz>. Zuletzt aufgerufen.
12. Boden des Jahres 2019: Kippenboden – der Boden rekultivierter Tagebaue https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/Boden2019.html 18-03-2019. Zuletzt aufgerufen am 15.03.2019.
13. Agnes Mitterer und Karlheinz Schaile Tagebaue als Chance für den Naturschutz: Management von Lebensräumen für Pionierarten am Beispiel des Kieselerde-Abbaus bei Neuburg an der Donau. ANLIEGEN NATUR 36(2), 2014: 29–35.
14. Nachhaltige Rohstoffnutzung in Baden-WürttembergIndustrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V. (ISTE) Bearbeitung und Beratung der zweiten Auflage 2012: [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: https://www.iste.de/source/xx_PDF-Dateien/nabu-igbau-iste_060712.pdf. Zuletzt aufgerufen am 15.03.2019.
15. Biologische Vielfalt [Elektronische Ressource] – Zugangsweg: http://sportplatzdschungel.de/?page_id=70. Zuletzt aufgerufen am 15.03.2019.
16. HeidelbergCement AG (Hrsg.) (2010): Förderung der biologischen Vielfalt in den Abbaustätten von HeidelbergCement. 2. Auflage. Bearbeitet durch: Dr. Michael Rademacher, Dr. Ulrich Tränkle, Dr. Friederike Hübner, Hans Offenwanger und Stefanie Kaufmann.

Рецензент д.е.н, професор Вагонова О.Г.