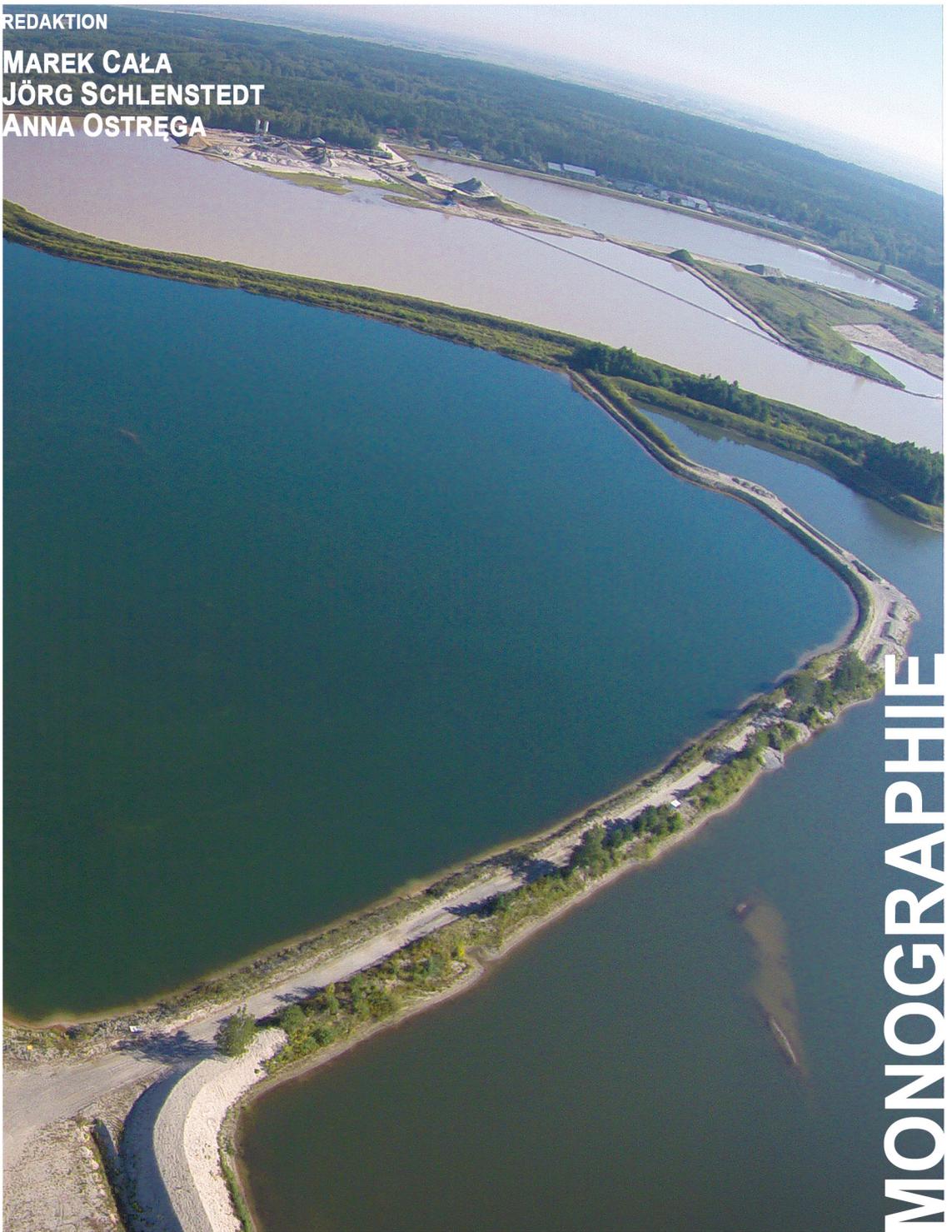


REDAKTION

MAREK CAŁA
JÖRG SCHLENSTEDT
ANNA OSTREGA



MONOGRAPHIE

**REKULTIVIERUNG UND REVITALISIERUNG
DER BERGBAUFOLGELANDSCHAFTEN
IN POLEN UND DEUTSCHLAND**
PLANUNGS-, NATUR- UND KULTURVORAUSSETZUNGEN

**REKULTIVIERUNG UND REVITALISIERUNG
DER BERGBAUFOLGELANDSCHAFTEN
IN POLEN UND DEUTSCHLAND**

**PLANUNGS-, NATUR-
UND KULTURVORAUSSETZUNGEN**

REDAKTION

**MAREK CAŁA
JÖRG SCHLENSTEDT
ANNA OSTREGA**

Krakau 2019

Wydawnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie

© Wydawnictwa AGH, Kraków 2019
ISBN 978-83-66016-68-2

Chefredakteur:

Jan Sas

Wissenschaftlicher Ausschuss:

Prof. dr hab. inż. Andrzej Pach (Vorsitzende), prof. dr hab. inż. Jan Chłopek,
prof. dr hab. Barbara Gąciarz, prof. dr hab. inż. Bogdan Sapiński,
prof. dr hab. inż. Stanisław Stryczek, prof. dr hab. inż. Tadeusz Telejko

Rezensenten:

Prof. Dr. Mahmut Kuyumcu – Technische Universität Freiberg, Deutschland
Dr hab. Włodzimierz Marszelewski, prof. UMK – Nikolaus-Kopernikus-Universität, Thorn, Polen

Redaktion:

Marek Cała, Anna Ostręga – AGH Wissenschaftlich-Technische Universität, Krakau, Polen
Jörg Schlenstedt – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV),
Senftenberg, Deutschland

Übersetzung:

Stefan Gomółka

Korrektur in English:

Michelle Atallah

Gestaltung:

55Architekci s.c.

Foto:

Krzysztof Solak
Kiesgrube in Dołęga, Gemeinde Szczurowa

Die Monographie wurde in Form der von Redakteuren zugeschickten Materialien herausgegeben.

Zusammensetzung und Bearbeitung:  www.aknet.biz.pl

Wydawnictwa AGH
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
telefon +48 12 617 32 28, +48 12 636 40 38
e-mail: redakcja@wydawnictwoagh.pl
<http://wydawnictwa.agh.edu.pl>

The Reclamation and Revitalisation of Post-Mining Areas in Poland and Germany

Planning, Natural and Cultural Considerations

Editors: Marek Cała, Jörg Schlenstedt, Anna Ostręga

Abstracts

CHAPTER 1 Plans to Restore Post-Mining Areas and Regional Development. Experience and Priority Directions for Action in the Leipzig-West Saxony Region

Andreas Berkner

Leipzig-West Saxony Regional Planning Association, Regional Planning Office

Regional planning and development are basic requirements for landscape design in post-mining areas. In the Central German Lignite Mining Area, the hydrographic and water management situations were completely changed in the period between 1850 and the present. Mining interventions and industrial effects were the main causes of environmental impairments with the peak taking place between 1989/1990. A consistent lignite reclamation was noted after that period. The new mining lakes with a total area of about 190 km² in the surroundings of the cities of Leipzig and Halle are the core pieces of the post-mining landscapes. In this article, the development lines and current problems are shown and commented on in the case studies.

CHAPTER 2 Spatial Planning and Revitalisation in Mining Regions

Anna Ostreĝa, Marek Cala

Faculty of Mining and Geoengineering, AGH University of Science and Technology

The review of development strategies, spatial plans and dedicated programmes in terms of the revitalisation of post-industrial areas in Poland, in particular in the Małopolska (Lesser Poland) Region is the subject of the chapter. The background to this review is the approach to post-mining revitalisation in the Lusatian Basin (Germany).

The results show that the Polish system of strategic and planning documents is characterised by an excessive number of studies of a general nature – development strategies, especially at the national level. However, the largest number of planning documents is at the local level. Although they are the most important for the implementation of investments, they do not always contain the right arrangements. In contrast, the greatest emphasis in Germany is placed on planning and activities at the level of the region and its parts, and the fact that post-mining areas are taken into account to a much greater extent by outlining the framework for their revitalisation. There are no dedicated revitalisation programmes in Poland, such as IBA Fürst-Pückler-Land 2000–2010 (30 projects).

The analysis of the Spatial Development Plan of the Małopolska Province showed that the revitalisation of post-industrial areas could be a solution to many problems and the implementation of defined objectives. In connection with the above, the authors proposed a solution for the Małopolska Region, consisting in the modification and better coupling of existing strategic, planning and operational documents at the regional level. The summary clearly states that the level of the region is appropriate for managing the revitalisation process of post-industrial areas.

CHAPTER 3 *Status quo* and Prospects of the “Infrastructure Impulses for Industrial Culture Centers in the Lusatian Lakeland” Project

Karsten Feucht, Aspasia Krause, Lucas Opitz

IBA Study House of the Lusatian Lakeland

The International Building Exhibition (IBA) Fürst-Pückler-Land 2000–2010 was a future programme for the lignite mining region of Lusatia in Southern Brandenburg based on the mining rehabilitation of the LMBV. Under the motto “Preserving Identity”, “Experiencing the Intermediate Landscape” and “Shaping the Future” the IBA generated 30 exemplary projects. This “Workshop for New Landscapes” has shown how mining rehabilitation can strengthen structural changes to be beneficial for regional development.

At present the IBA study house in Großräschen with its knowledge archive, its regional network and easy accommodations is organising study visits, further education, conferences and regional development projects like INKULA. Half a decade after the end of the IBA, this project is being developed as a three-year process to give “Infrastructure Impulses for Industrial Heritage Sites in the Lusatian Lakeland”. In cooperation with six cities and municipalities, the IBA study house examines the potential of industrial heritage at the respective project locations, examines their development potential and, based on this, develops suitable concepts for their infrastructural improvement.

In the course of the current project we observe, that some highlight-sites manage to establish a self-financing operation structure – but in rural regions like Lusatia only a few locations have a sufficient number of visitors for that. Many other locations owe the survival of their operations more to the – even self-exploitative – commitment of their local actors. Based on INKULA analysis, we can calculate a scenario of the closure of the site, a scenario of “carrying on as before” as well as a “development-scenario” which creates an increasing economical value in the site.

For industrial culture in rural areas we conclude that tourism alone can not be the solution everywhere. However, it can be a catalyst for further economic development. This commercial development requires a profound analysis, professional support with suitable concepts as well as a high level of professionalism and strong partners. For this purpose, we are currently developing and discussing a standardised evaluation matrix that reflects the complexity of the sustainable handling of industrial culture.

CHAPTER 4 Revitalisation of a Gravel Pit Complex for Recreational, Tourist and Natural Functions – Tarnów Lakeland

Anna Ostrega¹, Anna Szewczyk-Świątek², Wojciech Świątek²

¹ Faculty of Mining and Geoengineering, AGH University of Science and Technology

² 55Architekci s.c.

The chapter presents the idea of the Tarnów Lakeland as an innovative on the national scale project of revitalisation of flooded sand and gravel pits in the Tarnów subregion. In this project both the mining industry and its legacy is used in combination with natural and cultural resources in a comprehensive manner and based on a far-reaching vision.

The method of designing the Tarnów Lakeland based on three scales: subregional, urban and architectural was shown. The assumptions of revitalisation design were presented, namely: coherence means designing complementary functions; maintaining high urban and architectural standards; balancing human, economic and environmental needs;

creation of public spaces in peripheral areas; strengthening local identity; promotion of elements of the functioning industry as a tourist attraction; flexibility in terms of programming and space as well as stakeholder participation.

The way of creating a tourist product was presented on the example of one of the functional complexes of the Tarnów Lakeland – the Water Cultural Park in Dołęga. The thread joining the entire Water Cultural Park is the cultural heritage, including industrial heritage, only seemingly colliding with tourism. The designed cultural structures, innovative in their architectural form and deeply rooted in the local culture, are to be a distinguishing mark of recreation sites and emphasise their authenticity.

CHAPTER 5 The BUNDstiftung Foundation Goitzsche Wildlife Area as an Example of the Successful Protection of Brown Coal Post-Mining Areas for Nature Protection

Jörg Schlenstedt¹, Falko Heidecke²

¹ Lusatian and Central German Mining Administration (LMBV)

² Ecological Organisation BUNDstiftung

Areas for nature protection in former open cast mining areas are one of the great topics in the after-use discussions of mining areas. The successful realisation depends on the realistic evaluation of the legal frame, the financial possibilities, the prerequisites for sufficient geotechnical safety and last but not least the good will and optimistic outlook of the involved partners. The LMBV, as a state-owned enterprise for mining rehabilitation under German mining law and the BUND as one of the biggest German environmental action associations decided to walk this unknown path. The Goitzsche Wilderness was established in the Goitzsche former lignite mining area in the year 2000. 1300 ha of inner dump sites, water areas and unmined edges are now a nature conservation reserve of national importance.

CHAPTER 6 Biodiversity: Species and Their Habitats in East German Brown Coal Post-Mining Areas

Christian Hildmann¹, Jörg Schlenstedt²

¹ Research Institute for Post-Mining Landscapes Association (FIB)

² Lusatian and Central German Mining Administration (LMBV)

Although lignite mining turns entire landscapes upside down, the mining landscape continues to develop into new habitats. As part of a study commissioned by the LMBV, the current state of knowledge on biodiversity in the mining landscape of the Lusatian and Central German districts was compiled.

The sediments brought to the surface by mining offer special site conditions: nutrient-poor, developing soils, sometimes closely intermeshed moist and very dry areas, together with their relative lack of disturbance. In the longer term, these remain where the pressure of utilisation is not so great and nature conservation is given space – as has happened in several large nature conservation projects in both areas. At first, pioneer societies are developing, for which there is only limited space in the surrounding normal landscape. The landscape changes along with the progressing succession. The natural seedlings of forest trees leads to the formation of additional forest communities. However, on areas with special site characteristics, such as strongly acidic tertiary sediments, open areas are maintained for a long time.

The biodiversity that has been found under these conditions is amazingly high. The data were collected from available reports, publications and a variety of other sources, such as information from volunteer mapping experts. Results are available for a number of species groups, both flora and fauna with mammals, birds, dragonflies, beetles, grasshoppers and many more. This shows that many of the species groups are represented by a surprisingly high proportion of species in the mining landscape: the diversity of habitats also documented here has an advantageous effect. For example, 1,300 plant species, 145 breeding bird species, 457 spider species and 44 grasshopper species were detected in both areas, to name only a few examples. In addition, many of the species in the normal landscape have become very rare and could be found in the Red Lists. The post-mining landscape developed as an important habitat for many animal and plant species worth preserving.

CHAPTER 7 Post-Mining and Technological Reservoirs in Brown Coal Mines – Ecological Features and Similarities to Natural Ecosystems

Anna Goździejewska¹, Andrzej Skrzypczak¹, Antoni Florczyk², Lilla Szwed³

¹ Faculty of Environmental Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

² Polish Angling Association – Club No. 3 “Górnik” at the Bełchatów Brown Coal Mine

³ PAK Konin Brown Coal Mine

The aim of this study was to determine the ecological features of two types of reservoirs related to the areas of opencast brown coal mining: KWB Bełchatów and KWB Adamów S.A. The first one was technological reservoirs functioning in the opencast drainage system and used to reduce mineral suspensions. The second type was reservoirs created in the reclamation process of post-mining excavations for water functions. The reservoirs were different in terms of morphometric and

morphological features, hydrogeochemical background and physicochemical water parameters. The studied ecosystems were analysed for factors regulating biological production (thermal and oxygen conditions, nutrients concentration, organic matter content, light intensity), as well as in terms of ecological zones development degree and habitat and species diversity.

The environmental conditions of the technological tanks are shaped by the construction and the work regime in terms of parameters of the inflowing water. They retain many of the features of natural polymictic reservoirs. With time and as a result of natural processes of ecological succession, they become a habitat for many species of fauna and flora.

The degree of similarity of post-mining reservoirs to lakes in terms of their biological productivity and biodiversity depends on the final shape of the excavation. The bottom surface within the reach of the euphotic and dysphotic zones with favorable light penetration conditions is particularly important. The formation of an external dump in a way that effectively limits the surface of the direct catchment and its impact on the chemistry of the waters of the post-mining reservoir is no less important.

CHAPTER 8 Recreational Fishing and Fisheries as a Utilitarian Function of Brown Coal Mine Tailing Ponds and Post-Mining Reservoirs

Andrzej Skrzypczak¹, Anna Goździejewska¹, Emil Karpiński¹,

Antoni Florczyk², Lilla Szwed³

¹ Faculty of Environmental Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

² Polish Angling Association – Club No. 3 “Górnik” at the Bełchatów Brown Coal Mine

³ PAK Konin Brown Coal Mine

This study presents the ecological and socio-economic analysis of conditions for the management of tailings pond from opencast mine dewatering systems and post-mining reservoirs towards recreational and fishing use. This was based on the results of research conducted in the years 2012–2015 in the environment of KWB Bełchatów’s tailing ponds as well as KWB Adamów tailing ponds and post-mining reservoirs in the years 2016–2017. The basis for developing recreational and commercial fishing usage is the aggregation of factors determining habitat characteristics corresponding with the existential needs of fish, food availability and conditions for natural reproduction.

The usufruct of dewatering system reservoirs and ponds beyond their original purpose, including use for recreational and commercial fishing, depends on the ability to effectively manage the scope of this complementary function and the social needs. The tailing ponds demonstrate a lot of habitat dysfunctions that can be neutralised by economic tools and various usage models. Basic and supplementary purposes of post-mining reservoirs are related to the planned development of adjacent areas. During the flooding of mining pits, it is crucial to acquire and maintain chemical and biological parameters fulfilling good water quality on which their productive characteristics are based. The difficulty of using the post-mining lakes for recreational fishing and fisheries purposes is often the long duration of the water-direct reclamation process and the flooding of mining excavations. Hence, targeted restocking should not be part of the development process, but part of the detailed (biological) reclamation phase, which is implemented, for example, in the case of agricultural and forestry reclamation.

CHAPTER 9 Legal Aspects of Recreational Fishing in Poland and Germany

Emil Andrzej Karpiński, Andrzej Skrzypczak

Faculty of Environmental Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Recreational fishing activities affect millions of people around the world. With such great popularity, fishing in many countries is a socio-economic phenomenon of a trans-regional range. The purpose of this study is to analyse the legal aspects and norms regulating angling in inland waters in Poland and Germany through showing differences and similarities in relation to natural, socio-economic and historical conditions. Because of the federal status of Germany and the individual legislation in each state, comparisons are focused on regulations in Saxony. The subject of comparisons also included: allowed equipment, methods and techniques used during act of angling and solutions in the field of fish protection. Angling recreation is socially desirable and economically justified. Legal solutions and measures are implemented to neutralise the negative impact of angling on the environment. The legal validation of fishing in both countries is similar in general terms. Differences are noticed in details which are result of cultural and historical differences as well as present natural resources. For both countries priority is protection of predatory fishes that are under biggest pressure from anglers. They are the most sensitive species and extremely ecologically and economically valuable. Regulations in Saxony are more restrictive in comparison to Poland and refer mainly to ethical aspects of fishing.

CHAPTER 10 Natural Conditions for Post-Mining Revitalisation and their Practical Use

*Agnieszka Bąbelewska*¹, *Renata Musielińska*¹, *Anna Śliwińska-Wyrzychowska*², *Katarzyna Łopatkiewicz*³, *Monika Wosik*³

¹ Institute of Chemistry, Health & Food Sciences; Jan Długosz University in Częstochowa

² Association “Przytulnia” Social and Ecological Initiatives Movement, Kamienica Polska

³ CEMEX Poland Sp. z o.o., Warszawa

The purpose of the work is to present the impact of natural conditions on the mode of revitalisation of post-mining areas. The examples belonging to CEMEX Polska Sp. z o.o.: the closed “Lipówka” limestone mine in Rudniki near Częstochowa (Śląskie Province) and active gravel pits: in Dołęga and Borzęcin (Małopolskie Province) and in Bierawa (Opole Province) analysed against the background of post-mining facilities from all over Poland. The study shows various levels of advancement of works related to the reclamation and revitalisation of the objects in question (with varying natural conditions in which they occur), and thus different effects that will be obtained in the future. Much attention was devoted to the analysis of practical applications (resulting from carried out or planned remedial actions of these areas), in particular new educational and didactic, recreational and sports functions as well as their social utility. At this stage, the greatest achievements were recorded in the case of the “Lipówka” excavation in Rudniki. The prospects for the gravel pits are equally promising: the gravel pits in Dołęga became part of a sub-regional project called the Tarnów Lakeland, while in the gravel pit in Bierawa, reclamation and adaptation of the area to visitors is being carried out in the already depleted areas.

CHAPTER 11 Innovative solutions for covering potash tailings piles: First results of a case study in Thuringia

*Christian Hildmann*¹, *Friedrich-Carl Benthaus*²

¹ Research Institute for Post-Mining Landscapes Association (FIB)

² Lusatian and Central German Mining Administration (LMBV)

Potash tailings piles still characterise the Thuringian Harz district’s landscape, south of the Harz Mountains between Leipzig and Göttingen. The six mines of Bischofferode, Bleicherode, Sollstedt, Sondershausen, Volkenroda and Roßleben mined potash here for over 100 years and left behind over 350 hectares of tailings piles with a total volume of about 135 million m³.

These tailings piles consist mainly of easily soluble salts (approx. 75% NaCl, 20% gypsum and 5% anhydrite), which get washed out into groundwater and surface waters by precipitation. To counteract this adverse trend, the formation of ion-laden seepage water is reduced by covering the tailings piles by the operating company. For this purpose, a technical layer of coarser material such as building debris is first applied. On top of this carapace, a soil-ish recultivation layer with sufficient water storage capacity is installed as common practice.

We investigate if and how, by means of additional afforestation of these tailings piles, the formation of leachate, through plant's evapotranspiration, can be further reduced. To predict the prospects of afforestation in this regard, we estimate the amount of leachate formation based on the characteristics of the site, and using a hydrological model.

Our modeling results indicate that, compared to the current state, the amount of leachate can be reduced by 44% through afforestation. In addition, we are able to determine priorities for the sequence of afforestation on the tailing piles.

Currently, we investigate whether sediments with a high proportion of iron hydroxide can be applied as an additional sealing layer. The underlying rationale is to further reduce the formation of leachate. This innovative method, however, still is both to be tested legally and in practice.

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung	19
1. Planungen zur Wiedernutzbarmachung und zur Regionalentwicklung. Erfahrungen und Handlungsschwerpunkte für die Region Leipzig-West-sachsen	21
1.1. Einleitung.....	21
1.2. Braunkohle – Ausgangssituation 1990 und Entwicklung bis 2015.....	23
1.3. Die Braunkohlenplanung als Bestandteil der Regionalplanung der Braunkohlesanierung.....	25
1.4. Leipziger Neuseenland und Mitteldeutsche Seenlandschaft – Sachstand und Fallbeispiele.....	28
1.4.1. Der Hochwasserschutz am Zwenkauer See	32
1.4.2. Sanierungslösungen für die „Braune Pleiße“	33
1.4.3. Hochwasserschutz und Gewässerneuordnung in der Goitzsche.....	34
1.5. Fazit	35
Literatur	36
2. Raumplanung und Sanierung in Bergbauregionen	38
2.1. Einleitung.....	38
2.2. Raumplanung und Sanierung im Lausitzer Revier	39
2.3. Raumplanung und Sanierung in Polen.....	43
2.4. Raumplanung und Regionalentwicklung im Kontext der Sanierung in der Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen]	48
2.5. Vorgeschlagene Lösungen für Małopolska [Kleinpolen]	53
2.6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	55
Literatur	56

3. Status Quo und Ausblick zum Projekt „Infrastrukturimpulse für Industriekulturstandorte im Lausitzer Seenland“	59
3.1. Einleitung.....	59
3.2. Das Projekt INKULA	60
3.3. Beispielhafte Vorstellung von drei Projektstandorten	60
3.3.1. Amt Kleine Elster OT Lichterfeld, Besucherbergwerk F60.....	60
3.3.2. Stadt Lauchhammer mit dem Denkmal für die Großkokerei, den „Biotürmen“	62
3.3.3. Stadt Uebigau-Wahrenbrück mit dem technischen Denkmal Brikettfabrik LOUISE.....	63
3.4. Zwischenresümee	64
3.4.1. Koordination	64
3.4.2. Erfolgsfaktoren für Entwicklung der Industriekultur	64
3.4.3. Grenzen und Chancen der Industriekultur	66
3.5. Diskursiver Ausblick	66
Literatur	71
4. Revitalisierung eines Kiesgrubenkomplexes für Erholungs-, Tourismus- und Naturfunktionen – Tarnower Seenland	72
4.1. Einleitung.....	72
4.2. Tarnower Seenland – Projektfortschritt	74
4.3. Standort des Projektes Tarnower Seenland	75
4.4. Verfahren zur Planung des Tarnower Seenlandes	75
4.5. Wasser-Kulturpark in Dołęga – Fallstudie	80
4.5.1. Charakteristik der Gemeinde und der Restlöcher in Dołęga	80
4.5.2. Grundsätze für die Schaffung des touristischen Produktes auf den ehemaligen sowie noch aktiven Abbaufächen	83
4.5.3. Schlüsselinvestitionen im Wasser-Kulturpark in Dołęga.....	83
4.5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	87
Literatur	88
5. Goitzsche-Wildnis der BUNDstiftung als Beispiel für eine erfolgreiche Sicherung von Bergbaufolgelandschaften der Braunkohle für den Naturschutz	89
5.1. Einleitung.....	89
5.2. Beispiel der BUNDstiftung Goitzsche Wildnis	91
5.3. Zielsetzungen des Projektes	91
5.4. Lage	92

5.5.	Geschichte der Goitzsche	92
5.6.	Landschaftscharakter.....	94
5.7.	Entwicklung der Artenvielfalt.....	96
5.8.	Schlussfolgerungen	97
	Literatur	97
6.	Biodiversität: Arten und Lebensräume in den Bergbaufolgelandschaften des ostdeutschen Braunkohlenbergbaus	99
6.1.	Einleitung und Zielsetzung.....	99
6.2.	Besonderheiten des Braunkohlenbergbaus in Ostdeutschland	100
6.3.	Methodik.....	100
6.4.	Standorteigenschaften	101
6.5.	Dynamik der Entwicklung.....	102
6.6.	Vielfalt der Biotop- und Vegetationstypen.....	104
6.7.	Beispiele für die Artenvielfalt	106
6.8.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	108
6.9.	Zusammenfassung.....	109
	Literatur	110
7.	Tagebaurestseen und Absetzanlagen in Braunkohletagebauen – ökologische Eigenschaften und Ähnlichkeiten mit natürlichen Ökosystemen.....	111
7.1.	Einleitung.....	111
7.2.	Forschungsgelände	112
	7.2.1. Absetzbecken.....	112
	7.2.2. Tagebaurestseen.....	113
7.3.	Material und Methodik.....	114
7.4.	Ergebnisse	115
	7.4.1. Charakterisierung der Absetzbecken	115
	7.4.1.1. Hydrochemische Verhältnisse	115
	7.4.1.2. Makrophyten – und Plankton-Gesellschaften.....	116
	7.4.1.3. Biologische Sukzession.....	119
	7.4.2. Charakterisierung der Tagebaurestseen.....	122
	7.4.2.1. Seichte polymiktische Seen.....	122
	7.4.2.2. Tiefer temperaturgeschichteter Tagebaurestsee	125
	7.4.2.3 Biologische Sukzession.....	126
7.5.	Zusammenfassung.....	128
	Literatur	128

8. Freizeitangeln und Fischerei als Nutzungsfunktion, bezogen auf Absetzanlagen der Braunkohletagebaue und Tagebaurestseen.....	132
8.1. Einleitung.....	132
8.2. Natürliche und biologische Voraussetzungen für die Entwicklung der Richtungen und Modelle zur Nutzung der Restlochseen	134
8.3. Freizeitangeln an Absetzbecken der Tagebauentwässerungssysteme.....	137
8.4. Bedingungen zur Nutzung von Tagebaurestseen für Angel- und Fischereizwecke	140
8.5. Zusammenfassung.....	143
Literatur	144
9. Rechtliche Aspekte des Freizeitangelns in Polen und Deutschland.....	147
9.1. Einleitung.....	147
9.2. Angelfischerei – Freizeitangeln rechtlich gesehen	148
9.3. Angelberechtigungen und Erlaubnisscheine.....	149
9.4. Angel- und Fischereigeräte sowie Methoden und Techniken des Freizeitangelns	151
9.5. Angeln und Schutz der Fischbestände	152
9.6. Zusammenfassung.....	153
Literatur	154
10. Naturvoraussetzungen für Revitalisierung der Bergbaufolgelandschaften und Ihre Nutzung in der Praxis	157
10.1. Einleitung.....	157
10.2. Zielstellung	158
10.3. Charakterisierung revitalisierter Objekte.....	159
10.4. Bedeutung der Umweltfaktoren bei Auswahl des Revitalisierungsverfahrens für ehemalige Tagebaugebiete	161
10.5. Beispiele für die Nutzung der revitalisierten Berbaufolge-Landschaften.....	164
10.6. Didaktik-Aktivitäten	164
10.6.1. Naturlehrpfade mit Informationstafeln	164
10.6.2. Bildungsveranstaltungen im Gelände	165
10.6.3. Feierlichkeiten und Massenveranstaltungen	166
10.6.4. Wettbewerbe für verschiedene Altersgruppen	168
10.7. Sportaktivitäten	168
10.7.1. Radsport, Pumptrack.....	168

10.7.2. Nordic walking und Marschläufe	170
10.8. Erholungsaktivitäten	170
10.9. Zusammenfassung.....	171
Literatur	172
11. Innovative Lösungen zur Abdeckung von Kalihalden: Erste Ergebnisse einer Fallstudie in Thüringen.....	177
11.1. Situation der Kalirückstandshalden im Thüringer Südharzrevier	177
11.2. Notwendigkeit der Salzlastreduzierung.....	178
11.3. Stand der Haldenabdeckung und Begrünung.....	179
11.4. Verbesserung durch Haldenschutzwälder	183
11.5. Weitere Sickerwasserreduzierung mit einer Dichtschicht	184
11.6. Fazit	186
Literatur	187

Einführung

Bergbau, insbesondere im Tagebau, ist eine die Landschaft tiefgreifend verändernde und im heutigen Verständnis neugestaltende Tätigkeit des Menschen. Die Bergbautätigkeit wird in Mitteleuropa je nach Region mit unterschiedlicher Intensität geführt und in manchen Fällen abrupt oder allmählich eingestellt. Die Gestaltung der Hinterlassenschaften des Bergbaus ist Pflicht der Unternehmen und Gegenstand von Gesetzen und Planungen in den jeweiligen Ländern.

Im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen werden die Funktionen der Landschaft für den Naturhaushalt und den Wirtschaftsraum neu geordnet und wiederhergestellt. Beziehungsnetze müssen auf allen Ebenen neu geknüpft werden. Dies betrifft auf ökologischer Ebene die Wiederbesiedlung der Kippen und Halden oder die Erstbesiedlung von Tagebaurestseen und Wasserspeichern und auf ökonomischer Ebene die Einbindung der ehemaligen Tagebaustandorte in die lokalen, regionalen und darüber hinaus reichenden Wirtschaftsnetzwerke. Daneben gibt es auch soziale und kulturelle Funktionen, die neu geordnet und entwickelt werden müssen.

Die Planung von Bergbauvorhaben erfordert die Berücksichtigung und angemessene Bewertung sämtlicher Funktionen der Landschaft für den Menschen und den Naturhaushalt. Das Bergbauunternehmen als Vorhabensträger einerseits und die staatlichen und kommunalen Verantwortlichen der Region andererseits sind hierzu gesetzlich verpflichtet.

Beispiele aus dem Lausitzer und dem mitteldeutschen Braunkohlenrevier und aus den polnischen Bergbauregionen thematisieren diese zentrale Aufgabe der Berücksichtigung der Landschaftsfunktionen für Bergbaufolgelandschaften. Insbesondere durch die Raumplanung sind hier frühzeitig entscheidende Entwicklungsrichtungen vorzugeben.

Die Umwidmung und Wiedereingliederung von ehemaligen Anlagen der Bergbauindustrie in sinnvolle ökonomische Kreisläufe und Funktionsbeziehungen ist in den Bergbauregionen beider Länder eine wichtige, bisher nur teilweise erfolgreich gelöste Aufgabe. Eine nüchterne Analyse mit definierten Parametern, wie im Projekt INKULA aus der Lausitz vorgestellt, unterstützt, insbesondere bei angestrebter touristischer Nachnutzung, die Entscheidungsfindung. Industrielle Zeugnisse des untertägigen Bergbaus eignen sich ebenso für die anspruchsvolle touristische Neuausrichtung. Am Beispiel des konkreten Projektes Tarnower Seenland zeigt sich die Übertragbarkeit des

Wissens und der Erfahrungen in der Gestaltung von großen Bergbaufolgelandschaften auch auf Sandtagebaue, Anlagen zwar einzeln von geringeren Dimensionen, aber in beiden Ländern mit in Summe großen Flächen und zahlreich vertreten.

Bergbaufolgelandschaften bieten vielfältige Möglichkeiten der Freizeitgestaltung und der Erholung. Kleinere Restlochseen und ehemalige Auffangbecken können zu interessanten Angelgewässern entwickelt werden. Dies wurde anhand der erfolgreichen Beispiele aus Polen gezeigt.

Im viel größeren Maßstab werden Bergbaufolgelandschaften zu sehr wertvollen Flächen für den Arten- und Biotopschutz und die Umweltbildung. Vergleiche mit der gewachsenen Kulturlandschaft und naturnahen Landschaften zeigen die hohe Bedeutung der Bergbaufolgelandschaften für den Arten- und Biotopschutz sowohl in Polen als auch in Deutschland. Sie geben aber auch wichtige Hinweise für die erfolgreiche Rekultivierung und Revitalisierung von Bergbauhalden und ganzen Bergbaufolgelandschaften. Einer Phase monostrukturierter, alle anderen Landschaftsfunktionen und Güter verhindernder Nutzung folgt eine Phase der Neuordnung und der Wiederherstellung der Landschaft, ihrer Funktionen und Güter. Diese Phase setzt mit der ordnenden Raumplanung ein und begleitet bei langfristigen Bergbauvorhaben die Phase der Rohstoffgewinnung. Die Zerstörung der historischen, aber auch modernen Veränderungen unterliegenden Kulturlandschaften, mit gewachsenen Feld-Waldverteilungen, Dörfern und Fließgewässern, ist eine zwangsläufige Folge großflächiger Materialgewinnung. Diese Zerstörung ist für uns, Verursacher Verpflichtung und zugleich Chance, neue, vielfältige Lebensräume für den Menschen und das natürliche Leben zu gestalten. Freiräume für menschliche Freizeitaktivitäten gehören ebenso wie Freiräume für weitestgehend unbeeinflusste und nicht regulierte natürliche Entwicklungen dazu.

Die beiden Länder Polen und Deutschland verfügen über eine reiche, wissenschaftlich fundierte Erfahrung in der Wiederherstellung von durch den Bergbau massiv beeinflussten Landschaften. Diese Publikation fasst den Stand und das Wissen vom 4. Polnisch-Deutschen Forum zur Wiedernutzbarmachung vom September 2017 in Brehna bei Leipzig zusammen. Es knüpft damit an die Monographie über „Geotechnische und Umweltaspekte bei der Rekultivierung und Revitalisierung von Bergbaufolgelandschaften in Polen und Deutschland“ an, die durch *Wydawnictwa* [Verlage] *AGH* in 2014 herausgegeben wurde.

1. Planungen zur Wiedernutzbarmachung und zur Regionalentwicklung. Erfahrungen und Handlungsschwerpunkte für die Region Leipzig-West Sachsen

Andreas Berkner

Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen, Regionale Planungsstelle

1.1. Einleitung

Das Mitteldeutsche Braunkohlenrevier weist nicht nur den frühesten Nachweis für eine derartige bergbauliche Tätigkeit in Deutschland (Lieskau bei Halle 1382) auf. Nachdem der Rohstoff insbesondere im 17. und 18. Jahrhundert in erster Linie für den Hausbrand mit Gewinnung aus saisonal betriebenen „Bauerngruben“ genutzt wurde, führten die Verknappung und Verteuerung von Brennholz, verbunden mit einem gleichzeitigen Bedarfsanstieg, sowie die Verfügbarkeit von Dampfkraft als Antriebsquelle und Eisenbahn als leistungsfähiges Transportmedium spätestens seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu einem Bedeutungsaufschwung. Die Braunkohle wurde zum „**Katalysator für die Industrialisierung**“, was mit bedeutenden technischen Innovationen (erste Brikettpresse der Welt 1858 in Ammendorf bei Halle, Braunkohleverschwelung ab ca. 1860, Großkraftwerke ab ca. 1910, Ammoniak- und Treibstoffsynthese ab ca. 1915) führte. Eingebettet war die Entwicklung stets in einen politischen Kontext, indem dieser sowohl im 1. als im 2. Weltkrieg maßgeblich dazu beitrug, „kriegswichtige“ Produkte herzustellen.

Auch nach 1945 änderte sich an der **Position der Braunkohle** trotz aller Kriegsschäden und Reparationsleistungen gegenüber der Sowjetunion nichts. Angesichts der außenwirtschaftlichen Schwäche der früheren DDR bestanden zur Nutzung des Rohstoffs für die Stromerzeugung, die Karbochemie und den Hausbrand im Unterschied zu (West-) Deutschland keine Alternativen. Dabei war die Braunkohlenindustrie gleichermaßen für Beschäftigung und Wertschöpfung wie für gravierende Umweltbelastungen verantwortlich (Abb. 1.1). Eine vergleichende Übersicht zu den drei großen Braunkohlenrevieren in Deutschland bietet Tab. 1.1. Die Situation veränderte sich grundhaft erst im Ergebnis der politischen und

wirtschaftlichen Umwälzungen 1989/1990. Die Industrieproduktion sank von 1989 bis 1992 um 75% (Riesner 2009) und der Energiemarkt wurde für Gas und Erdöl geöffnet. Zugleich galten ab dem 1. Juli 1990 die Umweltgesetze der Bundesrepublik, mit Auswirkungen auf den Betrieb von Kraftwerken (TÜV Rheinland 1991, Drebenstedt i Kuyumcu 2014).

Tabelle 1.1. Reviervergleich Rheinisches, Mitteldeutsches und Lausitzer Revier

Kriterium	Rheinisches Revier	Mitteldeutsches Revier	Lausitzer Revier
Geologische Braunkohlevorräte (2016)	51,0 Mrd. t	10,0 Mrd. t	11,6 Mrd. t
Wirtschaftlich gewinnbare Vorräte (2016)	31,0 Mrd. t	2,0 Mrd. t	3,1 Mrd. t
Genehmigte/erschlossene Felder (2016)	2,8 Mrd. t ¹⁾	0,4 Mrd. t	0,9 Mrd. t ²⁾
Kumulative Braunkohlenförderung (2016)	8,3 Mrd. t	8,7 Mrd. t	8,3 Mrd. t
Kumulative Abraumbewegung (2016)	24 Mrd. m ³	20 Mrd. m ³	37 Mrd. m ³
Typische Tagebauteufen	200 > 400 m	50–130 m	50–140 m
Abraum-Kohle-Verhältnis (2016)	4,73 m ³ /t	2,87 m ³ /t	5,98 m ³ /t
Aktuelles Förderniveau (2016)	90,5 Mio. t	17,7 Mio. t	62,3 Mio. t
Höchstes Förderniveau (Jahr)	120,6 Mio. t (1984)	145,5 Mio. t (1963)	200,3 Mio. t (1988)
Umgesiedelte Einwohner	44.000	53.000	29.000
Beschäftigte (2016)	8.961	2.414	8.278
Beschäftigte (Maximum, Jahr)	26.390 (1958)	64.447 (1958)	79.193 (1985)
Landinanspruchnahme insgesamt (2016)	327,5 km ²	486,2 km ²	879,1 km ²
Anteil Wiedernutzbarmachung (2016)	70,6%	74,7%	65,1%
Flutungswirksames Restlochvolumen	6,6 do 7,0 Mrd. m ³	3,5 Mrd. m ³	4,0 Mrd. m ³
Grundwasserabsenkungsbereich (maximal)	3.120 km ² (1998)	1.100 km ² (1990)	2.100 km ² (1990)

Angaben nach www.kohlestatistik.de und eigenen Erhebungen

1) durch die Leitentscheidung des Landes NRW vom 5.07.2016 wird sich der genehmigte Lagerstättenvorrat um ca. 0,4 Mrd. t verringern

2) nutzbare Vorratsmenge laut 1994er Braunkohlenplänen per 31.12.2016 0,9 Mrd. t, weitere Vorratsmenge nach in 2014 /2015 genehmigten Braunkohlenplänen 0,51 Mrd. t und weitere Vorratsmenge entsprechend laufenden Braunkohlenplanverfahren 0,25 Mrd. t

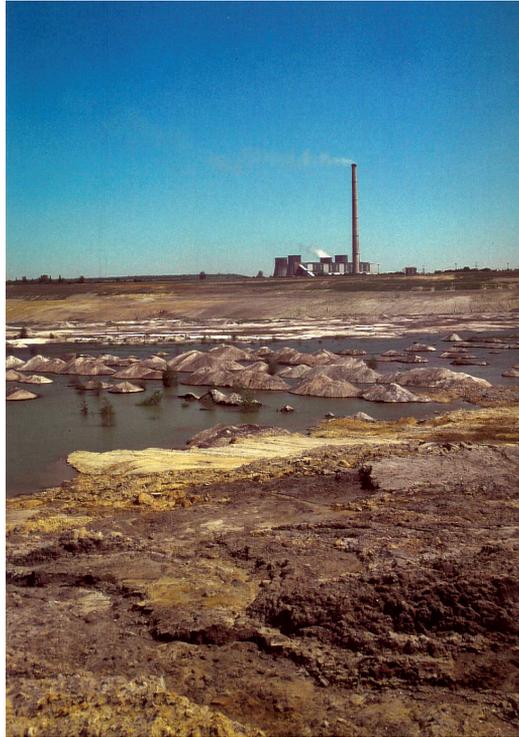


Abb. 1.1. Stillgelegter Tagebaubereich Witznitz
und Kraftwerk Thierbach 1996
Foto: A. Berkner

1.2. Braunkohle – Ausgangssituation 1990 und Entwicklung bis 2015

Angesichts der wirtschaftlichen und umweltseitigen **Ausgangsbedingungen 1990** wurde schnell deutlich, dass die Braunkohle in den bisherigen Dimensionen und Nutzungskonfigurationen keine Zukunft haben würde. In Mitteldeutschland sank die Braunkohlenförderung innerhalb von fünf Jahren von 105 (1989) auf unter 20 Mio. t/a. Von ca. 20 Tagebauen verblieben ganze drei. Die Brikettierung endete 2003, die Braunkohleverschwelung bereits 1990. Von den größeren Braunkohlenkraftwerken im Revier erwies sich keines als ertüchtigungsfähig. Folglich bestanden die Handlungsalternativen darin, die Braunkohlenindustrie entweder bis zum Jahr 2000 zu beenden oder diese auf grundhaft erneuerter technologischer Basis in drastisch reduzierter Form fortzusetzen. Für letzteres sprachen insbesondere die Arbeitsmarkteffekte, die heimische Wertschöpfung und Synergieeffekte zur Sanierung, die bei einer schnellen und endgültigen Einstellung nicht zum Tragen gekommen wären.

Für die **Regionalplanung** bestand die Herausforderung in der ersten Hälfte der 1990er Jahre darin, nach Jahrzehnten totalitär bzw. zentralistisch geprägter Planungen den „Rucksack der Vergangenheit“ abzulegen, eine neue Akzeptanzbasis aufzubauen und ausgehend von der Energiepolitik der jeweiligen Länder die Frage zu beantworten, wo, in welchem Umfang wie lange und mit welchen Rahmensetzungen noch Braunkohle zu fördern ist (SMI 2001). Zugleich war klar, dass auch der gesamte Kraftwerkspark stillzulegen und durch Ersatzneubauten zu kompensieren war. Folgerichtig kam es in Mitteldeutschland zum Neubau der Kraftwerke in Lippendorf (Sachsen, 1840 MW, Inbetriebnahme 2000 – Abb. 1.2) und Schkopau (Sachsen-Anhalt, 1000 MW, Inbetriebnahme 1996). Beide Anlagen wurden auf Industriebrachen errichtet, verfügen über Wirkungsgrade von über 40% und versorgen über die praktizierte Kraft-Wärme-Kopplung Siedlungen (Lippendorf mit Deckung von ca. 70% des Fernwärmebedarfs der Stadt Leipzig, Schkopau mit Prozessdampfbereitstellung für den gleichnamigen Chemiestandort). Der Kraftwerksbetrieb war jeweils auf einen Zeithorizont von rund 40 Jahren ausgelegt; die Investitionen allein für Lippendorf beliefen sich auf ca. 2,2 Mrd. Euro. Derzeit läuft in Deutschland vor dem Hintergrund der bestehenden Klimaschutzziele eine intensive Debatte zu Perspektiven der Braunkohle.



Abb. 1.2. Neubaukraftwerk Lippendorf 2013
Foto: A. Berkner

Dabei bewegt sich der „Korridor“ der politischen Positionen zwischen extremen Ausstiegsszenarien (bis 2025) und einem „geordneten Auslaufen“ der Braunkohlenverstromung (in Mitteldeutschland bis ca. 2040, im Rheinland und in der Lausitz bis 2050). Angesichts der Strukturbrucherfahrungen der frühen 1990er Jahre und unter Einbeziehung von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Arbeitsmarktwirkung ist hier ein kalkulierbarer, für alle beteiligten Seiten Vertrauensschutz bietender Rahmen sehr zu empfehlen. Die bereits erfolgten revierbezogenen Anpassungsleistungen werden in Tab. 1.2 gezeigt.

Tabelle 1.2. Strukturwandel im Braunkohlenbergbau –
revierbezogene Anpassungen seit 1990

Kriterium (Jahr)	Rheinisches Revier	Mitteldeutsch Revier	Lausitzer Revier
Braunkohlenförderung (1989)	104,2 Mt (100%)	105,7 Mt (100%)	195,1 Mt (100%)
Braunkohlenförderung (2015)	95,2 Mt (91,4%)	18,9 Mt (17,9%)	62,5 Mt (32,0%)
Direkt Beschäftigte (1989)	15.515 AN (100%)	59.815 AN (100%)	79.016 AN (100%)
Direkt Beschäftigte (2015)	9.410 AN (60,7%)	2.800 AN (4,7%)	7.910 AN (10,0%)
Kraftwerksleistung (2015)	11.502 MW (100%)	3.294 MW (100%)	7.328 MW (100%)
Davon Neubau nach 1990	3.044 MW (26,5%)	2.897 MW (87,9%)	3.175 MW (43,3%)
Sicherheitsbereitschaft	1.448 MW	0 MW	1.000 MW

Angaben nach Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein e. V. (DEBRIV 2017)

1.3. Die Braunkohlenplanung als Bestandteil der Regionalplanung der Braunkohlesanierung

Planwerke wie **Braunkohlen- bzw. Sanierungsrahmenpläne** und Gremien wie Braunkohlenausschüsse etablierten sich schnell (Berkner 2018). Die Problematik bestand dabei darin, dass angesichts der Spezifik der Situation in den neuen Ländern mit Trennung in aktiven und Sanierungsbergbau einerseits keine nutzbaren „Blaupausen“ verfügbar waren und andererseits täglich neue Tatsachen in der Landschaft entstanden, für die es planerisch keinerlei Vorlauf gab. Symptomatisch dafür war die Situation im Tagebau Zwenkau südlich von Leipzig, wo sich angesichts der Besorgnisse der Bergleute um ihre Arbeitsplätze und der Bürger um ihr Wohnumfeld nicht zuletzt angesichts der Umsiedlungsbedrohung in der Vergangenheit im Februar 1993 der Konflikt zuspitzte. 1.000 Bürgerzusriften binnen einer Woche an die Regionale Planungsstelle und eine hochemotionale Lichterkette am Tagebaurand bildeten Begleiterscheinungen in jener Zeit. Den Durchbruch brachte ein Agreement zwischen Kommune, Bergbauunternehmen und Planung dahingehend, gemeinsam nach Auswegen zu suchen und sich dafür ein Vierteljahr Zeit zu nehmen, ohne an die Medien zu gehen.

Im Ergebnis wurde technologisches Neuland begangen, indem der Tagebau auf einen Sanierungsbetrieb bis 1999 umgestellt wurde, mit dem zugleich die Kohleversorgung und der Abbau der aufgelaufenen Rekultivierungsdefizite sichergestellt werden konnten. Als vertrauensbildende Maßnahme markierten Tagebauleiter und Bürgermeister schließlich gemeinsam die Abbaugrenze im Gelände. 20 Jahre später,

am 17.02.2013, trafen sich die Hauptbeteiligten von damals, um am KAP Zwenkau gemeinsam den „Stein des Dialogs“ einzuweihen – ein schönes Symbol dafür, wie eine vermeintlich unlösbare Konfliktsituation zum Guten gewendet werden kann, wenn alle dafür arbeiten (Abb. 1.3).



Abb. 1.3. Einweihung des „Steins des Dialogs“ 2013 am Zwenkauer See
Quelle: RPV Leipzig-West Sachsen

Die Landes- und Regionalplanung im Freistaat Sachsen beging 2017 zwei Jubiläen – 25 Jahre Landesplanungsgesetz und 25 Jahre Regionale Planungsverbände (RPV L-WS 2017). Mit einer Verantwortungsübernahme auch für die **Braunkohlenplanung** (Berkner 2018) von Anfang an haben sich die kommunal verfassten Planungsverbände mit ihren Verbandsverwaltungen als akzeptierte und leistungsfähige Akteure sowohl in Leipzig-West Sachsen als auch in Oberlausitz-Niederschlesien etabliert. Insgesamt 4 Braunkohlenpläne zu aktiven und 21 Sanierungsrahmenpläne zu stillgelegten Förderstätten im Ergebnis aufwändiger öffentlich-rechtlicher Verfahren und teilweise mit mehrfachen Fortschreibungen stecken einerseits den Handlungsrahmen für die bergrechtlich Verpflichteten (LEAG, MIBRAG, LMBV) ab und bilden andererseits die Basis für die Planungs- und Umsetzungsaktivitäten auf kommunaler Ebene (Abb. 1.4).

Darüber hinaus übernimmt die Regionalplanung auch eine Schlüsselrolle bei der **Braunkohlesanierung**. In den Regionalen Sanierungsbeiräten ist sie mit Sitz und Stimme vertreten. Bei der Begleitung von § 4-Maßnahmen zur Erhöhung des Folgenutzungsstandards sowie bei der Kommunalberatung setzt sie gleichfalls Akzente. Schließlich wirkt der RPV Leipzig-West Sachsen als Träger von bundesweiten „Modellvorhaben der Raumordnung“ (MORO) wie zu Anpassungsstrategien an den Klimawandel (2009–2015) (RPV L-WS 2014, RPV L-WS und TUD 2011) bzw. zu Regionalentwicklung und Hochwasserschutz in Flussgebieten (Elbe) (2015–2017) mit.

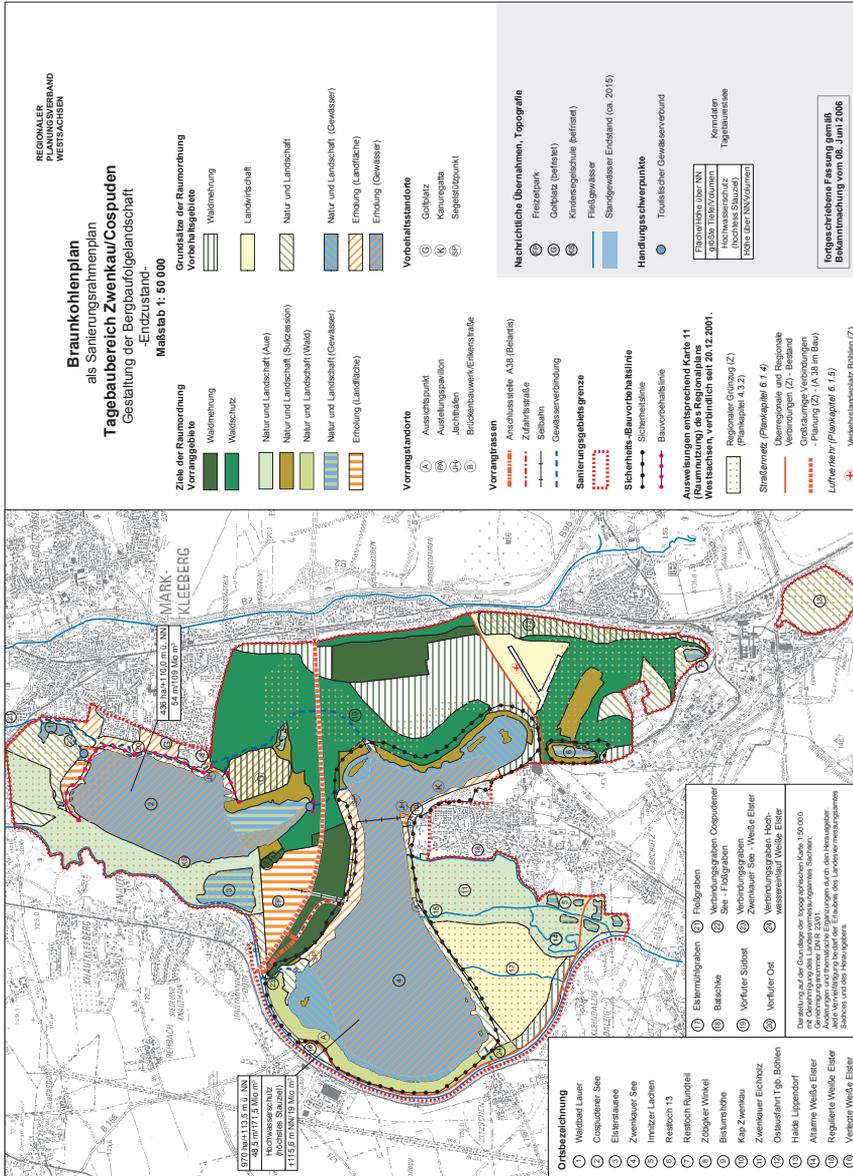


Abb. 1.4. Sanierungsrahmenplan Tagebaubereich Zwenkau/Cospuden – Zielkarte Bergbaufolgelandschaft
Quelle: RPV Leipzig-Westsachsen

Weiter leistet sie mit der Herausgabe eines **Seen- bzw. Gewässerkatalogs für Mitteldeutschland** auch einen Beitrag zur Öffentlichkeitsarbeit. In dem seit 2007 in bislang fünf Ausgaben (RPV L-WS 2007, 2010, 2013a, 2013b, 2015) Kompendium, das im Zusammenwirken eines länderübergreifenden Netzwerks von ca. 40 Akteuren entsteht, werden alle größeren Seen, Flüsse, Kanäle und Schleusen in der „Mitteldeutschen Seenlandschaft“ mit „Gewässerprofilen“ vorgestellt. Bislang wurden ca. 15.000 Exemplare an Interessenten abgegeben.

1.4. Leipziger Neuseenland und Mitteldeutsche Seenlandschaft – Sachstand und Fallbeispiele

Der Raum Leipzig-Halle-Dessau war im Zustand vor dem Einsetzen des Braunkohlenbergbaus in industriellen Dimensionen durch eine ausgeprägte Armut an Standgewässern mit Beschränkung auf wenige, vorzugsweise durch Salzauslaugung entstandene natürliche Seen (Mansfelder Seen), Fischteiche (z. B. Haselbacher und Regiser Teiche) und Kleinseen im Ergebnis des Abbaus von Sand, Kies, Lehm, Ton oder Festgesteinen geprägt. Primär im Ergebnis des Aufkommens größerer Tagebaue entstanden seit etwa 1920 erste kleinere Restseen (z. B. in den Räumen Zschornewitz und Borna-Meuselwitz), die seit den 50er Jahren durch zunehmend größere, zumeist speicherwirtschaftlich genutzte Standgewässer in Abbauhohlformen (z. B. Speicher Witznitz 1952, Kulkwitzer See 1963, Muldestausee 1976, Speicher Borna 1979) sowie durch Talsperren (z. B. Schömbach [Wyhra], Windischleuba [Pleiße]) ergänzt wurden.



Abb. 1.5. Einweihung Störmthaler See nach Flutungsabschluss 2014
Foto: A. Berkner

Im Ergebnis zahlreicher Tagebaustilllegungen seit 1990 und der schrittweisen Einstellung bergbaubedingter Grundwasserabsenkungen, die im Maximum eine Fläche

von 1.100 km² erfassten und eine Gesamtwasserhebung von bis zu 16 m³/s verzeichneten, entstanden vielerorts Voraussetzungen für die **Schaffung großer Tagebauseen**. Nach dem weitgehenden Abschluss der Gestaltung dauerstandsicherer Böschungen bildete zunächst die Flutung den absoluten Schwerpunkt der auf weitgehende Nachsorgefreiheit ausgerichteten wasserwirtschaftlichen Sanierung. Dazu wurde im Leipziger Neuseenland über eine 74 km langes Leitungssystem herangeführtes Sumpfungswasser aus den aktiven Tagebauen Profen und Vereinigtes Schleenhain (2009 eingestellt) genutzt, um zügige Flutungen und auch für eine Badenutzung anforderungsgerechte Wasserqualitäten zu sichern. Diese 1998–2018 praktizierte Verfahrensweise steht zugleich für die Verknüpfung von „lebendem“ und Sanierungsbergbau zum beiderseitigen Vorteil (Abb. 1.5).

In allen übrigen Teilräumen wurde **Oberflächenwasser** aus den Vorflutern (Geiseltal – Saale, Bitterfeld-Gräfenhainichen – Mulde, Nordraum, Leipzig – Weiße Elster, Aschersleben-Nachterstedt – Selke) eingeleitet. Wasserfüllungen ausschließlich durch wieder ansteigendes Grundwasser bilden die Ausnahme (z. B. Paupitzscher See, Bockwitzer See). Zur Regulierung der Endwasserspiegelhöhen mit den jeweils vorgegebenen Schwankungsbereichen wurden die weitaus meisten Tagebaurestseen mit Anbindungen an die örtlichen Vorfluter ausgestattet, was in Einzelfällen (z. B. Kulkwitzer See zum Zschampert, Pahnauer See zur Pleiße) auch als Nachsorgemaßnahme zu realisieren war.

Die **neue Seenlandschaft** wird nach 2050 rund 190 km² Wasserflächen, davon 175 km² mit einem Volumen von 3,8 km³ als Tagebaurestseen, umfassen. Für die Region Mitteldeutschland verbinden sich damit Erwartungen hinsichtlich der Etablierung vielfältiger Nutzungsmöglichkeiten zwischen Freizeit und Erholung (Badestrände, Jachthäfen, Zeltplätze, Regattastrecken, Tauchstützpunkte u. a.), Natur und Landschaft (neue Naturrefugien, z. B. Paupitzscher, Kahnsdorfer und Zechauer See) und Speicherwirtschaft (Hochwasserschutzfunktion Zwenkauer See). Geiseltalsee und Goitzsche werden unter den größten Seen Deutschlands langfristig die Positionen 17 und 33 einnehmen (Tab. 1.3). Inzwischen sind bereits zahlreiche Beispiele für gestalterisch und nutzungsseitig attraktive neue Seen entstanden, die von Einheimischen und Gästen bestens angenommen werden. Exemplarisch ist dafür das „Seenkleblatt“ von Cospudener, Zwenkauer, Markkleeberger und Störmthaler See südlich von Leipzig zu benennen. Mit dem Gewässerverbund Leipziger Neuseenland wird seit dem Jahr 2000 schrittweise ein Konzept umgesetzt, das auf eine wassertouristische Verbindung von urbanen, Auen- und Bergbaufolgelandschaften ausgerichtet ist (Abb. 1.6).

Das Leipziger Neuseenland bildet heute eine **neue touristische Destination** in einem Raum, der noch vor einem Vierteljahrhundert als „Mondlandschaft“ ohne Freizeit- und Erholungswert stigmatisiert wurde. Zur Position von Leipzig als eine der am dynamischsten wachsenden Metropolen in Deutschland (Ende 2011 510.043, Ende 2017 590.000, Prognose 2030 617.000–720.000 Einwohner) hat die Aufwertung „weicher“ Standortfaktoren mit neuen Seen, Waldgebieten und Naturrefugien seit 1990 maßgeblich beigetragen.

Tabelle 1.3. Die größten Seen Deutschlands mit Einordnung entstehender Tagebauseen

Rang	See/Tagebausee (Region)	Fläche km ²	Tiefe m	Volumen mio. m ³	Fertig Jahr
1	Bodensee (Alpenvorland)	538,5	252	48.465	
2	Müritz (Mecklenburg)	110,3	31	662	
3	Chiemsee (Alpenvorland)	82,0	73	2.132	
4	Schweriner See (Mecklenburg)	60,6	51	787	
5	Starnberger See (Alpenvorland)	57,2	128	3.089	
6	Ammersee (Alpenvorland)	46,6	81	1.771	
7	Plauer See (Mecklenburg)	38,0	24	304	
8	Hambacher See (Rheinisches Revier)	37,5	450	4.600	2050+
9	Kummerower See (Mecklenburg)	32,2	26	258	
10	Nochtener See (Lausitzer Revier)	31,0	90	650	2050+
11	Steinhuder Meer (Niedersachsen)	29,4	3	59	
12	Großer Plöner See (Holsteinische Seenplatte)	29,0	60	406	
13	Schaalsee (Mecklenburg)	23,3	72	396	
14	Garzweiler See (Rheinisches Revier)	23,0	190	2.000	2080+
15	Selenter See (Holsteinische Seenplatte)	22,4	36	381	
16	Kölpinsee (Mecklenburg)	19,9	28	80	
17	Geiseltalsee (Mitteldeutsches Revier)	18,5	70	423	2011
18	Cottbuser See (Lausitzer Revier)	18,4	45	130	2025
19	Tollensesee (Mecklenburg)	17,8	33	303	
20	Walchensee (Alpenvorland)	16,3	190	1.320	
25	Sedlitzer See (Lausitzer Revier)	14,1	27	210	2017
28	Scharmützelsee (Brandenburg)	13,8	29	124	
32	Goitzschesee (Mitteldeutsches Revier)	13,5	75	207	2002
33	Senftenberger See (Lausitzer Revier)	13,0	25	80	1972
34	Bärwalder See (Lausitzer Revier)	13,0	58	173	2009
39	Indener See (Rheinisches Revier)	11,2	280	700	2060
40	Parsteiner See (Brandenburg)	11,0	30	110	
41	Partwitzer See (Lausitzer Revier)	11,0	41	134	2014
44	Speicher Lohsa II (Lausitzer Revier)	10,8	46	97	2015
48	Zwenkauer See (Mitteldeutsches Revier)	9,6	49	176	2015
49	Berzdorfer See (Lausitzer Revier)	9,7	70	333	2013

Tabelle 1.3. Fs. Die größten Seen Deutschlands mit Einordnung entstehender Tagebauseen

Rang	See/Tagebausee (Region)	Fläche km ²	Tiefe m	Volumen mio. m ³	Fertig Jahr
51	Domsener See (Mitteldeutsches Revier)	9,2	82	253	2046
52	Bleiloch-Talsperre (Thüringen)	9,2	59	215	
55	Tegernsee (Alpenvorland)	8,9	72	400	
60	Groitzscher See (Mitteldeutsches Revier)	8,4	75	350	2050+
63	Schwerzauer See (Mitteldeutsches Revier)	8,1	78	213	2036
64	Werbellinsee (Brandenburg)	7,9	60	350	
65	Großer Müggelsee (Berlin)	7,7	8	36	
71	Störmthaler See (Mitteldeutsches Revier)	7,3	52	157	2013
74	Pereser See (Mitteldeutsches Revier)	7,0	41	141	2051

Angaben nach Statistisches Jahrbuch 2004 für die Bundesrepublik Deutschland, Berkner 1999, Seifert 2004 sowie von Bergbauunternehmen und Sanierungsträgern; natürliche Standgewässer und Stauanlagen bis Rang 20 vollständig, danach in Auswahl; Angaben für nach 2030 entstehende Tagebaurestseen vorläufig, deshalb Veränderungen im Ranking möglich.

Tagebauseen im Mitteldeutschen Revier
Tagebauseen im Lausitzer bzw. Rheinischen Revier



Abb. 1.6. Die Kanuparkschleuse mit Passage der MS Wachau
Foto: A. Berkner

Ungeachtet aller Erfolge stehen noch anspruchsvolle, überwiegend wasserbezogene **Sanierungsaufgaben** zur Bewältigung an, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Die **Folgen des Grundwasseranstiegs** gerade in bebauten Gebieten, die bergbaubedingten Absenkungen über Jahrzehnte unterlagen und durch „Bausünden“,

vernachlässigte Gewässerunterhaltungen, verringerte Grundwasserentnahmen, und Wetterextreme verschärft werden.

- Der **Hochwasserschutz** nach den Flutereignissen vom August 2002 und Juni 2013, die einerseits die möglichen Entlastungen durch Retentionsräume in Tagebauseen (Zwenkauer See) und andererseits die fortbestehenden Handlungserfordernisse aufgezeigt haben (Goitzsche bei Bitterfeld).
- Die **Wassergüthematik** mit Eiseneinträgen überwiegend aus vor Jahrzehnten geschütteten Altkippenbereichen in die Vorflut („Braune Pleiße“) sowie Nachversauerungen mit Nachsorgebedarf und Sulfateinträge in die Tagebauseen.
- Die **Gewässerneuordnung** in Bereichen bergbaubedingt verlegter und gedichteter Fließgewässer, deren kanalisierte Abschnitte weder aktuellen ökologischen Standards (→ EU-Wasserrahmenrichtlinie) entsprechen noch für die Ewigkeit gebaut wurden, sowie
- Die **geotechnische Sicherheit** in Böschungsbereichen von Tagebauseen, Kippen und Halden, der nach mehreren schwerwiegenden Rutschungsereignissen seit Nachterstedt 2009 ein besonderes Gewicht beizumessen ist.

Einzelfragen wie Eigentumsübergänge, Gewässerunterhalt, Gemeindegebrauchsregelungen, Schiffbarkeit, Bauen am Wasser, Entfaltungsmöglichkeiten für Trendsportarten (z. B. Jetski) sowie die Nachsorge (z. B. Spätversauerung) bedürfen weiterer politischer, rechtlicher, planerischer und wissenschaftlicher Befassungen und Entscheidungen.

Ausgehend vom 2014 vorgelegten „LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Mitteldeutschland“ (LMBV mbH 2016) wurde 2015/2016 eine umfassende **Bestandsaufnahme** zu Braunkohlenbergbau und Gebietswasserhaushalt in einem diskursiven Prozess erarbeitet, durch GFI Dresden als Auftragnehmer vorgelegt und durch die Projektträger publiziert (RPV L-WS 2016). Die durch MIBRAG mbH, LMBV mbH, Landestalsperrenverwaltung Sachsen und Verband finanzierte und durch einen Fachbeirat begleitete Bestandsaufnahme widmete sich insbesondere solchen Bereichen, wo noch grundsätzlicher Entscheidungsbedarf zu Zukunftsentwicklungen besteht oder sich Nachjustierungserfordernisse bei laufenden Wiedernutzbar-machungsmaßnahmen abzeichnen.

1.4.1. Der Hochwasserschutz am Zwenkauer See

Das Beispiel Zwenkauer See hat nachdrücklich verdeutlicht, wie ein **nachhaltiger** Hochwasserschutz unter Einbeziehung eines Tagebausees zu gewährleisten ist. Hier hatte die Regionalplanung bereits seit Mitte der 1990er Jahren konsequent darauf hingearbeitet, den Tagebausee mit einer Staulamelle als Hochwasserschutzraum mit einem Volumen von rund 20 Mio. m³ auszustatten, nicht zuletzt, um damit die bergbaubedingt verloren gegangenen Auenbereiche als natürliche Hochwasserretentionsräume adäquat zu ersetzen (RPV L-WS 2006). Angesichts des damals zeitlich weit zurückliegenden letzten Katastrophenhochwassers vom Juli 1954 wurde das Erfordernis

fachplanerisch zeitweise in Frage gestellt. Dabei war nicht zuletzt angesichts der inzwischen verfügbaren Projektionen zum Klimawandel zunehmend absehbar, dass der „Ernstfall“ jederzeit eintreten konnte, was glücklicherweise weder bei der Flut im August 2002 noch zur Fußball-Weltmeisterschaft 2006 der Fall war.

Es war eine glückliche Fügung in der Historie, dass die Einweihung des **Hochwassereinleitungsbauwerks** bei Zitzschen am 8.05.2013 erfolgen konnte. Bei dieser Gelegenheit hatte der damalige Ministerpräsident des Freistaats Sachsen, Stanislaw Tillich, seiner Hoffnung Ausdruck verliehen, dass das Bauwerk nie aktiv werden möge. Kaum vier Wochen später, ab dem 2.06.2013, strömten bis zu $138 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser in den damals noch in Flutung befindlichen See (Abb. 1.7) und höhten dessen Wasserspiegel um 2,5 m auf. Damit wurden Hochwasserschäden nicht nur in Leipzig, sondern auch in Halle (Saale) mindestens im höheren zweistelligen Millionenbereich auf Euro-Basis vermieden. Obwohl das System noch nicht fertiggestellt war, bewährte es sich bei dieser Feuertaufe. Die bereits investierten Mittel waren damit faktisch komplett refinanziert; zudem steht das zwischenzeitlich um einen Ableitungskanal zurück zur Weißen Elster und eine Interims-Heberleitung zum Cospudener See komplettierte System, das mit der Fertigstellung des Harthkanals (LMBV mbH 2017 a) 2022 vollendet wird, auch bei weiteren Hochwasserereignissen zur Prävention zur Verfügung.



Abb. 1.7. Hochwassereinlaufbauwerk von der Weißen Elster zum Zwenkauer See im Juni 2013
Foto: A. Berkner

1.4.2. Sanierungslösungen für die „Braune Pleiße“

Insbesondere im **Kippenbereich des Tagebaus Witznitz II** sind infolge jahrzehntelanger Abraumverkipnungen ohne Berücksichtigung der Beschaffenheit der Substrate und der unter Grundwasserabsenkungsbedingungen abgelaufenen Pyritverwitterung massive Eisen- (ca. 500 t/a) und Sauerwassereinträge in die Pleiße zu verzeichnen,

die Ökosysteme und Wassertourismus bis hinein in den „Leipziger Wasserknoten“ massiv beeinträchtigen. Im Zuge der „Bestandsaufnahme Braunkohlenbergbau und Gebietswasserhaushalt“ wurde durch den Gutachter eine technisch plausible Lösungsvariante dahingehend herausgearbeitet, den Kahnsdorfer See zur Eisenaussfällung zu nutzen und damit bis zu 95% des Eisenhydroxids auf dem Seegrund zu sedimentieren.

Allerdings wurde diese Variante bereits 2015 durch eine wenig zielführende Kommunikation „verbrannt“, indem der Umstand, dass die Witznitzer Seen bereits vor Jahren an einen Privateigentümer veräußert worden waren, zu wenig beachtet wurde. Zwischenzeitlich hatte nicht nur dieser beträchtliche Investitionen in die Seentwicklung vorgenommen; an der Lagune Kahnsdorf waren zudem über 50 Wohnhäuser (80 geplant) mit einem Anlagevolumen von mindestens 20 Mio. Euro entstanden. Im Zuge einer Informationsveranstaltung am 7.04.2017 mit ca. 200 Teilnehmern wurde das bestehende Konfliktpotenzial deutlich. Über einen strukturierten Dialogprozess unter Einbeziehung aller Hauptbeteiligten und insbesondere der Bürger mit einem Workshop am 7.09.2017 gelang es, die Debatte zu versachlichen und fortan konstruktiv zu gestalten, wobei folgende **Zwischenergebnisse** zu verzeichnen sind:

- Die „Braune Pleiße“ erfordert als „Erblast“ eine Bewältigung im Zuge der Braunkohlesanierung („Wahrnehmungsasymmetrie“ zur „Braunen Spree“).
- Die „Variante Kahnsdorfer See“ wird in ihrer Umsetzung durch den Raumwiderstand im betroffenen Raum erschwert bis ausgeschlossen.
- Zu diesem Effekt hat neben Transparenzdefiziten auch die aus heutiger Sicht zu früh erfolgte Liegenschaftsveräußerung durch die LMBV mbH beigetragen.
- Der eingeleitete Dialog mit den Betroffenen erbrachte neue Problemsichten und erstaunliche Bürgerbereitschaften zur konstruktiven Mitwirkung.

Die Information der Öffentlichkeit (LMBV mbH 2017 b) sowie die konsequente Offenlegung aller Sachstände und Untersuchungsergebnisse auf der Homepage des Sanierungsträgers (→ www.lmbv.de) bildeten Schlüsselmaßnahmen zur Vertrauensbildung. Nunmehr ist auszuloten, welche technischen Lösungen weiterführen, wobei vieles auf eine „intelligente“ Kombinationslösung“ hinausläuft.

1.4.3. Hochwasserschutz und Gewässerneuordnung in der Goitzsche

Der Bereich zwischen Mulde, Lober-Leine-Kanal und Goitzsche mit Großem Goitzschensee und Seelhausener See wurde durch die Hochwasserereignisse vom August 2002 und Juni 2013 schwer getroffen. Im über rund 100 Jahre durch Gewässerverlegungen, Retentionsraumverluste und neue Tagebauseen geprägten Raum bewies die Mulde „Gedächtnis“, indem sie zweimal in den Bereich ihres Altlaufs in die Tagebauseen durchbrach, wodurch als Nebeneffekt 100 bzw. 70 Mio. m³ Wasser zurückgehalten wurden (Abb. 1.8).

Im vorliegenden Fall konnte die Regionalplanung im Zuge der laufenden Gesamtfortschreibung des Sanierungsrahmenplans zum Nordraum Leipzig (RPV L-WS 2016) angesichts der komplizierten, zu Sachsen-Anhalt länderübergreifenden Lage des Sanierungsgebietes Zeichen setzen, indem für die Gewässerneuordnung am Lober-Leine-Kanal alle Varianten bei klarer Benennung einer konfliktarmen Lösung offengehalten wurden. Hinzu kam die Festlegung von Baubeschränkungslinien am Seelhausener See und am Schladitzer See, um angesichts noch nicht abschließend geklärter Fragen zum Hochwasserschutz und zur Vorflutbindung Sicherheit für Kommunen und Investoren zu schaffen, bis zu welchem Höhengniveau Bebauungen und Seentwicklungen möglich sind.



Abb. 1.8. Muldedurchbruch 2013 in den Seelhausener See
mit Zerstörung der Staatsstraße 12
Foto: A. Berkner

Zum „Goitzsche-System“ können zusammenfassend nachfolgende Positionen festgestellt werden:

- Das Vorflutsystem im Bereich Großer Goitzschensee/Seelhausener See/Mulde/Lober-Leine-Kanal ist nicht „zukunftsfest“, weil nicht als Dauerlösung geschaffen.
- Ohne länderübergreifende Verständigung werden die Probleme weiter in die Zukunft verlagert; die hochwassergebeutelten Menschen vor Ort erwarten Lösungen.
- Die erforderlichen Lösungen bedürfen konsequent fachlicher Entscheidungen über öffentlich-rechtliche Verfahren und keiner politischen Interventionen.
- Der zeitliche Abstand zum nächsten Hochwasser hat sich seit dem Juni 2013 um vier Jahre verkürzt, auch wenn diese für die Verbesserung des Hochwasserschutzes gut genutzt wurden.

Davon ausgehend ist es erforderlich, insbesondere für die Vorflutneuordnung alle bestehenden Optionen im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung unter Einbeziehung von Investitions- und Nachsorgeaufwendungen, Wirksamkeiten und Raumwiderständen zu prüfen, um in absehbarer Zeit zu sachgerechten Entscheidungen zu kommen.

1.5. Fazit

Die Aktivitäten und Erkenntnisse fließen sowohl in die laufende Gesamtfortschreibung zur Regionalplangeneration 3.0 (Regionalplan Leipzig-West Sachsen 2018) als

auch in die Neufassung des Sanierungsrahmenplans für den Nordraum Leipzig ein. Dabei wird ein enger Abgleich mit den Wasserbehörden praktiziert. In Fällen, wo wasserrechtliche Entscheidungen noch ausstehen, kann die Regionalplanung durch die Offenhaltung von Entwicklungen über raumordnungsplanerische Ziele konkrete Beiträge zur Ordnung und Entwicklung der Sanierungsgebiete einbringen. Dazu sind folgende Schlussgedanken zu formulieren:

- Kommunikation ist eine maßgebliche Erfolgsvoraussetzung. Die meisten Probleme resultieren aus diesbezüglichen Defiziten.
- Bei allen Betrachtungen ist Wissenschaftlichkeit oberstes Gebot. Denkverbote und „Ausschließseritis“ führen kaum zu guten Ergebnissen.
- Entscheidungen sind aus der Perspektive dessen, was man zu diesem Zeitpunkt wusste, zu beurteilen. „Hinterher klüger zu sein“ ist deshalb keine Kunst.
- Im Vordergrund müssen immer ein konstruktives Zusammenwirken und ein Ringen um die beste Problembewältigung zwischen Raumordnung und Fachplanungen stehen.
- Nach dem Abschluss des VA (Verwaltungsabkommens zur Braunkohlesanierung) für 2018–2022 muss jetzt „alles auf den Tisch“, zumal noch einige unbewältigte Problemfelder anstehen.

Die Entwicklung der Sanierung und Regionalentwicklung gerade im Leipziger Neuseenland wird international mit großer Aufmerksamkeit verfolgt, wie der Besuch von Vertretern aus bislang rund 50 Staaten bei der Regionalplanung in Leipzig-West-sachsen belegt. Nach Einschätzung des Verfassers sind bislang 80% der Aufgaben erfüllt und setzen in der Region positive Akzente. Erfahrungsgemäß sind die „letzten 20%“ aber immer die schwierigsten, um die „Erfolgsgeschichte Braunkohlesanierung“ zu vollenden.

LITERATUR

- [1] Berkner A. (2018): *Braunkohlenplanung*. In: *Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hrsg.- Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover.
- [2] Drebenstedt C., Kuyumcu M. (2014): *Braunkohlesanierung: Grundlagen, Geotechnik, Wasserwirtschaft, Brachflächen, Rekultivierung, Vermarktung*. Hrsg. Springer Verlag. Berlin/Heidelberg.
- [3] DEBRIV – Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein: *Jahresbericht 2016*. Hrsg. – DEBRIV. Berlin/Köln.
- [4] LMBV mbH – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (2017 a): *Gewässerverbindung Zwenkauer See – Cospudener See (Harthkanal) im Kurs 1 des Touristischen Gewässerverbundes im Leipziger Neuseenland*. Hrsg. – LMBV mbH. Senftenberg.
- [5] LMBV mbH – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (2017 b): *Sicherung der Gewässergüte in Bergbaufolgebeseen. Information zur*

- Beschaffenheit von ausgewählten Bergbaufolgeseen im Südraum Leipzig.* Hrsg. – LMBV mbH. Senftenberg.
- [6] LMBV mbH – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (2016): *LMBV Flutungs-, Wasserbehandlungs- und Nachsorgekonzept Mitteldeutschland. Gestaltung von Gewässersystemen in den Bergbaufolgelandschaften Mitteldeutschlands.* Hrsg. – LMBV mbH. Senftenberg.
- [7] Riesner W. (2009): *Die Energiewirtschaft in Ostdeutschland – Ein Rückblick auf die letzten 60 Jahre.* eBWK, 61, 12: 1–11.
- [8] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2014): *Anpassungsstrategien an den Klimawandel für den Südraum Leipzig.* KlimaMORO Phase II. Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [9] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2016 a): *Braunkohlenplan als Sanierungsrahmenplan Tagebaubereich Goitzsche/Deilitzsch-SW/Breitenfeld. Beteiligungsentwurf.* Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [10] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2016 b): *Gestaltung des Wasserhaushalts in den bergbaubeeinflussten Teileinzugsgebieten von Weißer Elster und Pleiße im öffentlichen Interesse.* Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [11] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2017): *Leipzig-West Sachsen aus der Luft 1992-2017. Eine Region im Wandel.* Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [12] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2007, 2010, 2013 a, 2013 b, 2015): *Mitteldeutsche Seelandschaft. Seenkatalog bzw. Gewässerkatalog 2015–2017. Seen, Fließgewässer, Kanäle.* Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [13] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen und Technische Universität Dresden (TUD) (2011): *Vulnerabilitätsanalyse zum Klimawandel. Modellregion West Sachsen. MORO Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel.* Hrsg. – RPV L-WS und TUD. Leipzig/Dresden.
- [14] RPV L-WS – Regionaler Planungsverband West Sachsen (2006): *Braunkohlenplan als Sanierungsrahmenplan Tagebaubereich Zwenkau/Cospuden.* Hrsg. – RPV L-WS. Leipzig.
- [15] SMI – Sächsisches Staatsministerium des Innern (2001): *Braunkohlenplanung in Sachsen.* Hrsg. – SMI. Dresden.
- [16] TÜV Rheinland (1991): *Ökologisches Sanierungs- und Entwicklungskonzept Leipzig/Bitterfeld/Halle/Merseburg, Band A: Umweltbereiche; Band B: Ökonomie, Umweltrecht, Umsetzung und Vollzug; Federführende Bearbeitung durch Institut für Umweltschutz und Energietechnik.* Hrsg. -Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bonn.

2. Raumplanung und Sanierung in Bergbauregionen

Anna Ostreĝa, Marek Cala

Fakultät für Bergbau und Geoengineering, AGH Wissenschaftlich-Technische Universität

2.1. Einleitung

Die Entwicklungen in einem Staat und der einzelnen Verwaltungseinheiten erfolgen hauptsächlich auf Basis von strategischen Entscheidungen und Planungen. Durch strategische Unterlagen werden Entwicklungsziele/-richtungen vorgegeben. Die Grundlage für ein effektives Entwicklungsmanagement bildet u. a. eine rationelle Raumnutzung. Bezogen auf die Abbautätigkeit ist die Raumplanung eines der wichtigsten Instrumente im Hinblick sowohl auf den Schutz der Vorkommen an Bodenschätzen und die Linderung von Gesellschaftskonflikten als auch die Sanierung von Bergbaufolgelandschaften.

Die Entwicklungsstrategie soll mit der Raumpolitik der jeweiligen Verwaltungseinheit in einem engen Zusammenhang stehen, denn die Zukunftsvisionen sind nur dann realisierbar, wenn sie sich in Planungsunterlagen widerspiegeln. Im Vordergrund steht in Polen derzeit die Stärkung der Regionalpolitik, die entsprechend der Probleme und Potenziale der einzelnen Regionen die Eingriffe voneinander differenziert und dabei die Zusammenarbeit zwischen den Regierungsbehörden und kommunalen Selbstverwaltungsbehörden, den privaten und sozialen Partnern sowie den Regionen selbst vertieft (Nationale Strategie für Regionale Entwicklung – NSfRE 2018). Im Kontext der Sanierung ist ein solches Vorgehen sehr wünschenswert und dies gilt insbesondere für die Bergbauregionen, also die Standorte, wo sich ähnliche Probleme und Erscheinungen (Brachflächen, Restlöcher, Industrieinfrastruktur, u. ä.) häufen, was die Koordination von Maßnahmen, Unterstützung und Zusammenarbeit erforderlich macht.

Im Gegensatz zu Regionalplanungen der Bergbausanierung in Deutschland sind die Bergbaufolgelandschaften in Polen nicht so hoch angesehen. Das im ersten Kapitel dieser Monographie beschriebene Beispiel Sachsens und der Lausitz bezieht sich eigentlich auf eine Sondersituation, d. h. die Umstrukturierung des Braunkohlebergbaus, was

die Schließung vieler Bergwerke in einer kurzen Zeit bewirkte. In Polen ist die Umstrukturierung auch im Gange, mit dem Unterschied jedoch, dass davon der Steinkohle- und Schwefelbergbau betroffen ist. Die Staatshilfe besteht hauptsächlich darin, dass finanzielle Fördermittel den für die Umstrukturierung und Schließung von Bergwerken zuständigen Gesellschaften bereitgestellt werden. Eine Sondersituation ist auch das in aktiven und nicht mehr aktiven Bergbauregionen vorhandene Potenzial – z. B. Restlöcher. Als Beispiel kann hier die Woiwodschaft Małopolska [Kleipolen] dienen, in der sich neben verschiedenen Rohstoffvorkommen auch drei bedeutende Sand- und Kiesabbaureviere (in der Gegend von Tarnów, Zator und Brzeszcze), sowie viele in diesen Regionen verstreute Restlochseen befinden. Die Nutzung eines derartigen Potenzials hat auf Basis eines entsprechenden Sanierungsplans auf regionaler oder mindestens subregionaler Ebene und in Verbindung mit Planungsunterlagen zu erfolgen. Die individuell abgewickelten Projekte und Sanierungsvorhaben werden mit hoher Wahrscheinlichkeit chaotisch sein, die ausgewählten Nachnutzungen sich als nicht treffend erweisen und die Investitionen in und während deren Abwicklung und Instandhaltung der errichteten Infrastruktur viel schwieriger und kostspieliger sein.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Entwicklungsstrategie, Raumpläne und dedizierte Programme für die Sanierung der Industriefolgelandschaften in Polen und insbesondere in Małopolska [Kleipolen]. Außerdem wird hier zum Vergleich das im Lausitzer Revier praktizierte Vorgehen zur Rekultivierung und Sanierung der Altbergbaugebiete herangezogen.

2.2. Raumplanung und Sanierung im Lausitzer Revier

Europäische Regionen, betroffen von zahlreichen Problemen angesichts der ausklingenden Epoche der dominierenden Industriezweige, suchten nach verschiedenen, neuen bahnbrechenden Lösungen für die Wirtschaft. Ein ganz besonderes Merkmal dieser Lösungen ist die ausgeprägte Orientierung auf die Region und sogar den ganzen Staat unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Analysen, Bestandsaufnahmen, Konsultationen, u. ä. Vor allem aber ist zu bedenken, dass sich gerade die Bergbaufolgelandschaften am schwierigsten sanieren lassen und daher einer besonderen Unterstützung bedürfen. Diese besondere Unterstützung fand ihre Widerspiegelung in Planungsunterlagen, dedizierten Programmen, gegründeten Gesellschaften und letztendlich in der komplexen Sanierung von Bergbaufolgelandschaften¹.

Eines der Beispiele ist das Lausitzer Braunkohlerevier im Osten Deutschlands, in den beiden Bundesländern Brandenburg und Sachsen gelegen. Als Folge der in den 1990er Jahren vorangetriebener Umstrukturierung des Braunkohlenbergbaus verblieben von 17 Tagebauen und 23 Brikettfabriken ganze fünf Tagebaue und eine Brikettfabrik (Drebenstedt u. a. 2014). Im Jahr 1994 wurde die Firma Lausitzer

¹ Z. B. Lausitzer Revier und Ruhrgebiet in Deutschland, Nord-Pas-de-Calais in Frankreich oder Kohlereviere in Großbritannien.

und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) zur Realisierung der Aufgaben, verbunden mit Rekultivierung von geschlossenen Bergwerken, gegründet². Die LMBV lässt die Industriefolgelandschaften nach Braunkohlenplänen als Sanierungsrahmenpläne bzw. Sanierungspläne rekultivieren³. Beim Erstellen dieser Pläne sind die Beseitigung z. B. geotechnischer Gefährdungspotenziale und die Wiederherstellung möglichst ausgeglichener hydrologischer Verhältnisse zur Ermöglichung der Folgenutzungen im Sanierungsgebiet von einer Schlüsselbedeutung (Schlenstedt 2014).

Die vorgenannten Planungen sind Bestandteile des Planungssystems in Deutschland, das genauso wie in Polen drei Funktionsebenen (Bund, Bundesland und Gemeinde) umfasst. Im Unterschied zu Polen gilt aber auf Bundesebene nur das Raumordnungsgesetz (2008). Die durch dieses Gesetz geregelten Grundsätze der Raumordnung werden durch niedrigere Ebenen übernommen und in ihren Planungsunterlagen berücksichtigt. Für die Gemeinde gelten der Flächennutzungsplan, der sich auf ihr gesamtes Gebiet bezieht oder der Bebauungsplan, der einen bestimmten Teil der Gemeinde umfasst. Im Vordergrund stehen die Planungsmaßnahmen in den Bundesländern, für die als rechtliche Grundlage folgende Unterlagen gelten:

- Landesentwicklungsplan/Landesplanungsgesetz – durch diese Unterlagen werden die Raumordnung und Raumentwicklung für das Gebiet des betroffenen Bundeslandes vorgegeben.
- Regionalpläne/ – sie umfassen einen Teil des Bundeslandes und konkretisieren den Landesentwicklungsplan.
- Braunkohlenpläne als Sanierungsrahmenpläne oder Sanierungspläne – sie umfassen Braunkohlebergbaugebiete, Sanierungskonzepte und Folgenutzungen für diese Gebiete.

Das Bundesland Sachsen ist in 4 Planungsregionen eingeteilt: Südsachsen, Westsachsen, Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Oberlausitz/Niederschlesien. In jeder Region existiert ein Planungsverband. Im Kontext der Rekultivierung und Sanierung von Abbaugebieten wird zum Beispiel in der Regionalplanung für Oberlausitz/Niederschlesien bestimmt, welche nachbergbauliche Landschaften für Landwirtschafts-, Forst- und Wassererholungs-nutzungen oder Lagerung von Abfall zu rekultivieren und nutzbar zu machen sind (Regionaler Planungsverband ... 2010, Cygan-Korecka 2014). Im Rahmen der geplanten Tourismus- und Erholungsnachnutzungen in der Region Oberlausitz/Niederschlesien wurde in der Regionalplanung auf die Tagebaurestseen (Geierswalder, Partwitzer, Sabrodter, Spreetaler, Bärwalder und Berzdorfer See) sowie den Geopark Muskauer Faltenbogen als Schlüsselstandorte für die Entwicklung

2 Die Umstrukturierung des Braunkohlenbergbaus erfolgte auch im Mitteldeutschen Revier, d. h. im Sanierungsbereich der LMBV.

3 Derzeit sind die Rekultivierungsfragen ein Teil der Braunkohlenpläne zur weiteren Entwicklung der Tagebaue. In der Umstrukturierungsphase des Braunkohlenbergbaus mussten aber die Sanierungspläne getrennt erarbeitet werden, da für die geschlossenen, bzw. zu schließenden Tagebaubereiche eine vollständige Neuordnung der Raumnutzung, unter Abkehr von der alten Planung aus DDR-Zeiten erforderlich war.

des Erholungstourismus sowie den Bau der Wasserinfrastruktur und der schiffbaren Überleiter zwischen den einzelnen Seen hingewiesen. Somit konnten die Erholungstourismusfunktionen der Restlochseen mit den schon bestehenden Tourismus- und Kulturangeboten (auf Lokal- und Regionalebene) verknüpft werden (Cygan-Korecka 2015).

Insbesondere ist der Bau der schiffbaren Kanäle im Lausitzer Braunkohlerevier von großer Bedeutung für die Entwicklung des Tourismus. Diese Aufgabe wird von der LMBV wahrgenommen, die 13 Überleiter mit einer Gesamtlänge von über 9 km (Abb. 2.1) geplant hat und derzeit sukzessive baut. Auf diese Weise entstand die größte anthropogene Wasserlandschaft Europas – das Lausitzer Seenland (Abb. 2.1 und 2.2).

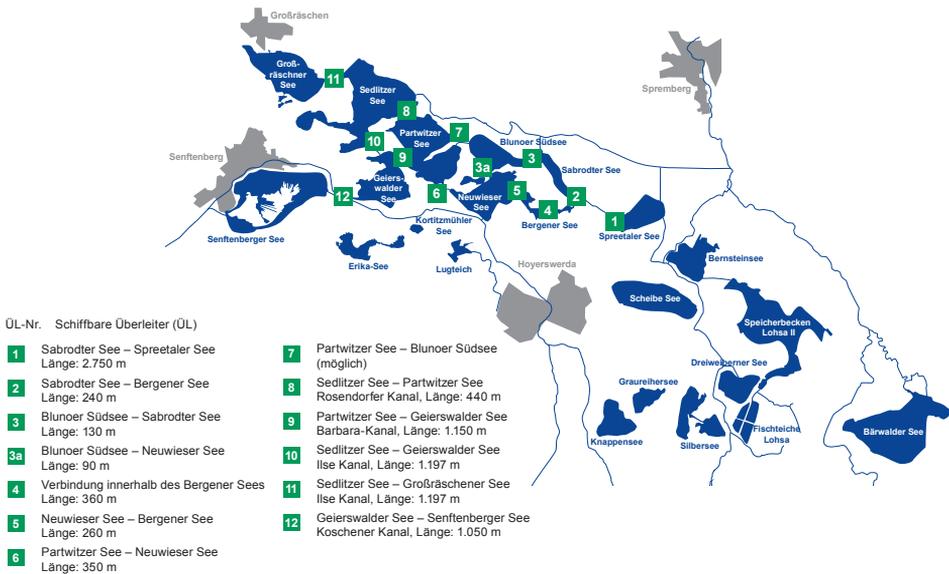


Abb. 2.1. Lausitzer Seenland mit dem Überleitersystem
Quelle: LMBV GmbH

Allgemein gesagt wurden für die Revitalisierung des Lausitzer Braunkohlereviere 3 Szenarien vorgesehen (Kuhn 2010):

- 1) **Sanierung als „Wiedergutmachung“.**
- 2) **Verzicht auf Sanierung, d. h. die Natur wird sich selbst überlassen;** Die ausgewählten Bergbaufolgelandschaften wurden von Ökoorganisationen aufgekauft und danach der freien Natur überlassen (z. B. Sielmanns Naturlandschaft Wanninchen).
- 3) **Die IBA – Internationale Bauausstellung** – ein auf der Nutzung des Potenzials der Bergbaufolgeseeen aufbauendes Sanierungsprogramm, entwickelt zur Milderung der Auswirkungen der Umstrukturierung der Bergbau- und Verarbeitungsindustrie. Im Rahmen des Programms „Die IBA – Internationale Bauausstellung“ wurden die ausgewählten und durch die LMBV rekultivierten Gebiete wieder nutzbar gemacht,

sodass dort die weitere sozial-wirtschaftliche Entwicklung erfolgen konnte. Die Initiative zur Schaffung dieses 10-jährigen Sanierungsprogramms entstand zu Ende der 1990er Jahre unter Politikern und Planern und wurde durch die LMBV unterstützt (Kuhn u. a. 2010, Kuhn u. a. 2012). Im Jahr 1998 wurde die IBA Fürst-Pückler-Land GmbH gegründet, deren Gesellschafter die kreisfreie Stadt Cottbus und der vier Landkreise aus Südbrandenburg Dahme-Spreewald, Elbe-Elster, Oberspreewald-Lausitz und Spree-Neiße waren. Ein Jahr später bekam die Idee zur Etablierung der IBA Unterstützung der Landesbehörden Brandenburgs, die finanzielle Zuwendungen gewährten. 2000 beschäftigte die IBA 15 Mitarbeiter und realisierte schon die ersten Projekte. Das Jahresbudget der IBA Fürst-Pückler-Land belief sich auf 1,4 Mio. EUR und setzte sich aus finanziellen Mitteln des Bundeslandes Brandenburg (ca. 83%) sowie der IBA-Gesellschafter (ca. 17%). Zusätzlich erhielt das IBA-Büro finanzielle Fördermittel aus dem europäischen Fonds EFRE, ausserdem im Rahmen des sog. „Verwaltungsabkommens Braunkohlesanierung“ und von Geldgebern (Ostrega 2013).

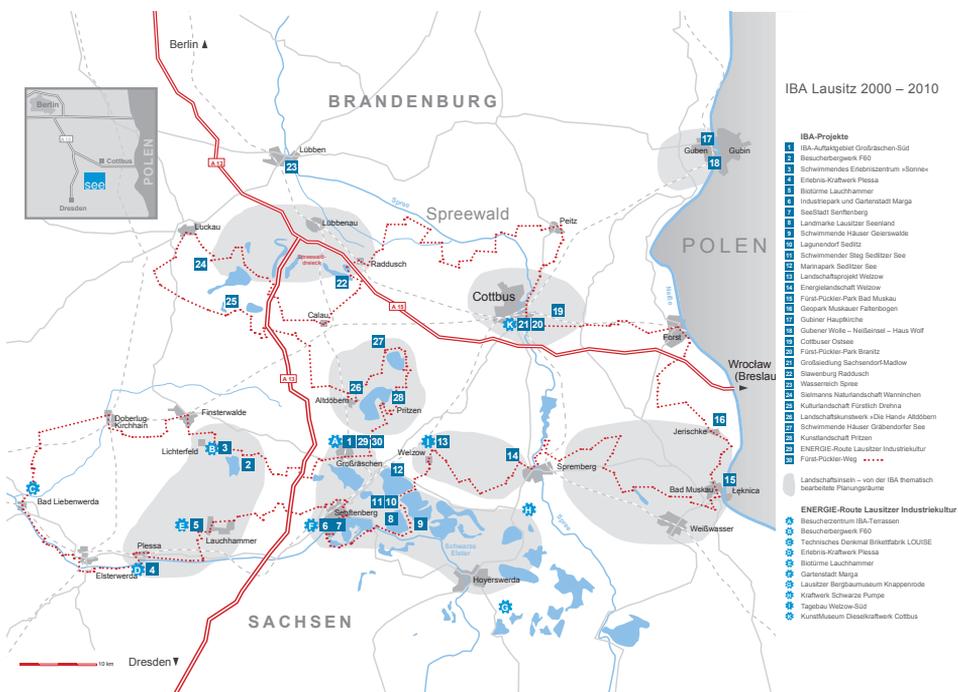


Abb. 2.2. Projekte und „Landschaftsinseln“ im Rahmen des Sanierungsprogramms IBA Fürst-Pückler-Land 2000–2010

Quelle: IBA Study House, 2019 <http://www.iba-see2010.de/en/index.html>

Die Gesellschaft hatte ihren Geschäftssitz im Verwaltungsgebäude des Tagebaus Meuro (heute Studierhaus) in Großräschen. Die Organisationsstruktur umfasste

sowohl die für Abwicklung und Betreuung von Projekten direkt zuständigen Bereiche als auch externe Partner, die den Aktivitäten des IBA-Büros eine sach- und organisationsbezogene Unterstützung (sog. Projekt-Qualitätskontrolle) leisteten sowie die Verwendung von Fördermitteln kontrollierten (Ostręga 2013).

Im Rahmen des Programms IBA Fürst-Pückler-Land wurden 30 Sanierungsprojekte in Form der neun "Landschaftsinseln" realisiert, die spezifische lokale Verhältnisse (z. B. industrielle Hinterlassenschaften, Landschaftskunst oder deutsch-polnische Partnerschaft) widerspiegeln. Als Projektbeispiele kann man u. a. das "Besucherbergwerk F60" oder das Projekt „Energie-Route Lausitzer Industriekultur“ nennen, zu dem 10 Objekte der Bergbau- und Verarbeitungsindustrie angehören (Abb. 2.2).

Im Ergebnis des 10-jährigen IBA-Sanierungsprogramms wurde den durch die industrielle Nutzung umgestalteten Flächen eine neue Qualität verliehen. Somit wurden Impulse für die Entwicklung des Tourismus gesetzt. Die Statistiken, denen wachsende Touristenzahlen zu entnehmen sind, bestätigen den Erfolg der gemeinsam durch die LMBV und Naturschutzorganisationen geführten Rekultivierungsmaßnahmen und parallel dazu realisierten IBA-Sanierungsmaßnahmen. Derzeit prüft man im Rahmen des Projektes INKULA die neuen Entwicklungsmöglichkeiten für das Industrieerbe der Region, angepasst an Tourismusnachnutzungen (mehr dazu im Kapitel 3 dieser Monographie).

2.3. Raumplanung und Sanierung in Polen

Die Raumplanung vollzieht sich in Polen genauso wie in Deutschland auf drei Ebenen (nationale, regionale und lokale Ebene), wobei aber hier die Dokumente der lokalen Ebene im Mittelpunkt stehen⁴.

Die in der Tabelle 2.1 dargestellten Unterlagen sollten in Wechselwirkung zueinander stehen, um die zu erwartenden Ergebnisse zu bringen. Es wurde allerdings kritisiert, dass die Raumplanung und die Sozial- und Wirtschaftsplanung miteinander nicht integriert sind, dass die Sanierung der Industriefolgelandschaften bzw. geeignete Instrumente zur Erleichterung der Investitionen auf diesen Flächen keine Beachtung finden (Siemiński und Topczewska 2008). Die Änderungen zur Verflechtung der Raumordnung mit der Sanierung schreiten derzeit zwar voran, sie beziehen sich aber vor allem auf die Städte. Bemerkbar ist auch die Zunahme der Unterlagen von allgemeinem und deklarativem Charakter (Strategien) statt konkreter Programme, ausgerichtet auf die Lösung von Problemen, mit detaillierten Informationen zum Programmgegenstand, zum zuständigen Rechtsträger und Zeitplan sowie zu Finanzierungsquellen.

Im Kontext der auf die Sanierung ausgerichteten Programme soll an das **Regierungsprogramm für die Industriefolgelandschaften** erinnert werden. Das Programm wurde **im Jahr 2004** zwar verabschiedet, aber nicht realisiert. Aufgrund der begrenzten finanziellen Kapazitäten wurde der Programmumfang auf die Rekultivierung der Gebiete eingeschränkt,

4 Wegen der Anzahl verschiedener Pläne.

die Gefahren für Leben und Gesundheit von Menschen mit sich bringen. Aufgenommen wurden in das Programm auch Zusammenballungen von Industriefolgelandschaften, begleitet zusätzlich von sozialen Problemen als Folge der Umstrukturierung der Industrie.

Tabelle 2.1. System der Strategie- und Planungsunterlagen in Polen (eigene Ausarbeitung)

	Strategieunterlagen	Planungsunterlagen	Sanierungspläne/-programme
Staat	Strategie für verantwortungsvolle Entwicklung Nationale Strategie für Regionale Entwicklung 2030 5 überregionale Strategien 9 integrierte Strategien	Nationale Raumordnungskonzeption	Regierungsprogramm für Industriefolgelandschaften 2004 (nicht realisiert) Programm für Schlesien, 2017
Woiwodschaft	Entwicklungsstrategie für die Woiwodschaft 2020 Subregionales Entwicklungsprogramm 2020	Raumordnungsplan für die Woiwodschaft	Keine
Landkreis	Entwicklungsstrategie für den Landkreis	Nicht erforderlich	Keine
Gemeinde	Entwicklungsstrategie für die Gemeinde	Studie der Rahmenbedingungen und Perspektiven für Raumordnung auf Gemeindeebene* Lokaler Flächennutzungsplan** ODER Lokaler Abbaufächennutzungsplan*** ODER Lokaler Sanierungsplan**** Bauvorbescheid ODER Standort-Bescheid für das Bauvorhaben öffentlichen Zwecks*****	Gemeinde-Sanierungsprogramm (fakultativ)

*obligatorisch; **fakultativ bis auf bestimmte Ausnahmen; ***verabschiedet immer, wenn relevante Auswirkungen der Bergbautätigkeit auf die Umwelt zu erwarten sind, er umfasst die Abbaufäche im Sinne der Vorschriften des Geologie- und Bergbaurechtes; ****fakultativ, er gilt für das Sanierungsgebiet, das sich aus dem verabschiedeten Gemeinde-Sanierungsprogramm ergibt; *****Bescheide, erlassen beim fehlenden lokalen Sanierungsplan

Pilotmaßnahmen sollten die Abbaugelände von Steinkohle, metallhaltigen Mineralien sowie Industriefolgelandschaften umfassen, die in großen städtischen

- 5 Strategie für sozial-wirtschaftliche Entwicklung Ostpolens bis 2020; Entwicklungsstrategie Südpolens bis 2020; Entwicklungsstrategie Westpolens bis 2020; Entwicklungsstrategie Zentralpolens bis 2020 mit Perspektive 2030.
- 6 In Bearbeitung: Strategie für Innovationsfähigkeit und Effektivität der Wirtschaft; Strategie für Entwicklung des Humankapitals; Strategie für Transportentwicklung; Strategie Energiesicherheit und Umwelt; Strategie Ein leistungsfähiger Staat; Strategie für Entwicklung des sozialen Kapitals; Nationale Strategie für regionale Entwicklung – städtische Regionen, ländliche Räume; Strategie für nachhaltige Entwicklung der Dorfräume, Landwirtschaft und Fischerei; Strategie für Entwicklung des Systems der nationalen Sicherheit RP.

Ballungsgebieten liegen. Ausgewählte Pilotobjekte sollten einer Sanierung unterzogen werden, die aus EU-Fördermitteln sowie Mitteln des Staatshaushalts und des Nationalen Fonds für Umweltschutz und Wasserwirtschaft zu finanzieren war. Parallel dazu war geplant, ein Managementsystem für Industriefolgelandschaften zu erarbeiten. Dabei ist zu betonen, dass Pilotumsetzungen eine Grundlage für wissenschaftliche Forschungen bilden sollten, und diese hatten die Vervollkommnung der Sanierungsprozesse sowie die Entwicklung der Sanierungs- und Rekultivierungsfirmen zu ermöglichen. Festgelegt wurde ein Ausführungszeitplan mit Fristen, geplanten Kosten und Finanzierungsquellen. Wie vorerwähnt, wurde das Programm – bis auf eine Ausarbeitung mit der Datenbasis der Industriefolgelandschaften in der Woiwodschaft Śląsk [Schlesien] – nicht realisiert. Abgesehen von einigen kleinen Mängeln war das Programm methodologisch gut vorbereitet und in die richtigen Strukturen eingebettet, d. h. es wurden das Umweltministerium (Koordination und Aufsicht) sowie Marschallämter und Kommunalbehörden (Auswahl und Abwicklung der Pilotprojekte) involviert. Es ist bis jetzt das einzige Programm mit einer komplexen Betrachtung der Industriefolgelandschaften, daher haben die Autoren diesem Thema viel Aufmerksamkeit gewidmet, obwohl das Programm nicht zur Ausführung gekommen ist. Mehr noch, die Autoren sind davon überzeugt, dass die einzelnen Strukturen dieses Programms in die derzeitigen Sanierungsmaßnahmen aufgenommen werden können.

Wie in der Einleitung erwähnt, sind die strategischen Maßnahmen mehr auf Regionen, deren Potenziale und Probleme zu fokussieren. Daher wurden in der **Nationalen Strategie für Regionale Entwicklung (NSfRE) 2030** die Systemrahmen für die Regionalpolitik vorgegeben, die als koordinierte Maßnahmen der Regierung, der Kommunalbehörden aller Ebenen sowie der Sozial- und Wirtschaftspartner zur Entwicklung der einzelnen Territorien verstanden werden (NSfRE 2018). Neben diesem Dokument arbeitet man an überregionalen Strategien für zwei oder mehrere Woiwodschaften, die gemeinsame Ziele verfolgen, bzw. ähnliche Naturverhältnisse oder Geschichte besitzen. Beispielsweise wurde in der **Strategie zur Entwicklung der südpolnischen Woiwodschaften Małopolska [Klempolen] und Śląsk [Schlesien]** (2014), die, wie wohlbekannt ist, mit der Bergbauindustrie in einem engen Zusammenhang stehen, unter den vorgegeben Zielen u. a. die Sanierung der historischen Industriebauten und ehemaligen Industrieflächen in städtischen Gebieten mit Ausrichtung auf die Entwicklung der Freizeitdienstleistungen oder die Präsentation der historischen Bergbauobjekte formuliert. Aus den eingeholten Informationen zum Stand der Strategieumsetzung geht aber hervor, dass gemeinsame diesbezügliche Maßnahmen nicht unternommen wurden.

Die Nationale Raumordnungskonzeption 2030 (NROK 2011) gilt als strategisches Dokument und gibt eine zwanzigjährige Zukunftsvision vor. Bezogen auf die Sanierung empfiehlt man hier die Ermittlung von Brachflächen (Industriefolgelandschaften, ehemalige Militärgelände und städtische Industrieflächen) sowie die Qualitätsvalidierung von Vorteilen der Nutzung auf Regionalebene. Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme sollten sich in Raumordnungsplänen der einzelnen Woiwodschaften dadurch

widerspiegeln, dass konkrete Flächen in komplexe Sanierungsprogramme und regionale Investitionsprogramme aufgenommen werden, wobei sich diese Programme in die Strategie der lokalen und regionalen Entwicklung einfügen. Die empfohlene Ermittlung der Flächen und deren Validierung wären von großer Bedeutung sowohl für die aktive Industrie als auch die Industriefolgelandschaften. Leider kommen diese Vorgaben – wenigstens in der Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen] – nicht zur Anwendung.

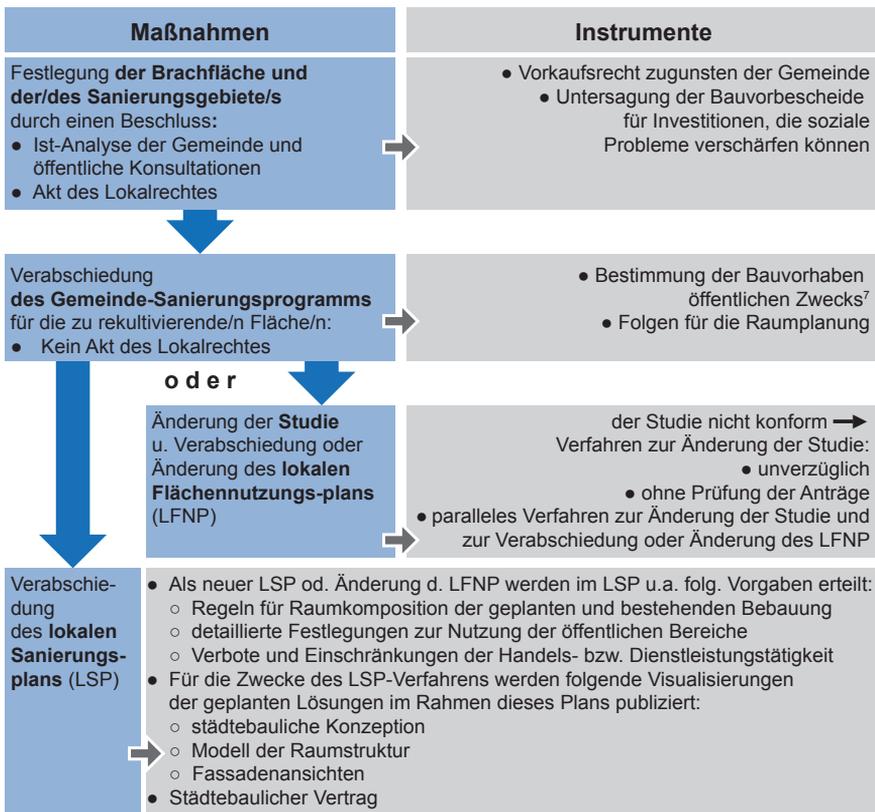


Abb. 2.3. Maßnahmen, Dokumente und Instrumente, eingeführt durch das Sanierungsgesetz
 Quelle: eigene Ausarbeitung

2014 wurden im Ministerium für Infrastruktur und Nationalentwicklung die Voraussetzungen für den Sanierungsplan 2022 erarbeitet. Dieser Plan sollte ein Paket

⁷ Mit der Verabschiedung des Sanierungsgesetzes wurde der Katalog öffentlicher Zwecke nach dem Art. 6 des Immobilienwirtschaftsgesetzes (bereinigte Fassung 2018) um folgende Schwerpunkte erweitert: Aussonderung von Grundstücken zum Anlegen von öffentlich zugänglichen Gehwegen, Plätzen, Parks, Promenaden oder Boulevards sowie deren Einrichtung, einschließlich Bau und Umbau.

konkreter Systemlösungen darstellen und aus vier Modulen (Unterlagen, Gesetzgebung, Unterstützungsinstrumente sowie Information und Bildung) bestehen. Der Sanierungsplan 2022 ist zwar nie entstanden, manche seiner Voraussetzungen wurden aber in die Rechtsordnung und zwar in das neue Sanierungsgesetz (2015, hier 2018) sowie die Novellierungen der Gesetze über Raumplanung/-ordnung (2003, hier 2018) und Immobilienwirtschaft (1997, hier 2018) übernommen.

Gewidmet ist das Sanierungsgesetz hauptsächlich den bewohnten städtischen Gebieten und nach der erfolgten Erfüllung bestimmter Voraussetzungen⁸ auch unbewohnten Industriefolgelandschaften. Es werden relevante Änderungen für die Raumplanungspolitik auf Lokalebene sowie neue Sanierungsinstrumente eingeführt (Abb. 2.3).

Das Gesetz bestimmt die Regeln und das Vorgehen zur Vorbereitung, Führung, Überwachung und Bewertung der Sanierung, verstanden meistens als Lösung von gesellschaftlichen sowie Umwelt-, Wirtschafts-, räumlich-funktionellen und technischen Problemen. Nach Maßgabe des Gesetzes soll die Sanierung komplex, im Sinne der integrierten Maßnahmen zugunsten der Lokalbevölkerung, Raumordnung und der Wirtschaft erfolgen. Zugleich wird durch das Gesetz die Fläche der zu rekultivierenden Gebiete begrenzt. Diese darf 20% der gesamten Gemeindefläche nicht überschreiten und kann von maximal 30% der Gesamtbevölkerung der betroffenen Gemeinde bewohnt werden. Obwohl das Gesetz zulässt, dass das Gemeinde-Sanierungsprogramm mehrere zu rekultivierende Flächen gleichzeitig umfasst, erfordert es keine Kohärenz, verstanden als Harmonisierung der Folgenutzungen in den wieder nutzbar gemachten Gebieten nicht nur innerhalb der Gemeinde, sondern auch gemeindeübergreifend. Spielt dieser Faktor bei städtischen Gebieten eher eine geringere Rolle, so ist er bei Industriefolgelandschaften schon von sehr großer Bedeutung, denn diesen werden im Rahmen der fortschreitenden Sanierung neue Nutzungsfunktionen verliehen. Daher ist es so wichtig, dass die „punktmäßigen“ Eingriffe durch die komplexen Maßnahmen ersetzt werden. Diese Komplexität bezieht sich nicht nur auf die Art dieser Maßnahmen, sondern auch die Kohärenz der einzelnen Folgenutzungen auf einem größeren Territorium.

Als neues Werkzeug kann der lokale Sanierungsplan viel größere Auswirkungen als der lokale Flächennutzungsplan, z. B. durch die Untersagung der Handeltätigkeit aufgrund des Schutzes eines Baudenkmals oder durch die angeforderten städtebaulichen Ausarbeitungen und Visualisierungen der einzelnen Lösungen haben. Auch durch die gesetzliche Einführung des Vorkaufsrechtes zugunsten der Gemeinde wird die Sanierung der Brachflächen leichter. Aufgrund einer relativ kurzen

⁸ Voraussetzung für die Einstufung einer Industriefolgelandschaft als ein Sanierungsgebiet ist, dass auf dieser Fläche Maßnahmen zum Abbau der negativen sozialen Erscheinungen (Arbeitslosigkeit, Armut, Kriminalität, niedriges Bildungs- und Sozialkapitalniveau, unzureichende Teilhabe der Lokalbevölkerung am öffentlichen und kulturellen Leben) durchgeführt werden können.

Gültigkeitsdauer des Gesetzes lassen sich die vorgenannten Instrumente noch nicht bewerten. Mit überzeugender Sicherheit kann man aber feststellen, dass das Gemeinde-Sanierungsprogramm allgemein bekannt ist und relativ oft bearbeitet wird, denn es bildet die Grundlage für die Beantragung von EU-Fördermitteln.

2.4. Raumplanung und Regionalentwicklung im Kontext der Sanierung in der Woiwodschaft Małopolska [Kleipolen]

Die Region Małopolska [Kleipolen] ist reich an natürlichen Ressourcen. Dazu zählen u. a. Zink- und Bleierz, Steinkohle, Erdöl, Salz⁹, Kalksteine, Dolomite, Diabas- und Porphyrgesteine, Sandsteine, Torf, Tonrohstoffe, Sande und Kiese, Mineralwasserquellen. Durch die seit mehreren Jahrhunderten geführte Abbautätigkeit werden die Landschaften der Region neu umgestaltet, deren Biovielfalt und Kulturreisourcen (Industriererbe) angereichert. Małopolska [Kleipolen] gilt aber nicht als typische Bergbauregion, sondern eher als Zentrum des Tourismus, obwohl zu den wichtigsten Destinationen der Region die historischen Salzbergwerke Wieliczka und Bochnia¹⁰ gehören.



Abb. 2.4. Steinbruch *Liban* – Silos u. Verladeanlagen, sog. „Kalkgalerien“
Foto: A. Ostrega

Małopolska [Kleipolen] hat ein viel größeres Potenzial für die Entwicklung des Industriererbe-Tourismus, es wird aber nicht wahrgenommen und so gehen die Chancen für eine richtige Verwertung dieses Potenzials verloren. Denkt man an historische Werte oder komplementäre Eigenschaften, so ist ein im Raum Gorlice

⁹ Der Salzabbau ist schon von historischer Bedeutung, zur Herstellung von Salz wird immer noch die aus Hohlräumen der Salzbergwerke stammende Sole verwendet.

¹⁰ Gesamte Besucherzahl im Jahr: fast 2 Mio.

gelegener Bergbauindustriekomplex mit Verwaltungs- und Wohngebäuden, Schlössern und Mausoleen der berühmten Mineralindustriellen nicht zu überschätzen. In der Gemeinde Sękowa bei Gorlice wurde die weltweit erste Erdölmine¹¹ betrieben und Łukasiewicz machte eine bahnbrechende Entdeckung – Destillation von Rohöl nicht in Laborverhältnissen. Somit schuf er die Grundlagen für die Entwicklung der Erdölindustrie¹² (Ostręga 2012). Die Gegend von Olkusz, die silberne Stadt genannt, steht seit dem 12. Jahrhundert mit der Gewinnung von Edelmetallerzen in einem engen Zusammenhang (Łabęcki 1841 und nach ihm Mikoś 2005). Die ältesten Abbauhohlräume können über die Kellergeschosse der historischen Miethäuser erreicht werden und die Abbauräume der neueren Zeit mit Tagesanlagen sind in benachbarten Orten verstreut. In Krakau befinden sich zwei Kalksteinbrüche, deren Geschichte von besonderer Art ist. Dabei geht es nicht nur um Kultur- und Naturwerte (erhaltene Relikte der Kalksteinindustrie im Steinbruch *Liban*), sondern auch historische Ereignisse. Während des 2. Weltkrieges arbeitete im Steinbruch *Zakrzówek* als Schießhauer Karol Wojtyła (heute Hl. Johannes Paul II.), und im Steinbruch *Liban* befand sich ein Straflager des Baudienstes, in dem viele Häftlinge ums Leben kamen (Abb. 2.4 und 2.5).

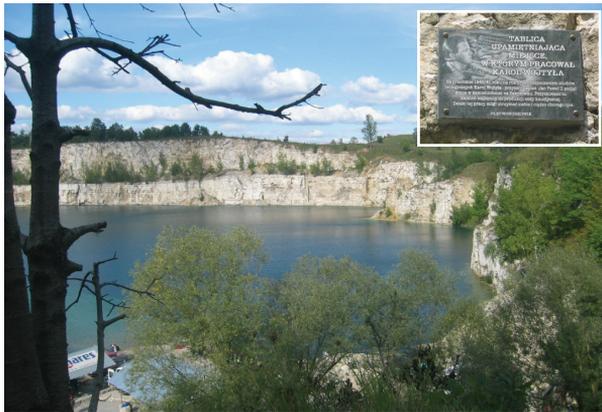


Abb. 2.5. Steinbruch *Zakrzówek* und Gedenktafel zur Arbeit von Karol Wojtyła
Foto: A. Ostręga

11 Im Jahr 1852 hat Fürst Stanisław Jabłonowski beim Bergbaugericht Wieliczka eine Konzession mit Ausschließlichkeitsrecht für das Abbaufeld *Pusty Las* [Lehrer Wald] in der Gemeinde Sękowa bei Gorlice eingeholt. Dies war gleichbedeutend mit der Inbetriebnahme der weltweit ersten Erdölmine, in der Rohöl nach industriemäßigen Methoden gewonnen wurde (Rogawski 1894).

12 R. Überman betont, die bahnbrechende Bedeutung der von Łukasiewicz erfolgreich gemeisterten Destillation von Rohöl in der damaligen Industrieepoche liegt nicht in der Verwendung von Petroleum für Beleuchtungszwecke, sondern in der Schaffung der Grundlagen für das Erdöl-Verarbeitungsverfahren. Meistens wird aber als historisches Ereignis die Anzündung der weltweit ersten Erdöl-Straßenlaterne im Stadtteil Zawodzie von Gorlice im Jahr 1854 „vermarktet“ (Ostręga u. a. 2008).

Diese auf regionaler und nationaler Ebene einzigartige industrielle Hinterlassenschaften sind vernachlässigt, so dass die vorhandene Infrastruktur allmählich verschwindet¹³. Im Raumordnungsplan für die Woiwodschaft wurde keine der vorgenannten ehemaligen Industrieanlagen (bis auf die Salzbergwerke Wieliczka und Bochnia) als „wichtigste Industrie- und Technikdenkmäler“ eingestuft. Dies ist höchstwahrscheinlich auf den mangelnden formellen Denkmalschutz zurückzuführen.

Eine andere Art der nachbergbaulichen Landschaften sind geflutete Restlöcher, entstanden nach dem eingestellten Sand- und Kiesabbau. Konzentriert befinden sich in der Gegend von Tarnów, Zator und Brzeszcze (Abb. 2.6).



Abb. 2.6. Anhäufungen der Kiesrestlöcher in der Gegend von Brzeszcze, Zator und Tarnów
Quelle: Google maps

Demgegenüber wird im **Raumordnungsplan für die Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen]** (ROPfWM) der Sanierung viel Aufmerksamkeit nicht nur im Kontext der Rekultivierung von Brachflächen, sondern auch des Potenzials von Industriefolgelandschaften gewidmet. Im ROPfWM formuliert man Anforderungen, Einschränkungen und Empfehlungen in Bezug auf die Programme und politischen Maßnahmen, die von den für das Raumordnungsverfahren zuständigen Rechtsträgern, insbesondere kommunalen Behörden auf Gemeindeebene zu realisieren sind.

Im ROPfWM macht man auf das sog. „räumliche Recycling“ aufmerksam, verstanden als Wiedernutzbarmachung von Industriefolgelandschaften und sonstigen Brachflächen. Zu diesem Zweck wäre die in der Nationalen Raumordnungskonzeption empfohlene Ermittlung von durch die Industrietätigkeit degradierten Flächen sehr

¹³ Es ist zu betonen, dass im Unterschied zum Raum Gorlice, dessen Erdölindustrie-Erbe öffentlich kaum verbreitet ist, andere Museen und Museumsdörfer für sich selbst als „Wiege der Erdölindustrie“ werben – z. B. historische Erdölminen in Bóbrka 1854 (Polen), sowie in Pennsylvania 1859 oder West Virginia – 1860 (Ostręga 2012). In den letzten Monaten (d. h. in der 2. Hälfte 2019) erschienen die Chancen für die Revitalisierung des Steinbruchs *Liban* in Krakau.

brauchbar. Dann könnte man für die einzelnen Industriefolgelandschaften bestimmte Maßnahmen (z. B. Rekultivierung, Denkmalschutz, Anpassung an erforderliche Nutzungsfunktionen, u. ä.) vorgeben. In Małopolska [Kleinpolen] liegt aber ein derartiges Dokument nicht vor.

Liest man den ROPFWM aufmerksam durch, so kann man darin erkennen, dass sich die Industriefolgelandschaften für die Erfüllung vieler, verschiedener Funktionen eignen und sich somit in die vorgegebenen Ziele einfügen lassen. Hier einige Beispiele dafür:

- Entwicklung des Freizeitindustrie-Sektors – laut dem Dokument können zur Entwicklung einer derartigen Funktion die Industriefolgelandschaften, einschließlich der ehemaligen Bergbauflächen eingesetzt werden, die ein Potenzial z. B. für die aktive Erholung bieten.
- Erweiterung des touristischen Angebotes durch die Verleihung der neuen Funktionalitäten den Objekten, die ihre bisherigen Eigenschaften verlieren; dies gilt z. B. für ehemalige Industrieobjekte, die einerseits neue Kultur-, Tourismus- und Erholungsdienstleistungen erbringen, und andererseits den interessanten historischen Kontext bewahren und diesen somit auch retten können.
- Schaffung neuer Arbeitsplätze – als Folge der Umwandlung von Industriefolgelandschaften, einschließlich der ehemaligen Bergbauflächen (bei den zweitgenannten Gebieten wird im Dokument auf den westlichen Teil der Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen] hingewiesen) und deren Anpassung an Nachnutzungen (Investitionen, Erholungstourismus).
- Erweiterte Nutzung der Wasserspeicherkapazitäten von Restlochseen in Retentionsräumen – in diesem Fall wird im Dokument darauf zwar nicht hingewiesen, nicht-destotrotz könnten die Restlöcher an derartige Funktionen angepasst werden.

Es ist zu betonen, dass man als Wertschöpfung der sanierten Industriefolgelandschaften folgende Maßnahmen und Leistungen bezeichnen kann:

- „Räumliches Recycling“ durch Wiedernutzbarmachung der aufgrund der Industrietätigkeit vorher umgestalteten Flächen.
- Diversifizierung des Tourismusangebotes für die Region, d. h. die Touristenströme sollen nicht nur die populärsten Destinationen erreichen, sondern sind auch zu attraktiven, entsprechend adaptierten, ehemaligen Industrieflächen zu lenken.
- Begrenzung der übermäßigen Ausbreitung von urbanen ländlichen Gebieten durch entsprechende Nutzbarmachung von Industriefolgelandschaften.
- Wirtschaftliche Aktivierung der städtischen und ländlichen Räume durch Einbeziehung der Lokalbevölkerung und Schaffung neuer Arbeitsplätze als Folge der Nutzbarmachung von Industriefolgelandschaften.
- Ausgleich der wirtschaftlichen Entwicklung unter Aufrechterhaltung der Umwelt- und Landschaftsschutz-Standards.

Diese Aspekte sind auch als Erfüllung der im ROPFWM formulierten Ziele zu verstehen.

Die meisten Restlochseen in der Gegend von Tarnów liegen in geschützten Landschaftsräumen. Einer davon der Naturpark Radłów/Wierzosławice, im ROPFWM¹⁴ das Schutzgebiet Radłów genannt. Nach Maßgabe des ROPFWM sind die raumordnungsplanerischen Festlegungen u. a. auf die Rekultivierung der Restlöcher mit mehreren Nutzungsgarten im Rahmen einer räumlich-funktionellen Gesamtkonzeption auszurichten, wobei diese Konzeption die Naturschutz- und Biodiversitätsbelange sowie den Schutz der Ökotonbereiche vor Urbanisierung und den Hochwasserschutz zu berücksichtigen hat. Das Projekt Tarnower Seenland, das u. a. im Bereich einer der Kiesgruben von Radłów geplant ist, erfüllt diese Anforderungen. Es ist aber nicht sicher, ob das Projekt in der geplanten Form realisiert wird (siehe hierzu Kap. 4 dieser Monographie).

Von Schlüsselbedeutung sollte für die Abwicklung der integrierten Projekte in den einzelnen Regionen das Subregionale Entwicklungsprogramm bis 2020 sein, bestimmt für Bottom-up-Initiativen des kommunalen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Sektors. Zur besseren Ausnutzung der internen Differenziertheit der Woiwodschaft wurde diese in 5 Subregionen geteilt. Das Programm sollte das Engagement und die partnerschaftliche Zusammenarbeit im Rahmen der realisierten, für die Entwicklung der einzelnen Regionen wichtigen Bottom-up-Initiativen stärken. Diese Initiativen sollte günstige Verhältnisse für die Entstehung von neuen Arbeitsplätzen schaffen, die auf der Ausnutzung und Entwicklung der endogenen Potenziale der Gebiete (verstanden als räumliche sowie Natur- und Kulturressourcen) basieren. Gemeinsame Vorhaben waren während eines subregionalen Forums abzustimmen und zu deren Abwicklung wurde eine getrennte Ressourcenallokation im Regionalen Operativen Programm der Woiwodschaft Małopolska [Klempolen] für die Periode 2014–2020 eingerichtet. Somit konnte diese Initiative als ein besonderes Programm z. B. zur Sanierung der gefluteten Restlöcher oder Anpassung des Industrieerbes an Folgenutzungen funktionieren. Voraussetzung war jedoch, dass die Kommunalbehörden und Unternehmer diesen Maßnahmen eine Schlüsselrolle zusprechen.

Im Fall der Subregion Tarnów hat sich diese Verfahrensform nicht bewährt. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 10 Projektaufträge eingereicht, in denen die beantragten Fördermittel die allokierten Mittel um das Doppelte überstiegen. Nur 3 Projektaufträge bezogen sich auf eine abgestimmte und kohärente Initiative (das Tarnower Seenland) und umfassten insgesamt 11 Projektnutznießer (öffentliche und private Partner). Die sonstigen Projektaufträge, die als interne Konkurrenz zu verstehen waren, hatten in den meisten Fällen keinen partnerschaftlichen Charakter, und falls doch, dann bildeten sie eine Sammlung von zufälligen Subprojekten. Alle Projektaufträge wurden

¹⁴ Die Komplexe der urbanen und Naturgebiete bilden eine komplizierte Raumstruktur, bestehend aus den sog. Knoten und deren Verflechtungen. Als Knoten der Komplexe urbaner Gebiete gelten die Städte, verbunden miteinander mit Transport- und Infrastruktursystemen. Als Knoten der Naturgebiete gelten die Flächen mit wertvollsten Ressourcen, angeschlossen an Biotopverbundsysteme (ROPFWM 2018).

aber durch das Forum der Subregion Tarnów freigegeben¹⁵. Die Freigabe der Projektaufträge war übrigens die Grundvoraussetzung für die Beantragung der EFRE-Mittel. Im Wettbewerb 2016 wurden die Fördermittel nur für 2 Projektanträge gewährt, die sich aus vorgeschlagenen, zufälligen Subprojekten zusammensetzten. So wurde die Chance für die Realisierung der gemeinsamen oder abgestimmten Projekte nicht genutzt. Die Hauptursache war der Mangel an Kooperation der lokalen Partner für die wichtigsten Projekte in der Subregion.

2.5. Vorgeschlagene Lösungen für Małopolska [Kleinpolen]

Anhand der Analyse der formell-rechtlichen Voraussetzungen und der gewonnenen praktischen Erfahrungen im Rahmen der Raumplanung und Sanierung auf Regionalebene können folgende Probleme zu identifiziert werden:

- Vorgaben des ROPfWM auf Lokalebene¹⁶ nicht realisiert.
- Qualitativ hochwertige, mit Umgebung harmonisierende Projekte (z. B. im Rahmen der Genehmigungs- oder Fördermittelverfahren) nicht durchgesetzt.
- Keine geeigneten Instrumente zur Ermutigung der potentiellen Investoren für Brachflächen, bzw. zur Unterstützung der überlokalen Zusammenarbeit vorhanden.

Zu den Strategie- und Planungsunterlagen auf Regionalebene kann man sich kritisch äußern, weil diese vage und zu weit gefasst sind, d. h. es fehlen hier konkrete neue Wiedernutzbarmachungsformen für die Industriefolgelandschaften. So muss man zu den schon gewählten Folgenutzungen greifen und diese als Schlüssellösungen einstufen. Dabei soll man sich von folgenden Kriterien leisten lassen:

- Gefahren für die Umwelt.
- Schutz des Industrieerbes.
- Potenzial für die sozial-wirtschaftliche Entwicklung.

Anders ist es in den deutschen Bergbauregionen. Dort sind die Sanierungskonzepte/-lösungen in den Planungsunterlagen schon vorhanden und die als strategisch für die Entwicklung des Erholungs- und Aktivtourismus eingestuften Tagebaurestseen sind mit Namen genannt. Eine solche Lösung, in Verbindung mit

15 Zum Forum gehörten Vize-Marschälle der Woiwodschaft, Landräte sowie Vertreter der kommunalen Selbstverwaltungsbehörden, Unternehmen, der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Organisationen, Kultur- und Wissenschaftseinrichtungen und uniformierten Dienste an.

16 Gemäß dem Gesetz für Raumplanung/-ordnung ist der Entwurf für die Studie der Rahmenbedingungen und Perspektiven für Raumordnung auf Gemeindeebene durch die Verwaltungsbehörde der Woiwodschaft zu begutachten und mit dieser Behörde abzustimmen. Die Abstimmung gilt für: Investitionen öffentlichen Zwecks, Perspektiven der Urbanisierung, Hochwasser- und Setzungsfließgefahren, Natur- und Landschaftsschutz sowie Ziele und Perspektiven der Lokalpolitik in Bezug auf Funktionsgebiete (Territorien). Im ROPfWM wurde der Raum der Region in sieben Territorien unterteilt, dabei wurden aber eher die sozial-wirtschaftlichen Prozesse und nicht die räumlichen Ressourcen der Woiwodschaft berücksichtigt. Somit werden durch die Industriefolgelandschaften weder die Grenzen noch die Entwicklungsperspektiven für die einzelnen Territorien bestimmt, die in lokalen Planungsunterlagen zu berücksichtigen sind.

den anderen, im Unterkapitel 2.1 beschriebenen Planungsmaßnahmen, hat sich in der Praxis bewährt.

Die in der Nationalen Raumordnungskonzeption empfohlene Bestandsaufnahme der Brachflächen könnte die räumlichen Dimensionen und das Potenzial der Industriefolgelandschaften aufzeigen sowie helfen, deren Gefährdungen abzuschätzen. Eine Valorisierung der Flächen und insbesondere der technischen Infrastruktur könnte es möglich machen, ihren historischen und architektonischen Wert zu ermitteln und auf dieser Grundlage einen nach Prioritäten gereihten Maßnahmenkatalog zu erstellen. Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen wurde ein Vorschlag mit den für Małopolska [Kleinpolen] und andere Bergbauregionen einsetzbaren Lösungen erarbeitet (siehe hierzu die Abb. 2.7).



Abb. 2.7. Aufstellung der Unterlagen auf Regionalebene unter Berücksichtigung der Industriefolgelandschaften und der Flächen, eingestuft als Schlüsselgebiete für die Sanierung
Quelle: eigene Ausarbeitung

Die vorgeschlagene Aufstellung der einschlägigen Unterlagen stellt eine Modifizierung des bestehenden Systems dar. Vorgeschlagen wurde eine gewisse Vereinfachung der Unterlagen-Struktur durch die Entfernung der Ist-Analyse der Region aus mehreren Unterlagen und deren Ersetzung durch eine detaillierte, systematisch aktualisierte Ist-Aufnahme, die eine Grundlage für verschiedene Ausarbeitungen bilden soll.

Außer der vorgenannten Bestandsaufnahme der Industriefolgelandschaften wäre es angebracht, Schlüsselprojekte¹⁷ zu ermitteln und diese anschließend in den Raumordnungsplan für die Woiwodschaft aufzunehmen. Somit müssen diese Projekte bei der die Allokation der Fördermittel bevorzugt werden, es sollte auch möglich werden, Anträge wettbewerbsfrei zu stellen, vorausgesetzt natürlich, dass dafür bestimmte Kriterien erfüllt worden sind. Hierzu sind insbesondere folgende Kriterien zu nennen: hohe Qualität der städtebaulichen und architektonischen Lösungen, Schutz des Kulturerbes sowie Natur- und Landschaftsschutz. Die mehrmals im ROPfWM

¹⁷ Derzeit gilt als Schlüsselprojekt das Vorhaben „Umgestaltung der Industrie- und Bergbaufolgelandschaften in West-Kleinpolen und deren Anpassung an neue Investitionsflächen sowie Gebiete für Erholungstourismus“.

wiederholten Postulate („räumliches Recycling“, Begrenzung der übermäßigen Ausbreitung von urbanen und ländlichen Gebieten, nachhaltiger Tourismus) könnten durch die Investitionen in die Industriefolgelandschaften erfüllt werden. Die Möglichkeit einer wettbewerbsfreien Einholung von Fördermitteln wäre ein Instrument, das die potentiellen Investoren dazu ermutigen würde, Sanierungsmaßnahmen auf Brachflächen¹⁸, in partnerschaftlicher Kooperation und Verwaltungsgrenzen übergreifend vorzunehmen. Ein Mangel an derartigen Maßnahmen ist immer noch spürbar.

2.6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das polnische System der Strategie- und Planungsunterlagen ist von einem Übermaß an allgemein formulierten Dokumenten geprägt. Das Problem betrifft vor allem den Bereich „Entwicklungsstrategie“. Von dieser Unterlagengruppe gibt es 16 (!) Typen auf nationaler Ebene, 2 in Regionen, 1 in Landkreisen, 1 in Gemeinden¹⁹. Demgegenüber sind die Planungsunterlagen auf lokaler Ebene mit 4 Typen am zahlreichsten vertreten. Zwar ist es so, dass die lokalen Flächennutzungspläne für die Abwicklung der Investitionen am wichtigsten sind, wenn aber darin die Vorgaben der übergeordneten Pläne ihre Widerspiegelung kaum finden, dann ist eine solche Gewichtung nicht günstig. Es ist noch hinzuzufügen, dass sich die Sanierungsvorgaben hauptsächlich auf die städtischen Gebiete beziehen. Sind darin die Industriefolgelandschaften mit enthalten, dann ohne definierte Funktionen, ohne konkrete Standorte.

Im Gegensatz dazu wird in Deutschland ein besonderes Augenmerk auf die Regionalplanungen sowie die Umsetzung von Maßnahmen in Regionen und Subregionen gelegt. Außerdem werden dort die aktiven Abbauflächen und Bergbaufolgelandschaften in einem viel größeren Ausmaß berücksichtigt. Für diese werden Sanierungsrahmenpläne aufgestellt und fortgeschrieben.

In Polen gibt es relativ wenig Instrumente, welche die Abwicklung von Sanierungsprojekten auf Brachflächen oder in Gebieten mit Industrieinfrastruktur erleichtern oder dazu ermuntern würden. Im Gegensatz zu Deutschland werden in Polen überhaupt keine, für die Sanierung der Bergbaufolgelandschaften bestimmten Programme, wie z. B. die IBA Fürst-Pückler-Land 2000–2010, angelegt.

Eine Analyse des Raumordnungsplans für die Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen] belegt, dass die Industriefolgelandschaften als eine Lösung vieler Probleme und Grundlage zur Realisierung von definierten Zielen (z. B. „räumliches Recycling“, erweiterte Nutzung der Wasserspeicherkapazitäten von Restlochseen in Retentionsräumen,

¹⁸ Gemeint sind hier die Wettbewerbe, bezogen nicht auf Sanierung von Industriefolgelandschaften, sondern Tourismus, Kultur, Dienstleistungen, Wohnwesen, u. ä., die in den Industriefolgelandschaften auch in Frage kommen können.

¹⁹ Zusätzlich gibt es auf einer jeden Verwaltungsebene des Staates die Sektor-Strategien (z. B. zur Entwicklung des Tourismus) und Programme (z. B. zum Umweltschutz). Darüber hinaus liegen verschiedene Ausarbeitungen, wie z. B. das NROK vor, die auch als strategische Unterlagen gelten.

Begrenzung der übermäßigen Ausbreitung von urbanen Gebieten, Erweiterung und Diversifizierung des Tourismusangebotes zur Lenkung der Touristenströme auch an weniger populäre Destinationen, Entwicklung des Freizeitindustrie-Sektors, Schaffung von neuen Arbeitsplätzen, u. ä.) angesehen werden könnten. Derzeit besteht aber zwischen den zu realisierenden, vorgenannten Zielen und den Industriefolgelandschaften nur ein geringer Zusammenhang.

In Anbetracht dessen wurde von den Autoren für Małopolska [Kleinpolen] eine Lösung vorgeschlagen, die auf einer Modifizierung und besseren Verflechtung der operativen, sowie Strategie- und Planungsunterlagen miteinander auf Regionalebene beruht. Dabei handelt es sich vor allem um: 1) Ergänzung der Unterlagen um die Bestandsaufnahme der Industriefolgelandschaften und die Valorisierung der technischen Infrastruktur und 2) Stärkung des Sanierungsmanagements durch Fördermittel, d. h. größere Unterstützung der Schlüsselprojekte (SP), die bestimmte Kriterien erfüllen, z. B. durch die Aufstellung einer vorläufigen Liste der SP. Einen viel größeren Wert als bis jetzt muss man auf Folgenutzungsstandards für ehemalige Brachflächen unter Einhaltung der Raumordnung und des Naturschutzes während der Abwicklung von Investitionen legen.

Die Überzeugung von der notwendigen Stärkung der rechtlichen und finanziellen Instrumente, einschließlich Kriterien zur Auswahl der zuschusswürdigen Projekte ergibt sich daraus, dass die Autoren keine guten praktischen Erfahrungen im Bereich der partnerschaftlichen Zusammenarbeit, auch Verwaltungsgrenzen übergreifend, bei einem Wettbewerb für die subregionalen Projekte in Małopolska [Kleinpolen] gesammelt haben. Die Hauptidee war damals eine Bottom-up-Initiative, bestehend aus gemeinsam abgestimmten partnerschaftlichen Schlüsselprojekten für die Subregion Tarnów, für welche die Fördermittel im operativen Programm vorgesehen wurden. Der Wettbewerb hat sich aber als interne Konkurrenz erwiesen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Region eine richtige Ebene für das Management des Sanierungsprozesses in Industriefolgelandschaften ist. Diese Ebene ermöglicht einen holistischen Blick sowohl auf die Probleme als auch Potenziale möglich und auf dieser Grundlage lassen sie die Schlüsselprojekte für die Woiwodschaft herausfiltern.

LITERATUR

- [1] Cygan-Korecka S. (2015): *Raumplanung als Instrument zur Sanierung von Bergbaufolgelandschaften*. Dissertation, Kraków.
- [2] Drebenstedt C., Kuyumcu M., Pietsch T. (2014): *Gesellschaftliche, natürliche und technische Rahmenbedingungen der Braunkohlesanierung*. In: Drebenstedt C., Kuyumcu M. (Hrsg.): *Braunkohlesanierung*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 7–72.
- [3] NROK – *Nationale Raumordnungskonzeption 2030*. Beschluss des Ministerrates vom 13. Dezember 2011.

- [4] NSfRE – *Nationale Strategie für Regionale Entwicklung 2030: Eine sozial-sensitive und territorial nachhaltige Entwicklung*. Entwurf vom 17. Dezember 2018.
- [5] Kuhn R. (2010): *Zehn Jahre IBA – Ein Blick nach vorn*. Konferenzdokumentation: Bergbau Folge Landschaft, 210–212.
- [6] Kuhn R., Rother U., Scholz B. (2010): *Neue Landschaft Lausitz*. Jovis Verlag GmbH. Berlin, 270.
- [7] Kuhn R., Wolf K.S., Müller R., Kabus P., Bartsch H., Hamm O.G., Scholz B., Kil W., Veihelmann T., Montalta J. (2012): *Redesigning Wounded Landscape*. The IBA Workshop in Luisatia. Jovis Verlag GmbH. Berlin, 195.
- [8] Mikoś T. (2005): *Methodik zur komplexen Revitalisierung, Adaptierung und Restaurierung der historischen Untertageanlagen unter Anwendung von Bergbautechniken*. Wissenschaftliche und Didaktische Hochschulverlage, Krakau, 348.
- [9] *Regierungsprogramm für Industriefolgelandschaften* (2004), angenommen durch den Ministerrat am 27. April 2004, Warschau, Umweltministerium.
- [10] ROPfWM – *Raumordnungsplan für die Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen]*. Anlage 1 zum Beschluss Nr. XLVII/732/18 des Woiwodschaftstages von Małopolska [Kleinpolen] vom 26. März 2018.
- [11] Ostreğa A. (Leit.) (2008): *Revitalisierungsprogramm für die Stadt Gorlice 2007–2015*. Beschluss Nr. 307/XXXII/2008 des Stadtrates Gorlice vom 29. Dezember 2008 zur Annahme des aktualisierten Revitalisierungsprogramms für die Stadt Gorlice 2007–2015.
- [12] Ostreğa A. (2012): *Erbe der Erdölindustrie im Raum Gorlice – Bedeutung, Erhaltungszustand und Revitalisierungsvorgaben*. Monatsschrift Przegląd Górniczy [Bergbau-Übersicht], 68, 7: 88–97.
- [13] Ostreğa A. (2013): *Organisatorische und finanzielle Sanierungsmodelle in Bergbauregionen*. AGH-Verlage, Krakau, Serie Abhandlungen und Monographien, 279: 205.
- [14] *Regionaler Planungsverband Oberlausitz–Niederschlesien 2010: Regionalplanung*. Region Niederlausitz-Niederschlesien.
- [15] *Entwicklungsstrategie für Südpolen bis 2020*. Beschluss Nr. 3 des Ministerates vom 08. Januar 2014.
- [16] Rogawski K. (1894): *Information über einen Erdölbohrturm aus dem Jahr 1852 in der Gemeinde Sękowa bei Gorlice*. Zeitschrift Nafta [Petroleum].
- [17] Schlenstedt J. (2014): *Bergbausanieierung unter Beachtung des deutschen und europäischen Umweltrechtes*. In: Gała M., von Bismarck F., Illing M. (red.): *Geotechnische und Umweltaspekte bei der Rekultivierung und Revitalisierung von Bergbaufolgelandschaften in Polen und Deutschland*. AGH-Verlage, Krakau, 298–310 (in PL und DE).
- [18] Siemiński W., Topczewska T. (2008): *Bewertung der Sanierungsprogramme/-projekte, realisiert im Rahmen der Maßnahme 3.3 „Städtische Brachflächen, Industriefolgelandschaften, ehemalige Militärgelände“ IOPfRE* [Integriertes

- Operatives Programm für Regionalentwicklung]. Schlussfolgerungen für die Zukunft. Institut für Raumwirtschaft und Wohnwesen Warschau.
- [19] SfVE – *Strategie für Verantwortungsvolle Entwicklung bis 2020 (mit Perspektive bis 2030)*. Beschluss des Ministerrates vom 14. Februar 2017.
- [20] *Subregionales Entwicklungsprogramm bis 2020*. Anlage zum Beschluss Nr. 1810/15ZWM vom 29. Dezember 2015. Krakau.
- [21] *Immobilienwirtschaftsgesetz vom 21. August 1997* (siehe hierzu poln. GBl. 2018 Pos. 2204)
- [22] *Gesetz vom 27. März 2003 über Raumplanung/-ordnung* (siehe hierzu poln. GBl. 2018 Pos. 1945).
- [23] *Sanierungsgesetz vom 09. Oktober 2015* (poln. GBl. 2018 Pos. 1398).

3. Status Quo und Ausblick zum Projekt „Infrastrukturimpulse für Industriekulturstandorte im Lausitzer Seenland“

Karsten Feucht, Aspasia Krause, Lucas Opitz

IBA-Studierhaus Lausitzer Seenland e.V.

3.1. Einleitung

Die Internationale Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land 2000–2010 war ein auf der Bergbausanierung durch die LMBV aufbauendes Zukunftsprogramm für die Braunkohleregion Lausitz in Südbrandenburg. Unter dem Motto „Identität bewahren“, „Zwischenlandschaft erleben“ und „Zukunft gestalten“ hat die IBA als Werkstatt für neue Landschaften mit 30 IBA-Projekten und weiteren EU-Projekten aufgezeigt, wie der Strukturwandel im Rahmen der Bergbausanierung positiv für die regionale Entwicklung genutzt werden kann (IBA Fürst-Pückler-Land GmbH i. L. 2010; 2011 a, b; IBA-Studierhaus Lausitzer Seenland e. V. 2016; ENERGIE-Route Lausitzer Industriekultur 2019).

Nach der IBA wurde der Geschäftssitz der IBA – das ehemalige Beamtenwohnhaus der Ilse-Bergbau-Aktiengesellschaft – zum IBA-Studierhaus umgebaut. Mit seinem Wissensfundus, seiner regionalen Vernetzung sowie einfachen Beherbergungsmöglichkeiten organisiert der IBA-Studierhaus Lausitzer Seenland e.V. Studienaufenthalte, Weiterbildungen, Tagungen und führt Regionalentwicklungsprojekte durch (Feucht 2014).

Mit dem aktuellen Projekt INKULA werden ein halbes Jahrzehnt nach dem Ende der IBA in einem für drei Jahre geplanten Prozess „Infrastrukturimpulse für Industriekulturstandorte im Lausitzer Seenland“ entwickelt. In Zusammenarbeit mit sechs Städten und Gemeinden im Lausitzer Seenland untersucht das IBA-Studierhaus Großräschen die Potenziale der Industriekultur an den jeweiligen Projektstandorten, deckt deren Entwicklungsmöglichkeiten auf und erarbeitet darauf basierend maßgeschneiderte Konzepte für ihre jeweilige infrastrukturelle Verbesserung.

3.2. Das Projekt INKULA

Die im Projekt INKULA betrachteten sechs Industriekulturstandorte sind das Amt Kleine Elster mit dem Besucherbergwerk F60 am Bergheider See, die Stadt Großräschen mit den IBA-Terrassen, die Stadt Uebigau-Wahrenbrück mit dem Technischen Denkmal Brikettfabrik LOUISE in Domsdorf, das Amt Plessa mit dem Kraftwerk und dem Kulturhaus, die Stadt Lauchhammer mit den Biotürmen und die Stadt Senftenberg mit dem Industriepark und der Gartenstadt Marga (INKULA 2019). Unterstützt wird die Arbeit durch Fördermittel aus dem brandenburgischen Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung sowie der Wirtschaftsregion Lausitz GmbH. Eine Lenkungsrunde aller beteiligten Partner tagt ca. halbjährlich, um einerseits die zu bearbeitenden Fragestellungen und Themenfelder einvernehmlich zu definieren und um andererseits das Erreichte zu evaluieren sowie die nächsten Schritte abzustimmen.

Das Projekt INKULA läuft von Mitte 2016 bis Mitte 2019. Die Bearbeitung des INKULA-Projektes erfolgt in sechs Arbeitsphasen: Für das erste Halbjahr der Projektlaufzeit stand die Bestandsaufnahme an allen Projektstandorten im Fokus. Ziel war es, für jeden Standort auf Grundlage vorliegender Unterlagen und Studien sowie Beratungsgesprächen und Workshops die Ist-Situation zu analysieren. Hierbei wurden auch Schwachstellen in den Nachnutzungs- und Betreiberkonzepten identifiziert. Am Ende des Jahres 2016 wurde mit der Phase „Konzeptentwicklung“ begonnen. In der dritten Phase forcierte INKULA die Konzeptentwicklung unter Beteiligung und Einbeziehung der weiteren Akteure. Für 2018 und 2019 ist die Erarbeitung konkreter Maßnahmen, deren Umsetzung und Präsentation geplant.

Als Zwischenergebnis zeigt sich, dass manche Standorte zu schwach sind, um langfristig die anfallenden Kosten für den Betrieb und die Bestandssicherung zu tragen. Die Evaluierung wirft die Frage nach dem „Wert“ bzw. der Wertschätzung von Industriekulturstandorten auf. Hierbei wird neben ihrer sozialen und kulturellen Bedeutung etwa ihre ökonomische Verwertbarkeit oder ihr räumlich-infrastrukturelles Angebot für weitergehende regionale Entwicklung betrachtet.

Neben dem Schutz des kulturellen Erbes rücken differenzierte, vielfältige Nutzungen im Kontext des Denkmals in den Fokus, die einerseits von der Bedeutung des Standortes inspiriert sind und gleichzeitig den Unterhalt des Denkmals finanziell mit ermöglichen. So können industrielle Hinterlassenschaften zu Keimzellen zukunftsweisender Entwicklungen werden (Feucht 2009).

3.3. Beispielhafte Vorstellung von drei Projektstandorten

3.3.1. Amt Kleine Elster OT Lichterfeld, Besucherbergwerk F60

Bei der F60 gab es von Anfang an seit dem Jahr 2002 eine vorbildliche Entwicklung mit durchschnittlichen Besucherzahlen von insgesamt rund 70.000

zahlenden Gästen pro Jahr (F60 2019). Die dabei gewonnenen Erfahrungen werden im Rahmen von INKULA für die anderen Standorte genutzt. Aus der mittlerweile weit fortgeschrittenen Bergbausanierung rund um die F60 ergeben sich neue Möglichkeiten und Notwendigkeiten in der Umfeldgestaltung, die in direkter Beziehung zur F60 und der Entwicklung der Kommune entstehen.

Als Ergebnis der Bestandsaufnahme wurde für die F60 ein Entwicklungskonzept zur besseren, infrastrukturell-funktionalen Verbindung des Ortes Lichterfeld mit dem Areal der F60 unter Einbeziehung des Bergheider Sees und seiner Umgebung in Angriff genommen. Hierfür ging man eine Kooperation mit der Hochschule Kaiserslautern ein, um die infrastrukturelle Konzeptentwicklung mittels eines Masterprojektes zu untersetzen (siehe Abb. 3.1). Auf Grundlage umfassender Recherche vorhandener Planungen, Statistiken und Konzepte wurden zahlreiche Vorschläge erarbeitet, wie der Gesamttraum um den Industriekulturstandort und insbesondere der Ort Lichterfeld infrastrukturell besser koordiniert werden könnte. So wurden die Verkehrsströme und Blickbeziehungen untersucht und funktionale, touristische Bezüge zwischen Dorf und Industriattraktion entwickelt.



Abb. 3.1. Präsentation der Hochschule Kaiserslautern in Lichterfeld mit Blick auf die F60
Foto: K. Feucht

Aufbauend auf den dabei erarbeiteten planerischen Vorschlägen – insbesondere in Hinblick auf die Defizite in der überörtlichen Anbindung durch den ÖPNV – soll im nächsten Schritt eine Machtbarkeitsstudie zur besseren Anbindung an den ÖPNV inklusive der Anbindung an Finsterwalde und Lauchhammer erstellt werden.

3.3.2. Stadt Lauchhammer mit dem Denkmal für die Großkokerei, den „Biotürmen“

Die Biotürme in Lauchhammer sind als ehemalige Wasserreinigungsanlage der Großkokerei Symbol einer einst aufstrebenden und dann unnötig gewordenen Kohleverarbeitungsindustrie in der Lausitz (siehe Abb. 3.2) (Biotürme Lauchhammer 2019).



Abb. 3.2. Standort Biotürme in Lauchhammer
Foto: T. Kläber

Als eindrucksvolles Architekturensemble, das von einem Bundespräsidenten mit dem „Castel del Monte“ in Süditalien verglichen wurde, sind sie jedoch vor Ort noch immer nicht zum tragenden Symbol der durchaus innovativen Industrier Vergangenheit geworden. Es gibt zwar Ansätze einer industrikulturellen Vermarktung, dabei konnten bisher jedoch noch nicht vollumfänglich die möglichen Potenziale, wie z. B. die Entwicklung zu einem originellen Veranstaltungsort, ausgereizt werden. Im jüngst beschlossenen „touristischen Entwicklungs- und Betreiberkonzept der Stadt Lauchhammer“ spielen jedoch – neben dem Kunstgussmuseum, dem Grünwalder Lauch und dem Kuhlteich – die Biotürme eine wichtige Rolle für die künftige touristische Entwicklung und das Stadtmarketing unter dem Motto „Feuer und Wasser“.

Das Projekt INKULA baut nun darauf auf und hat die „Entwicklungsgemeinschaft Zukunftslabor Biotürme“ bestehend aus der die Biotürme betreibenden GmbH, dem Traditionsverein, des in unmittelbarer Nachbarschaft angesiedelten ifn-Anwenderzentrums sowie der Stiftung Kunstgussmuseum und Vertretern der Stadtverwaltung Lauchhammer konstituiert. Ziel war es, mit Wirtschaftsfachleuten zu untersuchen, wie es aufbauend auf den strategischen Zielen der lokalen Akteure gelingt, einen Businessplan für eine künftige Betriebssituation an den Biotürmen zu entwickeln. Ein Potenzial könnte in der Verknüpfung des Standorts mit Forschungen und Produkten

der Energie- und Biotechnologie darstellen. Ob sich dadurch betriebswirtschaftliche Tragfähigkeit abbilden lässt, müssen die weiteren Untersuchungen zeigen.

Gleichzeitig ist für die künftige Vermittlung am Standort an ein selbsterklärendes Ausstellungssystem gedacht. Dies erhöht die Nutzungsflexibilität und entlastet den überalterten Traditionsverein, der derzeit allein den Besucherverkehr abwickelt. Hierfür ist die Ausschreibung eines zweistufigen Ideenwettbewerbs entwickelt worden, der in der nächsten Projektphase durchgeführt werden soll.

3.3.3. Stadt Uebigau-Wahrenbrück mit dem technischen Denkmal Brikettfabrik LOUISE

Die älteste, noch erhaltene Brikettfabrik Europas kann man als technisches Denkmal in Uebigau-Wahrenbrück besuchen (Technisches Denkmal Brikettfabrik LOUISE 2019). Hier kann der gesamte Prozess der Brikettierung erlebt werden (siehe Abb. 3.3). Eine logistische Herausforderung ist jedoch die territoriale Abgelegenheit des Standortes. Auch können bisher durch die Tageseinnahmen die Betriebskosten nicht vollumfänglich gedeckt werden.



Abb. 3.3. Technisches Denkmal Brikettfabrik LOUISE in Uebigau-Wahrenbrück

Quelle: <http://www.energie-route-lausitz.de>

Foto: W. Klein

Für die Sicherung der zukünftigen Entwicklung des Standorts braucht es nun Weichenstellungen. Im Rahmen der Projektarbeit wurde in Abstimmung mit der Kommune ein integriertes Nachhaltigkeits- und Nutzungskonzept ausgeschrieben und an das Institut für Neue Industriekultur (INIK) in Cottbus vergeben. Die nüchterne und profunde Analyse stellt die „0-Variante“ (Herunterfahren des Betriebs) einer „Weiter-So“-Variante und einer „Entwicklungs-Variante“ mit ihren jeweiligen wirtschaftlichen Auswirkungen bis 2030 gegenüber. Es zeigt sich, dass das „Weiter-So“ einen unzumutbaren Verschleiß personeller und kommunaler Ressourcen bedeuten würde – aber auch die „0-Variante“ wäre aufgrund von Abschreibungen und Sicherungskosten nicht kostenfrei.

Die „Entwicklungs-Variante“ beschreibt, wie durch neue und ergänzende Betriebsmodule das Energie-Denkmal querfinanziert werden könnte. Unter dem Motto „Von den alten Energien (Kohle) mit der Energie der Region (Menschen) zu den erneuerbaren Energien“ könnte ein Transfer- und Transformationszentrum für die Energiewende entwickelt und überregional als Projektbaustein „Energie-Bildung“ etabliert werden. Gleichzeitig bietet die Biomasse des Altbergbauwalds im Umfeld Potenziale für die Schaffung eines „Energie-Hofes“, der gleichzeitig das Thema und die Attraktivität des Standortes stärken kann. In diesem Zusammenhang konnte die renommierte Stiftung Naturschutzpark Lüneburger Heide (VNP) als potenzieller Teilnehmer bzw. Partner gewonnen werden, welche gerade dabei ist, 1.500 ha Wald im Umfeld zu erwerben. Für die künftige Entwicklung des Standortes steht somit ein potenter und erfahrener Partner zur Verfügung. Für die mögliche Ausgestaltung einer solchen Partnerschaft wurden im Rahmen von INKULA bereits entsprechende Sondierungsgespräche geführt.

Gleichzeitig hat die Stadt ein Gutachten zum baulichen Zustand des Denkmals in Auftrag gegeben. Beide Konzepte wurden eng miteinander abgestimmt. Das fertiggestellte Nachhaltigkeitskonzept für den Standort Brikettfabrik LOUISE dient derzeit als Grundlage für Abstimmungen und Vorbereitungen des Förderantrags der Stadt zur statisch notwendigen Schornsteinsanierung.

3.4 Zwischenresümee

3.4.1. Koordination

Das Projekt zeigt, dass die vergleichende und abwägende Gesamtbetrachtung aller Industriekulturstandorte in der brandenburgischen Lausitz im Interesse einer abgestimmten regionalen und vernetzten Entwicklung sehr sinnvoll und produktiv ist, um eine differenzierte, sich gegenseitig ergänzende Entwicklung zu organisieren. Im Ergebnis von INKULA kann ein zusammenhängendes Konzept für die Zukunft der Industriekultur entstehen, welches weiterhilft, dieses wichtige Thema für die kommenden Strukturwandeljahre nutzbringend und sinnfällig in die Zukunft zu tragen.

Inhaltlich spielen dabei neben den einzelnen Entwicklungskonzepten für jeden Standort auch die übergeordnete und strukturierende Rollenverteilung sowie die Funktionszuweisungen im Gesamtzusammenspiel der Standorte eine Rolle und könnten wichtige Handreichungen für künftige Standort-, Förder- und Investitionsentscheidungen liefern.

3.4.2. Erfolgsfaktoren für Entwicklung der Industriekultur

Die drei vorgestellten Beispiele stehen für mögliche Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von Industriekulturstandorten.

Highlight

Bei der F60 handelt es sich um ein Highlight. Mit Besucherzahlen von ca. 70.000 pro Jahr erwirtschaftet der Standort genügend Eigenmittel, um einen eigenständigen Betrieb zu gewährleisten. Über die Jahre ist von den engagierten Akteuren vor Ort eine solide Betriebsstruktur aufgebaut worden. Ein unterstützender Förderverein sowie eine GmbH als Träger für die gemeinnützigen Aktivitäten und eine GmbH als Träger für die gewerblichen Nutzungen arbeiten Hand in Hand. Weitere Entwicklungen rund um den Standort, wie Ferienhäuser, die Erschließung und der Bau von Zuwegungen bis hin zur Ansiedlung des ersten schwimmenden autarken Hauses als Forschungsprojekt auf dem Bergheider See zu Füßen der F60 werden von den lokalen Akteuren konstruktiv vorangetrieben. Lichterfeld und die F60 ist also ein gutes Beispiel dafür, wie eine industriekulturelle Attraktion als Keimzelle zu neuer Entwicklung am Standort führt. Doch nur wenige Standorte können das schaffen.

Engagement

An anderen Standorten mit weniger Besuchern machen oft starke Akteure das Unmögliche möglich. Beispielsweise zeigen die älteren Herren des Traditionsvereins Braunkohle in Lauchhammer einen nahezu unermüdlichen Einsatz für die Sache der Traditionspflege und die Belebung der Biotürme. Nicht nur, dass ihnen die Aufrechterhaltung eines öffentlichen Führungsbetriebs am Denkmal in den letzten Jahren zu verdanken ist – sie haben darüber hinaus auch noch einen „Reliktepark“ initiiert und realisiert, der auf einem Areal neben den Biotürmen eine beachtliche Sammlung von Bergbaumaschinen und technischen Geräten ausstellt. Aber dieses hohe ehrenamtliche Engagement kann eine professionelle, moderne Gästansprache im Sinne eines professionellen Marketings, eines zukunftsweisenden Eventmanagements oder einer Markenentwicklung nicht ersetzen, wie sie für einen komplexen Standort wie die Biotürme nötig sind. Darüberhinaus kann die Abhängigkeit vom nahezu selbstausbeuterischen Engagement weniger Akteure vor Ort, die zudem auch noch aus der aktiven Zeit der industriellen Aktivität stammen, keine solide Basis für eine stabile und in die Zukunft gerichtete Bewirtschaftung und Entwicklung darstellen. Hier gilt es mit nüchternem Realismus über Lösungen nachzudenken, wie der Standort auch ohne oder mit wenig Personal in Wert gesetzt werden kann.

Entwicklung

Das Beispiel der Brikettfabrik LOUISE zeigt, wie aufbauend auf dem Alleinstellungsmerkmal des industriekulturellen Denkmals intelligente Folgenutzungen entwickelt werden können, die den Standort stützen und sogar zukunftsweisend weiterentwickeln. So ist vorstellbar, dass der „Energie-Hof“ an dem Standort der Kohlebrikettierung künftig Biobriketts aus Biomasse herstellt und in Seminaren des Moduls der „Energie-Bildung“ über nachhaltigen Klimaschutz unterrichtet wird. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass für Entwicklungen solcher Art eine hohe

Professionalität und starke Partner gebraucht werden. Gleichzeitig besteht bei der Weiterentwicklung von Industriekulturstandorten auch die Gefahr einer Verwässerung des Denkmalcharakters des Standortes. Hierbei hat sich der Input von außen, wie er beispielsweise durch das Projekt INKULA gegeben ist, als sehr vorteilhaft erwiesen.

3.4.3. Grenzen und Chancen der Industriekultur

Für die Industriekultur – vor allem im ländlichen Raum – kann man feststellen, dass Tourismus allein nicht an jedem Standort die Lösung sein kann. Zwei Jahrzehnte nach dem Ende der aktiven Nutzungszeit ist dies ein ehrliches und notwendiges Eingeständnis. Es kommen in vielen Fällen schlicht zu wenig Besucher. Gleichzeitig scheiden die authentischen Vermittler nach und nach aus. Nichts desto trotz kann der Tourismus allerdings durchaus Katalysator sein für den Erhalt von Stätten einer für die regionale Identität und die Zivilgesellschaft wichtigen Epoche und zugleich die Basis darstellen für eine Weiterentwicklung – auch in Hinsicht auf neue, ökonomische Wertschöpfung am Standort. Dafür braucht es allerdings fundierte Analysen, professionelle Unterstützung und maßgeschneiderte Konzepte.

Die Erfahrung zeigt, dass es hierbei für die oft kommunalen oder ehrenamtlichen Standortbetreiber vor Ort Unterstützung von außen bedarf, da sie mit ihren Ressourcen nur schwer in der Lage sind, die notwendige, selbstkritische Analyse und übergreifende Konzeptentwicklung zu leisten. Das Projekt INKULA ist hierfür ein gutes Beispiel. Es spiegelt zugleich die gesellschaftspolitische Anerkennung, die der Industriekultur zumindest im Lausitzer Revier entgegengebracht wird. Es zeigt aber auch, dass Industriekultur ohne diese gesellschaftspolitische Anerkennung kaum funktionieren kann. Dies führt zur grundsätzlichen, gesellschaftlichen Fragestellung nach der Wertschätzung von Kulturdenkmälern bzw. Kulturleistungen, bei der die „Kathedralen des 20. Jahrhunderts“ im Vergleich zu beispielsweise Kirchen und Schlössern aus früheren Jahrhunderten leider wohl immer noch eine eher schwächere Rolle spielen.

3.5. Diskursiver Ausblick

In den nächsten Jahren wird es bedeutsam werden einen Weg zu finden, um die kulturellen Werte der Region zu erhalten bzw. zu entwickeln und gemeinsam mit Unternehmen, lokalen Initiativen sowie Forschungseinrichtungen daran zu arbeiten, diese Industriekulturobjekte mittels ökonomischer Wertschöpfung langfristig zu sichern. Partnerschaften und Netzwerke sollten auf langfristiger Basis funktionieren und eine Strahlkraft in die Region innehaben. Für diese Ziele möchten wir im Folgenden die These ‚Es bedarf einer Evaluierung von Industriekulturstandorten‘ diskutieren.

Für die Zukunftssicherung bedarf es zivilgesellschaftlichen Engagements, privater Investitionen und öffentlicher Unterstützung. Diese Zuwendungen müssen vor allem

im strukturschwachen Raum fokussiert und gebündelt sein und dürfen nicht in die Fläche gestreut werden. Um diesen Einsatz monetär, ideell und argumentativ belegbar zu machen, bedarf es einer fundierten Evaluierung. Der Anspruch dahinter ist es Entscheidungsgrundlagen, z. B. für (staatliche) Zuwendungen nicht (nur) kulturpolitisch oder emotional, sondern auch wissenschaftlich-numerisch verifizieren zu können.

Hierfür entwickeln, erproben und kommunizieren wir aktuell eine Evaluierungsmatrix, die die Komplexität des nachhaltigen Umgangs mit Industriekultur widerspiegelt.

Zur Methodik: Anhand des Betrachtungsgegenstandes der Industriekulturstandorte wird eine Evaluierungsmatrix entwickelt. Verschiedene Kriterienkataloge verdeutlichen dabei die Mehrdimensionalität, welche dem Konzept der Nachhaltigkeit immanent ist. In ihnen werden Kriterien zusammengefasst, welche durch belastbare, statistisch erhebbare Indikatoren hinterlegt sind. Den Kriterienkatalogen und (Einzel-) Kriterien werden Wertigkeiten zugeteilt, die die Bedeutung des jeweiligen Kriteriums im Vergleich zu anderen zeigt. Vereinfacht und schematisch als Rechenbeispiel dargestellt wird dieses Vorgehen in Tabelle 3.1 gezeigt.

Tabelle 3.1. Schematische Evaluierungsmethodik (IBA-Studierhaus)

Kriterienkatalog A	Kriterium 1 → Indikator 1	Einzelwertigkeit	25,0%
Gesamtwertigkeit 60%	Kriterium 2 → Indikator 2	Einzelwertigkeit	20,0%
	Kriterium 3 → Indikator 3	Einzelwertigkeit	15,0%
Kriterienkatalog B	Kriterium 4 → Indikator 4	Einzelwertigkeit	20,0%
Gesamtwertigkeit 40%	Kriterium 5 → Indikator 5	Einzelwertigkeit	7,5%
	Kriterium 6 → Indikator 6	Einzelwertigkeit	7,5%
	Kriterium 7 → Indikator 7	Einzelwertigkeit	5,0%
Summe 100%		Summe 100,0%	

Bei der Evaluation der Industriekulturstandorte müssten ökonomische, sozial-kulturelle, ökologische und räumliche Faktoren in Form von Kriterienkatalogen berücksichtigt werden. Die Orientierung am Dreieck der Nachhaltigkeit spiegelt die gewünschte Form des Engagements, der Unterstützung und des Investments wider.

Es könnten folgende vier Kriterienkataloge als rahmengebend angenommen und mit Gesamtwertigkeiten von 30% (Ökonomie, Soziokultur, Ökologie) bzw. 10% beziffert (Raum) werden. Da der Kriterienkatalog Raum als Querschnittsthema zu befragen ist, findet er anteilig bereits in den anderen drei Dimensionen Eingang.

Dabei wird das Paradoxon der Methode offensichtlich: Es werden betriebswirtschaftliche Kennziffern mit identitätsstiftenden Aspekten, Altlasten und der ÖPNV-Anbindung verrechnet und darüber hinaus mit anderen Standorten verglichen. Doch anthropologisch betrachtet hat jeder Vergleich eine Zielabsicht, schon durch Wahl der Comparata und hinsichtlich der Vergleiche. Je nach Ergebnis müsste der Umgang mit dem Objekt oder dem Standort der Industriekultur kritisch hinterfragt und neu diskutiert werden.

Der methodische Ansatz dahinter darf eine Entscheidung nicht vorwegnehmen, sondern er soll der rationalen Entscheidungsfindung dienen. Im besten Fall entsteht ein Instrument, welches in seiner Anwendung klare Entwicklungsempfehlungen ausspricht und diese Entwicklungen ggf. später überprüfbar macht (Stichwort: Monitoring). Demnach liegt die Interpretation des Evaluierungsergebnisses in der Hand des Anwenders.

Bei der Evaluierung der Ökonomie (siehe Tabelle 3.2), zeigen sich deutliche Wechselbeziehungen der (Einzel-)Kriterien. Im Zentrum steht die Wirtschaftlichkeit, welche durch die Faktoren Betrieb und Struktur, Personal und Organisation sowie Angebot und Zielgruppe definiert wird. Diese sind in ihr Umfeld eingebettet und unterliegen dessen Einflüssen. Das heißt, im Mittelpunkt steht das Objekt, die Stätte der Industriekultur, in welcher die wirtschaftliche Arbeitsweise nach den, miteinander in Beziehung stehenden Faktoren Betrieb, Struktur, Personal, Organisation, Angebot und Zielgruppen zu prüfen ist. Die so geprüfte Wirtschaftlichkeit steht wiederum in Wechselbeziehung zum unmittelbaren Umfeld und in Abhängigkeit zu der sie beeinflussenden Umwelt.

Tabelle 3.2. Beispiel Kriterienkatalog Ökonomie (IBA-Studierhaus)

Kriterium	Indikator	Erhebungsart	Wertigkeit
Umsatz	€/a	Bilanz/Geschäftsbericht	2,0%
Gewinn / Verlust	€/a	Bilanz/Geschäftsbericht	6,5%
Öffentliche Zuschüsse	€/a	Bilanz/Geschäftsbericht	4,5%
Personal	Anzahl	Zählung	3,0%
Besucherzahl	Anzahl/a	Zählung	2,0%
Zielgruppe(n)-definition	ja/nein	analytischer Vergleich	2,5%
Betriebsstruktur	Verein/GmbH/ Stiftung	analytischer Vergleich	1,5%
Marketingetat	€/a	Bilanz/Geschäftsbericht	1,0%
Öffnungszeiten	h/Woche	Zählung	1,5%
Angebotsvielfalt	ja/nein	analytischer Vergleich	3,0%
Alleinstellungsmerkmal	ja/nein	analytischer Vergleich	2,5%
Gesamtwertigkeit Kriterienkatalog Ökonomie			30,0%

Bei der Evaluierung des soziokulturellen Wertes (siehe Tabelle 3.3) der Standorte der Industriekultur werden qualitative Werte (emotional und kulturell) quantitativ bzw. numerisch dargestellt. Hier zeigt sich der Diskussionsbedarf der Methode am deutlichsten. Viele Entscheidungen zum Erhalt und Betrieb einer Kulturstätte hängen z. B. vom Willen der Akteure und dem Wunsch den Standort (für die Region) zu erhalten ab. Dabei spielen Emotionen aber auch leistungsstarke Konzepte und Ideen eine Rolle.

Tabelle 3.3. Beispiel Kriterienkatalog Soziokultur (IBA-Studierhaus)

Kriterium	Indikator	Erhebungsart	Wertigkeit
Ehrenamtliches Personal	Anzahl	Zählung	5,0%
Beiträge Förderverein	€/a	Bilanz/Geschäftsbericht	2,0%
Berichterstattung	Anzahl/a	Medienrecherche	2,0%
Identitätsstiftend	ja/nein	Empirische Umfrage	2,0%
Historische Bedeutung	gering bis hoch	Empirische Umfrage	2,0%
Aktuelle Bedeutung	gering bis hoch	Empirische Umfrage	2,0%
Künftige Bedeutung	gering bis hoch	Empirische Umfrage	2,0%
Lokalpolitischer Rückhalt	gering bis hoch	Umfrage Gemeinderat	3,0%
Regionalpolitischer Rückhalt	gering bis hoch	Umfrage Landtag/-kreis	3,0%
Nutzungskonzept	gering bis hoch	Empirische Umfrage	5,0%
Vermittlungsarbeit	gering bis hoch	Empirische Umfrage	2,0%
Gesamtwertigkeit Kriterienkatalog Soziokultur			30,0%

Tabelle 3.4. Beispiel Kriterienkatalog Ökologie (IBA-Studierhaus)

Kriterium	Indikator	Erhebungsart	Wertigkeit
Biomasse (thermisch)	kWh/a	Betriebskostenabrechnung	1,5%
Biomasse (elektrisch)	kWh/a	Stromkostenabrechnung	1,5%
Photovoltaik	kWh/a	Stromkostenabrechnung	1,5%
Solarthermie	kWh/a	Betriebskostenabrechnung	1,5%
Geothermie	kWh/a	Betriebskostenabrechnung	1,5%
Verbrauch Strom	kWh/a	Stromkostenabrechnung	4,0%
Verbrauch Heizung	kWh/a	Betriebskostenabrechnung	4,0%
Verbrauch Wasser	m ³ /a	Betriebskostenabrechnung	3,0%
Beitrag zum Klimaschutz	ja/nein	Analyse	1,5%
Energetisches Konzept	ja/nein	Analyse Umsetzungsstand	4,0%
Belastung durch Altlasten	Umfang	Altlastenuntersuchung	6,0%
Gesamtwertigkeit Kriterienkatalog Ökologie			30,0%

Die sozialkulturellen Aspekte sollen und müssen daher in die Evaluierung einfließen. Dem potenziellen Fördermittelgeber – privat und öffentlich sowie monetär und ideell – muss die Möglichkeit eingeräumt werden, seine Unterstützung sach- und leistungsgerecht einzubringen, von daher darf sich diese Dimension nicht der Betrachtung entziehen, auch wenn dies nicht allgemeiner Konsens ist. In diesem Zusammenhang wird z. B. die Qualität und Quantität des ehrenamtlichen Engagements, die Bedeutung für die Bevölkerung, der politische Rückhalt und die konzeptionelle Aufstellung des Standortes vergleichend bewertet.

Sich selbst als Einrichtung zur Einhaltung von ökologischen Standards zu verpflichten, hat nicht nur einen moralischen und gesellschaftlichen Stellenwert, sondern bietet auch z. B. im Ringen um Fördermittel einen Marktvorteil. Ressourcenschonung, eine energetische Betrachtung, sowohl thermisch als auch elektrisch in Produktion und Verbrauch, sowie das mögliche Vorhandensein von Altlasten bieten den Rahmen für den Kriterienkatalog Ökologie (siehe Tabelle 3.4).

Die Ergebnisse dessen sind auch in Bezug auf generell steigende Energiepreise bzw. die Betriebskosten allgemein von hoher Relevanz, auch für Objekte und Ensembles, welche unter Denkmalschutz stehen: Ob sich eine Nutzung rentiert, hängt u. a. auch davon ab, inwieweit die Kosten für Strom, Wärme und Wasser refinanzierbar und tragbar sind.

Tabelle 3.5. Beispiel Kriterienkatalog Raum (IBA-Studierhaus)

Kriterium	Indikator	Erhebungsart	Wertigkeit
Anbindung Bus	Taktzeit – Bus	Analyse Fahrplan	0,2%
Anbindung Bahn	Taktzeit – Bahn	Analyse Fahrplan	0,3%
Anbindung Fahrrad	Qualität Radwegenetz	analytischer Vergleich	0,2%
Anbindung Fußverkehr	Qualität Fußgängernetz	analytischer Vergleich	0,3%
Anbindung MIV	Qualität Straßennetz	analytischer Vergleich	2,0%
Bewohner (lokal)	Anzahl, Radius 60 min	demografische Analyse	0,3%
Bewohner (regional)	Anzahl, Radius 180 min	demografische Analyse	0,2%
Bauzustand	sehr gut – abgängig	Bauzustandsanalyse	6,5%
Gesamtwertigkeit Kriterienkatalog Raum			10,0%

Die Evaluierung des räumlichen Wertes (siehe Tabelle 3.5) bezieht sich zum einen auf das Objekt selbst, zum anderen auf sein direktes sowie weiteres Umfeld. Neben dem qualitativen Objektzustand und der demografischen Situation im Umland ist also auch die Ein- und Anbindung in und an den Raum durch Bus und Bahn, Fußgänger, Radfahrer aber auch den grundsätzlich als Hauptverkehrslastträger einzustufenden MIV (Motorisierten Individualverkehr) bedeutend. Dabei sind zwar die spezifischen Einflussmöglichkeiten der lokalen Akteure auf die einzelnen Kriterien der Evaluierung eingeschränkt, jedoch geben sie die realen Rahmenbedingungen wider. So ist es grundsätzlich einfacher eine Stätte der Industriekultur im Umland der Hauptstadt bspw. als Eventlocation zu betreiben, als im peripheren Raum des Lausitzer Seenlandes.

Selbstkritik

Kritik an der dargestellten Evaluierungsmethodik ist nicht von der Hand zu weisen. Jedoch zielt sie direkt auf einen nachhaltigen Einsatz von Engagement, Unterstüt-

zung, Förderung sowie Investitionen und gibt die Komplexität des Betrachtungsgegenstands detailgetreu wider. Eine solche Betrachtung fand bisher nicht statt. Wirkliche Nachhaltigkeit kann jedoch nur erzielt werden, wenn gleichzeitig und gleichberechtigt alle ökologischen, wirtschaftlichen und soziokulturellen Ziele umgesetzt werden. Dafür bedarf es einen hohen Anspruch an die Leistungsfähigkeit der Verantwortlichen. Die drei Säulen müssen ständig ausgewogen koordiniert werden, da sie in stetiger Wechselwirkung zueinanderstehen.

Aktuell diskutieren wir konkrete Kriterien, Indikatoren und Wertigkeiten, welche zu direkten Handlungsempfehlungen führen. Ziel ist es das dargestellte Evaluierungssystem so weiterzuentwickeln, dass es sich selbst hinterfragt und Rückschlüsse für die „In-Wert-Setzung“ der Industriekultur liefert, auch im Sinne eines Monitorings.

LITERATUR

- [1] *Biotürme Lauchhammer*: www.biotuerme.de (11.02.2019).
- [2] *ENERGIE-Route Lausitzer Industriekultur*: www.energie-route-lauistz.de (11.02.2019).
- [3] *F60*: www.f60.de (11.02.2019).
- [4] Feucht K. (2014): *Zukunftskonzepte für das Land – „Sommeruniversität Lausitzer Dörfer“*. Die Planerin, Nr. 1, Berlin.
- [5] Feucht K. (2009): *How Perception constructs Landscape*. In: „*Industrial Heritage – Ecology & Economy*“. Documentation of the XIV. International TICCIH Congress 2009, Freiberg, Germany.
- [6] IBA-Studierhaus Lausitzer Seenland e. V. (Hrsg.) (2016): *Impulse für die Lausitz. Zwischen Aktion, Kunst und Planung. Abschlussbericht des vom Bundesstaatssekretär für Kultur und Medien geförderten Projektes „Kultur vermitteln zwischen Nah und Fern“*, außerdem in: Die Planerin, 5/2016, Berlin und in: Zoll+, 29/2016, Österreich.
- [7] IBA Fürst-Pückler-Land GmbH i. L. (Hrsg.) (2011 a): *IBA Lausitz 2010. Landschaft erobern. Zum Mars reisen. Paradies 2 inszenieren*, Grossraschen (deutsch/englisch).
- [8] IBA Fürst-Pückler-Land GmbH i. L. (Hrsg.) (2011 b): *Verwundete Landschaft neu gestalten. Die IBA-Werkstatt in der Lausitz*. Jovis Verlag (deutsch/englisch).
- [9] IBA Fürst-Pückler-Land GmbH (Hrsg.) (2010): *Neue Landschaft Lausitz. IBA-Abschlusskatalog*, Jovis-Verlag (deutsch/englisch).
- [10] *INKULA*: www.iba-see2010.de/de/studierhaus/projekte/inkula.html (11.02.2019).
- [11] *Technisches Denkmal Brikettfabrik LOUISE*: www.brikettfabrik-louise.de (11.02.2019).

4. Revitalisierung eines Kiesgrubenkomplexes für Erholungs-, Tourismus- und Naturfunktionen – Tarnower Seenland

Anna Ostreǵa¹, Anna Szewczyk-Świątek², Wojciech Świątek²

¹ Fakultät für Bergbau und Geoengineering, AGH Wissenschaftlich-Technische Universität

² 55Architekci s.c.

4.1. Einleitung

Während in den deutschen Kohle- und Bergbaufolgeregionen die Zusammenfassungen, bzw. Evaluierungen der regionalen Revitalisierungspläne¹ (Kuhn und Müller 2012, Kill 2012 sowie Kapitel 1 und 3 dieser Monographie) im Gange sind, dauern in Polen und zwar in der Subregion Tarnów immer wieder Versuche an, das erste Projekt zur kohärenten Revitalisierung sowohl der ehemaligen als auch noch aktiven Abbauflächen umzusetzen². Im Gegensatz zu den deutschen Erfahrungen ist es eine Bottom-up-Initiative, für die sich kommunale Selbstverwaltungsorgane, private Investoren sowie Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen eingesetzt und in diesem Zusammenhang eine informelle Partnerschaft gebildet haben. In der Subregion Tarnów befindet sich eines der Sand- und Kiesreviere der Woiwodschaft Malopolska [Kleinpolen]. Jährlich werden hier 7.280 Tsd. t dieser Bodenschätze abgebaut, die bauwürdigen Kies- und Sandvorkommen werden auf 689.833 Tsd. t und die industriell einsetzbaren Lagerstätten auf 111.346 Tsd. t geschätzt³ (Angaben für das Jahr 2018, Miśkiewicz und andere 2019). Der Abbau der Sand- und Kiesvorkommen im Tagebauverfahren unter dem Wasserspiegel führt dazu, dass die Landschaft sukzessive geändert und mit hunderten von Restlochseen bereichert wird.

Obwohl die einheimische Bevölkerung eine längere Zeit andauernden Belastungen durch den Abbaubetrieb ausgesetzt ist, können für sie die Kiesrestlöcher eine Art

1 IBA Fürst-Pückler-Land 2000–2010.

2 Geplant werden die Revitalisierungskonzepte sowohl für ehemalige als auch aktive und schon teilweise sanierte Abbauflächen.

3 Für Malopolska [Kleinpolen] gelten folgende Zahlen: bauwürdige Vorkommen: 1.825.910 Tsd. t, industriell einsetzbare Lagerstätten: 164.430 Tsd. t, Jahresabbau: 13.371 Tsd. t.

Kompensation sein, die besonders in einer Gegend ohne natürliche Seen ganz besonders erwartet werden. Die ältesten Kiesgruben bilden derzeit wertvolle Naturrefugien und sind gesetzlich geschützt. Bei anderen ist die Spezialinfrastruktur zwar kaum existent, sie bekommen aber Fischbesatz und es wird dort geangelt. Feststellbar ist ein großes Interesse der Lokalbevölkerung und der Besucher an diesen Restlochseen, aufgrund der guten Wasserqualität. Dieses Interesse schlägt sich aber in Investitionen in Tourismus- und Erholungsanlagen nicht nieder, was Gefahren für Leben und Gesundheit von Menschen (keine Rettungsschwimmer) und Umweltverschmutzung mit sich bringt.

Das Vorhandensein zahlreicher Restlochseen scheint immer noch, eine verpasste Chance zu sein, denn die Woiwodschaft Malopolska [Kleinpolen] ist immerhin touristisch sehr attraktiv und die Zahl der Touristen zeigt steigende Tendenzen (2010 – 11.400 Tsd., 2015 – 13.940 Tsd., 2016 – 14.900 Tsd., 2017 – 15.960 Tsd. Touristen). Die populärsten touristischen Destinationen sind: Krakau, Zakopane, Hohe Tatra und Beskiden, Salzbergwerk Wieliczka und Auschwitz (Żuk 2018). Die Region verfügt über genügend Potenzial zur Entwicklung des Erholungs- und Aktivtourismus, verbunden mit Besichtigung von Sehenswürdigkeiten – laut Forschungen ist diese Tourismusform besonders beliebt (Żuk 2018). In der Subregion Tarnów sind aber keine Berge und keine UNESCO-Baudenkmäler vorhanden. Ausschlaggebend für die bunte Vielfalt dieser Flachland-Region sind landwirtschaftlich geprägte Landschaften, reizvolle Flusstäler, umfangreiche Wälder, Geschichte, immaterielle Werte, Kultivierung von Volkstraditionen sowie – erstaunlicherweise – zahlreiche Industriefolgelandschaften in Form von Kiesrestlöchern. Nichtsdestotrotz ist die bunte Vielfalt in sich selbst noch kein touristisches Ziel, wenn sie von einer entsprechenden Infrastruktur und einem touristischen Angebot nicht begleitet wird.

Gestartet wurden die Maßnahmen zur Änderung dieser Situation Ende 2013 im Rahmen eines Vorhabens zur Revitalisierung des Kiesgrubenkomplexes für Erholungs-, Tourismus- und Naturfunktionen, das damals das Tarnower Seenland (TS)⁴ genannt wurde. Der Koordinator des Projektes TS ist die Fakultät für Bergbau und Geoengineering AGH Krakau und der Autor der urbanistischen und architektonischen Lösungen das Architekturbüro 55Architekci Anna Szewczyk-Świątek und Wojciech Świątek s.c. [GbR]. Die Vorbereitung und Abwicklung des Projektes Tarnower Seenland basiert auf einer langjährigen Erfahrung des Projektteams, gewonnen im Rahmen der Wissenschafts-, Forschungs- und Projektarbeiten, Stipendien, wissenschaftlich-technischen Praktika sowie Studienbesuche in europäischen Kohle- und Bergbaufolgeregionen. Diese Erfahrungen sowie eine tiefgreifende Analyse der (sub)regionalen Verhältnisse machten es möglich, eine Methodologie für die Planung, Umsetzung und Abwicklung des Projektes Tarnower Seenland auszuarbeiten. In diesem Kapitel werden die bisherigen Arbeitsergebnisse des Projektteams unter besonderer Berücksichtigung eines der Komplexe des Tarnower Seelandes behandelt.

4 Das Tarnower Seenland ist nicht als ein geographischer Name, sondern als ein Verfahren zur Bewirtschaftung und Erschließung der Kiesrestlöcher zu verstehen.

4.2. Tarnower Seenland – Projektfortschritt

Das Projekt Tarnower Seenland ist von vielen Ereignissen geprägt, aus denen sich seine, Ende 2013 begonnene Geschichte zusammensetzt. Damals wurden auf Initiative des Bürgermeisters der Gemeinde Szczurowa die Maßnahmen zur kohärenten Revitalisierung der in der Subregion Tarnów befindlichen Kiesgruben ergriffen. Im Ergebnis dieser Initiative entstand ein Revitalisierungskonzept für die noch betriebenen, aneinandergrenzenden Kiesgruben, die der Gesellschaft CEMEX Polska sp. z o.o. und dem Betrieb für Lockergesteinsabbau Zbrody 1 Sp. z o.o. Sp. k. (KK Zbrody 1) gehören. Das Konzept wurde an der Fakultät für Bergbau und Geoengineering AGH Krakau in der Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro *55Architekci* Anna Szewczyk-Świątek und Wojciech Świątek s.c. [GbR] (Ostręga Leit. 2014) erarbeitet. Außer den vorgeschlagenen Lösungen für die Kiesrestlöcher in der Gemeinde Szczurowa wurden in der Ausarbeitung eine Vision und Vorstellungen für eine kohärente Revitalisierung der Kiesgruben in der ganzen Subregion formuliert. Das angestrebte Vorhaben wurde das Tarnower Seenland genannt. Diese Ausarbeitung bildete die Grundlage für die Erweiterung des Seenlandes um weitere Kiesgrubenkomplexe der Subregion.

Binnen sechs Jahren wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Es wurden sieben Programm- und Raumkonzepte zur Revitalisierung der Kiesrestlöcher, bzw. deren Komplexe erarbeitet.
- Den Investoren wurden Bauflächen durch Austausch, Erwerb, oder Pacht mit eingeräumter Möglichkeit zum Vorkauf zur Verfügung gestellt.
- Es wurden die Bestimmungen der Verordnung des Woiwodschafstages von Małopolska [Kleinpole] über den Geschützten Landschaftsraum von Radłów/Wierzchosławice⁵ an das Naturschutzgesetz angepasst; somit wurde es möglich, den Großteil der Bauvorhaben durch die Aufhebung eines 50 m breiten Bauverbotsstreifens direkt an anthropogenen Stillgewässern abzuwickeln.
- Erstellt wurden technische Dokumentationsunterlagen und zwar acht Funktions- und Nutzprogramme sowie sechs Bau- und Ausführungsprojekte.
- Eingeholt wurden fünf Planungsbescheide, ein Umweltbescheid, zwei wasserrechtliche Erlaubnisse und sechs Baugenehmigungen.
- Es wurden drei EFRE-Förderanträge vorbereitet⁶ und finanzielle Mittel für die Abwicklung der ersten Etappe des Projektes TS beschaffen.
- Beim Patentamt wurde (unter der Nr. 475476) die Wort-Bild-Marke Tarnower Seenland angemeldet.

5 Im Geschützten Landschaftsraum von Radłów/Wierzchosławice befinden sich die meisten Kiesgruben des Tarnower Seenlandes

6 Es waren die Partneranträge, eingereicht von der Gemeinde und dem privaten Investor. Für einen Antrag wurden Fördermittel gewährt, der zweite wurde vom Antragsteller im Laufe des Wettbewerbs zurückgezogen und diese Investition wird mit eigenen Mitteln der Investoren realisiert, der dritte Antrag steht auf der Reserveliste.

- Für das Projekt TS wurde in Konferenzen, Publikationen und Massenmedien geworben.

4.3. Standort des Projektes Tarnower Seenland

Das Projekt Tarnower Seenland umfasst die Subregion Tarnów, im nördlich-östlichen Teil von Małopolska [Kleinpolen] gelegen (Abb. 4.1). Die Subregion besteht aus den Landkreisen Tarnów, Brzesko, Dąbrowa Tarnowska und Tarnów – einer kreisfreien Stadt. Die Subregion nimmt eine Fläche von 2.605 km² ein und zählt 463 393 Einwohner (Angaben 2017 poln. Statistisches Hauptamt). Mit Großstädten (Krakau und Rzeszów) ist sie hauptsächlich durch die Autobahn A4 verkehrstechnisch gut erschlossen. In der Subregion entwickelt sich intensiv das Radwegenetz, zu dem u. a. die Routen VeloDunajec, VeloMetropolis, VeloNatura und die Weichsel-Radroute gehören. Diese Routen verlaufen nicht weit entfernt von den gefluteten Kiesgruben und sind oft an Kreis- und Gemeindestraßen angeschlossen.



Rys. 4.1. Unterteilung der Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen] in Subregionen
Quelle: Marschallamt Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen]

4.4. Verfahren zur Planung des Tarnower Seenlandes

Die Basis für das Tarnower Seenland sollten Restlochseen bilden, die als Folge des Abbaus der Sand- und Kiesvorkommen im Tagebauverfahren unter dem Wasserspiegel

entstehen. Allein in der Subregion Tarnów gibt es über 200 davon. Deren Flächen sind verschieden groß und reichen von ein paar ha bis über 130 ha (mit der geplanten, fortschreitenden Verbindung der Restlöcher miteinander wird deren Zahl allmählich zurückgehen und die einzelnen Seen werden mehr Fläche einnehmen). Da es an Rahmenrichtlinien zur konkreten Bestimmung der Kiesrestlöcher, sei es Wasserspeicherrfunktionen, sei es Natur-, Erholungs-, Tourismus- oder Landwirtschafts-nutzungen (einschließlich Fischzucht) fehlt, entstehen Konflikte, die bewirken, dass „die regionalen Planungslasten“ auf das Projektteam übertragen werden oder man sich mit dem Stand der Dinge abfindet, d. h. die Sanierung und Bewirtschaftung der ehemaligen Abbauflächen mit möglichst niedrigen Aufwendungen führt.

Folglich musste man schon in der ersten Konzeptausarbeitung, obwohl sich diese damals nur auf die Gemeinde Szczurowa bezog, einen kompletten Maßnahmenrahmen für das Tarnower Seenland schaffen, dessen Gewässer sich fast über die ganze Subregion Tarnów erstrecken.

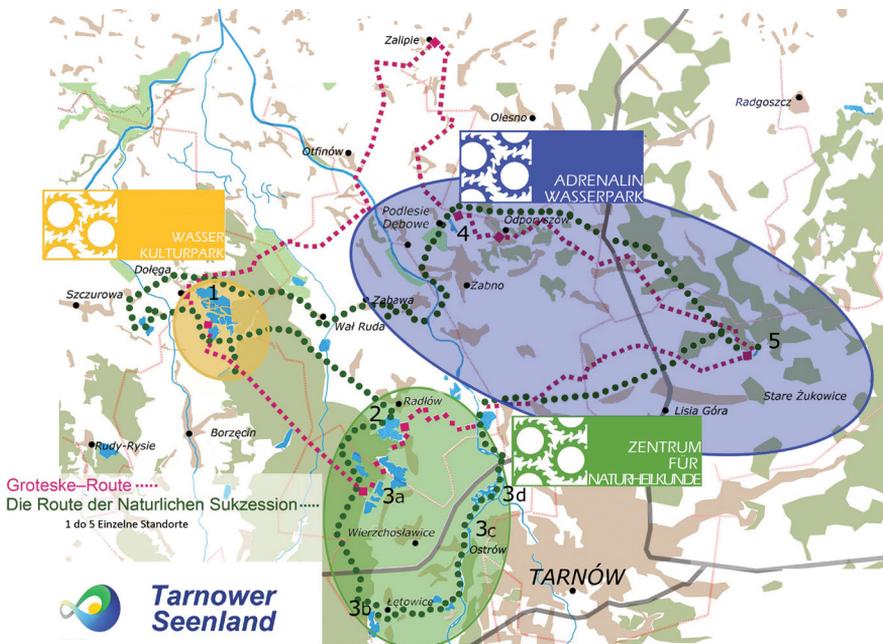


Abb. 4.2. Nutzungskomplexe des Tarnower Seenlandes
Autor: 55Architekci s.c.

Das Projekt Tarnower Seenland ist in Polen die erste Initiative zur kohärenten Revitalisierung von in der Subregion verstreuten gefluteten Kiesgruben für Erholungs-, Tourismus- und Naturfunktionen. **Die Revitalisierungsidee** beruht darauf, dass man in diesem Fall die aktive Förderindustrie und ihr Erbe, in Verbindung mit

Natur- und Kulturressourcen in komplexer Weise und gestützt auf eine weitreichende Vision, nutzt. Dadurch unterscheidet sich das Tarnower Seenland von den bisherigen Revitalisierungsprojekten, die nach Abschluss des Tagebaus punktweise abgewickelt werden.

Dem Hauptprojekt geht eine tiefgründige Analyse des endogenen Potenzials der betrachteten Standortfläche und ihrer Schutzzone voraus. Durch Recherchen wird ein „Attraktionen-Mosaik“, d. h. eine Sammlung von Spuren der materiellen und immateriellen Kultur sowie der Natur- und Landschaftsformen gebildet.

Nach dem ausgearbeiteten Planungsschema wird jedes der Teilprojekte des Tarnower Seenlandes, unabhängig von dessen Größe und Reichweite, unter Berücksichtigung der Vorgaben jeder der **drei untenstehenden Skalen** geplant und verifiziert:

- **In der subregionalen Skala** wurden in der ganzen Subregion Tarnów (nach einer detaillierten Analyse der vorhandenen Voraussetzungen) zunächst drei Funktions- und Themenkomplexe ausgegliedert (Abb. 4.2). Danach wurde angenommen, dass die Schlüsselinvestitionen dem festgelegten Leitmotiv des betroffenen Komplexes entsprechen werden, welches sich in dessen Namen widerspiegelt.
- **In der urbanistischen Skala** wurden zuerst konkrete Restlöcher und ihre Umgebung unter die Lupe genommen und dann wurde nach der erfolgten Analyse der Eigentumsverhältnisse, gemeldeten Bedürfnisse und Absichten von interessierten Eigentümern und potentiellen Investoren eine flexible urbanistische Komposition geschaffen, die es ermöglichen sollte, diese – wenngleich ganz verschiedene – Belange zu realisieren und dabei potentielle Nutzungs- und Raumkonflikte (bezogen auf die Landschaft und Umwelt) zu minimieren. Es ist zu betonen, dass der ganze Planungsvorgang weitestgehend sich auf die Beteiligung der interessierten Personen stützte. Von dem Projektteam wurden alle gemachten Hinweise berücksichtigt und Investitionen (in die touristische und industrielle Infrastruktur) von unterschiedlichem Profil in den Plan aufgenommen. Die vorgenannten Investitionen unterscheiden sich durch deren Ausmaß und Aufwendungen völlig voneinander und reichen von zeitweiligen Installationsanlagen über provisorische bauliche Testanlagen bis hin zu den Gebäuden, deren Baukosten sich auf mehrere Millionen Zloty belaufen (Abb. 4.3).
- **In der architektonischen Skala** sind detaillierte Lösungen für die einzelnen Bebauungsteile aufgeführt (Abb. 4.4 i 4.7).

Für die Planung des Vorhabens Tarnower Seenland wurden folgende **gleichrangige Voraussetzungen angenommen**:

- **Kohärenz**, d. h. Planung von Funktionen, die sich gegenseitig ergänzen.
- Einhaltung hoher **urbanistischer und architektonischer Standards**.
- **Ausgleich von Belangen des Menschen, der Wirtschaft und Umwelt**.
- **Erforderliche Schaffung von öffentlichen Bereichen in abseits gelegenen Gebieten**, die es möglich machen, dass der Fremdenverkehr dort angekurbelt wird.

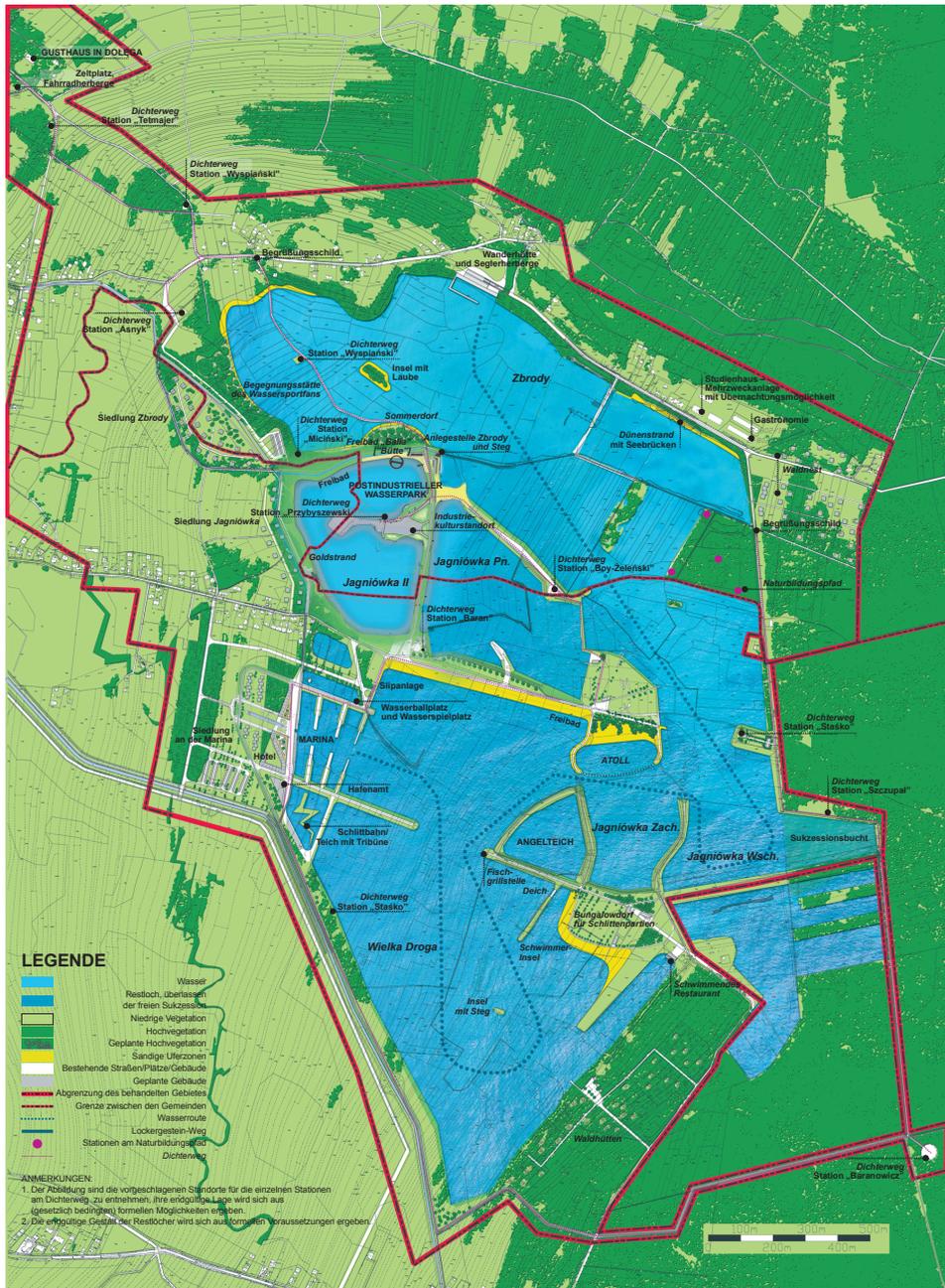


Abb. 4.3. Programm- und Raumkonzept für Kiesrestlöcher innerhalb des Wasser-Kulturparks
 Autor: 55Architekci s.c.

- **Stärkung der lokalen Identität** durch die Planung von einzigartigen Attraktionen, verwurzelt in lokaler Kultur und im Industrieerbe.
- **Werbung für aktive Industriebetriebe**, die als touristische Attraktionen gelten.
- **Flexibilität** im Programm- und Raumaspekt – hier die mögliche Konzepterweiterung durch Hinzufügung von neuen Bestandteilen im Laufe der Entwicklung des Projektes TS – sowie Einschaltung von lokalen Bottom-up-Initiativen.
- **Aktive Beteiligung der Flächeneigentümer, Behörden und potentiellen Investoren, um die Abwicklung des Vorhabens realisierbar zu machen.**



Abb. 4.4. Teil des vorgeschlagenen Naturbildungspfades innerhalb des ehemaligen Kieswerkes in Dołęga
Autor: 55Architekci s.c.

Wie vorerwähnt, werden alle Voraussetzungen gleichrangig behandelt, dabei gilt aber die Kohärenz als Faktor, der auf lange Sicht für den Erfolg des Vorhabens entscheidend sein kann. Die Kohärenz, d. h. die Planung von Funktionen, die sich gegenseitig ergänzen, ist von besonderer Bedeutung in Revieren, wo ähnliche Revitalisierungsobjekte, hier Restlochseen, zahlreich vertreten sind. Es besteht immer die Gefahr, dass die Investoren angesichts der fehlenden Rahmenkonzepte (Vorgaben, Pläne), anstatt nach Nischenfunktionen zu suchen, in analoge, „der Nachbarschaft entnommene“ also bewährte Funktionen investieren und somit einen vernichtenden Konkurrenzkampf hervorrufen, oder sich für Funktionen entscheiden, die dem betroffenen Standort (den lokalen Verhältnissen) nicht entsprechen. Eine subregionale Einstellung der Planungsteams und Verantwortlichen zum Projekt TS ermöglicht es, die einzelnen Funktionen durch die Suche nach sich ergänzenden Nischenlösungen zu differenzieren. Darüber hinaus wird es durch die Implementierung von gemeinsamen Themenfeldern möglich, ein System der Verflechtungen zwischen den Partnergemeinden zu bilden und somit eine Grundlage für die synergetische Entwicklung der Subregion zu schaffen.

Für das Tarnower Seenland wurden zwei neue, einzigartige Themenrouten vorgeschlagen, die auf den endogenen Kulturcharakter dieser Gegend und die bergbauliche Tätigkeit Bezug nehmen. Deren Ziel ist es, zum Zusammenwachsen der einzelnen Teile des Seenlandes beizutragen und den Fremdenverkehr zu beleben. Es sind:

- Die **GROTESKE-ROUTE**, bestehend aus Strukturen, die verschiedene Kulturwerte der Gemeinden in Verbindung mit Effekten der Bergbautätigkeit präsentieren.
- Die **ROUTE DER NATÜRLICHEN SUKZESSION**, die die Biodiversität der nachbergbaulichen Landschaften als Folge der spontanen Ausbreitung der Lebensräume besonders hervorhebt.

Die Rolle der Kulturstrukturen und Kulturrouten ist es, für die bergbauliche Tätigkeit zu werben sowie zwischen der Abbautätigkeit und dem Tourismus zu „vermitteln“ und auf diese Weise diese nur scheinbar widersprüchlichen Funktionen in Einklang zu bringen. Besonders spürbar ist es im Ort Dołęga (Gemeinde Szczurowa), wo neben schon sanierten Kiesgruben, die allmählich an das TS angeschlossen werden, auch Kieswerke vorhanden sind, deren Abbaubetrieb noch einige Jahre dauern wird. Eine angemessene Planung des touristischen Produktes wird nicht nur eine sichere Erholung, sondern auch die laufende Verfolgung der Änderungen mitten in der Landschaft ermöglichen, die zunächst durch die landwirtschaftliche, dann bergbauliche Tätigkeit geprägt ist und schließlich in ein Tourismus- und Naturgebiet umgewandelt wird.

Die zu Beginn vorausgesetzte Koexistenz der Bergbau- und Tourismusindustrie generiert Lösungen, welche die Verwendung der nachbergbaulichen Geländeformen (Abbauhohlformen, Kippen, Verlandungszonen) zur Schaffung von Tourismusflächen ermöglichen.

Somit ist das Tarnower Seenland nicht als ein geographischer Name, sondern als ein Verfahren zur Bewirtschaftung und Erschließung der Kiesrestlöcher zu verstehen. Investoren, welche die oben geschilderten Vorgaben und Voraussetzungen erfüllen und sich für eine vertraglich geregelte Zusammenarbeit entscheiden, wird die Erlaubnis zur Benutzung der Wort-Bild-Marke des Tarnower Seenlandes erteilt.

4.5. Wasser-Kulturpark in Dołęga – Fallstudie

4.5.1 Charakteristik der Gemeinde und der Restlöcher in Dołęga

Einer der Nutzungskomplexe des Tarnower Seenlandes ist der Wasser-Kulturpark (WKP) in Dołęga, Gemeinde Szczurowa. In gewisser Weise ist diese Gemeinde ungewöhnlich, denn man erlebt hier zwar, wie woanders auch, den landwirtschaftlich geprägten Charakter der Kleindörfer, andererseits spürt man aber auch die Geschichte, die von weltbekannten Personen mitgestaltet wurde, die ein im 19. Jahrhundert errichtetes Gutshaus in Dołęga (genannt *Soplicowo* an der Weichsel)

bewohnten oder als Gäste besuchten. (Das Anwesen *Soplicowo* ist in der polnischen Literatur ein Begriff für die Hochburg des Polentums, nach dem Nationalepos „Herr Thaddäus“ des großen polnischen Romantikers Adam Mickiewicz). Die Schicksale der Bewohner des Gutshauses in Dołęga und seiner berühmten Stammgäste sowie die wichtigsten Ereignisse der polnischen Geschichte im 19. und 20. Jahrhundert (Galizischer Bauernaufstand 1846, Januaraufstand 1863, 2. Weltkrieg) waren hier miteinander verflochten. Das Gutshaus wurde auch von vielen namhaften Vertretern der Kulturwelt (A. Asnyk, St. Wyspiański, St. Przybyszewski, W. Tetmajer, L. Rydel, T. Miciński, T. Boy-Żeleński, J. Malczewski, L. Wyczółkowski, J. Cierniak) und der Wissenschaft (M. Siedlecki, T. Garbowski, S. Siedlecki) besucht. Im Jahr 1973 übergab die letzte Eigentümerin Jadwiga Tumidajska das Gutshaus dem Bezirksmuseum Tarnów und äußerte dabei den Wunsch, dass durch diese Schenkung die Traditionen des kulturellen und patriotischen Lebens erhalten werden sowie der Januaraufstand von 1863 in Erinnerung bleibt (Konieczny 2009). Dem Wunsch der letzten Eigentümerin wird nicht nur Folge geleistet, sondern diese Idee wird auch in den Revitalisierungsprozess der Tagebaurestseen im Rahmen des Projektes Tarnower Seenland aufgenommen.

Die Tagebaurestlöcher entstehen als Folge der langjährigen Gewinnung von Sand und Kies, die zu Naturwerten in einem scheinbaren Widerspruch steht. Überdurchschnittliche (unter verschiedenen Schutzformen stehende) Naturwerte hat die Gemeinde der günstigen Lage am Rand des Kotlina Sandomierska [Sandomirer Becken], im Tal der Flüsse Wisła [Weichsel] und Raba zu verdanken. Zum 31.12.2018 waren in der Gemeinde 14 industriell nutzbare Sand- und Kieślagerstätten nachgewiesen, für deren Abbau derzeit 5 Konzessionen vorliegen. Als Folge des stillgelegten oder noch aktiven Abbaus wurde die Gemeinde schon jetzt mit einem guten Dutzend Restlochseen bereichert. Nach der erfolgten Überlassung der Kiesgruben der freien Sukzession werden diese schnell zu attraktiven Naturrefugien.

Die Restlöcher *Jagniówka II* und *Jagniówka Północ* [Nord] sowie langfristig auch das Restloch *Zbrody* sind Gegenstand des Projektes Tarnower Seenland. Die Restlochseen *Jagniówka II* und *Jagniówka Północ* [Nord] entstanden durch den Abbau eines Teiles der Lagerstätte *Jagniówka III* durch die Firma CEMEX Polska Sp. z o.o. Gelegen ist diese teilweise in der Gemeinde Borzęcin. Die Mächtigkeit der Lagerstätte lag bei 2,6–6,7 m, die des Abraums bei 0,3–2,2 m und die Sohle erreichte eine Tiefe von 5,2 bis 7,4 m. Der Abbau erfolgte im Tagebauverfahren unter dem Wasserspiegel in den Jahren 2000–2016 (Bergbauflächenverzeichnis 2019). Als Folgenutzungen nach der abgeschlossenen Sanierung wurden die Landwirtschafts- und Fischzuchtnutzungen vorgegeben. Die Fläche der beiden Restlochseen liegt bei 25 ha⁷. Mit verstürzten Abraummassen wurden Deiche um diese Restlöcher angelegt.

⁷ Einschließlich Halbinseln, wobei nur dieser Teil des Restlochsees *Jagniówka Północ* [Nord] berücksichtigt wird, der in der Gemeinde Szczurowa liegt.

Eine viel größere Fläche wird der Restlochsee *Zbrody* einnehmen, der als Folge des Abbaus der Lagerstätten *Dołęga-Zbrody* und *Dołęga-Zbrody I⁸* entsteht. Die Endwasserfläche wird bei 100 ha liegen. Die Mächtigkeit der Lagerstätte beträgt von 3,6 bis 8,3 m und die des Abraums reicht bis 1 m. Zum 31.12.2018 betragen die industriell einsetzbaren fossilen Vorräte 2.236,35 Tsd. t. Abgebaut wird diese Lagerstätte seit 2000 durch den Betrieb für Lockergesteinsabbau *Zbrody 1 Sp. z o.o. Sp. k.* und seit 2019 durch die Gesellschaft *CEMEX Polska sp. z o.o.* Die Einstellung des Bergbaubetriebes ist für das Jahr 2022 vorgesehen. Nach dem erfolgten Abschluss der Sanierungsarbeiten wird für diesen Tagebaurestsee die Landwirtschafts- und Fischzucht-nutzung gelten.



Abb. 4.5. Kiesgruben: *Jagniówka II, Jagniówka Północ* [Nord] und *Zbrody* – 2016
Foto: K. Solak

Die Kiesrestlöcher kann man sowohl als Kulturobjekte als auch Naturobjekte bezeichnen. Diese anthropogenen, d. h. durch Eingriffe des Menschen in die Umwelt entstandenen Objekte fügen sich relativ leicht in die Natur wieder ein und bereichern die Biodiversität und Landschaft. Zugleich bilden sie die Grundlage für die Schaffung eines touristischen Produktes, gestützt auf die Erholung am Wasser in Verbindung mit Naturwerten und Kulturressourcen. Außer dem vorgenannten historischen Gutshaus in *Dołęga* befinden sich in der Gemeinde noch 12 weitere, in der Denkmalliste geführte Objekte (u. a. Kirchen, Kriegsgräberstätten, ein Schloss, Schloss- und Parkanlagen sowie ein Speicher und ein Glockenturm). Die Einwohner der Gemeinde (9.594 Personen im Jahr 2017) zeichnen sich durch einen hohen Lokalpatriotismus aus, indem

⁸ Sollte es zur Fusion kommen, dann kommen noch die Lagerstätten von *Dołęga* mit industriell einsetzbaren Vorkommen von 116,08 t (Stand zum 31.12.2018) hinzu.

sie Musiktraditionen, alte Volkstrachten sowie Bräuche und Rituale kultivieren (SVS 2018, <http://folklorzczurowa.pl> 2017). Dies bietet ein reiches Potenzial für die die Entwicklung des touristischen Produktes unter Beteiligung der Lokalbevölkerung.

4.5.2 Grundsätze für die Schaffung des touristischen Produktes auf den ehemaligen sowie noch aktiven Abbauflächen

Nicht selten werden die Bergbaufolgelandschaften zu touristischen Objekten aufgrund ihrer Natur- bzw. Kulturwerte (Industriererbe). Der Tourismus ist ein wichtiger Wirtschaftszweig und die Vorlieben der Touristen ändern sich allmählich. Immer gefragter ist eine aktive Erholung, mit dem Ziel von Bildung sowie Erlebnisse und Emotionen, die das Bereisen von Regionen und die Besichtigung von lokalen Sehenswürdigkeiten attraktiv erscheinen lässt (Alejziak 2000, Gegenwärtige Trends im Tourismus 2015). Daher können kleine Ortschaften, vorwiegend mit ländlichem Charakter, die das Tarnower Seenland bilden, zu erwartbaren touristischen Destinationen werden. Zu diesen gehört auch das Dorf Dołęga mit seinen, oben schon geschilderten Kultur- und Naturattraktionen sowie dem Bergbauindustrie-Erbe.

Im Entwicklungsprozess des Tourismus ist von fünf bekannten Marketing-Mix-Elementen (*product, price, place, promotion, people*) in unserem Fall das touristische Produkt am wichtigsten. Meistens muss sich dieses Produkt auch gegen eine starke Konkurrenz behaupten. Um wettbewerbsfähig am Markt zu bleiben, ist das richtige Produkt **BRAUCHBAR** (es entspricht den definierten Bedürfnissen, **ORIGINELL** (es zeichnet sich unter anderen angebotenen Produkten aus) und **KOHÄRENT** (alle seine Bestandteile sind an eine **ÜBERGEORDNETE IDEE** angepasst, die sie zu einem zwar komplexen aber zugleich kompakten Produkt zusammenfügt). Wünschenswert ist es, dass das Produkt die Erwartungen des Touristen übertrifft und diesen durch ein breites Spektrum an Begleitdienstleistungen sowie seine hohe Qualität und Flexibilität positiv überrascht (Kaczmarek u. a. 2002).

Unter Berücksichtigung dieser Prinzipien wurde zunächst eine tiefgreifende Analyse der lokalen Verhältnisse durchgeführt. Danach wurde beschlossen, dass die übergeordnete Idee zum Aufbau des touristischen Produktes in Dołęga auf das Kulturerbe der Gemeinde Szczurowa und zwar die Kultur, Kunst und Bergbauindustrie (hier der verbliebene Kiesgrubenkomplex) fokussiert wird.

4.5.3 Schlüsselinvestitionen im Wasser-Kulturpark in Dołęga

Der für die Ortschaft Dołęga vorgeschlagene Wasser-Kulturpark bildet eine Mehrzweckfläche für den Erholungs-, Kultur- und Naturtourismus. Die Schlüsselinvestition ist der Dichterweg (eine Anknüpfung an die berühmten Stammgäste des Gutshauses in Dołęga). Dieser ca. 2 km lange Unterhaltungs- und Bildungspfad wird das Gutshaus

mit dem Restlochseen-Komplex verbinden und gleichzeitig zur Besichtigung dieser historischen baulichen Anlage sowie zum Wandern entlang der ganzen Route anspornen. Die Endstation Bootssteg Meteor soll an die autobiographische Beschreibung von Przybyszewski erinnern, der sich selbst einen Meteor genannt hat und wird am Industriekulturstandort (auf der Halbinsel der früheren Kiesgrube *Jagniówka II*) platziert (Abb. 4.6). Die obere Begrenzung des zum Gedenken von Przybyszewski errichteten Bootsstegs bildet ein Aufbau in Form eines „meteorartigen“ Felsens, der durch seine geometrischen Schnittkanten die auf diesem Gelände gewonnenen Lockergesteine symbolisieren soll (Abb. 4.7 a). Ein charakteristisches Element des Industriekulturstandortes werden kleine Sandprismen sein, die an einen hier befindlichen Verarbeitungsbetrieb erinnern sollen. Wasserpflanzen, welche diese Gewässer spontan besiedeln, werden durch extensive Pflanzen (Weidengewächse, Topinambur und Miscanthus) ergänzt. Die Bepflanzungen sind gedacht als die planerische Vorstellung einer Parkanlage, die den Veranstaltungsplatz von der Restfläche abtrennt, als Grünwände und zugleich ein geeigneter Windschutz fungiert sowie das Gelände stabilisiert. Die Fläche soll also nicht „fest definiert“, sondern bei jedem neuen Event neu eingerichtet werden und somit für Überraschungseffekte dauernd sorgen. Es wird ein öffentlicher, allgemein und kostenlos für den Kultur- und Naturtourismus zugänglicher Raum sein.



Abb. 4.6. Industriekulturstandort auf der Halbinsel der früheren Kiesgrube *Jagniówka II*
Autor: 55Architekci s.c.

In den weiteren Etappen dieses Bauvorhabens plant man, den Dichterweg um folgende Strukturen zu erweitern (Abb. 4.7 b–c):

- *Sensorischer Irrgarten* – eine Struktur, welche die Sinne (Gehör-, Seh- und Tastsinn) beeinflusst und an die aufständische Poesieströmung des Dichters Adam Asnyk anknüpft.

- *Vogelscheuchen* – eine Erinnerung an den Dichter Lucjan Rydel durch Vermittlung von Drehfiguren, die Motive des Theaterstücks „Wesele“ [„Die Hochzeit“] von Wyspiański (wo Rydel die Schlüsselfigur war) mit volkstümlichen „Vogelscheuchen“ und dem Schaffen dieses Dichters (das Werk „Betlejem polskie“ – „Das Polnische Bethlehem“) miteinander verbinden.
- *Farbenlaube* – eine Anknüpfung an das Schaffen von Wyspiański als Glasmaler, ausgeformt aus Buntglasflächen, die einen Blick auf die Umgebung durch Farbfilter ermöglichen.

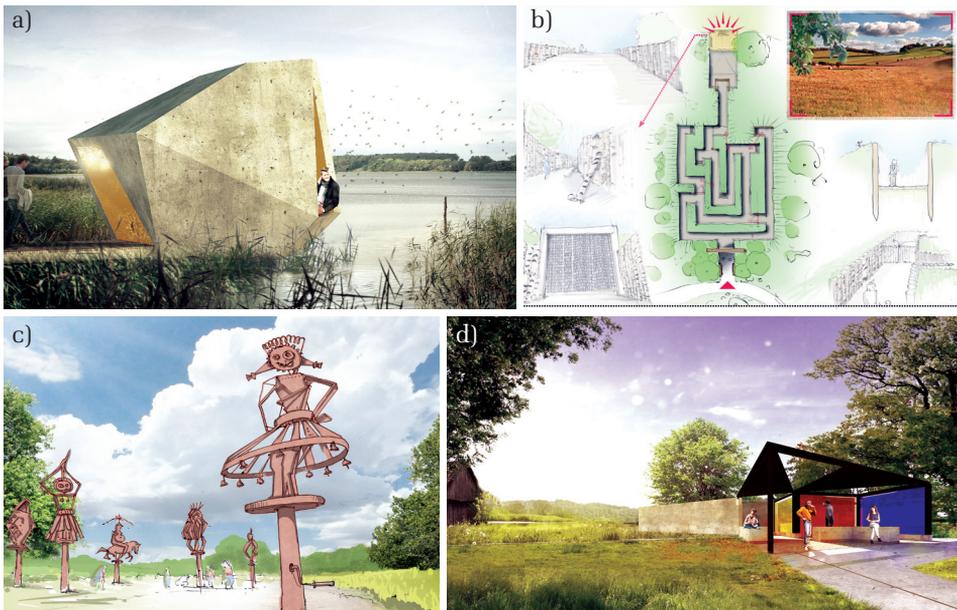


Abb. 4.7. Kulturstrukturen am Dichterweg: a) Bootssteg Meteor „Przybyszewski“; b) Sensorischer Irrgarten „Asnyk“; c) Vogelscheuchen „Rydel“; d) Farbenlaube „Wyspiański“
Autor: 55Architekci s.c.

Der Dichterweg ist ein Beispiel für die Nutzung der lokalen Kultur als Grundlage für die Planung von einzigartigen Attraktionen, die gleichzeitig die Identität der Gemeinde stärken. Die dargestellten Kulturstrukturen haben einerseits einen Nutzcharakter und andererseits machen sie es möglich, die Schaffenskunst zu erleben sowie die Geschichte der Gemeinde durch Spiel und Erholung zu ergründen. Sie bilden eine Art von „bedienungslosem“ Museum und was wichtig für die Tourismusedwicklung ist, sind sie einmalig, weil sie für einen konkreten Standort konzipiert wurden.

Der nördliche Uferbereich des Restlochsees *Jagniówka II* wird für Erholungsnutzungen infrastrukturell erschlossen. Es wird ein bewachtes **Freibad *Balia*** [„**Bütte**“] in einer Ringform als Grundriss mit Holzstegen entstehen, das gleichzeitig Funktionen

einer Aussichtsplattform und eines Sommercafés erfüllen kann (Abb. 4.8). Der Erholungsbereich wird mit einem Gastronomie-Pavillon mit Sanitäreinrichtungen, Treibotenen und einem Sandstrand ausgestattet. Das industrielle Motiv dieses Bereiches wird durch einen Spielplatz mit maschinenartigen Gegenständen, die den Maschinenpark eines Bergwerkes imitieren, zum Ausdruck kommen. Geplant ist auch die Platzierung einer echten Maschine (Bagger, Radlader, Sandwaschanlage – je nach Verfügbarkeit), die nach der erfolgten Ausstattung mit Podesten als einzigartige Attraktion des Spielplatzes fungieren soll. Die bisherigen Erfahrungen weisen darauf hin, dass Kontakte zu authentischen Maschinen eine Riesenattraktion für Kinder darstellen.



Abb. 4.8. Freibad *Balia* („Bütte“)
Autor: 55Architekci s.c.



Abb. 4.9. Anlegestelle *Zbrody* –
Mehrzweckanlage
Autor: 55Architekci s.c.

Im Bereich der aneinandergrenzenden Kiesgruben *Jagniówka Północ* [Nord] und *Zbrody* wird die **Anlegestelle Zbrody** mit einem Steg und Terrassen, einem Restaurant (Regionalküche) und einem Mehrzwecksaal errichtet (Abb. 4.9). Die Aussichtsterrassen werden einen Rundumblick auf den sanierten Bereich der Kiesgrube *Zbrody* bieten und u. a. die Beobachtung eines Entenrefugiums auf der Insel ermöglichen. Die thematisierten Innenräume dieser baulichen Anlage werden einen Bildungscharakter haben – das gebotene Programm soll es möglich machen, die Geschichte der Gemeinde und Subregion zu ergründen, die Umgestaltungen der Landschaft durch die Bergbautätigkeit sowie die Bedeutung der Bodenschätze selbst für die Entwicklung der modernen Zivilisation besser zu verstehen.

Die Originalität des touristischen Produktes *Dołęga* beruht daher auf dessen Anpassung an die übergeordnete Idee (das Kulturerbe der Gemeinde), d. h. auf der Verbindung der zwei scheinbar widersprüchlichen Motive – des Tourismus und Bergbaus miteinander. Die einzelnen Elemente sind schon in sich selbst von innovativen architektonischen Lösungen geprägt, sie exponieren die Qualitäten der Gemeinde und werben für diese. Sie tragen zu einer positiveren Einstellung der Bevölkerung zur Bergbautätigkeit bei, die zwar Belästigungen hervorruft, für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung aber notwendig ist.

4.5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Subregion Tarnów ist reich an Sand- und Kiesvorkommen, durch deren Abbau die Landschaft umgestaltet wird – es entstehen zahlreiche Restlochseen, die ein unbestrittenes Potenzial für die Entwicklung des Erholungs- und Naturtourismus darstellen. Dies findet aber keinen Niederschlag in der Erschließungsart dieser Restlöcher. Das dargestellte Projekt Tarnower Seenland ist ein Versuch, diese Situation zum Besseren umzukehren.

Das Verfahren zur Planung des Tarnower Seenlandes basiert auf drei Säulen: Subregion, Urbanistik und Architektur. Eine derartige Einstellung macht es möglich, den Revitalisierungsprozess in der Subregion zu organisieren, die einzelnen ehemaligen Kiesgruben in diesen Prozess kollisionsfrei zu involvieren und einzigartige Attraktionen zu kreieren.

Die für die Vorbereitungsphase des Revitalisierungsprozesses definierten Voraussetzungen, gestützt auf das „Attraktionen-Mosaik“ und die Drei-Faktor-Verifizierung, sowie deren konsequente Abwicklung, machen es möglich, dass ein einheitliches touristisches Produkt trotz der wechselnden Stakeholder, Projektpartner, Selbstverwaltungsbehörden, Standorte und Geschäftspläne erhalten bleibt. Ein synergetisches Zusammenwirken der touristischen Anlagen im Rahmen der Strukturen des Seenlandes erhöht die Chancen für die Entwicklung des Tourismus und die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen. Diese Chancen würde man verpassen, wenn jede einzelne Anlage auf sich selbst gestellt wäre.

Am Beispiel des Wasser-Kulturparks (WKP) in Dołęga, eines der Nutzungskomplexe des Tarnower Seenlandes, wurde das Kreieren eines touristischen Produktes gezeigt. Als Hauptmotiv, das alle WKP-Elemente zusammenfügt, gilt das Kulturerbe, dem auch die Industriekultur angehört. Die Abbautätigkeit, die mit dem Tourismus scheinbar kollidiert und aufgrund der vorhandenen Lockergesteinsvorkommen noch ein paar Jahre fortgeführt werden muss, soll zu einer der Schlüsselattraktionen werden. Die bergbauliche Vergangenheit des Wasser-Kulturparks soll durch die Erschließungsart des Industriekulturstandortes und des Spielplatzes sowie durch das Erholungs- und Bildungsprogramm hervorgehoben werden.

Das Tarnower Seenland wird könnte somit das touristische Angebot der Woiwodschaft Małopolska [Kleinpolen] um die derzeit noch kaum entwickelte Wassertourismus-Infrastruktur ergänzen, diese mit Natur- und Kulturwerten hervorragend verbinden und so der Subregion Tarnów eine Chance geben, in die touristische Karte von Małopolska [Kleinpolen] eingetragen zu werden. Die Kulturstrukturen DES DICHTERWEGES UND DER GROTESKE-ROUTE, die in ihrer architektonischen Form innovativ und in der Lokalkultur tief verwurzelt sind, würden als charakteristische Merkmale der vorgeschlagenen Erholungsstandorte gelten und zugleich deren Authentizität betonen. Dies stimmt mit dem thematischen Leitfadener der Europäischen Kommission für Tourismusinvestitionen überein, die *„sich auf die bessere Nutzung von lokalen*

Kultur- und Tourismusgütern zu fokussieren und Dienstleistungsinnovationen vorrangig zu behandeln haben“.

Zum Zeitpunkt der Freigabe dieser Monographie zum Druck wurden die Chancen für Realisierung des Projektes Tarnower Seenland in der hier dargestellten Form verpasst. In nächstfolgenden Publikationen soll versucht werden, Ursachen dafür zu ergründen.

LITERATUR

- [1] Alejsiak W. (2000): *Działalność liderów przemysłu turystycznego w świetle aktualnych tendencji występujących na rynku (studium przypadku First Choice i Forte)*. In: *Folia Turistica*, AWF Kraków, 9: 3–38.
- [2] Kill W. (2012): *Island of Special Freedoms. Looking for fresh approaches through building exhibitions*. In: Kuhn R. (ed.): *Redesigning Wounded Landscape. The IBA Workshop in Lusatia*. Wydawca Jovis Verlag GmbH. Berlin, 117–132.
- [3] Konieczny W. (2009): *Dwór w Dołędze*. SCAN Wydawnictwo s.c, Muzeum Okręgowe w Tarnowie, Tarnów.
- [4] Kuhn R., Müller R. (2012): *Ten Years of Radical Change and Fresh Departures. A look back at the IBA Fürst-Pückler-Land*. In: Kuhn R. (ed.): *Redesigning Wounded Landscape. The IBA Workshop in Lusatia*. Jovis Verlag GmbH. Berlin, 5–24.
- [5] Miśkiewicz W., Brzeziński D., Stawiej J., Kalinowska A. (2018): *Piaski i żwiiry*. In: Szuflicki M., Malon A., Tymiński M. (red.): *Bilans Zasobów Złóż Kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2017 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 143–384.
- [6] Ostreża A. (kier.), Lenartowicz K., Szewczyk-Świątek A., Świątek W., Cygan S. (2014): *Koncepcja programowo-przestrzenna żwirowni Jagniówka II i Zbrody wraz z otoczeniem*. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze. Kraków.
- [7] SVS – *Statystyczne Vademecum Samorządowca* (2018), Urząd Statystyczny w Krakowie.
- [8] *Rejestr Obszarów Górniczych*: <http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web/index.jsp?conversationContext=3&conversationContext=3> (2.08.2019).
- [9] *Współczesne trendy w turystyce* (2015): <http://www.klasterturystyczny.pl> (2.08.2019).
- [10] Żuk I. (2018): *Badanie ruchu turystycznego w województwie małopolskim w 2017 roku. Raport końcowy*. Konsorcjum firm: Pracownia Analiz Społecznych IPSYLON i Pracownia Badawcza BOSQO.

5. Goitzsche-Wildnis der BUNDstiftung als Beispiel für eine erfolgreiche Sicherung von Bergbaufolgelandschaften der Braunkohle für den Naturschutz

Jörg Schlenstedt¹, Falko Heidecke²

¹ Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV)

² BUNDstiftung

5.1. Einleitung

Mit Gründung der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), als verantwortlicher Projektträger der Bergbausanierung im Jahr 1996, fand die Umstrukturierung der ostdeutschen Braunkohlenindustrie ihren vorläufigen Abschluss. Es waren verbindliche und feste Strukturen zur Sanierung der nicht privatisierungsfähigen Braunkohlentagebaue und ihrer Industrie geschaffen worden. Die Intensivierung der Bergbausanierung auf großer Fläche und die begleitende ökologische Forschung ab dem Jahr 1994 weckten ein großes Interesse an der Natur auf den nicht rekultivierten Tagebauflächen. Die Sorge war, dass durch eine rein auf bergtechnische Notwendigkeiten ausgerichtete Wiedernutzbarmachung die zufällig und ungeplant entstandenen Nischen und Lebensräume für seltene und geschützte Tier- und Pflanzenarten zerstört werden. Die Aufgabe war neben der Schaffung von an die Produktionskraft des Bodens gebundenen Nutzflächen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft), Flächen für Infrastruktur sowie Gewerbe und Tourismus auch in einem ausreichenden Maß Flächen für Naturschutzzwecke zu sichern.

Ehemalige Tagebauflächen wurden auf unterschiedlichen Wegen für Naturschutzzwecke ausgewiesen und gesichert. Zum Ersten dadurch, dass in den Dokumenten der Regionalplanungen der Länder Tagebauflächen als Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur- und Landschaft ausgewiesen wurden. Die Abschlussbetriebspläne der LMBV berücksichtigen diese Ziele in der Umsetzung der Sanierung. Zum Zweiten wurden Flächen aufgrund ihres naturschutzfachlichen Wertes unter gesetzlichen Schutz gestellt.

Während die gesetzliche Unterschutzstellung einer Fläche die Möglichkeiten der Nutzung und die Intensität der Nutzung beschränken, ist die Ausweisung als Vorrang-

und Vorbehaltsgebiete für Naturschutz in den Regionalplanungen nur ein mittelbarer Schutz ohne direkte Wirkung dem Flächeneigentümer gegenüber. Da eine Aufgabe der LMBV die zügige Verwertung der Liegenschaften ist, bestand die Sorge, dass wertvolle Gebiete ohne gesetzlichen Schutzstatus dem Naturschutz verloren gehen, indem diese an andere Interessenten verkauft werden. In einer gemeinsamen Initiative des Bundesumweltministeriums, des Bundesfinanzministeriums, der Bundesländer und der LMBV wurden solche Tagebauflächen identifiziert und an Naturschutzstiftungen verwertet.

Für die LMBV als Flächeneigentümer und als bergrechtlich verpflichtetes Unternehmen konnten durch dieses Konzept der sogenannten „Kerngebiete für den Naturschutz“ unter anderem die folgenden finanziellen Ziele erreicht werden:

- 1) Die LMBV hat auch bei den naturschutzrelevanten Flächen die Initiative der Vermarktung.
- 2) Durch die Abstimmung mit den Bundesländern ist das Flächenangebot fixiert und Anfragen nach einheitlichen Kriterien zielgerichtet bedienbar.
- 3) Die LMBV kann mittelfristig zu erwartende Nutzungsbeschränkungen auf Grund einer Schutzausweisung frühzeitig kalkulieren. Verkaufsverhandlungen werden damit erleichtert.
- 4) Flächen ohne Naturschutzaufgaben können von der LMBV ohne besondere Berücksichtigung naturschutzfachlicher Vorstellungen veräußert werden.
- 5) Kerngebiete für den Naturschutz können als Ausgleichsflächen für Eingriffe Dritter nach Erwerb angerechnet werden. Die LMBV hatte sich damit einen ihr bisher nicht zugänglichen Markt eröffnet.
- 6) Das Konzept hat bundesweit Interesse an den Flächen erzeugt.
- 7) Frühzeitig gewonnene Flächenerwerber können auf die nachnutzungsorientierte Sanierung Einfluss nehmen. Damit können Sanierungskosten reduziert werden.

Es gibt inzwischen etliche gelungene Naturschutzprojekte in den Tagebaufolgelandschaften des Braunkohlenbergbaus in Ostdeutschland. Auf dem Weg zu deren Umsetzung sind verschiedene Fragen zu lösen.

- 1) Aus Sicht des Bergbauunternehmens und Eigentümers der Flächen sind es die folgenden:
 - a) Welche rechtlichen Verpflichtungen bestehen mit Bezug für die Flächen?
 - i) Zur Sicherheit der Flächen für die Öffentlichkeit.
 - ii) Zu verbindlichen Nachnutzungsplanungen der öffentlichen Planungsbehörden.
 - iii) Zur Sicherung der Pflege und Bewirtschaftung?
 - b) Kann mit solch einem Konzept eine Beendigung der Bergaufsicht durch das Bergamt erreicht werden?
 - c) Können trotz eines Verkaufes und der Übergabe von Flächen die notwendigen Arbeiten umgesetzt werden?

- d) Für das Bergbauunternehmen ist daneben von Bedeutung zu klären, ob bergrechtlich verbleibende Risiken, aufgrund einer reduzierten bergbaulichen Wiedernutzbarmachung, z. B. dem Belassen von Steilböschungen, auf die neuen Eigentümer übertragbar sind und welche finanziellen Auswirkungen ein Verkauf als nicht zu bewirtschaftende Naturfläche haben?
- 2) Aus Sicht des Naturschutzverbandes sind es:
- a) Besteht die Möglichkeit der Einflussnahme auf die Arbeiten des Bergbauunternehmens bei der Umsetzung seiner Verpflichtungen?
 - b) Ist eine Änderung der öffentlichen Planungen erforderlich und möglich?
 - c) Welche rechtlichen Verpflichtungen werden übernommen?
 - d) Ist die Finanzierung der erforderlichen Unterhaltungsarbeiten an öffentlich zugänglichen Wegen, Aussichtspunkten, etc. langfristig möglich?
 - e) Können die notwendigen Gebühren und Versicherungsbeiträge erwirtschaftet werden?
- 3) Aus Sicht der Behörden sind es:
- a) Steht ein solches Konzept im Einklang mit den Zielen und Vorgaben der öffentlichen Raumplanung?
 - b) Werden die Anforderungen der für die Fläche zu berücksichtigenden Fachgesetze eingehalten?
 - c) Ist der übernehmende Naturschutzverband ein seriöser und stabiler Akteur?

5.2. Beispiel der BUNDstiftung Goitzsche Wildnis

Im Jahr 2000 entschied sich der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) e. V. in der Bergbaufolgelandschaft „Goitzsche“ 1.300 ha durch den Kauf von Flächen für eine Wildnisentwicklung zu sichern. Diese Flächen hat dann die BUNDstiftung seit dem Jahr 2007 übernommen. Grundlage für die damalige Flächenkulisse bildete das von der LMBV vorgeschlagene Flächenkonzept der Kerngebiete für den Naturschutz. Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanzierten Projektes „Bergbaufolgelandschaften – Chancen zur Integration von Wildnisgebieten in die Kulturlandschaft am Beispiel der Goitzsche“ (Richter et al. 2005) wurden Entwicklungsprognosen für das Gebiet erstellt. Diese Szenarien basierten auf der Auswertung von vorhandenen Untersuchungen zur abiotischen und biotischen Ausstattung (z. B. Tischew und Mahn 1998), vorliegenden Grundwassermodellen und ergänzenden projektinternen Erhebungen.

5.3. Zielsetzungen des Projektes

Die BUNDstiftung Goitzsche Wildnis verfolgt mit dem Gebiet mehrere Ziele. Ausgangspunkt ist, die Natur auf möglichst großer Fläche sich selbst entwickeln zu lassen. Bis zum heutigen Stand sind über 90% der Goitzsche-Wildnis-Flächen dauerhaft

der freien Sukzession überlassen worden. Auf rund 1.200 ha darf ganzjährig nicht gejagt werden (Jagdruhe nach Jagdrecht). Ebenso sind das Angeln an Uferbereichen und das Befahren der Uferbereiche mit Booten verboten.

Teil der Wildnis Goitzsche ist das 489 ha große FFH-Gebiet „Ehemaliger Übungsplatz mit Paupitzscher See“. Durch gezielte Maßnahmen werden die großflächigen Prozessschutzgebiete in die umgebende Kulturlandschaft integriert und damit auch für die Bevölkerung erlebbar gemacht. Ein Wegekonzept, Rast- und Aussichtspunkte sowie ein Grillplatz dienen der Besucherlenkung.

Ein weiteres Ziel ist die Dokumentation der Entwicklungen der einzelnen Lebensräume und der Artenvielfalt. Zu Beginn gemachte Prognosen werden damit überprüft und damit das Wissen zu Sukzessionsabläufen erweitert. Seit dem Jahr 2006 findet ein ehrenamtliches Monitoring statt. Auf dauerhaften Probeflächen erfolgt dabei die Erfassung der Vegetation sowie der Artengruppen Vögel, Libellen, Heuschrecken, Tagfalter und Lurche. Diese Ergebnisse und auch die Flächen selbst dienen schließlich auch der Umweltbildung. Hierzu werden geführte Exkursionen und Vortragsveranstaltungen, Fotoausstellungen und weitere Aktivitäten durchgeführt.

5.4. Lage

Naturräumlich ist die Goitzsche Teil der norddeutschen Tiefebene mit sehr geringen Reliefunterschieden. Das mitteldeutsche Revier zeichnet sich insgesamt dadurch aus, dass die Kohleförderung in den Flussauen bedeutender Flüsse wie Mulde, Weiße Elster, Pleiße, Saale und kleinerer Flüsse wie Selke, Lober und Geisel stattfand. Dies hatte tiefgreifende Auswirkungen auf den Gebietswasserhaushalt. Die Bergbaufolgelandschaft Goitzsche liegt bei Bitterfeld im Einzugsbereich der unteren Mulde, länderübergreifend in Sachsen-Anhalt und in Sachsen. Im Nordosten schließen sich die Ausläufer der Dübener Heide an, im Osten beendet die Muldeaue die Bergbaufolgelandschaft.

5.5. Geschichte der Goitzsche

Das Abbaugbiet umfasste 62 km². Im Südwesten des Gebietes begann im Jahr 1908 der Aufschluss des ersten Tagebaus. Die Tagebaue in der Muldeaue wurden 1948/49 eröffnet. Die beiden kleinen Flüsse Leine und Lober wurden in einen gemeinsamen Kanal verlegt, das Flussbett der Mulde wurde 1975 auf einer Länge von 9,2 km umgeleitet. Ein rund 700 ha großes Auwaldgebiet, der königliche Forst Goitzsche, niederdeutsch für Gottes Aue, wurde beseitigt. Insgesamt vier Ortschaften und eine Oberförsterei wurden überbaggert. Die Tagebausohle erreichte teilweise eine Tiefe von 0 m NHN. Der aktive Tagebaubetrieb wurde 1991 beendet (Liehmann 1998). Der Tagebau grenzte unmittelbar an die Stadt Bitterfeld.

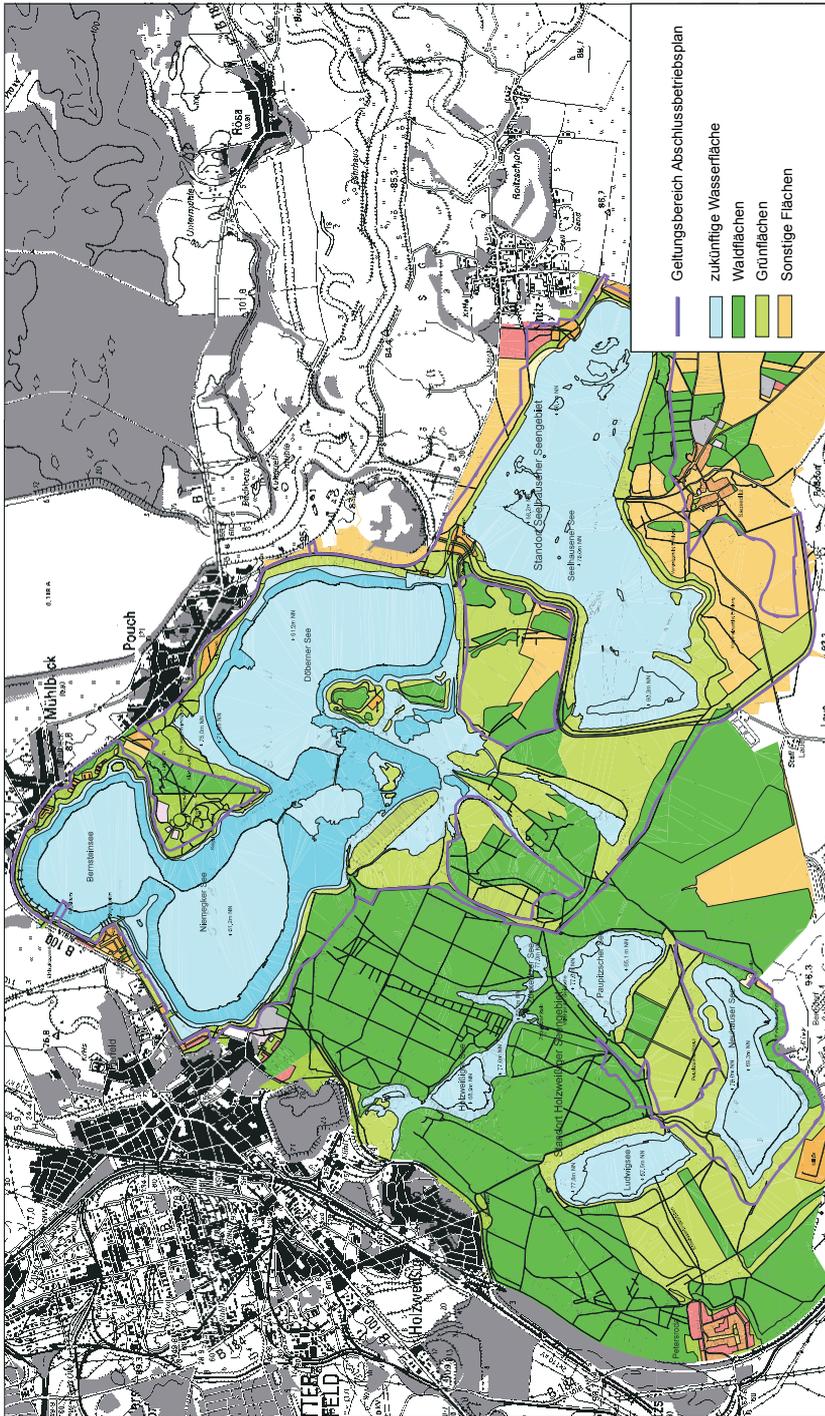


Abb. 5.1. Sanierungsrahmenplan für das Tagebauegebiet Goitzsche im Jahr 2003
Quelle: LMBV

Der abrupte Ausstieg aus der Braunkohlenförderung hinterließ eine ungesicherte nicht nachnutzungsfähige Landschaft. Sie bestand zu etwa zwei Dritteln aus Kippenfläche und zu einem Drittel aus zum Teil sehr großen Restlöchern mit überwiegend niedrigen Wasserständen sowie meist ungesicherten Böschungen (LMBV 2011). Die Sanierungsarbeiten dauerten bis über das Jahr 2000 hinaus an. Im Jahr 1999 wurde die Hebung des Grundwassers eingestellt und die Flutung der beiden größten Restseen, dem Großen Goitzscheseesee, entstanden aus den drei Restseen, Döberner See, Niemecker See und dem Bernsteinsee, und dem Seelhausener See, mit Wasser aus dem Fluss Mulde begonnen. Die Endwasserstände betragen 75 m NHN und 78 m NHN. Das Flutungsende war für das Jahr 2004 geplant. Abbildung 5.1 zeigt den Sanierungsrahmenplan aus dem Jahr 2003.

In den kleineren fünf Restseen im südwestlichen Gebiet erfolgte die Flutung durch Eigenaufgang des Grundwassers und begann teilweise schon in den 1980er Jahren. Dieser Seenkomplex entwässert über ein eigens angelegtes Grabensystem freifließend in den Großen Goitzscheseesee. Im Jahr 2015 sollte der Grundwasseraufgang, und damit die Befüllung der kleineren Restseen entsprechend der Plangenehmigung weitestgehend abgeschlossen sein.

Die planmäßige Flutung der beiden großen Restseen, dem Großen Goitzscheseesee und dem Seelhausener See, wurde im August 2002 jedoch durch ein starkes Hochwasser hinfällig. Ein Dammbbruch an der Mulde führte dazu, dass der Große Goitzscheseesee innerhalb von 72 Stunden eine Höhe von 78 m ü. NHN erreichte. Bis Oktober 2002 konnte der Wasserspiegel auf die geplante Höhe von 75 m ü. NHN abgesenkt werden. Das Hochwasser führte auf direktem und indirektem Weg zu einer schnellen Veränderung vieler Biotope. Ein weiteres starkes Hochwasser im Jahr 2013 veränderte auf einzelnen Flächen nochmals gravierend das Landschaftsbild: Es kam zur Ausbildung von neuen Steilkanten und Schwemmfächern.

Die Bergbausanierung berücksichtigte die Zielsetzungen des Naturschutzes bei ihren Sicherungsarbeiten. So wurden im Bereich des ehemaligen Restloches Paupitzsch keinerlei Arbeiten an den Böschungen vorgenommen, um den Tier- und Pflanzenartenreichtum in diesem Gebiet möglichst ungestört zu belassen. Am Ludwigsee, dem ehemaligen Restloch Innenkippenzufahrt wurden nur in eng begrenzten Bereichen Verdichtungsarbeiten an den Böschungen durchgeführt. Dieses Belassen von nicht sanierten Bereichen erfolgte in enger Abstimmung zwischen den beiden Partnern BUND und LMBV (LMBV 2011).

5.6. Landschaftscharakter

Das Gebiet wird derzeit von Bergbaufolgeseeen, Vorwäldern sowie Offenlandbiotopen geprägt. Die Offenlandbiotope werden überwiegend von mesophilen Gras- und Krautfluren sowie xerophilen Silbergras-Pionierfluren bestimmt. Schwerpunktmäßig sind diese Biotoptypen vor allem in den Bereichen Petersroda, Baufeld IIa und Teilen der ehemaligen Tagesanlagen vorhanden. Weitere große Teilbereiche werden durch

den Biotoptyp Bergbaufolgesee (Ludwig See, Paupitzscher See, Großer Goitzschensee) bestimmt. In den Gebietskomplexen Tonhalde/Feuchtwald, Ludwigsee und Halde haben sich größere Pionierwälder entwickelt. Laubholzforstbestände finden sich lokal vermehrt am Paupitzscher See und an der Rehtränke/Zöckeritzer See. Im Gebiet des Paupitzscher Sees und auf einem Streifen im Gebiet Trockenrasen Petersroda sind Nadelholzforste vorhanden. Die einzigen Vorkommen an Altwaldbeständen (Eichen-Hainbuchen-Wälder) finden sich im Tagebaukomplex ausschließlich auf den gewachsenen Böden der Tagesanlagen und des Bärenhofes (Abb. 5.2).



Abb. 5.2. Großer Goitzschensee mit Bärenhofinsel (umrandet)
Foto: P. Radke, LMBV 2006



Abb. 5.3. Absterbeprozesse auf der Vernässungsfläche Petersroda,
im Hintergrund Ludwigsee
Foto: P. Radke, LMBV 2006

Aufgrund des erhöhten Grundwasserspiegels sowie des Einstellens des Endwasserspiegels in den Restlöchern kam bzw. kommt es im direkten Einflussbereich des Wassers zu Absterbeprozessen von Sukzessionswäldern und einigen Forstflächen. Auf Flächen mit Flachwasserbereichen wird dadurch das Landschaftsbild besonders von abgestorbenen Bäumen geprägt. Verstärkt traten diese Absterbeereignisse im Feuchtwald und in der Rehtränke/Zöckeritzer See auf. Außerdem ist in einzelnen Teilbereichen eine deutliche Zunahme von Großröhrichtvegetation zu verzeichnen. Insbesondere im Bereich des Heidrun-Sees, der Vernässungsfläche Petersroda (Abb. 5.3) und in den Flachwasserzonen des Großen Goitzschesees, zwischen Tonhalde und Feuchtwald, haben sich ausgeprägte Röhrichtflächen entwickelt.

5.7. Entwicklung der Artenvielfalt

Die Veränderung der Lebensräume spiegelt sich auch in Veränderungen in der Artenvielfalt wider. So hat in den letzten zehn Jahren die schnelle Zunahme von Schilf- und Verlandungszonen zu einer Zunahme von Arten mit hohen Ansprüchen an Trophie und Struktureichtum bzw. Arten, die große Verlandungszonen bevorzugen, geführt. Als regelmäßige Brutvögel können in diesem Zusammenhang Zwergtaucher, Wasserralle, Rohrweihe, Graugans, Rohrdommel, Bartmeise, Rohrschwirl und Schilfrohrsänger genannt werden. Speziell auf Schlammflächen sind ebenfalls regelmäßig Waldwasserläufer, Rotschenkel, Bekassine, Flussregenpfeifer und Kiebitz zu beobachten. Im Gesamtgebiet der Goitzsche-Wildnis sind seit dem Jahr 2007 regelmäßig vier bis acht Kranichbrutpaare dokumentiert. Seit 2003 existiert in einer Bucht des Großen Goitzschesees eine Kormorankolonie, mit über 300 Brutpaaren. In mehreren Steilkanten gibt es seit zehn Jahren Nachweise von Uferschwalben- und Eisvogelbruten. Seit dem Jahr 2004 horstet ein Seeadlerpaar in einem 7 ha großen Altwaldkomplex auf der Bärenhofinsel. Ein Fischadlerpaar brütet seit dem Jahr 2007 auf einem alten Strommast auf den Tagesanlagen (Halbinsel). Zum Schutz beider Brutplätze wurden als besucherlenkende Maßnahmen die Sperrung der Insel und angrenzender Wasserbereiche sowie ein Wegegebot auf der Halbinsel durchgesetzt.

Die Alterung der Pappelforste (40 bis 60 Jahre) auf den Halden hat zu einer Zunahme der Specht-Arten geführt. Neben den bereits im Jahr 2003 nachgewiesenen Arten Buntspecht, Schwarzspecht, Grünspecht und Wendehals, gibt es seit 2012 auch Nachweise vom Kleinspecht. Die Häufigkeit von Offenlandarten, wie Ziegenmelker, Wiesenpieper und Steinschmätzer, zeigt dagegen abnehmende Tendenzen. Halboffenlandarten wie Neuntöter, Raubwürger und Schwarzkehlchen sind demgegenüber häufiger als zu Beginn des Monitorings im Jahr 2006. Bei den Amphibien ist die Artenzahl in den letzten Jahren konstant geblieben. Die Pionierarten stark sonnenexponierter Flachwasserzonen, die Wechselkröte und die Kreuzkröte, sind

neben den eurytopen Arten Teichmolch, Grasfrosch, Teichfrosch, Knoblauchkröte und Erdkröte, in sehr unterschiedlich strukturierten Gewässern vertreten. Strukturell anspruchsvolle Arten, die vorwiegend spät-sukzessionale Gewässerstadien besiedeln, wie Laubfrosch, Moorfrosch, Seefrosch und Kammolch sind noch deutlich seltener zu finden. Der Elbebiber ist mit mehr als zehn Revieren flächendeckend vertreten. Für den Fischotter gibt es Reviernachweise am Großen Goitzschensee und am Zöckeritzer See.

5.8. Schlussfolgerungen

Der Erwerb eines so großen und weitestgehend noch nicht sanierten Gebietes durch den Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschlands (BUND) stellte für den Verkäufer LMBV und den Erwerber ein Wagnis dar. Wie die Hochwassereignisse in den Jahren 2002 und 2013 zeigten, wurden geplante Flächennutzungen und Abgrenzungen der Flächen unvorhersehbar von den Naturkräften sprichwörtlich über Bord geworfen. Aber auch das erwachende touristische Interesse an den beiden großen Seen, dem Großen Goitzschensee und dem Seelhausener See, waren Herausforderungen, die von beiden Seiten intensive Abstimmungen und auch Kompromisse erforderten. Ein hohes Maß an gutem Willen und Verständnis bei allen Beteiligten ist weiterhin hierbei die notwendige Voraussetzung. Dies betrifft nicht nur die beiden Partner LMBV und BUND, sondern auch den Landkreis, die Fach- und Aufsichtsbehörden, die Jägerschaft, Angler und letztlich jeden Besucher des Gebietes. Insgesamt gesehen ist die Goitzsche Wildnis ein sehr erfolgreiches Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen einer privaten Naturschutzstiftung und einem Bergbauunternehmen.

LITERATUR

- [1] Heidecke F., Herzog C. (2017): *Goitzsche-Wildnis der BUNDstiftung*. In: *Arten und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaften-Chancen für den Naturschutz im Osten Deutschlands*. Shaker-Verlag, 55–57.
- [2] Liehmann G. (1998): *Chronik des Braunkohlenbergbaues im Revier Bitterfeld: Technik und Kulturgeschichte in zwei Jahrhunderten*. Bitterfelder Bergleute e. V., Bitterfeld, 414.
- [3] LMBV (2011): *Wandlungen und Perspektiven 01 Holzweißig/Goitzsche/Rösa*. Hrsg: LMBV Unternehmenskommunikation, 41.
- [4] Richter K., Heidecke H., Katznel A., Teubert H. (2005): *Bergbaufolgelandschaften – Chancen zur Integration von Wildnisgebieten in die Kulturlandschaft am Beispiel der Goitzsche*. Techn. Berichte, Bernburg.
- [5] Tischew S., Mahn E.-G. (1998): *Ursachen räumlicher und zeitlicher Differenzierungsprozesse von Silbergrasfluren und Sandtrockenrasen auf Flächen des*

mitteldeutschen Braunkohlentagebaus – Grundlagen für Renaturierungskonzepte. In: Pfadenhauer J. (Hrsg.): *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie.* Gustav Fischer Verlag, Jena/Stuttgart, 28: 307–317.

Weitere Informationen und Kontakt: BUNDstiftung, OT Holzweißig, Rathausstraße 1, 06808 Bitterfeld-Wolfen, info@goitzschewildnis.de; <http://goitzsche-wildnis.de>.

6. Biodiversität: Arten und Lebensräume in den Bergbaufolgelandschaften des ostdeutschen Braunkohlenbergbaus

Christian Hildmann¹, Jörg Schlenstedt²

¹ Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften Finsterwalde

² Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV)

6.1. Einleitung und Zielsetzung

Mit dem Abbau der Braunkohle im Tagebau geht eine vollständige Umgestaltung der Landschaft einher. Die vorbergbauliche Landschaft wird vollständig ausgelöscht. Lebensräume und ihre Funktionen sind nicht mehr existent. Zugleich entstehen nach dem Bergbau völlig neue Landschaften – die Bergbaufolgelandschaften.

Die LMBV zeichnet für die geotechnische Sicherung und Gestaltung umfangreicher Tagebauflächen sowohl im Lausitzer als auch im Mitteldeutschen Revier verantwortlich. Nachdem mit der politischen Wende in Ostdeutschland 1989 die Nachfrage nach Braunkohle drastisch zurückging, wurden zahlreiche Tagebaue aufgegeben. Dies sind etwa 475 km² im Lausitzer und 290 km² im mitteldeutschen Revier.

Diese großen Flächen sind jedoch keine unbelebten Wüsten – ganz im Gegenteil. Die Besiedlung beginnt teilweise schon bald nach der Verstürzung des Abraums und gewährt über die besonderen Standortbedingungen auch Arten einen Lebensraum, die in der umgebenden Normallandschaft nur noch sehr selten anzutreffen sind.

Deshalb und da für die anhaltenden geotechnischen Sicherungsmaßnahmen immer wieder auf Teilflächen eingegriffen wird, ist ein aktueller Kenntnisstand zu den Arten und Lebensräumen in den Bergbaufolgelandschaften von großem Interesse. Während in den 1990er Jahren eine Reihe von Untersuchungen dazu durchgeführt wurden, war der aktuelle Stand der Entwicklung nicht einfach verfügbar. Diese Lücke sollte durch die von der LMBV beauftragte Studie geschlossen werden. Zudem sollten daraus Schlussfolgerungen für die aktuelle Sanierungspraxis abgeleitet werden (Landeck et al. 2017).

Der Beitrag fasst die umfangreiche Studie (Landeck et al. 2017) zum Vorkommen von insgesamt 29 Artengruppen und 25 Biotoptypen und Lebensräumen zusammen. Der Schwerpunkt liegt auf den Flächen des sogenannten Sanierungsbergbaus.

Die Studie wurde unter Führung des Forschungsinstituts für Bergbaufolgelandschaften in Finsterwalde und der Hochschule Anhalt in Bernburg durch insgesamt vier weitere Institutionen, dem Institut für Binnenfischerei in Potsdam, der Beak Consulting GmbH in Freiberg sowie der Heinz-Sielmann-Stiftung und der BUND-Stiftung Goitzsche-Wildnis sowie vielen weiteren Experten erarbeitet.

6.2. Besonderheiten des Braunkohlenbergbaus in Ostdeutschland

Braunkohlenbergbau wird in der Lausitz um die Städte Hoyerswerda, Lauchhammer, Senftenberg, Cottbus und Weißwasser und im mitteldeutschen Revier mit den Zentren Zeitz-Weißenfels, Borna-Leipzig und dem Hallenser-Bitterfelder Revier seit über 200 Jahren im industriellen Maßstab gefördert. Bei Nutzung der genehmigten Vorräte werden in der Lausitz und im mitteldeutschen Revier insgesamt rund 180.000 ha, das sind 1.800 km², Flächen beansprucht worden sein (Schlenstedt 2017). Der Höhepunkt der Förderung lag im Zeitraum 1950 bis 1990. Entsprechend hoch war auch der Flächenverbrauch in diesem Zeitraum. War die Braunkohle zu Beginn der industriellen Nutzung noch sehr oberflächennah zu gewinnen, sind heute bis zu 120 m Abraum zu entfernen. Diese Massen wurden, beginnend in den 1920er Jahren, überwiegend mit Förderbrücken und großen Absetzern verkippt. Es entstanden Mischsubstratsysteme aus pleistozänen und Pyrit haltigen tertiären Sanden und Lehmen mit unterschiedlichen Kohlegehalten. Als Ausgangsmaterialien der Bodenbildung führen sie zu kleinflächig wechselnden Eigenschaften an der Oberfläche der Kippen. Da zu Zeiten der DDR die Tagebaue und ihre Kippen und Halden nicht im selben Umfang rekultiviert werden konnten, wie neue entstanden, entstand ein Flächenüberhang nicht rekultivierter Kippen. Dieser Überhang betrug mehrere zehntausend Hektar. Die Natur hatte dort bis zu 40 Jahre Zeit, sich ungestört zu entwickeln. Mit der abrupten Beendigung der Förderung in den Jahren 1990 bis 1992 in den meisten der aktiven Tagebaue kamen weitere geotechnisch instabile und nicht rekultivierte Kippenbereiche und Böschungen dazu.

Nach der politischen Wende stand nicht nur die Sanierung und Rekultivierung dieser Flächen an. Zunehmend wurde der Wert der Flächen für den Naturschutz erkannt. In der Folge haben verschiedene Naturschutzverbände bzw. -stiftungen Flächen übernommen, die zu großen Teilen dem Prozessschutz dienen und die Eigenentwicklung zulassen. Für die heute vorhandene Vielfalt an Arten und Lebensräumen sind diese Flächen von besonderer Bedeutung.

6.3. Methodik

Zur Erfassung der Lebensräume, der vorkommenden Arten und Darstellung der natürlichen Entwicklung (Sukzession) wurden die bei der LMBV verfügbaren

Unterlagen des mitteldeutschen Reviers und des Lausitzer Reviers zusammengetragen, systematisiert und ausgewertet. Die unterschiedliche Qualität der Bearbeitung, der bearbeitete Zeitraum und Flächenbezug erschwerte eine einheitliche Auswertung. Insgesamt wurden Fachbeiträge zum Artenschutz, Kartierungen in Schutzgebieten, Bearbeitungen zur Eingriffsregelung und landschaftspflegerische Begleitpläne ausgewertet. Für jedes der beiden Bergbaureviere waren dies über 100 Dokumente.

Das sich daraus ergebende Bild zu den Lebensräumen und Artengruppen erwies sich jedoch noch als zu lückenhaft. Deshalb wurden weitere Quellen hinzugezogen, wie Kartierungen durch Artenkundler (Ornithologen, Käfer-Spezialisten, usw.), Erhebungen von staatlichen Institutionen, wissenschaftliche Arbeiten und Datenbanken sowohl im mitteldeutschen als auch im Lausitzer Revier. Es sind hieraus sehr umfangreiche Datenbanken für 29 verschiedene Artengruppen entstanden.

Eine wichtige Rolle hatten Experten zu bestimmten Tier- und Pflanzengruppen. Insgesamt haben über 100 Experten ihre Daten zur Verfügung gestellt, bzw. an der Auswertung mitgewirkt. Damit ist ein umfangreiches und detailreiches Bild über die Bergbaufolgelandschaften entstanden.

In einigen Fällen gab es im mitteldeutschen Revier vegetationskundliche Nachkartierungen, da hier Flächen bereits mehrfach in den vergangenen zwanzig Jahren kartiert worden waren.

6.4. Standorteigenschaften

Vor einer Rekultivierung mit dem Ziel der Herstellung von Landwirtschaftsflächen oder als zukünftiger Wald weisen die an der Oberfläche liegenden Kippsubstrate, die das Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind, die folgenden Eigenschaften auf:

- 1) Es sind überwiegend nährstoffarme Sedimente.
- 2) Es sind Rohböden ohne Humus und Pflanzenreste.
- 3) Es gibt keine Bodenlebewesen und keine Samenbanken von Pflanzen.
- 4) Kleinflächig und in heterogenen Abfolgen stehen schwach bis stark schwefelsaure Substrate an.
- 5) Es gibt starke Gradienten im Wasserhaushalt, sehr trockene Flächen wechseln sich mit feuchten bis nassen Flächen ab.
- 6) Trockene Bereiche neigen zu einer starken Erwärmung und weisen damit ein verändertes Kleinklima auf.

Hinzu kommen auf landschaftsökologischer Ebene die folgenden Faktoren und Potenziale:

- 1) Die Tagebauflächen sind groß, unzerschnitten und relativ störungsarm.
- 2) Sie besitzen eine hohe Standort- und Nischenvielfalt.
- 3) In ihnen herrscht eine hohe Dynamik an geomorphologischen und an biologischen Entwicklungsprozessen.

Braunkohletagebaue führen aufgrund ihres massiven Eingriffes in die Landschaft großräumig zu einer vollständigen Vernichtung der ursprünglichen Landoberfläche. Dies betrifft die geschichtlich gewachsenen Nutzungen, die entstandenen Nahrungs- und Beziehungsnetze von Pflanzen und Tieren sowie die natürlichen Abläufe in den Landschaften. Die Funktionen der Landschaft einschließlich der vom Menschen nachgefragten Ökosystemdienstleistungen werden zerstört. Braunkohlenbergbau in Europa und besonders in Deutschland findet in intensiv genutzten Kulturlandschaften statt. Deshalb bieten die nachfolgend entstehenden Bergbaufolgelandschaften der Natur neuen Raum und Chancen, wenn sie selten gewordene Strukturen, Lebensräume und Flächen ohne intensive und regelmäßige Nutzung hinterlassen. Aber auch rekultivierte Tagebauflächen können wertvolle Lebensräume enthalten und tragen zum hohen Artenreichtum der Bergbaufolgelandschaften bei.

6.5. Dynamik der Entwicklung

Ausgekohlte Tagebaue und Kippen können sich entweder weitgehend unbeeinflusst vom Menschen zu Bergbaufolgelandschaften entwickeln oder durch gezielte Rekultivierungsmaßnahmen für eine gewünschte Nachnutzung vorbereitet werden. Eine völlig unkontrollierte Entwicklung wird in europäischen Bergbaugebieten kaum möglich sein, da diesem Wunsch europäische Umweltgesetze und meist auch nationale Bergrecht entgegenstehen. In Deutschland unterliegen Tagebaue dem Bundesberggesetz, das eine Beseitigung der Gefahren für die Allgemeinheit und öffentliche Schutzgüter, wie zum Beispiel das Wasser, fordert. Verantwortlich ist der bergrechtlich verpflichtete Unternehmer. So erfordern die pleistozänen, gleichförmigen und deshalb geotechnisch oft instabil gelagerten Sande, als wesentliches geologisches Ausgangssubstrat der Lausitz, auch in zukünftigen Flächen des Naturschutzes umfangreiche Sicherungsarbeiten.

Eine gezielte Rekultivierung betrachtet das Grund- und Oberflächenwasser, das an der Oberfläche anstehende Sediment, die herzustellende Vegetationsdecke, die Erschließung der Flächen durch Wege und Ausstattungen für Brandbekämpfung, Naturschutz und Erholung. Diese Maßnahmen lenken die Entwicklung, lassen aber dennoch in einem gewissen Maß Raum für natürliche Entwicklungen.

Am Beispiel saurer Standorte sollen diese Entwicklungsabfolgen und die dafür notwendigen Zeiträume gezeigt werden.

Abb. 6.1 zeigt für saure Standorte unterschiedlicher Feuchtestufen die natürliche Sukzession, die im Regelfall in unterschiedlichen Waldtypen endet. Zu erkennen ist, dass auf trockenen bis frischen Standorten eine vielfältige Sukzessionsabfolge gegeben ist, während auf den sehr trockenen sauren Böden, nach der Entsäuerung des Oberbodens und einer gewissen Bodenentwicklung, sich relativ schnell stabile Kiefern-Pionierwälder entwickeln. Diese Pionierwälder können sehr lange Zeiträume überdauern. Auf Extremstandorten, die sehr warm, trocken und sauer sind, können

sich Rohböden über längere Zeit halten. Gleiches gilt für die nassen bis überstauten Standorte. Hier bilden sich über lange Zeit stabile Lebensräume für Tierarten, die in den Kulturlandschaften selten geworden sind.

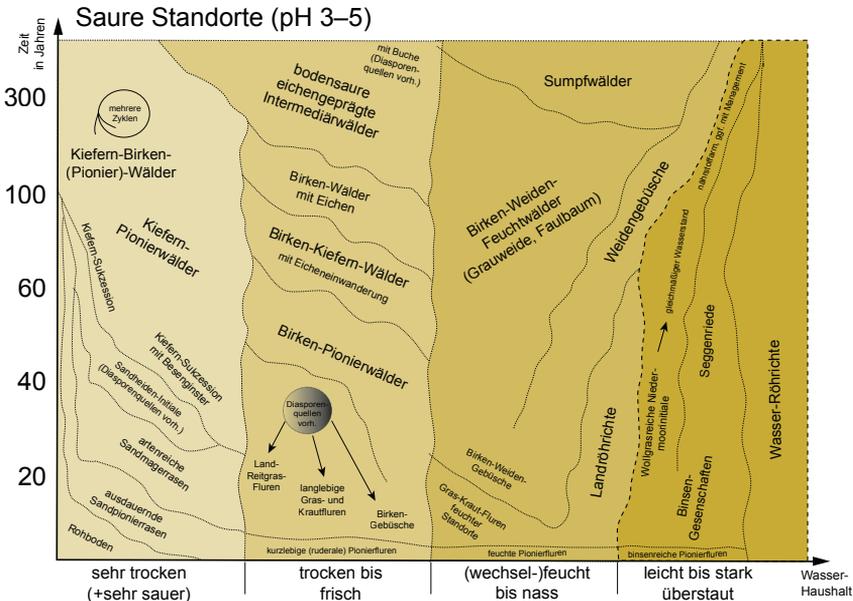


Abb. 6.1. Die Sukzession auf sauren Kippenstandorten führt abhängig vom Wasserhaushalt zu verschiedenen Waldgesellschaften mit Ausnahme der Wasserflächen und Extremstandorten
Quelle: Landeck et al. 2017

Wie am Beispiel für saure Standorte deutlich wird, wird die Dynamik der Sukzession von einigen wenigen Standortfaktoren bestimmt. Neben der Abhängigkeit vom Wasserhaushalt (trocken bis nass) sind dies bodenchemische Eigenschaften (Säuregehalt, Vorhandensein oder Fehlen von Nährstoffen oder phytotoxischen Stoffen) sowie die thermische Situation des Standortes.

Entsprechend dieser Faktoren schreitet auch die Sukzession der Vegetation differenziert voran und hat Auswirkungen auf die Biotopvielfalt. Biotoptypen der offenen Lebensräume, die nicht auf Extremstandorten etabliert sind, haben in den letzten 15 Jahren nach vorliegenden Untersuchungen stark abgenommen. Der Grund ist, dass fast alle Standorte in den Bergbaufolgelandschaften waldfähig sind. Offenlandbiotope, wie die Sandtrockenrasen und Gras-Krautfluren sind deshalb in den Bergbaufolgelandschaften nur durch regelmäßige Pflegemaßnahmen zu sichern. Lediglich das meist nicht gewünschte Landreitgras (*Calamagrostis*) kann über mehrere Jahrzehnte stabile Grasbestände ausbilden. Das Landreitgras ist die am weitesten verbreitete und häufigste Pflanzenart in den Bergbaufolgelandschaften. Seine weite ökologische Amplitude

und die sehr effektive Art ermöglichen ihm ein hoch stetes Auftreten in allen terrestrischen Biotoptypen der Bergbaufolgelandschaften (Lorenz und Landeck 2017).

Als Fazit kann festgehalten werden, dass in den Bergbaufolgelandschaften beider Reviere an den Gewässern Röhrichte und vor allem (Vor)Wälder auf den terrestrischen Flächen in den nächsten Jahren weiter zunehmen werden. Dagegen werden Rohbodenflächen und Rohbodenmosaiken nur auf Extremstandorten langfristig zu finden sein.

Trotz dieser Verschiebung hin zu weiter entwickelten Vegetationstypen fand bisher nur eine geringe Abnahme der floristischen Artenvielfalt statt. Der größte Anteil der in den Erstkartierungen vor zwanzig Jahren gefundenen Arten konnte bei Folgekartierungen im mitteldeutschen Revier wiedergefunden werden. Dem Anteil der verschwundenen Arten stehen neu gefundene Arten gegenüber. Die Veränderungen der Biotopflächenanteile führen zu einer Zu- bzw. Abnahme von für den jeweiligen Biotoptyp charakteristischen Arten.

Mit der Sukzession der Vegetation entwickeln sich auch die Böden. Die Anreicherung von biologischem Kohlenstoff und biologisch gebundenen Nährstoffen in Form von Wurzeln, Humus, Streu und Bodenlebewesen, fördert auch die Entwicklung der Nährstoffkreisläufe im Boden.

Die Einwanderung von für die Bodenentwicklung wichtigen Tiergruppen wie Regenwürmern oder Asseln erfolgt im Gegensatz zu vielen Pflanzenarten dagegen sehr langsam und verzögert (Dunger und Voigtländer 2009). Sie haben nur eine geringe Ausbreitungsgeschwindigkeit und sind auf die Hilfe des Menschen angewiesen. Eine Ausbreitung kann durch aktive Maßnahmen wie die Verbringung von Waldböden, das Anlegen von Wällen aus Stubben und Totholz oder Pflanzen von Bäumen mit Erdballen erfolgen. Indirekt gelangen die Tiere auf die Rekultivierungsflächen, indem sie bzw. ihre Eier mit verwendetem Material und eingesetzter Technik verbracht werden.

6.6. Vielfalt der Biotop- und Vegetationstypen

Es können drei grundsätzlich verschiedene Vegetationstypen unterschieden werden:

- 1) Rein aquatische Lebensräume, die sich in a) auf der Wasseroberfläche und b) unterhalb, abgestuft nach Tiefenstufen, unterteilen lassen.
- 2) Wasser gebundene terrestrische Lebensräume. Hierzu gehören a) Quellen und Hangwasseraustritte; b) Gewässerröhrichte an den Ufern der Seen; c) Landröhrichte als Begleitbiotope zu Quellen und Hangwasseraustritten sowie nassen bis wechselfeuchten Standorten; d) Seggenriede in den Verlandungszonen der Seen; e) Initialstadien von Niedermooren und Sümpfe als sehr seltene Biotoptypen und schließlich; f) Feuchtwiesen, besonders als Orchideen reiche Feuchtwiesen sind sie sehr wertvoll.

- 3) Terrestrische Lebensräume. Diese bestimmen neben den Wasserflächen den Charakter der Bergbaufolgelandschaften. Zu ihnen gehören a) Binnensalzstellen, als seltene Ausprägungen auf Kippen salzhaltiger Kohleflöze sowie Aschepülkippen von Braunkohlekraftwerken; b) vegetationsfreie und vegetationsarme Rohböden; c) Abbruchkanten, Steilwände, Steilböschungen; d) Sand-Pionierfluren auf trockenen, grundwasserfernen Standorten; e) Sandtrockenrasen als das typische Bild früher Sukzession insbesondere auf Lausitzer Kippen; f) Zwergstrauchheiden mit *Calluna*; g) Kalkmagerrasen-Initiale ausschließlich im mitteldeutschen Revier; h) Gras- Krautfluren, diese nehmen auch aufgrund der Rekultivierung einen großen Flächenanteil ein; i) Landreitgrasfluren, mit *Calamagrostis epigejos* als dominanter und am weitesten verbreiteter Art in den Bergbaufolgelandschaften; j) Biotop-Mosaiken, aus vielfältigen Vegetations- und Habitatstrukturen; k) Gebüschstadien einheimischer Arten, sind ebenfalls weit verbreitet; l) Gebüschstadien gebietsfremder Arten, die häufig im Rahmen früherer Rekultivierungsmaßnahmen gepflanzt wurden; m) Pionierwälder mesotropher bis reicher Standorte; n) Pionierwälder auf Extremstandorten, wie oberflächlich entsäuertem tertiären Bodenmaterial, stark kohlehaltige Standorte (Kohlegehalte >10–40% Kohle), sehr steile Standorte und Halden mit hohem Tonanteil; o) Pionierwälder wechselfeuchter bis nasser Standorte, die unter Grundwassereinfluss stehen; p) Intermediärwälder, das sind Wälder im Alter zwischen 60–100 Jahren; q) Forste einheimischer Baumarten, und schließlich r) Forste gebietsfremder Baumarten.

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich ziehen:

- 1) Es bildete sich eine große Zahl von Vegetationstypen, die aufgrund desselben massiven Eingriffs, der Gewinnung von Braunkohle im Tagebau, entstanden (Abb. 6.2, Abb. 6.3). Hierin spiegeln sich die unterschiedlichen geologischen und naturräumlichen Gegebenheiten wider, in denen der Eingriff stattfand. Zugleich lässt sich zeigen, dass die Vegetationsstruktur im mitteldeutschen und Lausitzer Revier insgesamt sehr ähnlich ist – trotz unterschiedlicher Artenzusammensetzung im Einzelfall und trotz unterschiedlicher dominierender geologischer Sedimente.
- 2) Es gibt zahlreiche Vegetationstypen, wie die unterschiedlichen Forsttypen, die Gras-Krautfluren und Landreitgrasbestände, die auch in der nicht vom Bergbau beanspruchten Landschaft vorkommen.
- 3) Es gibt aber auch Vegetationstypen die in der „normalen“ Landschaft sehr selten geworden sind oder so gar nicht vorkommen, wie Pionierwälder auf stark kohlehaltigem Material.

Dieser Mix an Lebensräumen, teilweise auf engstem Raum, hat Auswirkungen auf die vorkommenden Arten, deren Häufigkeit sowie die Entwicklungen in den Bergbaufolgelandschaften.



Abb. 6.2. Der Wechsel von Wasserflächen zuerst in den in Entwicklung befindlichen Landflächen, wie hier am Schlabendorfer See, ist Lebensraum für unterschiedliche Tierarten
Foto: Ch. Hildmann



Abb. 6.3. Beispiel für die durch zahlreiche Störungen erst langsam einsetzende Sukzession im Tagebau Klettwitz (Naturparadies Grünhaus)
Foto: Ch. Hildmann

6.7. Beispiele für die Artenvielfalt

Die Untersuchungen zu den Lebensräumen und Arten deckten eine Fläche von rund 1.300 km² ab. Kein Bestandteil waren die Betriebsflächen der aktiven Tagebaue und die Flächen zukünftiger Abbauflächen der Tagebaue. Das Bearbeitungsgebiet entspricht 0,37% der Landfläche Deutschlands. Das Verhältnis der in den Bergbaufolgelandschaften gefundenen Arten zur Gesamtzahl der vorkommenden Arten

der jeweiligen Artengruppe in Deutschland liefert erstaunliche Ergebnisse. So sind in Deutschland 4.165 verschiedene Gefäßpflanzen bekannt. In den Bergbaufolgelandschaften konnten davon 1.300 Arten gefunden werden. Dies entspricht einem Anteil von 31%. Von 105 in Deutschland beheimateten Säugetierarten kommen 51 Arten vor, von 13 heimischen Reptilien 5 und von 22 in Deutschland vorkommenden Amphibienarten sind 15 in den Bergbaufolgelandschaften zu finden. 145 Vogelarten brüten in den Bergbaufolgelandschaften. Das ist nahezu jede zweite in Deutschland brütende Art. Aber insbesondere für Webspinnen, Heuschrecken, Zikaden, Laufkäfer, Tagfalter und Stechimmen sind die Bergbaufolgelandschaften sehr wichtige Lebensräume. An aquatische Lebensräume gebundene Arten wie die Wasserwanzen finden in den Bergbaufolgelandschaften ebenfalls bedeutsame Habitate. Von 69 in Deutschland vorkommenden Arten leben 43 inzwischen in den Bergbaufolgelandschaften der Lausitz und Mitteldeutschlands. Bei einigen Artengruppen ist zudem zu berücksichtigen, dass die Erfassungsintensität und der Kenntnisstand über deren Vorkommen in der Bergbaufolgelandschaft unvollständig sind, z. B. bei Wasserkäfern, Eintagsfliegen oder Zikaden. Hier stellen die ermittelten Anteile eher Unterschätzungen dar.

Tierarten, die entweder wegen ihres umfassenden Schutzstatus in den Kulturlandschaften problematisch sind, wie zum Beispiel die Zauneidechse (*Lacerta agilis*), oder aufgrund ihrer Lebensweise wie der Wolf (*Canis lupus*) und der Biber (*Castor fiber*), haben in den Bergbaufolgelandschaften einen deutlich konfliktärmeren Lebensraum gefunden.

Die Einwanderung in die Bergbaufolgelandschaften hängt von den unterschiedlichen Strategien der Arten ab. Gerade bei der Flora ist ein deutlicher Zusammenhang zu den Arten im Tagebaumfeld vorhanden.

Die Zauneidechse ist eine der Charakterarten der Bergbaufolgelandschaften, obwohl sie sonst eher selten ist. Sie profitiert von den wärmeren Standorten und nutzt besonders die offenen Flächen, die an Gebüschränder angrenzen. Die Einwanderung erfolgt entlang von linearen Strukturen wie Gehölzstreifen oder Stubbenhecken. Mit der fortschreitenden Sukzession in den Tagebauen ist langfristig ein Rückgang der Siedlungsdichte der Zauneidechse zu erwarten.

In den ehemaligen Tagebauen konnten insgesamt 44 Heuschreckenarten nachgewiesen werden, wobei es sich überwiegend um wärmeliebende Arten handelt. Arten wie die Sandschrecke (*Sphingonotus caerulans*) können als Pionierarten weitere Strecken fliegen und überqueren auch Waldgebiete. Sie nutzt die Rohböden und vegetationsarmen Sandlebensräume, so dass die Bergbaufolgelandschaften für die Art große Bedeutung besitzen. Mit der fortschreitenden Vegetationsentwicklung hat die Art stellenweise bereits wieder abgenommen. Im Lausitzer Revier konnte sich zudem die Italienische Schönschrecke (*Calliptamus italicus*) ausbreiten (Abb. 6.4). Zuvor in Brandenburg vom Aussterben bedroht, schaffte sie den Sprung aus der Lieberoser Heide in die Bergbaufolgelandschaften. Heute ist sie auf Pionier- und Graskrautfluren und Trockenrasen eine häufige Art. Ganz anders verlief die Besiedlung durch

die Waldgrille (*Nemobius sylvestris*), eine nicht flugfähige Art. Sie konnte erst von den Rändern her einwandern, als dort auch passende Waldstandorte entstanden waren. Anderswo, wie auf der isolierten Hochkippe Schipkau, ist sie offenbar als blinder Passagier angekommen.



Abb. 6.4. Die zuvor sehr seltene Italienische Schönschrecke konnte sich in den Bergbaufolgelandschaften einen großen neuen Lebensraum erschließen
Foto: Ch. Hildmann

Die Zahlen belegen die sehr hohe Bedeutung der Bergbaufolgelandschaften für die Biodiversität und den Artenschutz in Deutschland. Die Strukturvielfalt, Großflächigkeit und relative Störungsarmut in den ehemaligen Tagebauen sind die Gründe für diesen Erfolg. Sie weisen andererseits auch auf ein Problem hin. Auf dem größten Teil der Kulturlandschaft gingen genau diese Faktoren verloren.

6.8. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Bergbaufolgelandschaften bieten eine große Chance, für den Naturschutz und die Biodiversität wichtige Strukturen zu sichern. Sie stellen damit einen gewissen Ersatz für den in Kulturlandschaften erfolgten Verlust dar.
- In den Bergbaufolgelandschaften sollten große Bereiche ohne wirtschaftliche Nutzung und intensive menschliche Störungen geschaffen werden.
- Geeignete Organisationen sollten ermutigt und unterstützt werden, solche Flächen in ihren Besitz zunehmen und langfristig zu erhalten.
- Die Rekultivierung von Flächen sollte immer auch Raum für natürliche Entwicklungen zulassen.
- Die unterschiedlichen Pläne in den aktiven Bergbauunternehmen sollten bereits frühzeitig Rohbodenflächen, Sukzessionsbereiche und Flächen für temporäre Wasseransammlungen in ihren Planungen berücksichtigen und entsprechend gestalten.

- Die Bergbaufolgelandschaften sollten nicht unnötig aufgeräumt werden. Das heißt der Erhalt kleinflächiger Strukturen, Belassen von nicht umweltgefährdenden Bergbauresten, das Zulassen geotechnisch unproblematischer Veränderungen an Böschungen und Ufern.
- Für den Erhalt zu pflegender Biotoptypen, wie die besiedlungsfreundlichen Offenlandbereiche, sollten frühzeitig Managementpläne und entsprechende Ressourcen geschaffen werden. Dort, wo Pflege erfolgt, sollte über eine Vielfalt von Methoden jeweils unterschiedlichen Arten entsprochen werden. Ein vielversprechender Ansatz, für den es erste Beispiele auch aus den Bergbaufolgelandschaften gibt, sind „wilde Weiden“, auf denen ganzjährig ein geringer, angepasster Besatz an Großherbivoren (z. B. robuste Rinder und/ oder Pferde) gehalten werden.
- Die Durchführung eines langfristigen Monitorings mit dafür eingerichteten Flächen ermöglicht die Gewinnung von Daten, die auch außerhalb der Bergbaugebiete von Relevanz sind.
- An die Bergbaufolgelandschaften werden zahlreiche Nutzungsanforderungen gestellt (Land- und Forstwirtschaft, Tourismus) sowie Flächenansprüche des Naturschutzes geltend gemacht. Dabei ist die Naturerfahrung der Bevölkerung zu berücksichtigen und Flächen sind hierfür zugänglich zu machen.

6.9. Zusammenfassung

Mit dem Braunkohlenbergbau ist die Landschaft großflächig vollständig umgestaltet worden. Durch den Rekultivierungsrückstau zu DDR-Zeiten blieben viele Flächen über Jahrzehnte einer Eigenentwicklung überlassen. Mittlerweile sind die meisten Flächen rekultiviert und ein Teil der Flächen konnte für den Naturschutz gesichert werden. Für die noch anstehenden Sanierungsarbeiten war es wichtig, die aktuelle Entwicklung der Biodiversität zu kennen, um die Aspekte des Naturschutzes angemessen berücksichtigen zu können. Deshalb wurde eine Studie erarbeitet, in der die Vorkommen von 29 Artengruppen und die prägenden Lebensraumtypen im mitteldeutschen und Lausitzer Revier zusammengetragen wurden. Hierfür wurden neben Artenschutzfachbeiträgen und anderen Planungsunterlagen viele weitere Veröffentlichungen, Datenbanken bis hin zu Funden privater Artenexperten ausgewertet.

Die Vielfalt in den Bergbaufolgelandschaften beruht wesentlich auf den besonderen Standorteigenschaften, die durch Nährstoffarmut, Anteil von Rohböden, teilweise schwefelsauren Sedimenten, starken Gradienten im Wasserhaushalt und vielen trockenen, wärmeren Flächen gekennzeichnet ist. Große, relativ störungsarme Flächen bieten Lebensraum für Arten wie Kranich oder Wolf.

Dennoch sind die meisten Standorte auf den Kippen waldfähig, so dass sich auf den für den Prozessschutz vorgesehenen Flächen langfristig Waldgesellschaften durchsetzen werden. Anhand des Wasserhaushaltes sowie den Bodeneigenschaften, vor allem dem pH-Wert, lassen sich typische Sukzessionsabfolgen herleiten.

Die Dynamik führt dazu, dass die vorhandenen Offenlandflächen mit ihrer typischen Artenzusammensetzung abnehmen werden. Dort, wo dies auf Teilflächen nicht gewünscht wird, müssten entsprechende Maßnahmen durchgeführt werden, etwa über eine extensive Beweidung.

Auf den Kippenflächen hat sich eine große Vielfalt an Biotop- und Lebensraumtypen ausgebildet, die sowohl aquatische, semiaquatische und vor allem terrestrische Lebensräume umfasst. Diese, oft auch kleinräumige, Vielfalt ist die Grundlage für die festgestellte hohe Biodiversität. Trotz der insgesamt betrachteten geringen Flächengröße (0,37% der Landfläche Deutschlands) konnten teils beachtliche Anteil des Arteninventars in den Bergbaufolgelandschaften gefunden werden, etwa 31% der Pflanzenarten oder 52% der Heuschreckenarten. Dennoch bestehen bei einigen Artengruppen Erfassungsdefizite.

Aus den Kenntnissen lassen sich Schlussfolgerungen für die Sanierung ableiten. Die Bergbaufolgelandschaften bieten große Chancen für den Erhalt der Biodiversität. Es sollten große Bereiche von wirtschaftlicher Nutzung freigehalten werden. Auch kleinflächige Sonderstandorte sollten erhalten bleiben und der Eigenentwicklung der Natur so weit als möglich Raum gegeben werden. Dort, wo Pflegemaßnahmen erforderlich sind, sollten zum einen an der Natur orientierte Ansätze wie die extensive Beweidung in Betracht gezogen werden und zum anderen auch die Maßnahmen selbst vielfältig sein. Schließlich ist auch der Mensch, etwa durch das Zulassen der Naturerfahrung, mit in die Konzepte einzubeziehen.

LITERATUR

- [1] Landeck I., Kirmer A., Hildmann C., Schlenstedt J. (Hg.) (2017): *Arten und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaften: Chancen der Braunkohlesanierung für den Naturschutz im Osten Deutschlands*. Shaker Verlag, Aachen, 560.
- [2] Lorenz A., Landeck I. (2017): *Steckbriefe der Biotop- und Vegetationstypen in der Lausitzer und der Mitteldeutschen Bergbaufolgelandschaft*. In: *Arten und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaften: Chancen der Braunkohlesanierung für den Naturschutz im Osten Deutschlands*. Shaker Verlag, Aachen, 83–140.
- [3] Dunger W., Voigtländer K. (2009): *Soil fauna (Lumbricidae, Collembola, Diplopoda and Chilopoda) as indicators of soil eco-subsystem development in post-mining sites of eastern Germany – a review*. In: *Soil Organisms*, 81, 1: 1–51.
- [4] Schlenstedt J. (2017): *Braunkohlenbergbau und Bergbausanierung*. In: *Arten und Lebensräume der Bergbaufolgelandschaften: Chancen der Braunkohlesanierung für den Naturschutz im Osten Deutschlands*. Shaker Verlag, Aachen, 17–26.

7. Tagebaurestseen und Absetzanlagen in Braunkohletagebauen – ökologische Eigenschaften und Ähnlichkeiten mit natürlichen Ökosystemen

Anna Goździewska¹, Andrzej Skrzypczak¹, Antoni Florczyk², Lilla Szwed³

¹ Fakultät Umweltwissenschaften, Universität Ermland-Masuren Olsztyn

² Kreis 3 des Polnischen Anglervereins *Górnik* beim Braunkohlentagebau *Bełchatów*

³ PAK (*Pątnów Adamów Konin*) Braunkohlentagebau *Konin*

7.1. Einleitung

Die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen steht meistens mit Umwandlungen der Natur, Umwelt und Landschaft in einem Zusammenhang. Die Gewinnung von natürlichen Ressourcen in Tagebauen wirkt sich auf die Umgebung (Böden, Gewässer, Luft) aus und verändert dabei das soziale und natürliche Landschaftsbild (Lapčík und Lapčíková 2011). Außer sichtbaren und sofortigen Veränderungen der Erdoberfläche (Verschwinden von Wäldern und menschlichen Siedlungen) ist auch mit langfristigen Folgen zu rechnen. Mit der Zeit sinkt aufgrund der Wasserhebung in Tagebauen der Grundwasserspiegel. Dies führt zum Verschwinden von Oberflächengewässern, die als natürliche Wasserreservoir dienen, sowie zu Funktionsstörungen des lokalen Flusssystem (Orlikowski und Szwed 2011, Sloss 2013). Weitere Gründe für diese Probleme sind u. a. Verlegen von Fließgewässern sowie Bau von Absetzanlagen im Zusammenhang mit dem Bergbaubetrieb (Bian u. a. 2010). Parallel dazu beeinflussen aber neu entstehende, für ein wirksames Funktionieren von Tagebauen notwendige Fließgewässer und Absetzbecken oder die wasserwirtschaftliche Sanierung von Restlöchern ganz gravierend die Zukunft der Natur im betroffenen Gebiet (von Sperling und Grandcham 2010, Kasztelewicz und Sypniowski 2010). Ein neues Wasserreservoir, entstanden im betroffenen Gebiet im Zuge des Abbaubetriebs, bzw. nach dem erfolgten Abschluss des Tagebaus, bringt für das lokale Gebiet eine Vielfalt und Anreicherung von Arten, Lebensräumen und Landschaften mit sich (Stottmeister u. a. 2002). Es erfüllt oft eine Sozial- und Erholungsfunktion, die besonders in industriellen und stark urbanisierten Gebieten mit einer hohen Bevölkerungsdichte von großer Bedeutung ist (Rzetała 2008, Orlikowski und Szwed 2011).

Die Entstehungsgeschichte eines Restlochsees spielt eine Schlüsselrolle für die Art und Geschwindigkeit der Sukzession des neuen Ökosystems. Seine aktuelle Bestimmung und sein Status wirken auf Artenzusammensetzung und Konzentration von Hydrobionten ein (Merrix-Johnes u. a. 2013, Pociecha und Bielańska-Grajner 2015). Bei Absetzanlagen unterliegen Umweltparameter häufigen und erheblichen Schwankungen, wenn der Abbaubetrieb dort ununterbrochen läuft. Eine hohe Amplitude von abiotischen Umweltfaktoren erschwert die biologische Stabilisierung des Ökosystems. Eine derartige Umwelt bedarf eines permanenten Monitorings, damit das Absetzbecken einerseits mit seiner Hauptfunktion im Zusammenhang stehende Anforderungen erfüllt und andererseits seine natürliche Beschaffenheit aufrechterhält (von Sperling und Grandcham 2010).

Für den wasserwirtschaftlichen Sanierungsprozess der Bergbaufolgelandschaften ist die Erstellung von genauen Plänen und Prognosen unumgänglich. Inwieweit Tagebaurest-seen natürlichen Seen hinsichtlich der biologischen Produktivität und Biodiversität ähneln, hängt von der Endgestaltung des Seegrundes sowie der Unterwasser- und Oberwasserböschungen im gefluteten Restloch ab. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Oberfläche der Seesohle, befindlich in der lichtdurchfluteten euphotischen und schwächer durchleuchteten dysphotischen Zone. Nicht weniger wichtig ist ein derartiger Aufbau der Außenkippe, dass die Fläche des direkten Einzugsgebietes wirksam verringert und dessen Einfluss auf Gewässerchemie des Restlochsees eingeschränkt wird (Ostręga und Uberman 2010).

Ziel dieser Arbeit war es, die ökologischen Zustände der Tagebaurestseen und Absetzbecken in Braunkohletagebauen zu bestimmen und anschließend Vergleiche mit Eigenschaften der natürlichen Seen zu ziehen. Analysiert wurde das Funktionieren dieser Ökosysteme in Bezug auf ökologische Faktoren, welche biologische Produktion regeln (Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse, Gehalt an biogenen Stoffen und organischer Materie, Lichtverhältnisse), Ausmaß der herausgebildeten Ökosysteme und deren Dynamik sowie Unterschiedlichkeit von Biozönosen, bezogen auf verschiedene Lebensräume und Arten von Lebewesen.

7.2. Forschungsgelände

7.2.1. Absetzbecken

Es wurden Absetzbecken untersucht, die zum Drainagesystem zur Entwässerung der Braunkohletagebaue *KWB Bełchatów* und *PAK KWB Adamów S.A.* gehören. Ihre Aufgabe ist es, übermäßige Mengen von suspendierten Mineralstoffen zu entfernen. Die meisten Absetzbecken sind ein paar hundert Meter bis zu einigen Kilometern vom Abbaugelände entfernt. Das Wasser wird aus verschiedenen Tiefen abgepumpt, in unterschiedlichen Proportionen vermischt und anschließend über oberirdische Kanäle (*KWB Bełchatów*) oder unterirdische Kanäle (*KWB Adamów*) der Beckenkammer zugeführt. Dabei handelt es sich um Erdbecken mit einer Fläche von ca. 8,0 ha und einem Volumen von ca. 100.000 m³.

Beim höchstzulässigen Wasserzufluss von $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt die Wasserstauzeit 16 Stunden. Umrundet sind die Becken durch Dämme, natürlich bewachsen mit Gras- und Wiesenpflanzen sowie Sträuchern. Eine Beckenkammer besteht aus drei Teilen (Zonen) (Abb. 7.1 und 7.2). Im Vorklärbecken (A), dem das Wasser über Zulaufkanäle direkt zugeleitet wird, erfolgt die Abtrennung der größten Suspensionsfraktionen mittels Schwerkraft-sedimentation. Von dem Nachklärbecken ist dieser Teil mit dem sog. Rechen abgetrennt. Das Nachklärbecken (B) ist ein Reservoir mit Abmessungen von ca. $100 \times 400 \times 2,2 \text{ m}$, bestimmt für Ablagerung von kleineren Fraktionen sowie aerobe Transformationen organischer Stoffe. Die Pflanzenfilterzone (C) ist der dritte, seichteste Teil der Beckenkammer (Tiefe ca. $0,25 \text{ m}$). Auf einer Länge von ca. 100 m erfolgt dort Endreinigung und Entfernung von kleinsten Suspensionsfraktionen. Danach wird das Wasser zur Entnahmestelle abgeführt. Beim *KWB Adamów* sind die im Entwässerung-Drainagesystem betriebenen Absetzbecken mit der separaten Zone (A) nicht ausgestattet. Eines von diesen besitzt auch keinen Pflanzenfilter.

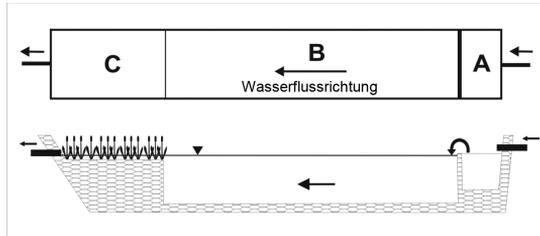


Abb. 7.1. Bauplan eines Absetzbeckens am Beispiel der Objekte des Braunkohletagebaus *KWB Bełchatów*
Erarbeitet von: A. Skrzypczak



Abb. 7.2. Teile der Beckenkammer im *KWB Bełchatów*: a) Vorklärbecken, b) Nachklärbecken, c) Pflanzenfilterzone
Foto: A. Goździewska

7.2.2. Tagebaurestseen

Die Forschungen wurden auf dem Gelände der drei Tagebaurestseen des Braunkohletagebaus *PAK KWB Adamów S.A. Przykona, Janiszew* und *Władysławów* geführt. Die Tagebaurestseen *Przykona* und *Janiszew* liegen im Wassereinzugsgebiet der Flüsse

Teleszyna und *Kielbaska*. Gebildet wurden sie in direkter Nachbarschaft der aktiven Tagebaue *Adamów* und *Koźmin*. Dadurch wurde es möglich, Wasser aus ihren Entwässerungssystemen zu gewinnen (Marszelewski u. a. 2017). Der Tagebaurestsee *Przykona* ist mit einer maximalen Tiefe von 7,6 m der seichteste unter den drei analysierten Bergbaufolgeseen. Seine Gesamtfläche beträgt 142,4 ha und sein Volumen liegt bei 6,5 Mio. m³ (Marszelewski u. a. 2017). Seit 2004 ist die Gemeinde *Przykona* Eigentümerin dieses Tagebaurestsees (Rózkowski u. a. 2010). Der See ist einem intensiven Erholungsdruck ausgesetzt. Der Tagebaurestsee *Janiszew* mit einer Fläche von 74,6 ha und einem Volumen von 4 Mio. m³ entstand auf dem Gelände der Außenkippe des Tagebaus *Koźmin*. Seine maximale Tiefe beträgt 10,5 m. Im Bereich dieses Bergbaufolgesees sind Angelnutzung und andere Erholungsformen untersagt.

Der jetzt in Flutung befindliche Tagebaurestsee *Władysławów* mit einer Endwasserfläche von 92,5 bis 109 ha liegt im Wassereinzugsgebiet des Flusses *Topiec*. Im Unterschied zu den zwei vorgenannten Restlöchern ist es ein tiefer, abseits gelegener Restlochsee (während der durchgeführten Arbeiten erreichte die maximale Tiefe ca. 30 m). Auf Grundlage der durchgeführten hydrogeomorphologischen Analysen wurde entschieden, dieses Restloch über mehrere Jahre, allmählich zu fluten (Rózkowski u. a. 2010).

7.3. Material und Methodik

Das Material für hydrochemische und hydrobiologische Analysen wurde auf den Geländen der Tagebaue *KWB Bełchatów* 2012–2015 und *KWB Adamów* 2016–2017 entnommen. Die Forschungen umfassten Analysen der physikalisch-chemischen Wasserparameter (Temperatur, pH-Wert, Konzentration an gelöstem Sauerstoff, Sichtverhältnisse, P_{og}, PO₄³⁻, N_{og}, NO₃⁻, NH₄⁺, Chlorophyll A, BZT₅, filtrierbare Suspensionen), der Planktonproben und Makrophyten-Gesellschaften nach folgenden Richtlinien und Vorgaben: APHA (1999), Starmach (1955, 1989), von Flössner (1972), Koste (1978), Ejsmont-Karabin u. a. (2004), Rybak und Błędzki (2010), Kłosowski und Kłosowski (2001), Pełechaty und Pukacz (2008), Szoszkiewicz u. a. (2010).

Die Messung der physikalisch-chemischen Parameter und die Entnahme von Wasser für Laboranalysen und von hydrobiologischem Material im Bereich des Absatzbeckens erfolgten in der zentralen Kammerzone (im Nachklärbecken) (Abb. 7.1, 7.2 b), an einem gewählten Standort, in einer Tiefe von ca. 1 m unter der Wasseroberfläche. Analysiert wurden die Tagebaurestseen auf Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse. Bei diesen Analysen wurde ein Querschnitt in der Wassersäule alle 100 cm, von der Wasseroberfläche bis zur Sohle, über einer möglichst tiefen Stelle des Beckens hergestellt. Die Proben wurden für Laboranalysen mit einem Wasserprobennahmegerät nach Ruttner einer Wasserschicht ca. 1 m unter der Oberfläche entnommen. Das Planktonmaterial wurde auf einem Sieb mit Maschenweite 30 μm aus dem Wasservolumen von 20 l verdichtet.

Eine detaillierte Dokumentation zur qualitativen Zusammensetzung von Phytoplankton in Tagebaurestseen *Przykona* und *Janiszew* ist bei Marszelewski und anderen (2017) zu finden. Der Umfang dieser Arbeit umfasste die Identifizierung von dominierenden Arten und Bioindikatoren für die fortschreitende Eutrophierung. Taxonomische Diversität von Zooplankton wurde mit Hilfe des Shannon-Wiener-Indexes H_s zur Beschreibung der Mannigfaltigkeit von Arten (Shannon's Diversity Index), des Pielou-Indexes zur Bewertung der Gleich- bzw. Ungleichverteilung von Arten in der Biozönose (Pielou's Evenness Index) und des Koeffizienten zur Bestimmung der faunistischen Ähnlichkeit (Jaccard's i Bray-Curtis Coefficient) dargestellt. Bei Berechnungen kam das Programm MVSP 3.22 zur Anwendung (Kovach 2015).

Zur Bewertung der Trophie wurde der Index für Trophiestufen nach Carlson (TSI – Trophic State Index) (Carlson 1977) herangezogen. Dieser stützt sich auf die Konzentration an Gesamtphosphor (TSI TP) und an Chlorophyll A (TSI Chla) sowie die mit der Secchi-Scheibe ermittelte Sichttiefe (TSI SD).

7.4. Ergebnisse

7.4.1. Charakterisierung der Absetzbecken

7.4.1.1. Hydrochemische Verhältnisse

Die grundlegenden hydrochemischen Eigenschaften der Absetzbecken sind seichten Teichen ähnlich (Chojnacki 1998). Charakteristisch für sie sind eine mehrfache Wasserdurchmischung im Laufe des Jahres von der Oberfläche bis zur Sohle (polymiktischer Mixistyp) und Temperaturgleichheit über die gesamte Tiefe der Wassersäule (Homothermie). Die Wassertemperatur ist von thermischen Luftbedingungen, der Jahreszeit und der Versorgungswassertemperatur abhängig. Eine hohe Sauerstoffsättigung im Wasser (Konzentration am gelösten Sauerstoff von 8–12 mg O₂/dm³) sowie eine gleichmäßige Sauerstoffverteilung in der Wassersäule ergeben sich aus Turbulenzen (kontinuierlicher Wasserdurchfluss, mechanische Windeinwirkung). Der pH-Wert des Wassers liegt im Bereich von neutral bis leicht alkalisch (pH 7,6–8,3). Eine charakteristische Eigenschaft der Absetzbecken, die sich aus ihrer technologischen Funktion ergibt, ist die eingeschränkte Reichweite der euphotischen Zone (0,4–1,1 m), die auf eine übernormative Konzentration an Suspensionen im Wasser zurückzuführen ist. Die Konzentration an Suspensionen in der Abflusszone der untersuchten Absetzbecken liegt im Schnitt bei 4–14 mg/dm³ (10–30% der Zulaufparameter). Dies hat zur Folge, dass an der Beckensohle keine Pflanzen verwurzelt sind. Die Uferzone ist ein schmaler Streifen, bewachsen von Makrophyten, ernährt im gewässernahen, befestigten Damnteil durch dort angehäuften Sedimente.

Im Vergleich zu den vorgenannten, charakterisierten Absetzbecken bildet eine Ausnahme das halbnatürliche Absetzbecken *Winek*, gebildet als ein Staubecken im

Gewässerbett des Flusses *Krasówka*. Dem *Winek* fließen in großen Tiefen befindliche Wasser über das Entwässerungssystem des Tagebaus *Belchatów* zu. Diese Wasser sorgen für eine konstante Temperatur von ca. 20°C. Daher liegt die Wassertemperatur des Beckens im Januar bei 14–16°C. Zudem sind zufließende Wasser nur in geringem Maße (0,5–2 mg/dm³) mit mineralischen Suspensionen verunreinigt. Das Wasser im Absetzbecken *Winek* ist klar, die Sichtweite reicht bis zur Beckensohle (1,5 m). Die Uferzone und die Beckensohle sind mit Makrophyten-Gesellschaften dicht bewachsen. Dies wird auch durch die Form des Absetzbeckens begünstigt, die sich an das natürliche, leicht mäandrierende Flussbett anpasst.

Die Konzentration an biogenen chemischen Verbindungen im Wasser der Absetzbecken weist auf die mesotrophe Trophiestufe aufgrund der Chlorophyll A-Konzentration (TSI Chla < 60) sowie die hypertrophe Trophiestufe aufgrund der Phosphorverbindungen (TSI TP > 60) (Carlson 1977) hin. Mindestens einige Einzelfaktoren sind für den Gehalt an organischer Substanz und die Konzentration an biogenen Verbindungen im Pelagial der Absetzbecken maßgebend. Dieser Zustand ergibt sich aus den Parametern und der Herkunft von zufließenden Gewässern, hängt aber auch in großem Maße von deren Nutzung im Rahmen ihrer zusätzlichen Funktion (Freizeitangeln) ab. Von relevanter Bedeutung sind auch „das Alter“ der Absetzbecken sowie der Bindungsprozess von Phosphor aus dem Pelagial durch in Sohlensedimenten über lange Zeit kumulierte Alumosilikate – dies kommt z. B. im Absetzbecken *Pótnocny* [Nord] zur Erscheinung. Die anhand der Konzentration an Chlorophyll ermittelte Primärproduktion ist sowohl von trophischen Beziehungen als auch von Einzelercheinungen und Umweltbedingungen abhängig.

7.4.1.2. Makrophyten – und Plankton-Gesellschaften

Die Biozönosen der Absetzbecken sind charakteristisch für mesotrophe Teiche (Starmach u. a. 1976). Die Pflanzenwelt der Uferzone ist reich. Sie umfasst hauptsächlich Schwimmblattpflanzen (Wasserknöterich *Persicaria amphibia*, Gelbe Teichrose *Nuphar lutea*, Schwimmendes Laichkraut *Potamogeton natans*), Phragmition- und Schlankseggenried-Gesellschaften (Gewöhnliches Pfeilkraut *Sagittaria sagittifolia*, Gewöhnlicher Froschlöffel *Alisma plantago-aquatica*, Schilfrohr *Phragmites communis*, Wasserschwaden *Glyceria maxima*, Kalmus *Acorus calamus*, Igelkolben *Sparganium* spp., Rohrkolben *Typha* spp., Gewöhnliche Sumpfbirse *Eleocharis palustris*, Seggen *Carex* spp.) und andere Pflanzen (Rohrglanzglas *Phalaris arundinacea*, Wasserminze *Mentha aquatica*).

Eine besondere Zone in Absetzbecken stellt der Pflanzenfilter dar. Gebildet wird dieser durch Phytozönosen der Gemeinschaften von Schilfrohr (*Phragmites communis*) und Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*), ergänzt durch Sträucher der Aschweide (*Salix cinerea*) (Abb. 7.3). Die Sprossachsen der Gefäßpflanzen und Partikel der Suspensionen (darunter Mineralsuspensionen) bilden Lebensräume für Periphyton-Algen, welche als Untergrund für Entwicklung der Mikro- und Mesofauna

dienen. Dieser gehören: Protozoen (*Protozoa*), Rädertierchen (*Rotifera*), Wenigborster (*Oligochaeta*), Krebstiere (*Crustacea*) und Insektenlarven (*Insecta*) an.



Abb. 7.3. Phytozönose der Gemeinschaften von Schilfrohr (a) und Breitblättrigem Rohrkolben (b) in der Pflanzenfilterzone
Foto: A. Skrzypczak

Das Pelagial der Absetzbecken wird durch ein artenreiches Phytoplankton und Plankton-Tiere besiedelt. Es sind die ersten Glieder in der Nahrungskette. Im Phytoplankton dominieren: Kieselalgen (*Bacillariophyceae*) mit Gattungen *Asterionella*, *Synedra*, *Pinnularia*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Cymatopleura*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Cymbella*, *Epithemia*; Chlorophyta (*Chlorophyceae*) mit Gattungen *Peridinium*, *Spirogyra*, *Ulothrix*; Goldbraune Algen (*Chrysophyceae*), Gattung *Dinobryon*; Panzegeißler (*Dinophyceae*) mit Gattungen *Ceratium*, *Peridinium*; Euglenida (*Euglenophyta*) mit Gattungen *Euglena*, *Phacus* (Abb. 7.4).

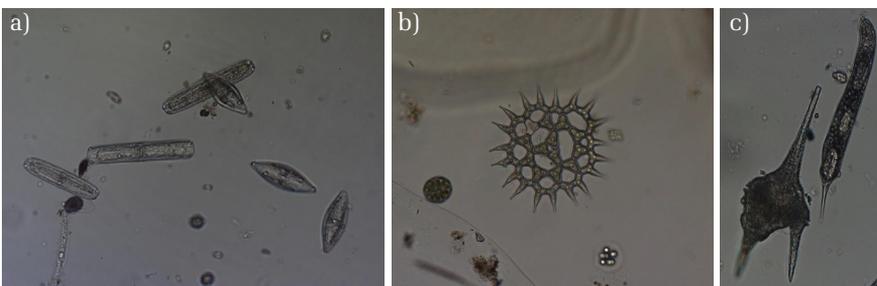


Abb. 7.4. Phytoplankton in Absetzbecken: a) *Synedra* spp., *Pinnularia* spp., b) *Peridinium* spp., c) *Ceratium hirudinella*, *Euglena* spp.
Foto: A. Goździejewska

Ähnlich wie in natürlichen Seen ändert sich die Artenzusammensetzung von Phytoplankton auch in den Absetzbecken saisonweise. In diesen wurden aber manchmal

seltene Erscheinungen (z. B. Artenreichtum und Dominanz von Kieselalgen im Absetzbecken *Pólnocny* [Nord]) über das ganze Jahr beobachtet. Kieselalgen benötigen nämlich keine hohen Nährstoff-Konzentrationen im Wasser und ihr intensives Wachstum in natürlichen Ökosystemen der gemäßigten Klimazonen erfolgt im Frühjahr. Niedrige Wassertemperaturen im Becken beeinträchtigen die Aktivierung von Nährstoffkomponenten im Kreislauf und viele andere Algenarten benötigen eben höhere Konzentrationen an diesen Stoffen (Tilman u. a. 1982). Im Absetzbecken *Pólnocny* [Nord] bildeten Kieselalgen immer, unabhängig von der Jahreszeit oder Wassertemperatur, eine zahl- und artenreiche Biozönose. Erfolgreich rivalisierten sie um geringe Phosphorbestände in Gewässern dieses Absetzbeckens und verdrängten dabei Chlorophyta. Als Nährstoff waren sie aber für die meisten Arten der Plankton-Filterierer nicht zugänglich. Die aufgrund des Phosphor-Mangels im Wasser niedrige Primärproduktion im Absetzbecken *Pólnocny* [Nord] war die Folge der Einwirkung von Aluminiumverbindungen. Diese stammen von Gesteins-Mineralien, bekannt unter der gemeinsamen Bezeichnung Alumosilikate, die als eine Art „Bindemittel für Phosphor im Wasser“ wirken können (de Vincente u. a. 2008). Untermauert wird diese Feststellung durch eine zwei- bis viermal höhere Konzentration an der Phosphorfraktion, gebunden an Aluminium ($\text{NaOH-RP} = 1,55 \text{ mg P/s.m}$) in Sohlensedimenten, sowie eine eineinhalb- bis zweimal niedrigere Konzentration an Gesamtphosphor im Wasser ($\text{TP} = 0,104 \text{ mg P/dm}^3$) im Absetzbecken *Pólnocny* [Nord], verglichen zu den anderen Becken. Somit wurde die Lebensdauer von Phytoplankton durch physikalisch-chemische Koagulationsprozesse der Silikate und Metallhydroxide an den Oberflächen der Sedimente begrenzt. Berücksichtigt man die lange Nutzungsdauer des Absetzbeckens *Pólnocny* [Nord] und die Relevanz des Zeitfaktors für fortschreitende Koagulationsprozesse, so kann es durchaus möglich sein, dass derartige Störungen im Umlauf der Phosphorverbindungen hier „mit im Spiel waren“ (Goedcoop und Pettersson 2000, de Vincente u. a. 2008). Außer Nahrungseinschränkungen, die sich auf Entwicklung anderer Algengruppen negativ auswirkten, sind hier als ein wichtiger Stimulus für Kieselalgen auch die im Wasser und in Sedimenten des Absetzbeckens befindlichen Kieselerde-Verbindungen zu nennen (deren Gehalt lag um 8–10% höher als in anderen Absetzbecken).

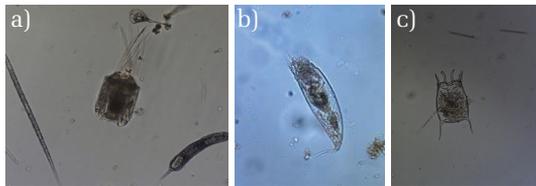


Abb. 7.5. Zooplankton der Absetzbecken: a) *Polyarthra longiremis*,
b) *Trichocerca similis*, c) *Keratella quadrata*

Foto: A. Goździewska

In der Zusammensetzung von Zooplankton der Absetzbecken dominierten eurytope Arten der Rädertierchen (*Keratella cochlearis*, *K. tecta*, *K. valga*, *Polyarthra longiremis*, *Filinia longiseta*) – ihr Anteil an der Gesamtmenge lag im Durchschnitt bei 65–90%. In der Sommersaison wurde eine massenweise Entwicklung von (eutrophen) Bioindikatoren (*K. tecta*, *K. quadrata*, *P. longiremis*, *Trichocerca similis*) beobachtet. Ihr individueller Anteil an der Zooplankton-Struktur betrug maximal 45% (Abb. 7.5). Die Plankton-Krebstiere waren hauptsächlich durch Larvenformen der Ruderfußkrebse (*Copepoda nauplius* und *kopepodit*) vertreten. Ihr Gesamtanteil lag bei 9–25%.

Wie bei natürlichen Seen traten auch hier charakteristische trophische Wechselbeziehungen und Interaktionen zwischen einzelnen Arten auf. Wurden in der Sommersaison Nahrungsverhältnisse günstiger (höhere Konzentration an Plankton-Algen), wuchs der Anteil der ausgereiften Wasserflöhe (*Cladocera*) der Gattungen *Daphnia* und *Bosmina*. Zur gleichen Zeit gingen die Anzahl der Arten und die Konzentration an *Rotifera* (Rädertierchen) zurück. Dies lässt sich als ein Effekt der natürlichen Verdrängung im Rahmen der Konkurrenz um Nahrungsbestände und der mechanischen Eliminierung der Rädertierchen aus der Umwelt durch filtrierende Wasserflöhe bezeichnen (Gilbert 1988, Balvert u. a. 2009). Der taxonomische Reichtum und die Frequenz der ausgereiften Formen von Krebstieren in seichten Teichen sind nicht nur von Nahrungsverhältnissen, sondern auch in großem Maße vom Raubdruck der Fische abhängig (Goździewska und Tucholski 2011). Verglichen mit Ruderfußkrebsen, werden am schnellsten Wasserflöhe aufgrund ihrer größeren Körpermaße, ihres höheren physiologischen energetischen Wertes und langsameren Bewegungstempos (geringere Fluchtfähigkeit) eliminiert (Munk 1997, Sutela und Huusko 2000). Berücksichtigt man noch die Benutzung von Absetzbecken für das Freizeitangeln, so ist festzustellen, dass die Plankton-Gesellschaften den vorgenannten Wechselbeziehungen weitgehend unterliegen.

7.4.1.3. Biologische Sukzession

Wie alle natürlichen Wasserreservoir unterliegen auch die Absetzbecken Umwandlungen, die mit Prozessen der natürlichen Sukzession in einem Zusammenhang stehen. Die ersten Phasen dieses Prozesses verlaufen sehr schnell und sind beispielsweise anhand der Besiedlung durch Gefäßpflanzen leicht erkennbar. Ein Beispiel hierfür liefert das „junge“ Absetzbecken *Głowy* mit seiner eher karg bewachsenen Uferzone und einer deutlich sichtbaren, spontanen Besiedlung der verlandeten Abflusszone durch Röhricht- und Schwimmblattpflanzen (z. B. Wasser-Knöterich) (Abb. 7.6). Aquatile (komplett untergetauchte) Pflanzen werden durch Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*) vertreten.

Zum Vergleich kann das „alte“ Absetzbecken *Adamów* herangezogen werden, in dessen Uferzone die Großröhrichtpflanzen-Gesellschaften weit entwickelt sind. Begünstigt wird dies auch durch die Lage des Absetzbeckens (Schutz vor Wind, Begrenzung der Wellenbildung) (Abb. 7.7).



Abb. 7.6. Absetzbecken *Głowy*: a) Uferzone, b) Flache Abflusszone
Foto: A. Skrzypczak

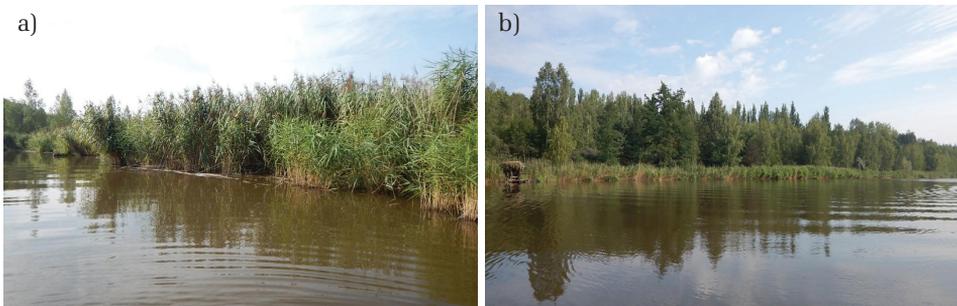


Abb. 7.7. Absetzbecken *Adamów*
Foto: A. Skrzypczak

Oft werden zur Bewertung der Vorteile von natürlichen Ökosystemen ökologische Indikatoren verwendet. Der Wert des Shannon-Wiener-Indexes H_s hängt von der Artenanzahl und der Populationsdichte jeder Art ab. Der Pielou-Index beschreibt die Gleich- bzw. Ungleichverteilung von Arten in der Biozönose. Ein höherer Wert des Indexes (im Bereich 0 – 1) bedeutet eine niedrigere Artendominanz in einem Ökosystem, welches das Zusammenleben vieler Arten möglich macht. Es wurden die Werte der vorgenannten Indikatoren in Bezug auf die drei Absetzbecken verglichen, deren Alter unterschiedlich ist. Altersangaben: *Kuźnica* (KU) 5 Jahre, *Chabielice* (CH), 15 Jahre, *Północny* [Nord] (PN), 30 Jahre. Die Analyse wurde in Anlehnung an die Zooplankton-Struktur durchgeführt. Einen Hinweis dafür lieferten die Eigenschaften und die Rolle des tierischen Zooplanktons in Wasser-Ökosystemen, d. h. kurze Lebenszyklen, schnelle Anpassung an Umweltveränderungen, Funktion der Konsumenten erster Ordnung in der Nahrungskette (von Sperling und Grandcham 2010; Merrix-Johnes u. a. 2013; Bielańska-Grajner u. a. 2014).

Das Zooplankton ist ein sensibler Indikator für Reaktionen des Ökosystems auf sämtliche Störungen und Beeinträchtigungen (Verunreinigungen, Wasserdurchfluss,

Wasserlevel, Temperaturbedingungen, Versauerung, u. ä.) (Ejsmont-Karabin 2012, Pocięcha u. a. 2017). Aus diesem Grund ist es für die Bioindikation von Wasser-Ökosystemen und Prognosen des Umweltzustands sehr brauchbar. Die Beobachtung der Artenvielfalt des Zooplanktons ermöglicht es, nicht nur die Wasserqualität auszuwerten, sondern auch bisweilen komplexe Prozesse und Erscheinungen zu identifizieren sowie einzelne Stadien der botanischen Sukzession eines Wasserreservoirs zu verfolgen (Pocięcha und Bielańska-Grajner 2015).

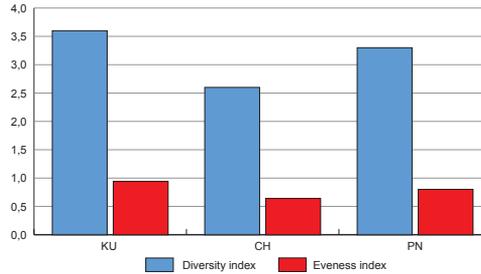


Abb. 7.8. Indikatoren zur Biodiversität des Zooplanktons in Absetzbecken mit unterschiedlicher Nutzungsdauer
Erarbeitet von: A. Goździejewska

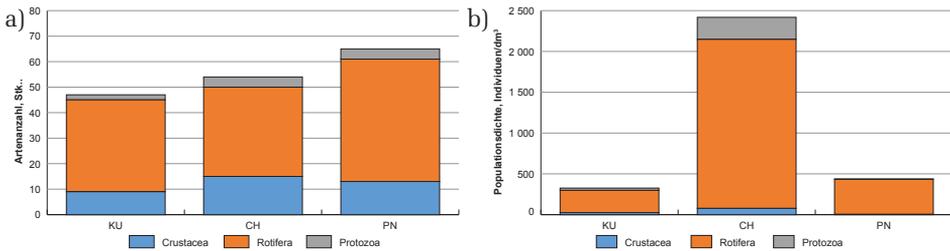


Abb. 7.9. Artenzahl (a) und Populationsdichte des Zooplanktons (b) in Absetzbecken mit unterschiedlicher Nutzungsdauer
Erarbeitet von: A. Goździejewska

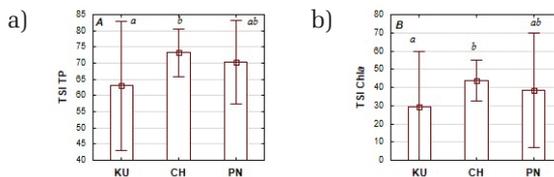


Abb. 7.10. Werte des Indexes für Trophiestufen (TSI) (Carlson 1977), bezogen auf Konzentration an Gesamtphosphor (a) und Konzentration an Chlorophyll A (b) in den einzelnen Absetzbecken. Die oberen Buchstabenindexe bezeichnen statistische Differenzen durchschnittlicher Indikatorenwerte von $p < 0,05$ zwischen den verglichenen Absetzbecken (Kruskal-Wallis-Test).

Erarbeitet von: A. Goździejewska

Die höchsten Indikatorenwerte zur Biodiversität wurden im jüngsten und ältesten Absetzbecken erreicht. Diese ergaben sich aus dem Vorhandensein von zahlenmäßig schwachen Populationen aller identifizierten Arten, die gleichmäßige Mengenanteile an der Biozönose des Zooplanktons erzielt hatten (Abb. 7.8; 7.9 a, b; 7.10 a, b).

Den höchsten Nährstoffreichtum, bewertet nach dem TSI, wies das Absetzbecken *Chabielice* (Abb. 7.10) auf. Die Konzentration an Phosphorverbindungen und die daraus abgeleitete Wasserproduktivität erreichten die Stufe III im Trophiesystem (Eutrophie). Die hohe Populationsdichte des Zooplanktons beim höchsten Nährstoffreichtum bedeutet die massenweise Entwicklung der Population einiger Arten und gleichzeitige Eliminierung der Arten, die weniger konkurrenzstark sind. Die Artenanzahl geht dabei zurück und die Indikatoren zur Biodiversität erreichen niedrigere Werte (Abb. 7.8). Das jüngste der Absetzbecken *Kuźnica* befindet sich in der Anfangsphase der biologischen Sukzession, daher sind hier trophische und Mengenparameter des Zooplanktons am niedrigsten. Im ältesten Absetzbecken *Północny* [Nord] gehen diese Parameter erneut zurück. Der Zustand der Gewässer hinsichtlich der Nährstoffe wird wieder schlechter, weil Phosphorverbindungen, wie schon vorerwähnt, durch langfristig kumulierte Aluminiumverbindungen in die Sedimente gefällt werden. Bei einer niedrigeren Menge an Nährstoffen, sprich Phytoplankton, geht die Populationsdichte seiner Konsumenten, d. h. des Zooplanktons (Abb. 7.9 b, 7.10 b) zurück.

7.4.2. Charakterisierung der Tagebaurestseen

Folgende Faktoren sind für die Produktivität und Biodiversität der Ökosysteme der Tagebaurestseen maßgeblich:

- **Gestaltung von Unterwasser- und Oberwasserböschungen des gefluteten Restloches** – relevant für Entwicklung folgender Ökobereiche: Litoral, Pelagial und unteres Stockwerk des Profundals.
- **Tiefe des Tagebaurestsees** – maßgeblich für Intensität der hydrochemischen Prozesse und der Wasserzirkulation, Licht-, Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse sowie Mineralisierungsprozesse der organischen Substanz und Umlauf chemischer Elemente.
- **Bewirtschaftung des direkten Wassereinzugsgebietes sowie Qualität zufließender Gewässer und Nutzung des Wasserreservoirs.**

7.4.2.1. Seichte polymiktische Seen

Durchschnittliche Tiefen der Seen *Janiszew* und *Przykona* liegen bei 6,9 m und 4,3 m (Marszelewski u. a. 2017). Charakteristisch für sie ist eine hohe Dynamik der Wassermassen, d. h. die mehrfache Durchmischung in der Wassersäule im Laufe des Jahres von der Oberfläche bis zur Sohle (polymiktischer Mixistyp). Direkt an der

Uferlinie befinden sich Erholungsgebiete und das Ödland (*Przykona*) sowie Ackerflächen (*Janiszew*). Waldflächen sind nicht vorhanden. Wäre dies der Fall, so würde es die Windeinwirkung auf die Durchmischung von Gewässern schmälern und den „Export“ von Nährstoff-komponenten aus dem Wassereinzugsgebiet begrenzen.

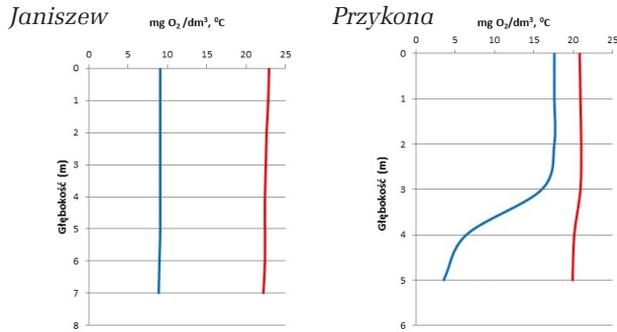


Abb. 7.11. Diagramme zu Temperatur- und Sauerstoffverhältnissen in den Tagebaurestseen *Janiszew* und *Przykona* im Juli 2017
Erarbeitet von: A. Goździejewska

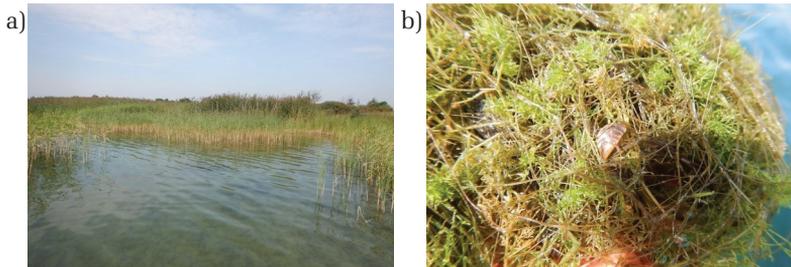


Abb. 7.12. Tagebaurestsee *Janiszew*. Landröhrichte im Litoral-Bereich (a), *Characeae*-Gesellschaften, die den Seegrund bewachsen (b)
Foto: A. Goździejewska

Der See *Janiszew* erfährt keine Temperaturschichtung im Sommer und weist eine ausgeglichene Sauerstoffkonzentration von 8–9 mg O₂/dm³ in der ganzen Wassersäule auf (Abb. 7.11). Trophische Parameter (TSI TP max = 61, TSI Chl_a = 29,4) weisen auf Trophiestufen I und II (Oligotroph und Mesotroph) der Seegewässer hin. Die euphotische Zone reicht bis auf 6,5 m Tiefe hinab, dies ermöglicht die Pflanzenentwicklung eigentlich auf der Gesamtfläche der Seesohle. Im Litoral-Bereich treten Röhrichtpflanzen zahlreich auf und der Boden ist mit Arten, die zur Familie *Characeae* gehören, bewachsen (Abb. 7.12 a, b). Dichte unterseeische Wiesen immer seltener vorkommender Makroalgen, die zur Gruppe von Chlorophyta (*Chlorophyta*) gehören, besitzen im See *Janiszew* Lebensstätten in größeren und geringeren Tiefen. Die in

tiefsten Lebensräumen befindlichen Arten gehören zu den sensibelsten Bioindikatoren der vorhandenen Trophiestufen (d. h. des Zustandes der Gewässer hinsichtlich der Nährstoffe). Darüber hinaus ist zu betonen, dass die *Characeae*-Gesellschaften nicht nur die Funktion der Zeigerarten erfüllen, sondern auch die Reinhaltung und Erhöhung der Reinheit von Gewässern beeinflussen (Pełechaty und Pukacz 2008).

Festgestellt wurde im Sommer im Tagebaurestsee *Przykona* eine starke Sauerstoff-übersättigung (21°C, 17,5 mg O₂/dm³, 200% des normgemäßen Sauerstoffgehalts), verbunden mit einer intensiven Phytoplanktonblüte (7,5 µg/dm³). Dieser Zustand bestand bis auf ca. 3 m Tiefe hinab. Im tieferen Wasserkörper wurde ein deutlicher Rückgang der Sauerstoffkonzentration im Wasser und zwar bis zu 3,5 mg O₂/dm und im Seegrundbereich ein Sauerstoffgehalt von 38% festgestellt (Abb. 7.11). Dies ist mit einem intensiven Ablauf der Mineralisierung von organischen Verbindungen gleichbedeutend. Trophische Wasserparameter betragen TSI TP = 70,5 TSI Chl_a = 50,3; dies weist auf Trophiestufen III und IV (Eutroph und Hypertroph) der Seegewässer hin. Die Sichttiefe lag bei 0,75–1,2 m. Der See ist intensiven menschlichen Tätigkeiten (Freizeitangeln und sonstige Erholungsaktivitäten am Wasser) ausgesetzt. In der letzten Zeit ist ein unkontrollierter Zufluss von organischen Verunreinigungen aus dem Wassereinzugsgebiet bemerkbar.

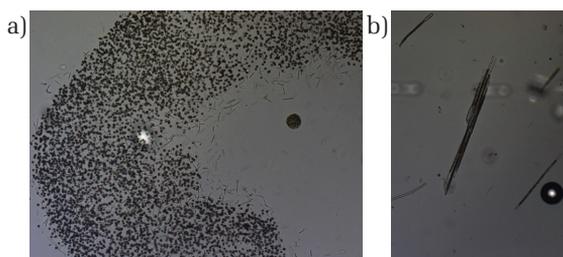


Abb. 7.13. Blaualgen-Gesellschaften (Cyanophyta) im Tagebaurestsee *Przykona*: *Microcystis aeruginosa* *Pseudanabaena mucicola* (a), *Aphanizomenon* spp. (b)
Foto: A. Goździejewska

Ein höherer Nährstoffgehalt im Wasser des Tagebaurestsees *Przykona* zog intensive Phytoplanktonblüten nach sich, in deren Biozönose toxische Arten der Blaualgen (*Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon* spp., *Pseudanabaena mucicola*) dominierten (Abb. 7.13). Gute Nährstoffverhältnisse begünstigten die Entwicklung von Plankton-Krebstieren und insbesondere von Wasserflöhen (*Cladocera*): *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eubosmina gibbera* (Abb. 7.14). Darüber hinaus entwickelten sich intensiv Populationen der Rotifera-Arten (*Keratella quadrata*, *Trichocerca similis*, *T. pusilla*, *Polyarthra longiremis*, *Anuraeopsis fissa*). Dies war ein Zeichen für eine höhere Eutrophierung (Überdüngung).

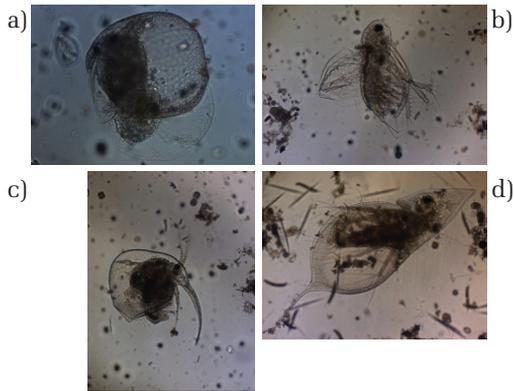


Abb. 7.14. Plankton-Wasserflöhen im Tagebaurestsee Przykona:
a) *Chydorus sphaericus*, b) *Diaphanosoma brachyurum*,
c) *Eubosmina gibbera*, d) *Daphnia cucullata*
Foto: A. Goździejewska

7.4.2.2. Tiefer temperaturschichteter Tagebaurestsee

Der Tagebaurestsee *Władysławów* wird seit 5 Jahren planmäßig geflutet. Seine derzeitige Tiefe liegt bei 30 m. Aufgrund des steigenden Wasserspiegels werden Oberwasserböschungen, bewachsen mit spontanen, an der südöstlichen Seite besonders üppigen Gras- und Wiesenpflanzen, allmählich überflutet. Es ist eine der ersten Quellen der organischen Substanz und der Sohlensedimente. Die physikalisch-chemischen Parameter (TSI TP max = 57,3; TSI Chl_a max = 46,34, gemessener Gehalt an organischer Substanz BZT₅ < 2 mg O₂/dm³) lassen die Gewässer des Sees der Trophiestufe II (Mesotroph) zuordnen. Die Sichttiefe erreicht in Sommermonaten ca. 3 m. Das Diagramm mit Temperaturwerten zeigt die Temperaturschichtung. Die obere Wasserschicht Epilimnion (20,6°C, 10 mg O₂/dm³, 112% O₂ – Sättigung) reicht ca. 6–7 m tief. Dann beginnt die Sprungschicht Metalimnion und diese reicht bis auf 10 m Tiefe hinab. Darunter im Hypolimnion stabilisieren sich die Verhältnisse. In der Tiefe unterhalb von 20 m liegt die Temperatur bei 6,7–6,9°C bei Sauerstoffkonzentration von 7,7–8,0 mg O₂/dm³ und 64–66% O₂ – Sättigung (Abb. 7.15).

Festgestellt wurde ein positiv heterogrades Sauerstoffprofil, charakteristisch für alpha-mesotrophe Seen und nicht mehr vorhanden in natürlichen Ökosystemen. Diese Erscheinung besteht darin, dass im Metalimnion aufgrund einer intensiven Photosynthese und guter Lichtverhältnisse eine gewisse Abweichung der positiven Sauerstoffkonzentration entsteht. Die Sauerstoffkonzentration in dieser Zone übersteigt die der oberhalb und unterhalb des Metalimnions befindlichen Schichten.

In der Phytoplankton-Struktur des Tagebaurestsees *Władysławów* dominierten Panzergeißler *Ceratium hirudinella* und *Peridinium* spp. Zeitweise wurde auch eine massive Entwicklung der Arten Dinobryon und Asterionella festgestellt. Im Sommer-Zooplankton

waren in verschiedenen Umweltbedingungen existierende Rädertierchenarten (*Keratella cochlearis*, *Polyarthra longiremis*, *P. vulgaris*) sowie Ruderfußkrebse (*Cyclops vicinus*, *Thermocyclops crassus*, *Eudiaptomus* spp.) zahlreich vertreten. Bemerkenswert ist auch die wachsende quantitative Bedeutung einer der Rädertierchenarten *Gastropus stylifer*, d. h. einer Zeigerart für das niedrige Trophieniveau.

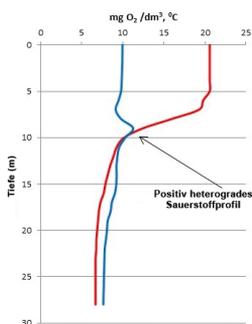


Abb. 7.15. Diagramm zu Temperatur- und Sauerstoffverhältnissen im Tagebaurestsee *Władysławów* im Juli 2017
Erarbeitet von: A. Goździejewska

7.4.2.3 Biologische Sukzession

Ökologische Faktoren zur Bewertung der Ähnlichkeit von Zooplankton-Gesellschaften (Jaccard- und Bray-Curtis – Koeffizienten) dienten als Grundlage für die Schlussfolgerungen zum Zustand der untersuchten Ökosysteme in Tagebaurestseen und zur Dynamik der Änderungen in ihrem Bereich während der zwei Forschungssaisons. Der Jaccard-Koeffizient ist gestützt auf die Bestimmung der Artenanpassung, d. h. auf die Angabe der Anzahl der gleichen Arten im Vergleich zu deren Gesamtzahl in zwei vergleichbaren Lebensräumen/Wasserreservoirien. Die Analyse erfolgte nach der Formel „jeder mit jedem“, die gleiche Bedeutung wird aber sowohl der vorhandenen als auch ausgebliebenen Anpassung beigemessen. Der Bray-Curtis-Koeffizient (die Bray-Curtis-Qualitätsformel) berücksichtigt außer dem qualitativen Vergleich auch die Mengendifferenzen der Populationen einzelner Taxa vergleichbarer Artengesellschaften. Somit macht er es möglich, die Dynamik von Änderungen, bedingt durch die Saison bzw. andere Faktoren, zu verfolgen.

Hinsichtlich der qualitativen Struktur des Zooplanktons behielten die untersuchten Seen ihre spezifischen Eigenschaften. Die Artenzusammensetzung des Tagebaurestsees *Janiszew* war in den beiden verglichenen Jahren 2016–2017 zu 57% identisch in, bei *Przykona* waren es 56%. Die größte Unbeständigkeit, d. h. die niedrigste Ähnlichkeit der faunistischen Gesellschaften in den verglichenen Saisons wies der Tagebaurestsee *Władysławów* (47%) auf. Dies ist auf das frühe Entstehungsstadium des Ökosystems zurückzuführen (Abb. 7.16).

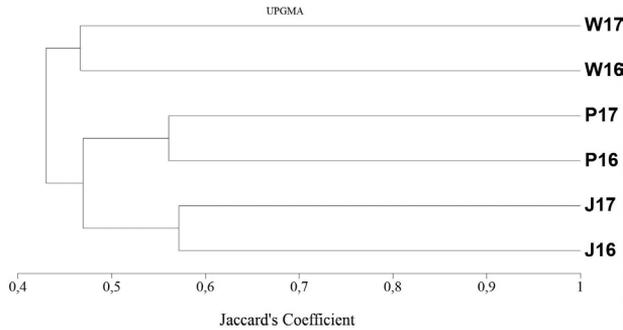


Abb. 7.16. Dendrogramm für die Ähnlichkeit der qualitativen Struktur des Zooplanktons in den Tagebaurestseen *Janiszew* (J), *Przykona* (P) und *Władysławów* (W) in der Zeit 2016 und 2017
 Erarbeitet von: A. Goździejewska

Die größte Stabilität der Proportionen in der Mengenzusammensetzung des Zooplanktons wurde im See *Janiszew* festgestellt, der keinen anthropogenen Einflüssen ausgesetzt ist. Dort erfolgte die Entwicklung der Biozönose im Laufe der vergangenen Jahre unter gleichen Bedingungen und von deren Stabilisierung zeugt die faunistische Ähnlichkeit des Zooplanktons, die bei 62% liegt. Bei *Przykona* und *Władysławów* wiesen die nacheinander folgenden Forschungssaisons Andersartigkeit auf (Abb. 7.17). Eine deutliche Artengleichheit von *Przykona* und *Władysławów* im Jahr 2016 und dann eine deutliche Andersartigkeit in der Folgesaison zeugt von Reaktionen der Zooplanktongruppen auf Schwankungen der abiotischen Verhältnisse in diesen beiden Ökosystemen.

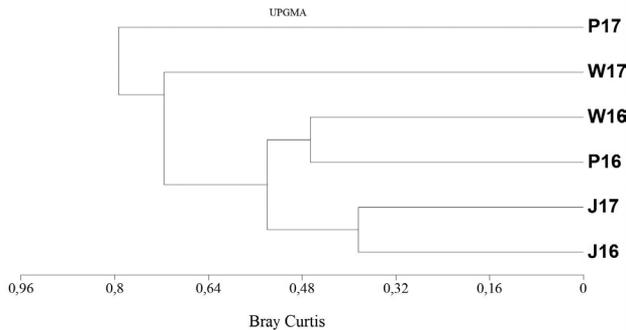


Abb. 7.17. Dendrogramm zur Ähnlichkeit/Andersartigkeit der Mengenstruktur des Zooplanktons in den Tagebaurestseen *Janiszew* (J), *Przykona* (P) und *Władysławów* (W) in der Zeit 2016 und 2017
 Erarbeitet von: A. Goździejewska

7.5. Zusammenfassung

Die Absetzbecken bilden ein bedeutendes Ökosystem und bieten für das Umfeld eine Ergänzung mit Naturwerten und wertvollen Lebensräumen. Ihre Naturfunktion wird aber unterschätzt und nicht richtig verstanden. Sie werden als „vorübergehende“ Wasserreservoir betrachtet und doch werden sie ein gutes Dutzend oder sogar ein paar Dutzend Jahre genutzt. Mit der Zeit fügen sie sich allmählich in ihr Umfeld ein und bringen Abwechslung in die Landschaft. Sie werden zu einem bedeutsamen Bestandteil der Biotopverbünde. In Industriegebieten, die keine natürlichen Wasserreservoir besitzen, übernehmen sie eine außerordentlich wichtige soziale Rolle, d. h. sie erfüllen eine Erholungsfunktion.



Abb. 7.18. Invasive Art einer Muschel. Hier Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*), die den Tagebaurestsee *Władysławów* kolonisiert
Foto: A. Goździejewska

Die Tagebaurestseen stellen derzeit eine einzigartige Erscheinung dar, welches in der Bildung von „neuen“ Wasserreservoir besteht. Besonders interessant sind dabei langjährige Flutungen der tiefen Restlöcher. Der Verlauf der ersten Sukzessionsphasen ist außerordentlich kurz und kaum erfassbar. Die Biozönosen entwickeln sich spontan. Dabei sind sie ein leicht zugänglicher Lebensraum für invasive Arten, z. B. *Dreissena polymorpha* (Abb. 7.18) und lassen sich durch diese leicht kolonisieren. Demgegenüber sind seichte polymiktische wie auch natürliche Seen den Folgen der beschleunigten Eutrophierung besonders stark ausgesetzt. Die Endphase dieser Erscheinung ist mit einer Degradierung des betroffenen Wasserreservoirs gleichbedeutend, bei welcher sämtliche Natur- und Nutzungswerte verloren gehen. Somit ist hier ein Monitoring von hydrobiologischen Verhältnissen vonnöten.

LITERATUR

- [1] APHA (1999): *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th, ed. American Public Health Association, Washington, DC.

- [2] Balvert S.F., Duggan I.C., Hogg I.D. (2009): *Zooplankton seasonal dynamics in a recently filled mine pit lake: The effect of non-indigenous Daphnia establishment*. Aquatic Ecology, 43: 403–413.
- [3] Bian Z., Inyang H.I., Daniels J.L., Otto F., Struthers S. (2010): *Environmental issues from coal mining and their solutions*. Mining Science and Technology, 20: 0215–0223. doi: 10.1016/S1674-5264(09)60187-3.
- [4] Bielańska-Grajner I., Cudak A., Biała A., Szymańczak R., Sell J. (2014): *Role of spatial and environmental factors in shaping the rotifer metacommunity in anthropogenic water bodies*. Limnology, 15: 173–183.
- [5] Carlson R.E. (1977): *A Trophic State Index for Lakes*. Limnology and Oceanography 22: 361–369.
- [6] Chojnacki J.C. (1998): *Podstawy ekologii wód*. Wyd. AR.
- [7] de Vincente I., Jensen H.S., Andersen F.Ø. (2008): *Factors affecting phosphate adsorption to aluminum in lake water: Implications for lake restoration*. Science of the Total Environment, 389: 29–36.
- [8] Ejsmont-Karabin J., Radwan S., Bielańska-Grajner I. (2004): *Rotifers. Monogononta – atlas of species. Polish freshwater fauna*. Univ of Łódź, Łódź, 447.
- [9] Ejsmont-Karabin J. (2012): *The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: Rotifer trophic state index*. Polish Journal of Ecology, 60: 339–350.
- [10] Flössner D. (1972): *Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 382.
- [11] Gilbert J.J. (1988): *Suppression of rotifer populations by Daphnia, a review of the evidence, the mechanism and the effects on zooplankton community structure*. Limnology and Oceanography, 33: 1286–1303.
- [12] Goedcoop W., Pettersson K. (2000): *Seasonal changes in sediments phosphorous forms in relation to sedimentation and benthic bacterial biomass in Lake Erken*. Hydrobiologia, 431: 41–50.
- [13] Goździejewska A., Tucholski S. (2011): *Zooplankton of Fish Culture Ponds Periodically Fed with Treated Wastewater*. Polish Journal of Environmental Studies, 20: 67–79.
- [14] Goździejewska A.M., Skrzypczak A.R., Paturej E., Koszałka J. (2018): *Zooplankton diversity of drainage system reservoirs at an opencast mine*. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 419: 33.
- [15] Goździejewska A., Glińska-Lewczuk K., Obolewski K., Grzybowski M., Kujawa R., Lew S., Grabowska M. (2016): *Effects of lateral connectivity on zooplankton community structure in floodplain lakes*. Hydrobiologia, 774: 7–21.
- [16] Kasztelewicz Z., Sypniewski Sz. (2010): *Rekultywacja w polskim górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego*. Górnictwo i Geoinżynieria, 34(4): 289–127.
- [17] Kłosowski S., Kłosowski G. (2001): *Flora Polski. Rośliny wodne i bagienne*. Multico Oficyna Wydawnicza Sp. z o.o. Warszawa 2001, 332.

- [18] Koste W. (1978): *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. I Textband, II Tafelband.* Gebrüder Borntraeger, Berlin, 52–570.
- [19] Kovach W.L. (2015): *MVSP – a Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2.* Kovach Computing Services Pentraeth, Wales, U. K.
- [20] Lapčík V., Lapčíková M. (2011): *Environmental Impact Assessment of Surface Mining.* Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 1–6: 1–10.
- [21] Marszelewski W., Dembowska E.A., Napiórkowski P., Solarczyk A. (2017): *Understanding abiotic and biotic conditions in post-mining pit lakes for efficient management: a case study (Poland).* Mine Water and the Environmental, 36(3): 418–428. doi.org/10.1007/s10230-017-0434-8.
- [22] Merrix-Jones F.L., Thackeray S.J., Ormerod S.J. (2013): *A global analysis of zooplankton in natural and artificial fresh waters.* International Journal of Limnology, 72(1): 140–153.
- [23] Munk P. (1997): *Prey size spectra and prey availability of larval and small juvenile cod.* Journal of Fish Biology, 51 (A): 340.
- [24] Orlikowski D., Szwed L. (2011): *Zagospodarowanie terenów pogórnich KWB „Adamów” SA a w Turku – krajobraz przed rozpoczęciem działalności górniczej i po jej zakończeniu.* Górnictwo i Geoinżynieria, 35: 225–240.
- [25] Ostreża A., Uberman R. (2010): *Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady.* Górnictwo i Geoinżynieria, 34(4): 445–461.
- [26] Pełechaty M., Pukacz A. (2008): *Klucz do oznaczania gatunków ramienic (Characeae) w rzekach i jeziorach.* Inspekcja Ochrony środowiska. Biblioteka Ochrony Środowiska. Warszawa.
- [27] Pocięcha A., Bielańska-Grajner I. (2015): *Large-scale assessment of planktonic organisms biodiversity in artificial water reservoirs in Poland.* IOP PAN, Kraków, 269.
- [28] Pocięcha A., Bielańska-Grajner I., Szarek-Gwiazda E., Wilk-Woźniak E., Kuciel H., Walusiak E. (2017): *Rotifer diversity in the acidic pyrite mine pit lakes in the Sudety Mountains (Poland).* Mine Water and the Environment, <https://doi.org/10.1007/s10230-017-0492-y>.
- [29] Rózkowski K., Polak K., Cała M. (2010): *Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym.* Górnictwo i Geoinżynieria, 34(4): 517–525.
- [30] Rybak J.I., Błędzki L.A. (2010): *Freshwater planktonic crustaceans.* Warsaw University Press, Warsaw, 307.
- [31] Rzętała M. (2008): *Functioning of water reservoirs and the course of limnic processes under conditions of varied anthropopression a case study of Upper Silesian Region.* Silesian University Press, Katowice, 165.
- [32] Sloss L. (2013): *Coal mine site reclamation.* IEA Clean Coal Centre, CCC/216 ISBN 978-92-9029-536-5, 1–70.

- [33] Stottmeister U., Mudroch A., Kennedy Ch., Matiova Z., Sanecki J., Svoboda I. (2002): *Reclamation and Regeneration of Landscapes after Brown Coal Open-cast Mining in six Different Countries*. In: Mudroch A. et al. (eds.) *Remediation of Abandoned Surface Coal Mining Sites*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 5–33.
- [34] Starmach K. (1955): *Plankton analysis methods*. PWRiL, Warszawa.
- [35] Starmach K. (1989): *Plankton roślinny wód słodkich*. PWN, Warszawa.
- [36] Starmach K., Wróbel S., Pasternak K. (1976): *Hydrobiologia. Limnologia*. PWN, Warszawa, 620.
- [37] Sutela T., Huusko A. (2000): *Varying resistance of zooplankton prey to digestion: implications for quantifying larval fish diets*. *Transaction of the American Fisheries Society*, 129: 545–551.
- [38] Szoszkiewicz K., Jusik S., Zgoła T. (2010): *Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych*. Inspekcja Ochrony Środowiska Warszawa 2010. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB.
- [39] Tilman D., Kilham S.S., Kilham P. (1982): *Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients*. *Annual Review of Ecology, and Systematics*, 13: 349–372.
- [40] von Flössner D., (1972): *Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- [41] von Sperling E., Grandcham C.A.P. (2010): *Formation of a deep pit lake: case study of Aguas Claras, Brasil*. *Journal of Mining and Environment*, 1: 49–54.

8. Freizeitangeln und Fischerei als Nutzungsfunktion, bezogen auf Absetzanlagen der Braunkohletagebaue und Tagebaurestseen

*Andrzej Skrzypczak¹, Anna Goździejewska¹, Emil Karpiński¹,
Antoni Florczyk², Lilla Szwed³*

¹ Fakultät Umweltwissenschaften, Universität Ermland-Masuren Olsztyn

² Kreis 3 des Polnischen Anglervereins *Górnik* beim Braunkohlentagebau *Bełchatów*

³ PAK (*Pątnów Adamów Konin*) Braunkohlentagebau *Konin*

8.1. Einleitung

Die Gewinnung von Bodenschätzen im Tagebau steht mit Veränderungen der lokalen hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse in einem Zusammenhang. Natürliche Gewässer verschwinden und in hydrografischen Systemen kommt es zu mehreren Funktionsstörungen (Sloss 2013). In Bergbaugebieten entstehen neue Strukturelemente der Wassernetze, die für einen intakten Tagebau unabdingbar sind (Gogacz 2004). Damit sind Entwässerungsgräben und Absetzbecken gemeint. Zu den Hauptaufgaben dieser letzteren gehören Retention und Entfernung des Überschusses an suspendierten Mineralstoffen durch Sedimentation. Je nach technisch-lokalen Verhältnissen und Zugänglichkeit kann ihre Nutzung erweitert werden und so ihre Hauptfunktion überschreiten (Stottmeister u. a. 2002). Somit können diese Anlagen im Rahmen ihrer zusätzlichen Funktionen Sozial- und Erholungszwecken dienen (Rzętała 2008).

Bei günstigen hydrogeologischen Verhältnissen entstehen in Bergbaufolgelandschaften Tagebaurestseen als Ergebnis der wasserwirtschaftlichen Sanierung. Die Sanierung selbst besteht in der Gestaltung der Restlochsohle, der Böschungen und Hangflächen. Diese Seen erfüllen meistens Erholungs-, Wirtschafts-, Fischerei- oder Naturfunktionen (Ostręga und Uberman 2010). Anpassungsmaßnahmen an gefluteten Restlöchern zur Erfüllung dieser Funktionen bedürfen unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen und bestehen meistens in der Ausstattung des Geländes mit erforderlicher Infrastruktur. Laut Ostręga und Uberman (2010) gehört zu Sanierungsmaßnahmen neben der Gestaltung des Restloches auch die Bedeckung der Uferzone mit Pflanzen,

welche Schutzfunktionen sowie andere, für die Landschaftsästhetik wichtige Funktionen zu erfüllen haben. Demgegenüber gilt der Fischbesatz zwar als ein Teil der Bewirtschaftung, wird aber oft auch im Rahmen der Sanierung durchgeführt.

Ein bekanntes Problem bei der wasserwirtschaftlichen Sanierung ist ihre lange Umsetzungszeit, denn diese umfasst sowohl Erdarbeiten als auch die Flutung von Restlöchern. In den meisten Fällen rechnet man mit fünf Jahren, nicht selten werden es aber Dutzende von Jahren (Polak 2015). Während dieser Zeit erfolgen im gefluteten Bereich natürliche Sukzessionsprozesse und es entsteht ein aquatisches Ökosystem. Ähnliche Prozesse werden in terrestrischen Ökosystemen beobachtet. Laut Ostreğa und Uberman (2005) fängt die Besiedlung der umgewandelten Böden mit Fauna und Flora sofort nach dem Abschluss des Abbaubetriebs an, sobald die Bedingungen dafür günstig sind.

In der Fachliteratur und in den Erhebungen zu Freizeitaktivitäten wird das Freizeitangeln als eine der typischen Aktivitäten des Tourismus und der Erholungskultur gesehen (Krzyszowska-Kostrowicka 1997). Unter dem praktischen Aspekt betrachtet, ist das Angeln eine Freizeitaktivität, welche die Umweltressourcen – insbesondere die Vorteile der Gewässer, in diesem Fall Fischbestände – zu nutzen weiß. Diese Freizeitbeschäftigung wird weltweit von Millionen Menschen ausgeübt. Aufgrund seiner großen Beliebtheit ist das Freizeitangeln ein sozial-ökonomisches Phänomen mit einer überregionalen Reichweite (Cowx u. a. 2010). Mit dieser Form der Freizeitgestaltung identifizieren sich im Durchschnitt ca. 5–6% der Bevölkerung in den europäischen Ländern, darunter auch in Polen (Parkilla u. a. 2010). Daher kann man davon ausgehen, dass es das beliebteste Hobby in unserem Land ist.

Die Möglichkeiten zur Entwicklung des Freizeitangelns basieren auf den natürlichen Gebietsgegebenheiten und dem Bewirtschaftungsgrad der Gewässer. Von besonderer Bedeutung sind unterschiedliche Formen des Zugangs zu Wasserreservoirien. Gemeint sind damit ein vorhandenes Verkehrsnetz sowie die Zugänglichkeit der Uferzone und des Wasserspiegels (Skrzypczak u. a. 2014). Im Fall kleinerer Seen mit einer Fläche von bis zu ein Paar Hektar ist das Angeln meistens deren einzige Nutzungsform (Skrzypczak 2005).

Ziel dieser Arbeit ist es, ökologische Voraussetzungen für die Bewirtschaftung der Absetzanlagen und Tagebaurestseen für die Fischerei und das Freizeitangeln zu analysieren. Die nachfolgend geschilderten Ergebnisse basieren auf der Zusammenarbeit mit der *PGE GIEK S.A. O/KWB Bełchatów* in den Jahren 2012–2015, die hydrochemische und -biologische Forschungen der Absetzbecken ermöglicht hat. In den Jahren 2016–2017 wurden im Rahmen der Zusammenarbeit mit *dem PAK KWB Adamów* die Absetzbecken der Tagebaue *Koźmin* und *Adamów* sowie die Bergbaufolgeseen *Przykona*, *Janiszew* und *Władysławów* untersucht. Die Forschungen zur Fischfauna wurden durch Monitoring-Fischfangmaßnahmen unter Einsatz der kalibrierten Fischernetz-Sets durchgeführt.

Zur Analyse der Ergebnisse benutzte man Daten, bereitgestellt durch folgende Unternehmen und Einrichtungen: *PGE GIEK S.A. O/KWB Bełchatów*, *PAK KWB Adamów*,

Vorstand des Kreises 3 *Górnik* des Polnischen Anglervereins beim *KWB Bełchatów* und Bezirksvorstand des Polnischen Anglervereins in Konin.

8.2. Natürliche und biologische Voraussetzungen für die Entwicklung der Richtungen und Modelle zur Nutzung der Restlochseen

Die Nutzung von Restlochseen zu Fischerei- und Angelzwecken basiert auf deren ökologischem Potenzial und ihren Naturwerten und ist mit der Fischwirtschaft verbunden, deren Ziel es ist, Produktionskapazitäten von Gewässern zu nutzen. Dies wird dank sorgfältiger Planung und Umsetzung von Befischungen und Besatzmaßnahmen möglich. Die Nutzungsrichtungen und Wirtschaftsmodelle werden durch die Betriebsart von Wasserreservoirien und auch ansatzweise durch die Struktur der Besatzmaßnahmen definiert. Dient die Abfischung kommerziellen Zwecken und wird sie mit Hilfe der professionellen, nur von Fischereiausübungsberechtigten zu nutzenden Ausrüstung geführt, so gilt als Nutzungsrichtung die Handelsfischerei (kommerzielle Fischerei) im Sinne eines klassischen Modells der Fischwirtschaft. Ist dagegen der im polnischen Recht definierte Hobby-Fischfang die Hauptmethode der Befischungen, so gilt als Nutzungsrichtung die Freizeitfischerei, die überwiegend im Rahmen des Modells der Angel- und Fischwirtschaft realisiert wird (Abb. 8.1). Laut Wolos und Falkowski (2006) setzt das Modell der Fisch- und Angelwirtschaft eine Gleichstellung der Handels- und Angelfunktion voraus. In extremen Fällen, beim vollständigen Verzicht auf die periodische Verwendung von Fischereigeräten (verwendet z. B. bei Fischfängen zu Regulierungszwecken), kann man vom Modell der Angelwirtschaft sprechen. In diesem Fall sind alle wirtschaftlichen Maßnahmen hauptsächlich auf die Befriedigung der Bedürfnisse des Freizeitangelns ausgerichtet (Skrzypczak u. a. 2014). Die Besatzmaßnahmen müssen die Attraktivität der Wasserreservoirie für die Angelfischerei erhöhen und die Verluste der Fische bestimmter Arten und Größen wettmachen, die dem größten Fangdruck ausgesetzt sind. Fischereiausübungsberechtigte sollen die Angelfunktion unterstützen und dabei vor allem die Infrastruktur um das Wasserreservoir entwickeln. Gemeint ist hier z. B. die Sorge für die verkehrstechnische Erschließung oder Zugänglichkeit der Wasserfläche (Anglerstege und Anlegestellen einschließlich Bootsverleihmöglichkeiten).

Mit Beginn der Flutung eines Restlochs fängt der Entwicklungsprozess des Ökosystems mit einem bestimmten Öko-Potential an. Das Potential spiegelt den Zustand der Gewässer-Umwelt wider, auf die sich biologische, hydromorphologische und physikalisch-chemische Elemente auswirken. Dieser Zustand weist einen sehr dynamischen Charakter auf und wird durch mehrere biotische und abiotische Faktoren bestimmt, die wiederum für die Herausbildung der Lebensräume entscheidend sind. Aus biologischer Perspektive der einzelnen Fischarten können diese ihre existentielle, tropische und Reproduktionsbedürfnisse sichern. Es hängt vom Entwicklungsstadium

des jeweiligen Lebensraumpotentials ab, inwieweit bestimmte Richtungen und Modelle der fischereilichen Gewässernutzung realisiert werden können (Abb. 8.2).

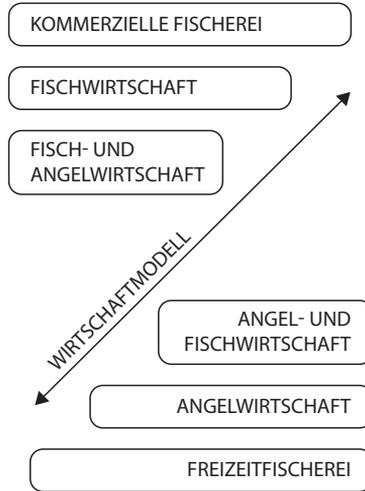


Abb. 8.1. Richtungen und Modelle der fischereilichen Gewässernutzung
Quelle: eigene Ausarbeitung

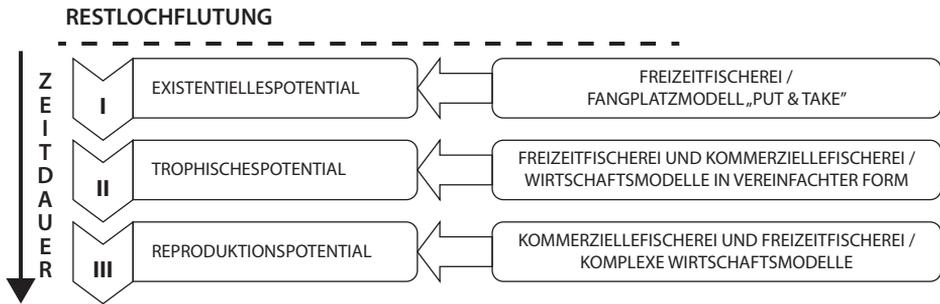


Abb. 8.2. Richtungen und Modelle der fischereilichen Gewässernutzung mit Lebensraumpotential der Absetzbecken und Tagebaurestseen
Quelle: eigene Ausarbeitung

Die Anforderungen der Fische, verbunden mit der Biologie der [einzelnen] Arten und ihren Lebensraumverhältnissen, bestimmen die Eignung von Gewässern für Fischereizwecke (Szczerbowski 2008). Fundamentale Bedingung für die mögliche Nutzung eines Wasserreservoirs zu Fischereizwecken ist das potentielle Nicht-Überschreiten der für Fische verträglichen Werte, bezogen auf Temperatur, Sauerstoffsättigung und chemische Struktur der Gewässer (pH-Wert, Salzgehalt, Metalle). Sind die Fische zum Verzehr vorgesehen, so muss es gesichert werden, dass keine Elemente und Substanzen

im Muskelgewebe der Fische kumuliert werden, die sich schädlich auf die menschliche Gesundheit auswirken könnten. Bleiben günstige Voraussetzungen für das Wachstum (keine natürliche Nahrung) und die Fortpflanzung (keine natürlichen Laichplätze) aus und sind diesbezügliche Kompensationsmaßnahmen wirtschaftlich nicht begründet, so ist die Freizeitfischerei die einzige zulässige Nutzungsrichtung auf einem kommerziellen „Put & Take“-Fangplatz. Dann verwendet man bei Besatzmaßnahmen Besatzmaterial nur in kommerziellen Mengen, d. h. Fische, bestimmt zum schnellen, direkten Fang. Die Auswahl der passenden Fischarten hängt von deren natürlichen Umweltafordernungen und sauerstoff-thermischen Akzeptanzschwellen ab. In unserer Klimazone werden Fische in folgende drei Gruppen unterteilt (Szczerbowski 2008): stenotherme Gruppe, angepasst an niedrige Temperaturen (z. B. Süßwasser-Lachsfische mit letaler Wassertemperatur von ca. 28°C); Fische der Übergangsguppe – die kurzzeitig die Temperatur von 28–34°C ertragen (z. B. Hecht, Barsch, Rotaugen); eurytherme Gruppe, angepasst an hohe Temperaturen, mit letaler Temperatur von über 34°C (z. B. Karausche, Karpfen, Schleie). Der niedrige Sauerstoffgehalt wird nicht auf Dauer und nur durch bestimmte Arten und im entsprechenden Alter toleriert. Auch hier kommt eine Aufteilung der heimischen Arten in drei Gruppen vor (Szczerbowski 2008): Fische mit hohem Sauerstoffbedarf von ca. 7–10 mg O₂/dm³ (z. B. Forelle, Europäische Äsche, Döbel, Aalquappe); Fische mit mittlerem Bedarf im Bereich von ca. 5–8 mg O₂/dm³ (z. B. Barbe, Hasel, Zander); Fische mit geringem Bedarf von 4–7 mg O₂/dm³ (z. B. Brachse, Karpfen, Schleie, Karausche).

Eine Erweiterung des Umfangs der fischereilichen Nutzung kommt in Frage, sobald das trophische Potential sich herausgebildet hat. Durch dieses wird der Nahrungsbedarf der Fische abgedeckt. Es entstehen dabei einfache oder komplexe trophische Strukturen, die vor allem durch die Saison und den Nahrungsreichtum determiniert werden. Eine für das Alter und die Ernährungsart der Fische geeignete Nahrung fördert deren Wachstum und die Erlangung sowohl der kommerziellen (Handels-)Größe als auch der Geschlechtsreife. Günstige trophische Verhältnisse werden am schnellsten von solchen Fischarten und Fischen in diesen Fischentwicklungsstadien ausfindig gemacht, die sich von Zooplankton und Wirbellosen außerhalb der Wasserwelt ernähren – ein Beispiel hierfür sind die reifen Insektenexemplare, die auf die Wasseroberfläche fallen. Gut versorgt werden auch Fische, die sich von wirbellosen Wassertieren (Mikro- und Makrozoobenthos) ernähren. Die Raubfischformation dagegen benötigt eine vollständige Herausbildung aller Trophiestufen. Bleiben günstige Voraussetzungen für die Fortpflanzung (keine natürlichen Laichplätze, bzw. keine Möglichkeiten für die Rogen-Entwicklung) aus und sind diesbezügliche Kompensationsmaßnahmen wirtschaftlich nicht begründet, so können vereinfachte Bewirtschaftungsformen umgesetzt werden, die sowohl für die Freizeitfischerei als auch die kommerzielle Fischerei charakteristisch sind. Die Fischartenstruktur muss qualitativ und quantitativ überwacht werden sowie von spezifischen Eigenschaften und dem Reichtum der Nährstoffe abhängig sein. Gleichzeitig müssen die Besatzmaßnahmen ein durch den Fang und natürliche Sterberate verursachtes und verringertes Aufkommen an Fischen

kompensieren. Bei obligatorischen Raubfischen (z. B. Hecht, Zander, Wels) muss durch Besatzmaßnahmen auch eine Nahrungsbasis für diese Fischarten garantiert werden.

Das breiteste Spektrum von Möglichkeiten zu fischereilichen Nutzungsrichtungen und zu realisierten Wirtschaftsmodellen bieten diese Wasserreservoir, die neben dem existentiellen und trophischen Potential auch das vollständige Potential für Reproduktion der Fische aufweisen. Aufgrund der biologischen Eigenschaften werden die Fischarten in ökologische Fortpflanzungsformationen aufgeteilt (Szczerbowski 2008). Das Wissen darüber ist bei Einschätzung dieses Potentials von besonderer Bedeutung. Enthält ein Wasserreservoir mineralische Laichsubstrate (Stein-, Kies- und Sandfraktionen), dann können sich an der Laichablage lithophile (z. B. Forellen) und psammophile (z. B. Gründling, Bachschmerle, Dorngrundel) Arten beteiligen. Das vollständige Potential für Fortpflanzung der Fische weisen jene Wasserreservoir auf, in denen sich schon Gefäßpflanzengesellschaften herausgebildet haben. Die vorhandene Gefäßvegetation ist ein natürliches Laichsubstrat für zahlreiche Gruppen der phytophilien Fische (z. B. Hecht, Brasse, Rotaugen, Schleie, Karauschen). Der Rogen dieser Fische ist meistens sehr klebrig, was dessen Haftung am Seegrund in der Entwicklungsphase ermöglicht. Geringe Lichtdurchlässigkeit im Wasserkörper und hohe Amplitude von Wasserspiegelschwankungen schränken die Entwicklung der untergetauchten Pflanzenformationen ein. Das Reproduktionspotential der Wasserreservoir wird aber nicht nur durch Laichplatz-verfügbarkeit für Fische bestimmt. Über den Erfolg der Fortpflanzung einzelner Fischarten entscheidet die Überlebensrate im Keimstadium und die Zugänglichkeit der entsprechenden Nahrung für Larven innerhalb der ersten ein paar Dutzend Stunden nach dem Ausschlüpfen. Das Reproduktionspotential eröffnet die Chancen für die Umsetzung aller Richtungen und Modelle der fischereilichen Gewässernutzung. Erfolgreiche und intensive Fortpflanzung gleicht die infolge des Fischfangs und des Raubfischdrucks entstandenen Verluste aus und hat einen Einfluss auf den wirtschaftlichen Aspekt der Gewässernutzung.

Die Erfüllung bestimmter Nutzungskriterien und die Herausbildung des Ökopotentials der Bergbaufolgeseen ist meistens eine Frage der Zeit. Die während der Bildung der Ökosysteme vor sich gehenden Prozesse können autonom erfolgen oder vom Menschen beabsichtigt sein. Das Endergebnis der Kolonisierung der Wasserreservoir durch verschiedene Arten der Fauna und Flora im Rahmen der natürlichen Sukzession ist meistens unvorhersehbar. Die Dynamik und Entwicklungsrichtungen sind von einer Reihe abiotischer Faktoren abhängig und der Einfluss des Menschen kann sich auf die Betriebskosten der Bergbaufolgeseen im Rahmen der geplanten Nutzungsrichtung und des Wirtschaftsmodells positiv auswirken.

8.3. Freizeitangeln an Absetzbecken der Tagebauentwässerungssysteme

Da Absetzbecken technologische Objekte der Tagebauentwässerungssysteme sind, ist in diesem Fall die Entwicklung der zusätzlichen Nutzungsfunktionen eingeschränkt.

Dies ergibt sich vor allem aus der Lage dieser Objekte auf Gebieten, die dem Bergrecht unterliegen, sowie aus Sicherheitsbestimmungen und der mangelnden verkehrs-technischen Erschließung. Das Freizeitangeln ist meistens die einzige zulässige Nutzungsform der Absetzbecken für Erholungszwecke im Rahmen ihrer zusätzlichen Funktion. Die Naturbedingungen für die Realisierung einer bestimmten Richtung der fischereilichen Gewässernutzung und des Wirtschaftsmodells sind von technischen Parametern des Absetzbeckens und Eigenschaften der Zuflussgewässer abhängig. Die primäre Funktion des Absetzbeckens ist damit verbunden, dass dieses mit Wasser mit erhöhtem Gehalt an Mineralsuspensionen eingespeist wird. Eine stark eingeschränkte Wassertransparenz (starke Trübe) steht der Entstehung von untergetauchten Makrophyten-Gesellschaften im Wege. Die Entwicklung der Röhrichtpflanzen im Uferbereich wird meistens dadurch eingeschränkt, dass die Dammsohle mit Betonfertigteilen stabilisiert werden muss. Die Sedimente am Seegrund bestehen hauptsächlich aus Mineralfraktionen, deren Mächtigkeit und Struktur vom Alter des jeweiligen Absetzbeckens abhängig sind. Die Produktivität derartiger Absetzbecken ist gering und wird – genau wie die Menge der auf dem Grund deponierten organischen Fraktionen – durch die Retentionsdauer beeinflusst (Skrzypczak u. a. 2015). Sind Absetzbecken mit einem Pflanzenfilter ausgestattet, kann dieser zum Teil Funktionen des seichten Litorals übernehmen, was meistens für eine schnellere und vollständigere Herausbildung des Trophie- und Reproduktionspotentials entscheidend ist. So ein Filter beeinflusst positiv die Fortpflanzung der phytophilten Fische, obwohl die schon vorerwähnte Rogen-Klebrigkeit ein in Absetzbecken mit verschmutzten Gewässern nachteiliges Merkmal ist. Der klebrige Rogen ist besonders durch Kontakt der Oberfläche (Eihäubchen) mit der mineralischen Suspension gefährdet. Hierdurch wird der erforderliche Gasaustausch zwischen dem Eiinneren mit dem Keim und der Wasserwelt eingeschränkt, wodurch es zu einer höheren Sterberate der Keime und einer Minderung des Fortpflanzungserfolges kommt.

Ein Beispiel für die mögliche Einschaltung der Zusatzfunktion bieten Absetzbecken für belastetes Grundwasser und unterirdisches Wasser, die ein Teil des Retentions- und Entwässerungssystems im *KWB Bełchatów* sind und in der Zeit 2012–2015 biologisch überwacht wurden (Tab. 8.1). Drei davon sind für das Freizeitangeln freigegeben worden. Das Recht zur fischereilichen Nutzung der Absetzbecken *Pólnocny*, *Kamień* und *Chabielice* wurde dem heimischen Anglerverein *3 Górnik* beim *KWB Bełchatów* übertragen. Jedes von diesen Becken ist mit einem Pflanzenfilter ausgestattet. Das trophische Potential und zum Teil auch das Reproduktionspotential werden von Fischen genutzt. Jedes Jahr (im Frühling und im Herbst) werden Besatzmaßnahmen mit Besatzmaterial unterschiedlichen Alters, darunter auch mit Raub- und Friedfischarten, durchgeführt. Im Fall der Mehrkammer-Absetzbecken wird in jeder einzelnen Kammer ein unterschiedliches Besatzprogramm realisiert. Für jede der Kammern gelten dann getrennte Nutzungsordnungen für Angelzwecke. Dies hat zur Folge, dass die einzelnen Kammern sich voneinander durch unterschiedliche Intensität des Fangdrucks und verschiedene Ködermengen unterscheiden. Nach den erfolgten

Besatzmaßnahmen werden die Absetzbecken vorübergehend, d. h. für mehrere Wochen dem Fangdruck entzogen, was als eine wirtschaftliche Maßnahme zu verstehen ist, die den Fischen einerseits eine Gewöhnungsphase an die neuen Lebensraumbedingungen gewährt und andererseits einen massenweisen Fang verhindert.

Tabelle 8.1. Absetzbecken mit Schmutz- und Grundwasser im *KWB Bełchatów*, die in der Zeit 2012–2015 dem Bio-Monitoring unterlagen

Bezeichnung	Kammeranzahl	Gesamtfläche [ha]	Durchschnittstiefe / max. [m]	Ingangsetzung	Wassereinspeisung
<i>Północny</i> (Nord)	1	8,0	1,0 / 1,7	1993	unterirdische Wasser-vorkommen
<i>Kamień</i>	3	22,0	1,5 / 2,7	2002	Bergbauwasser
<i>Chabielice</i>	2	16,0	1,5 / 2,7	2005	Bergbauwasser
<i>Kuźnica</i>	1	7,5	1,6 / 2,8	2012	unterirdische Wasser-vorkommen

Quelle: Eigene Ausarbeitung laut Skrzypczak u. a. (2015)

Aufgrund seiner guten Erreichbarkeit und des Volumens ist das Drei-Kammer-Absetzbecken *Kamień* der attraktivste Fangplatz. Das an das Absetzbecken angrenzende Gelände wurde mit einer überdachten Freizeitfläche und einem Parkplatz mit ca. 30 Stellplätzen ausgestattet. Das Absetzbecken ist dem größten Fangdruck ausgesetzt, weil dort regelmäßig Angelwettbewerbe stattfinden. Entscheidend für die Wahl dieses Absetzbeckens als Veranstaltungsstandort ist der leichte Zugang zu den einzelnen Fischfangplätzen direkt von Dämmen, welche die einzelnen Kammern voneinander abtrennen. Als Nutzungsrichtung gilt die Freizeitfischerei im Rahmen des Angelwirtschaftsmodells. Determiniert werden die Lebensraumverhältnisse durch Indikatoren für Gehalt an filtrierbaren Suspensionen im Schnitt von $24,5 \pm 22,0$ mg/dm³ und der Versalzung, ausgewiesen durch Konzentration der Anionen (HCO₃⁻, Cl und SO₄⁻²) im Durchschnittswert von $488,9 \pm 23,2$ mg/dm³. Die mit der Secchi-Scheibe ermittelte Sichttiefe überschreitet 0,45 m nicht (Skrzypczak u. a. 2015). In den Jahren 2009–2013 wurden in jede der Absetzbeckenkammern ca. 650 ± 230 kg Fische ausgesetzt. Hauptbestandteil jeder Besatzbiomasse in den einzelnen Kammern war der Karpfen, sein Durchschnittsanteil schwankte von $51 \pm 5\%$ in der Kammer II bis $67 \pm 4\%$ in der Kammer III. Zu derselben Zeit belief sich der Anteil der Friedfische (vor allem: Schleie, Gräsfisch, Aland) auf $28 \pm 6\%$ in der Kammer III und $38 \pm 10\%$ in der Kammer I. Die Anteile der Raubfische am Besatzmaterial sahen folgendermaßen aus: $15 \pm 7\%$ in der Kammer II (überwiegend Hecht); $9 \pm 6\%$ in der Kammer I (überwiegend Zander) und $4 \pm 5\%$ in der Kammer III (überwiegend Hecht). Auf diese Art und Weise werden die Artenstruktur und der Charakter der Fischbestände differenziert und die Attraktivität der einzelnen Fangplätze erhöht. Seit 2015 werden in die Kammern vor allem Karpfen mit dem maximalen Körpergewicht (≥ 1 kg/Stck.) ausgesetzt und der Fangplatz selbst wird nach dem „Catch & Release“-Modell (Fangen

und Freilassen) verwaltet. Zeitweise werden ergänzende Besitzmaßnahmen mit Fischarten durchgeführt, welche das Reproduktionspotential der Absatzbecken nutzen. Es kommen dabei u. a. folgende Arten in Frage: Rotauge, Karausche, Silberkarausche und Barsch. Die Mengenüberwachungen der einzelnen Jahrgänge weisen darauf hin, dass sich die Fortpflanzungsrate bei diesen Arten drastisch verändert. Ähnliche Schlussfolgerungen gelten auch für Hecht und Zander. Im Absatzbecken sind auch Fischarten vertreten, die zum Besitzprogramm nicht gehören: Kaulbarsch, Brasse, Güster, Ukelei und Moderlieschen. Diese vermehren sich auf natürliche Art und Weise und entscheiden über das Nahrungsvorkommen für Raubfische (Skrzypczak u. a. 2015).

Ein Beispiel für ein Absatzbecken, das innerhalb der ersten drei Jahre nach der abgeschlossenen Flutung über ein existentielles und zielgerichtetes trophisches Potential verfügte, ist *Kuźnica*. Die erste Flutung erfolgte 2012. Charakteristisch für dieses Absatzbecken war in der Zeit 2012–2015 ein hoher Gehalt an Eisenverbindungen ($4,9 \pm 5,1$ mg Fe/dm³) und filtrierbaren Suspensionen ($21,5 \pm 19,4$ mg/dm³). Zu dieser Zeit wurde das Becken für Fischereizwecke nicht genutzt (Skrzypczak u. a. 2015). Am 13. November 2013 erfolgte probeweise die erste Besitzmaßnahme mit drei Fischarten, die unterschiedliche Lebensraumanforderungen aufweisen. Ausgesetzt wurden Karpfen (insgesamt 400 Stück mit Durchschnittsgewicht von 428 ± 56 g/Stk.), Schleie (insgesamt 200 Stück mit Durchschnittsgewicht von 38 ± 6 g/Stk.) und Aland (insgesamt 220 Stück mit Durchschnittsgewicht von 98 ± 11 g/Stk.). Als Besitzmaterial wurden Fische im zweiten Lebensjahr (1+) verwendet. Im Rahmen einer Kontrollabfischung am 16. September 2014 wurden insgesamt 14 Stück Karpfen mit Durchschnittsgewicht von je 430 ± 53 g und 10 Stück Aland mit Durchschnittsgewicht von je 421 ± 46 g gewonnen. Es wurden keine Schleien gesichtet. Bei allen gewonnenen Karpfen war der Verdauungskanal leer. Bei zwei Aland-Exemplaren wurde kein Darminhalt festgestellt und bei den anderen geringe Algen- und Gefäßpflanzenreste; drei weitere Alande wiesen Insektenreste (Imago) nach. Die ungünstigen Verhältnisse für die Entwicklung von Benthos (vor allem fehlende Sohlensedimente) führten zu einem sehr geringen Nahrungsvorkommen für die typischen Benthonten (Karpfen und Aland). Aufgrund dieser Verhältnisse waren Schleien überhaupt nicht in der Lage, sich an die neue Umgebung anzupassen. Bei Karpfen konnten durch den Biotop des Absatzbeckens nur ihre existenziellen Bedürfnisse gedeckt werden (keine Zuwächse des Körpergewichtes). Dagegen verzeichnete der allesfressende Aland, der seine Nahrung „aus der Luft“ in Form von ausgewachsenen Insekten bekommt, einen schnellen Zuwachs seines Körpergewichtes.

8.4. Bedingungen zur Nutzung von Tagebaurestseen für Angel- und Fischereizwecke

Nach dem polnischen Recht gelten Tagebaurestseen meistens als Standgewässer und der Grundeigentümer ist gleichzeitig Eigentümer des fraglichen Wassereservoirs. Somit werden Tagebaurestseen nicht als Bestandteile der sogenannten

Fischereibezirke gesehen. Derartige Bezirke werden nur für öffentliche Fließgewässer gebildet, in denen die Fischwirtschaft durch Vorschriften *des Binnenfischereigesetzes vom 18. April 1985* (siehe hierzu poln. GBl. 2015.652 mit nachträglichen Änderungen) geregelt wird. Die Fischereibezirke sind gesetzlich verpflichtet, eine ausgewogene Fischwirtschaft zu betreiben, die im Art. 6 Abs. 2 des gegenständlichen Gesetzes definiert wird. Laut Radecki (2012) basiert so ein Konzept auf einem formellen Kriterium (Fischereigutachten) und einem materiellen Kriterium (Konzept der nachhaltigen Fischwirtschaft). Betreiber der Gewässer außerhalb der Fischereibezirke sind von der Pflicht zur Führung einer ausgewogenen Fischwirtschaft freigestellt. Daher fehlt es im Fall der Tagebaurestseen an gesetzlichen Instrumenten zur Durchsetzung von wirtschaftlichen Formen und Maßnahmen, die Merkmale einer ausgewogenen Bewirtschaftung dieser Wasservorkommen und deren Nutzen aufweisen würden. Dies kann sich nachteilig auf den Erhalt des optimalen Ökopotentials und der erwünschten Nutzungseigenschaften auswirken. Nach Radecki (2012) ist eine unbegrenzte Eigentümerfreiheit, bezogen auf Nutzung der Fauna und Flora dieser Wasservorkommen kontrovers und kann sogar den Umweltschutzanforderungen widersprechen.

In seltenen Fällen ist der Tagebaurestsee eine Wasseranlage, wobei Umfang und Bedingungen zu deren Nutzung durch eine wasserrechtliche Genehmigung vorgeschrieben werden. Dies betrifft Fälle, wenn ein Tagebaurestsee durch Fließgewässer eingespeist wird. Es besteht aber keine Notwendigkeit, speziell aus diesem Grund einen Fischereibeizirk zu etablieren. Ein Beispiel dafür ist der Tagebaurestsee *Przykona*, entstanden als Ergebnis der Geländesanierung nach dem abgeschlossenen Abbau einer Teillagerstätte des Tagebaus *Adamów*. Dieser polymiktische Restlochsee mit einer Fläche von 142 ha (sowie maximaler Tiefe von 7,6 m und durchschnittlicher Tiefe von 4,3 m) wurde mit Wasser des Flusses *Teleszyna* und vom Entwässerungssystem eines naheliegenden Tagebaus geflutet. Für den stabilen Wasserpegel sorgt eine Schleuse (Marszelewski u. a. 2017). 2004 wurde der Tagebaurestsee an die lokale Gemeindeverwaltung übergeben (Rózkowski u. a. 2010). Der See stellt derzeit ein wichtiges Argument für die Entwicklung von vielfältigen Touristik- und Freizeitgestaltungsformen in der Gemeinde *Przykona* dar (Kasztelewicz und Sypniowski 2010). Die Gemeinde verfügt über eine wasserrechtliche Genehmigung für Stauung und Nutzung der Gewässer. Seit 2005 gilt für den Tagebaurestsee als Nutzungsrichtung Freizeitfischerei im Rahmen des Modells der Angel- und Fischwirtschaft, realisiert durch den Polnischen Anglerverein, Kreis Konin aufgrund eines Pachtvertrages. Besitzmaßnahmen sind auf Bedürfnisse der Freizeitangler ausgerichtet. In den Jahren 2005–2016 hatte der Karpfen in der Besatzbiomasse mit 59% die Oberhand. Die sonstigen Fischarten waren: Hecht (19%), Schleie (13%), Gewöhnliche Karausche (4%), Europäischer Wels (3%) und Aal (2%).

Aufgrund der langen Flutungszeit, ist ein Bergbaufolgesee zum Schluss meistens schon von Fischen besiedelt. Dies ist sowohl auf die natürliche Artenvermehrung als auch unkontrollierte Besitzmaßnahmen zurückzuführen. Ein Paradebeispiel dafür

ist ein Restlochsee, geflutet derzeit im östlichen Teil des Abbaufeldes *Władysławów*, welches durch den Braunkohletagebau *KWB Adamów* ausgebeutet wird. Im Rahmen der seit 2011 andauernden wasserwirtschaftlichen Sanierung des ehemaligen Abbauraumes wird ein abflussloses Tagebaurestloch mit einer Fläche von 155,5 ha und einem Volumen von ca. 42 Mio. m³ geflutet. Wie vorerwähnt, besitzt dieses Restloch keine Abflüsse und wird überwiegend mit Grund-, Niederschlagswasser und aus eigenem Einzugsgebiet mit einer Fläche von 256 ha eingespeist. Die geplante Wasserspiegelhöhe soll zwischen 87 ha und 103 ha liegen (Flutungsstand-Koordinaten liegen entsprechend bei 102,0–105,0 m ü.d.M.). Die angenommene maximale Tiefe beträgt 37,0 m und die Durchschnittstiefe liegt bei 21,5 m. Die Flutungsdauer sollte vier Jahre nicht überschreiten. Nach Angaben von Gilewska und Otremba (2015) wurde bis Ende des Jahres 2013 der untere Bereich des Restlochs geflutet. Damals hatte das Wasserreservoir eine Fläche von ca. 39 ha und die Tiefe von max. 17 m. Aus den Messungen und Schlussfolgerungen der o. g. Autoren geht hervor, dass die Wasserflächenkoordinate Mitte 2015 den Stand von ca. 93 m ü.d.M. erreicht hat. Die Flutungsdauer wird sich schätzungsweise um 4–5 Jahre verlängern. Über 80% der Uferlinie des gefluteten Restlochs machen steile Oberwasserböschungen mit einer Neigung von max. 30% und einer Länge von 55–100 m aus. Lediglich ca. 15 Prozent der Uferlinie berührt den sanft geformten Teil der südwestlichen Böschungen. Deren Flutung begann höchstwahrscheinlich erst dann, als der Wasserspiegel die Höhenkoordinate von ca. 93 m ü. d. M. erreicht hatte, d. h. im Frühjahr 2015. In diesen Umweltbedingungen kommt es zur Herausbildung der Fischfauna. Die quantitativ-qualitative Struktur der Fische in diesem Restlochsee wurde mithilfe der Kontrollfänge in der Zeit 16.–17. August 2017 ermittelt. Es wurden damals folgende neun Fischarten in stark unterschiedlichen Mengenanteilen nachgewiesen, d. h.: Barsch (85,8%), Rotauge (4,8%), Ukelei (4,2%), Kaulbarsch (4,0%), Hecht (0,4%), Gewöhnliche Karausche (0,2%), Silberkarausche (0,2%), Güster (0,2%) und Europäischer Wels (0,1%). In den Barsch- und Kaulbarschpopulationen waren überwiegend Fische im Alter 0+ und 1+ vertreten, d. h. mit dem individuellen Gewicht bis zu 10 g/Stk. Im Fall des Barsches machte diese Altersklasse 70% und beim Kaulbarsch 77% aus. Bei Rotauge und Ukelei sind die Altersstufen 0+ und 1+ nicht festgestellt worden, bei diesen Fischarten dominierten dagegen die Altersklassen 2+ und 3+, die bei Rotaugen 89% und Ukeleien 74% ausmachten. Die quantitativ-qualitative Struktur der Fischfauna gibt ein Bild über den Stand des trophischen und Reproduktionspotentials ab. Im flächenmäßig eingeschränkten Litoral mit kaum entwickelten untergetauchten Pflanzenformationen hatte der Barsch die besten Bedingungen für Fortpflanzung und Wachstum der jungen Altersstadien. Sein enormer Mengenvorsprung ermöglicht ihm eine wirksame Kontrolle über die Fischbestände der sonstigen Arten und zwar sowohl indirekt als Nahrungskonkurrent als auch direkt als Gelegenheitsraubfisch. Am Restlochsee werden derzeit keine fischwirtschaftlichen Aktivitäten geführt. Gemeint sind hier vor allem Besatzmaßnahmen. Andererseits bezeugt aber die Anwesenheit der Einzelindividuen

von Silberkarauschen oder Europäischen Welsen unkontrollierte besatzähnliche Maßnahmen im Restlochsee *Władysławów* durch den Menschen. In Hinsicht auf den zukünftigen Nutzer wäre eine schnelle Veränderung der quantitativ-qualitativen Struktur der Fischfauna durch neue Besatzmaßnahmen vom Vorteil.

8.5. Zusammenfassung

Die Auswahl der Bewirtschaftungsrichtung und -form eines Wasserreservoirs zu fischereilichen Zwecken sollte immer seine individuellen Eigenschaften berücksichtigen und eine optimale Nutzung seines Potentials anstreben. Im Fall der Absetzbecken ist der Umfang der Nutzung im Rahmen der Ergänzungsfunktion sowohl von sozialen Bedürfnissen und Erwartungen, als auch von den Möglichkeiten eines wirksamen Managements dieser Funktion abhängig. Die Umwelt der Absetzbecken weist unterschiedliche Störungsstufen, bezogen auf die Lebensraumverhältnisse für Fische, auf. Wirtschaftlich gesehen, kann man Maßnahmen zur Neutralisierung dieser Störungen ergreifen. Die Mängel im trophischen Potential können durch das zusätzliche Füttern der Fische und gezielte Spezialbesatzmaßnahmen wettgemacht werden. Beim mangelnden Laichsubstrat ist es möglich, künstliche Laichplätze, sog. Kieslaichplätze anzulegen. Bei Absetzbecken, deren Fläche und Volumen – wie bekannt – relativ klein sind, bestehen die Voraussetzungen für eine effiziente Überwachung und fischbezogene Regulierung der Arten und Mengen. In Extremfällen kann man auf die Nutzung der Absetzbecken für Fischereizwecke verzichten. Durch das Ablassen eines Gewässers werden die wirksame Neugestaltung der Fischartenstruktur im Absetzbecken und Veränderung des Bewirtschaftungsmodells möglich.

Diese Variante ist selbstverständlich bei Bergbaufolgeseen nicht umsetzbar. In diesem Fall sind die Haupt- und Ergänzungsfunktionen von der geplanten Entwicklungsrichtung ihrer Umgebung abhängig. Manchmal werden der Nutzungsbereich und die Nutzungsart eines Restlochsees dessen primärer wirtschaftlicher Funktion (z. B. der Funktion einer Trinkwasserentnahmestelle) unterordnet. Dennoch ist bei jeder Nutzungsvariante der Bergbaufolgeseen eine möglichst lange Einhaltung der richtigen Wassergüte-Parameter von enormer Bedeutung, denn darauf basieren die meisten Nutzungsmerkmale der Wasserreservoirs. Die Qualität der natürlichen Umgebung spiegelt nicht nur hydrochemische Parameter wider, sondern stellt auch eine Funktion der Gewässerbiologie dar. Alle Maßnahmen zur Restlochflutung sollen das Ziel verfolgen, chemisch und biologisch stabile Bergbaufolgeseen mit größtmöglichem Öko-Potential zu schaffen. Die lang andauernde wasserwirtschaftliche Sanierung und die Flutung von Restlöchern begünstigen spontanes Auftreten von Fischen (Natursanierung) oder unkontrollierte besatzähnliche Maßnahmen (sog. „Mensch mit Eimer“- Syndrom). Es ist davon auszugehen, dass die ersten Fischarten schon während der Erdarbeiten erscheinen, wenn im Bodenbereich des Restlochs Wasser sich ansammelt. So entsteht eine Artenstruktur, die vom Standpunkt einer optimalen

Nutzung für Fischerei-, Freizeit-, Wirtschafts- oder Naturzwecke nicht erwünscht oder erwartet ist. Die eigenständig geformte Fischgesellschaft lässt sich oftmals nur schwer verändern, darüber hinaus ist das ein langer und kostspieliger Prozess, dessen Folgen unvorhersehbar sind. Je länger die Flutung dauert, desto wünschenswerter sind Eingriffe durch Besatzmaßnahmen. Dies begründet ebenfalls die Aufnahme von Arbeiten bei Gestaltung von Restlochseen in einem derartigen Umfang, der eine schnelle Schaffung der günstigen Lebensraumbedingungen und des Potentials für Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung der erwünschten Fischarten ermöglicht. Eine unüberlegte Auswahl der Besatzfische und zufällige Artenzusammensetzung der Fischgesellschaften führt oft zu einer unumkehrbaren Unterdrückung von Populationen durch unwillkommene Arten (gemeint ist hier zufälliger Besatz mit invasiven Arten, wie z. B. Katzenwels oder Blaubandbärbling). Bei der wasserwirtschaftlichen Sanierung sollte man mit Besatzmaßnahmen und Bildung der Fischfauna zu Beginn der Flutung beginnen. Der Besatz soll also nicht als Bewirtschaftung interpretiert werden, was heutzutage oft der Fall ist. Im Gegenteil dazu müsste man Besatzmaßnahmen als einen Bestandteil der detaillierten (biologischen) Rekultiwierung betrachten, die bei einer wasser- und forstwirtschaftlichen Sanierung zur Anwendung kommt.

LITERATUR

- [1] Bian Z., Inyang H.I., Daniels J.L., Otto F., Struthers S. (2010): *Environmental issues from coal mining and their solutions*. Mining Science and Technology, 20: 215–223.
- [2] Cowx I.G., Arlinghaus R., Cooke S.J. (2010): *Harmonizing recreational fisheries and conservation objectives for aquatic biodiversity in inland waters*. Journal of Fish Biology, 76: 2194–2215.
- [3] Gilewska M.M., Otremba K. (2015): *Funkcje obiektów hydrologicznych na terenach poeksploatacyjnych odkrywki „Władysławów”*. Inżynieria Ekologiczna, 44: 104–108.
- [4] Gogacz M. (2004): *Analiza jakości wód odprowadzanych do cieków powierzchniowych przez system odwadniania zakładu górniczego KWB „Bełchatów” S.A.* W: Pilecka E. (red.): *Materiały sympozjum Warsztaty Górnicze z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, sesja okolicznościowa Problematyka zagrożeń naturalnych w górnictwie węgla brunatnego*. Bełchatów, 2–4 czerwca 2004, Wydaw. IGSMiE PAN, 139–151.
- [5] Kasztelewicz Z., Sypniowski Sz. (2010): *Rekultywacja w polskim górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego*. Górnictwo i Geoinżynieria, 34(4): 289–127.
- [6] Krzymowska-Kostrowicka A. (1997): *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 238.
- [7] Marszelewski W., Dembowska E.A., Napiórkowski P., Solarczyk A. (2017): *Understanding abiotic and biotic conditions in post-mining pit lakes for efficient*

- management: a case study (Poland). *Mine Water and the Environment*, 36(3): 418–428, doi.org/10.1007/s10230-017-0434-8.
- [8] Ostreǵa A., Uberman R. (2005): *Formalnopravne problemy rewitalizacji terenów przemysłowych, w tym pogórnicznych*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 29(4): 115–127.
- [9] Ostreǵa A., Uberman R. (2010): *Kierunki rekultywacji i zagospodarowania - sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 34(4): 445–461.
- [10] Parkkila K., Arlinghaus R., Artell J., Gentner B., Haider W., Barton D., Roth E., Sipponen M. (2010): *Methodologies for assessing socio-economic benefits of European inland recreational fisheries*. EIFAC Occasional Paper, No. 46. Ankara, FAO.
- [11] Polak K. (2015): *Rozliczenie wodnej rekultywacji wyrobisk odkrywkowych w świetle aktualnych uregulowań formalnoprawnych*. *Przegląd Górniczy*, 9: 37–40.
- [12] Radecki W. (2012): *Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich*. W: Mickiewicz M. (red.): *Zasady i warunki zrównoważonego korzystania z zasobów rybackich*. Wyd. IRŚ, Olsztyn, 7–28.
- [13] Rózkowski K., Polak K., Cała M. (2010): *Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 34(4): 517–525.
- [14] Rzętała M. (2008): *Functioning of water reservoirs and the course of limnic processes under conditions of varied anthropopression a case study of Upper Silesian Region*. Silesian University Press, Katowice, 7–165 (in Polish).
- [15] Skrzypczak A. (2005): *Ocena przydatności rekreacyjnej naturalnych zbiorników wodnych dla wędkarstwa*. *Folia Turistica*, 16: 115–129.
- [16] Skrzypczak A., Doleciński A., Szymański M. (2014): *Uwarunkowania rozwoju rekreacji wodnej i turystyki wędkarskiej w oparciu o rybacko-rekreacyjne zagospodarowanie wód na przykładzie Okręgu PZW w Słupsku*. W: Hakuć-Błażowska A., Furgała-Selezniow G., Skrzypczak A. (red.): *Problemy turystyki i rekreacji wodnej*. Wyd. UWM, Olsztyn, 143–155.
- [17] Skrzypczak A., Goździejewska A., Furgała-Selezniow G., Grzybowski M., Obolewski K., Gotkowska-Płachta A. (2015): *Dokumentacja techniczna z raportem końcowym zadania pn. Badania pilotażowe nad modelem rybacko-rekreacyjnego zagospodarowania i użytkowania wód technologicznych na potrzeby rekultywacji w kierunku wodnym wyrobisk górniczych Pola Bełchatów i Pola Szczerców*. UW-M Olsztyn na zlecenie PGE GiEK S.A. O/KWB Bełchatów. Maszynopis, 110.
- [18] Sloss L. (2013): *Coal mine site reclamation*. IEA Clean Coal Centre, CCC/216 ISBN 978-92-9029-536-5, 1–70.
- [19] Stottmeister U., Mudroch A., Kennedy Ch., Matiova Z., Sanecki J., Svoboda I. (2002): *Reclamation and Regeneration of Landscapes after Brown Coal*

Opencast Mining in six Different Countries. In: Mudroch A. et al. (eds.) *Remediation of Abandoned Surface Coal Mining Sites.* Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 5–33.

- [20] Sczerbowski J.A. (red.) (2008): *Rybacktwo śródlądowe.* Wyd. IRŚ, Olsztyn, 608.
- [21] Wołos A., Falkowski S. (2006): *Pojęcie kompleksowej gospodarki rybacko-wędkarskiej.* W: Wołos A. (red.): *Rybacktwo, wędkarstwo, ekorozwój.* Wyd. IRS, Olsztyn, 27–37.

9. Rechtliche Aspekte des Freizeitangelns in Polen und Deutschland

Emil Andrzej Karpiński, Andrzej Skrzypczak

Fakultät Umweltwissenschaften, Universität Ermland-Masuren Olsztyn

9.1. Einleitung

Die Angelfischerei gehört weltweit zu den beliebtesten Freizeitaktivitäten. Dieses Hobby hängt mit vielen Bedürfnissen des Menschen – ob mit kognitiven oder utilitären – zusammen und wird verwirklicht durch diverse Angelmethoden und –techniken, geregelt durch das in den einzelnen Ländern geltende Recht (Aas 2008). In den 1950er Jahren erfolgte, überwiegend in hoch entwickelten Ländern Westeuropas sowie in den USA, Kanada und Japan, eine schnelle Entwicklung der Angelfischerei. Zur Jahrtausendwende wurde die Anzahl der Angler in Europa auf fast 30 Mio. geschätzt (Parkkila u. a. 2010), was bedeutet, dass etwa 5% der Bevölkerung Europas aktiv angelt. Unterschiedliche Beliebtheit, die das Angeln in einzelnen Ländern Europas genießt, spiegelt natürliche Umweltbedingungen wider und hat einen Kulturhintergrund. Die nordischen Länder haben prozentual die meisten Angler, d. h. Norwegen 32,2%, Finnland 26,7% und Schweden 22,7%. In Schweden sind über 1.300 mit dem Freizeitangeln verbundene Wirtschaftssubjekte ansässig, die Tausende von Arbeitsplätzen verschaffen (Paulrud und Waldo 2010). So gesehen ist die Angelfischerei ein soziales Phänomen mit ideologischen und ethischen Merkmalen, dessen massive Verbreitung ökonomische Folgen mit sich bringt und entsprechende gesetzgeberische Lösungen erfordert.

Ziel dieser Ausarbeitung ist es, die Rechtsregelungen zum Freizeitangeln in Polen und Deutschland zu vergleichen. Charakteristisch für die beiden Länder sind ähnliche Bestände an Binnengewässern sowie klimatische und geografische Verhältnisse. Auch der Prozentsatz der Bevölkerung, der das Angeln als ein Hobby deklariert, ist vergleichbar: in Deutschland liegt dieser bei 4,0% (Brainerd) und in Polen macht er nicht weniger als 3,9% aus (Depowski 2005). Aufgrund der föderativen Staatsstruktur Deutschlands und unterschiedlicher Rechtsregelungen in den einzelnen Bundesländern, wurden für direkte Vergleiche die in Sachsen geltenden

Rechtsregelungen gewählt. Diese Entscheidung ist auf die Grenznachbarschaft und ähnliche Gesellschaftsordnungen unserer Nachbarländer in der Zeit 1945–1989 zurückzuführen. Im Rahmen der Analyse kam das funktionale Verfahren aus der rechtswissenschaftlichen Komparatistik zur Anwendung. Laut Tokarczyk (2007) ist dieses Verfahren ein effektives Werkzeug zur Untersuchung von durch Rechtsregelungen der einzelnen Staaten erfüllten Funktionen auf vorhandene Ähnlichkeiten und Differenzen. Treten Differenzen in detaillierten Rechtslösungen ein, die aber hinsichtlich des Funktionsprinzips in Rechtssystemen der einzelnen Länder vergleichbar sind, so werden diese Lösungen als ähnlich eingestuft.

9.2. Angelfischerei – Freizeitangeln rechtlich gesehen

In Polen wird die Angelfischerei durch folgende Rechtsakte geregelt: Binnenfischereigesetz vom 18. April 1985 (poln. GBl. 2015.652 bereinigte Fassung), Wasserrechtsgesetz vom 20. Juli 2017 (poln. GBl. 2017.1566) und Verordnung des Ministers für Landwirtschaft und Dorfentwicklung über Fischfang sowie Haltung, Zucht, und Fang anderer Wasserlebewesen (poln. GBl. 2001.138.1559 min nachträglichen Änderungen). Die Verfassung des Freistaates Sachsen vom 27. Mai 1992 garantiert den Bürgern allgemeinen Zugang zu Umweltressourcen sowie ermöglicht, Vereine und Verbände zu gründen und somit im Bereich des Umweltschutzes zusammenzuwirken.

Detaillierte Vorschriften zur Regelung der Freizeitfischerei sind in den folgenden Rechtsakten enthalten: Sächsisches Wassergesetz vom 12. Juli 2013 (SächsWG 2013), Sächsisches Fischereigesetz vom 9. Juli 2007 (SächsFischG 2007) und Sächsische Fischereiverordnung vom 4. Juli 2013 (SächsFischVO 2013). Die polnischen Regelungen und die sächsischen Rechtsakte (Rechtsakte des Bundeslandes) gehören zu der gleichen Kategorie, d. h. es handelt sich hier um Gesetze (*ustawy*) und Verordnungen (*rozporządzenia*). Darüber hinaus sind Vereinsangler in beiden Ländern verpflichtet, durch zuständige Verbände und Vereine vorgeschriebene Regelungen zu beachten. Ihre gemeinsame Eigenschaft ist die Kohärenz mit geltenden Rechtsakten, d. h. mit der „Gewässerordnung“ (2018) in Sachsen, welche die Regeln für jede Form des Angelns festlegt und der „Freizeit-Fischfang-Ordnung“ (RAPR) in Polen, die für Vereinsangler gilt und vom Polnischen Anglerverein (RAPR) 2017 beschlossen wurde.

Weder im polnischen noch sächsischen Recht ist eine eindeutige Definition des Begriffs „das Angeln“ (*wędkarstwo*) vorhanden. In Polen gilt das Freizeitangeln in Binnengewässern als Hobby-Fischfang (siehe hierzu Binnenwasserfischereigesetz 2015). Der Hobby-Fischfang besteht in Polen darin, dass Fische mithilfe der Handangel oder Armbrust gewonnen werden. Demgegenüber beschreibt das sächsische Recht das Angeln als das Nachstellen, Fangen, Sichaneignen und Töten von wild lebenden Fischen (SächsFischG 2007). In den beiden Ländern, wie auch in den meisten Ländern Europas basiert die Definition des Freizeitangelns auf seinem nichtkommerziellen Charakter. Abgesehen von der verwendeten Fangmethode dürfen die gewonnenen

Fische nicht zum Gegenstand des Handelsverkehrs werden. In den beiden Ländern wird eine Person, die beim Freizeitangeln eine Handangel benutzt, umgangssprachlich der Angler (*wędkarz*) genannt.

Der Umfang der Regelungen zum Freizeitangeln wird durch Gesetze vorgeschrieben, die Eigentumsverhältnisse für Gewässer regeln. Die Wassergesetze in Sachsen (SächsWG 2013) und in Polen (Wassergesetz – *Prawo wodne* 2017) teilen natürliche Oberflächengewässer in die sog. Fließgewässer (eingebunden in das hydrographische System über Oberflächenanbindungen) und die Standgewässer auf. In beiden Ländern dürfen Fließgewässer einschließlich des Unterwasserbodens weder zum Gegenstand des Handelsverkehrs werden noch in privater Hand sein. Sie können lediglich an Privatpersonen oder Institutionen für 10 Jahre oder länger (in Polen), oder mindestens für 12 Jahre (in Sachsen) zur Nutzung übergeben werden. Dennoch bezieht sich das Recht zur Regelung der Fischerei sowohl auf Fließ- als auch Standgewässer. Grundsätzlich gelten in den beiden Ländern die Vorschriften der Fischereigesetze nicht für das Freizeitangeln in Fischzuchtanlagen und anderen Gewässern, wo die Fischpopulation vom Menschen vollständig überwacht wird.

Die aufgrund der Bergbausanierung entstehenden Restlochseen unterliegen bis zur Beendigung dieses Prozesses dem Bergrecht (dem Bundesberggesetz). In Sachsen darf ein derartiger Restlochsee erst dann zur Nutzung freigegeben werden, wenn der Endwasserstand erreicht ist, die Ufer so stabil sind, dass sie gefahrlos betreten werden können und der pH-Wert des Wassers dauerhaft über 5 liegt, um eine erfolgreiche Reproduktion von Fischbeständen zu ermöglichen. Ist dies der Fall, dann werden die Regeln für den Fischfang durch das sächsische Recht (SächsFischG 2007) vorgeschrieben. In Polen beginnt nach Beendigung der Sanierung und Übergabe des Restlochsees an den Endnutzer, das Wasser- und Fischereirecht zu gelten. Derartige Restlochseen zählen zu Standgewässern oder Wasseranlagen. Sie können zum Gegenstand des Handelsverkehrs werden und das Eigentum von Privatpersonen darstellen. Es steht fest, dass die wasserwirtschaftliche Sanierung mit der Zeit sich immer größerer Popularität erfreut. Wegen spezifischer Beschaffenheit des Seegrundes oder der kleinen Seeoberfläche ist oft das Freizeitangeln die attraktivste, wenn nicht die einzige Nutzungsform dieser Wasserreservoirs.

9.3. Angelberechtigungen und Erlaubnisscheine

Zum Fischfang im Rahmen des Freizeitangelns sind sowohl in Polen als auch in Deutschland bestimmte Berechtigungen erforderlich. Diese kann man erhalten, sobald man eine Fischereiprüfung (*egzamin na kartę wędkarską*) vor der zuständigen Behörde abgelegt hat (poln. Binnenfischereigesetz 2005, SächsFischG 2007). Es wird der Sachkundennachweis in folgendem Umfang verlangt: allgemeiner Körperbau der Fische und Funktionen der wichtigsten Organe; Fischkrankheiten; Erkennung der Geschlechter; Artenbiologie; Grundlagen der Hydrologie und Gewässerökologie;

Gewässer-verschmutzungen; Angelgeräte und Fischfangmethoden; Umgang mit gefangenen Fischen; Grundlagen des Umweltschutzrechtes und Kenntnis der Bußgeldvorschriften für Ordnungswidrigkeiten. In Polen sind Ausschüsse prüfungsbe-rechtigt, die im Rahmen der Kreisstrukturen des Polnischen Anglervereines (PZW) einberufen werden, in Sachsen ist die Fischereibehörde (*Urząd ds. Rybołóstwa Sakso-nii*) dafür zuständig. In Polen ist es eine mündliche Prüfung, die außer den vorgenan-nten Themenbereichen auch die Kenntnis der geltenden Fassung der Freizeit-Fisch-fang-Ordnung (RAPR 2017) verlangt. In Sachsen hat die Prüfung eine schriftliche Form und dauert 90 Minuten. Um die zu bestehen, müssen mindestens 60% der Fra-gen korrekt beantwortet werden. Vom Kandidaten wird ein Nachweis über den Be-such eines 30-stündigen Vorbereitungslehrgangs zur Fischereiprüfung verlangt. In den beiden Ländern kann man Angelberechtigungen bekommen, wenn man das 14. Lebensjahr vollendet hat. In Sachsen können Minderjährige, die das 9. Lebensjahr vollendet haben, sich um einen Jugendfischereischein ohne Fischereiprüfung bewer-ben. Mit Vollendung des 16. Lebensjahres wird der Jugendfischereischein ungültig. In den beiden Ländern dürfen Minderjährige nur in Begleitung eines Fischereischein-inhabers Fischerei ausüben (d. h. angeln), dabei muss diese Person in Polen voll-jährig sein.

Der Fischereischein wird unbefristet erteilt, er bestätigt zwar Angelberechtigun-gen, erlaubt aber den Fischfang direkt nicht. Hierfür ist noch eine Bewilligung des Be-treibers der Fischereigewässer, des sog. Fischereiausübungsberechtigten erforderlich. Dieser stellt das jeweilige Speicherbecken bzw. Wasserreservoir fürs Freizeitangeln zur Verfügung. Solche Bewilligung erfordert in Polen und in Sachsen den Abschluss eines Erlaubnisvertrags und folglich den käuflichen Erwerb eines befristeten Erlaub-nisscheins (*terminowa licencja na połów*). Der Betreiber der Fischereigewässer (der Fi-schereiausübungsberechtigte) ist verantwortlich für den Aufbau und Erhalt ausgegli-chener Bestände an geangelten Fischen.

Er schreibt Tagesfangkontingente vor und beschließt, mit welchen Methoden und nach welchen Regeln geangelt wird; diese dürfen aber nicht milder als die des Gesetz-gebers sein. Der Erlaubnisschein ist nur zusammen mit dem Fischereischein gültig. Beide Dokumente sind bei sich zu führen und bei Kontrollen vorzuzeigen. Organi-sierte Angler (Vereinsangler) müssen außerdem den gültigen Vereinsausweis besitzen. Diese Pflicht gilt für Fischfänge innerhalb der Gewässer, genutzt durch ihre Vereine (d. h. durch den Polnischen Anglerverein PZW in Polen und den Landesverband Sächsischer Angler e.V. in Sachsen). In den beiden Ländern müssen die Fischfänge nach Vorgaben der zuständigen Fischereiausübungsberechtigten erfasst werden.

In Polen benötigen die Ausländer für das Freizeitangeln unbedingt einen Er-laubnisschein für das zutreffende Speicherbecken (Wasserreservoir), der nur ge-meinsam mit einem Personalausweis/Reisepass gültig ist. In Sachsen muss man bestätigen, dass man die Regeln der Tötung und des Umgangs mit gefangenen Fi-schen zur Kenntnis genommen hat. Gegen eine Gebühr wird den Ausländern von

der Fischereibehörde des Freistaates Sachsen oder vom Landesverband Sächsischer Angler e.V. ein für 1–6 Monate befristetes Dokument (eine Art Erlaubnisschein, d. h. Gastfischereischein) ausgestellt.

9.4. Angel- und Fischereigeräte sowie Methoden und Techniken des Freizeitangelns

Ein in Polen und Deutschland rechtlich zugelassenes Fischereigerät ist die Handangel. Diese besteht aus einer Rute und einer Angelschnur sowie ist mit einem bestimmten oder mehreren Griffelementen ausgerüstet. Diese Elemente sind präzise auf die Angelmethode abgestimmt, mit der genauen Angabe der Schneden, deren Länge und Abstände. Die Mindestlänge einer Angelrute (30 cm) schreibt nur die polnische Gesetzgebung vor.

Beide Länder bestimmen die zugelassenen Methoden und Techniken des Fischfangs. Eine volle Übereinstimmung besteht bei folgenden Methoden: Grund- und Posenangeln, bestimmt für Fried- und Raubfische (anwendbar auch unter der Eisfläche) sowie das Spinn- und Fliegenangeln, bestimmt für Raubfische. In den beiden Ländern sind zwei Handangeln nur in bei der „Grundmethode“ zulässig (in Polen bedingt auch beim Eisfischen). In allen übrigen Fällen darf nur eine Handangel benutzt werden. In den beiden Ländern sind zulässig unterschiedliche Varianten des Spinnangelns unter Verwendung des künstlichen Köders (z. B. Drop Shot oder Seitenschnur). Es bleibt jedoch immer bestehen, dass der Köder nur mit menschlicher Kraft in Bewegung kommen darf (durch das Bewegen der Handangel oder das Aufwickeln der Schnur auf die Rolle). Auch das Schleppen des künstlichen Köders hinter dem Boot (Trolling) ist in den beiden Ländern erlaubt, obwohl in Sachsen dafür eine zusätzliche Erlaubnis der Sächsischen Fischereibehörde verlangt wird. Eine nur in Sachsen zugelassene Methode, die einer Sondererlaubnis für bestimmte Gewässer bedarf, ist die „Hegene“. Zur Anwendung kommt diese Methode beim Fang der Fischart Große Maräne mit Hilfe eines Sets, bestehend aus einer Schnur (Vorfach), von der seitlich maximal fünf kürzere, in der Höhe versetzte Schnüre mit Jamison-Haken abgehen.

Die Diskrepanzen in Vorschriften betreffen vor allem Köder zum Angeln der Raubfische. Das Senknetz zum Fangen der kleinen Fische, die als Köder für Raubfische genutzt werden (Köderfische), kann in den beiden Ländern verwendet werden. In Sachsen darf eine Netzseite 150 cm nicht überschreiten und in der Zeit vom 1. Februar bis zum 30. April ist der Gebrauch dieses Netzes untersagt. In Polen beträgt die maximale Netzseitenlänge 100 cm (bei Maschenweite von 5 mm).

Der grundlegende Unterschied zwischen den beiden verglichenen Ländern besteht darin, dass in Sachsen ein lebender Fisch nicht als Köder verwendet werden darf, er muss getötet werden, bevor er an den Angelhaken angebracht wird. Aufgrund dieser Vorschrift sind die Angler gezwungen, sich eine waidgerechte Tötungsmethode der Fische anzueignen, damit den Fischen nicht unnötige Schmerzen zugefügt werden.

Eine Anleitung dazu findet man u. a. in den offiziellen Mitteilungen der Sächsischen Fischereibehörde (Schreier und Pfeifer 2016). In Polen gilt so ein (auf den toten Fisch erweitertes) Verbot einschließlich für das Eisangeln, dann gilt auch ein voreingestelltes Senknetzverbot. Die polnischen Regelungen verbieten und die sächsischen dagegen lassen das Spinnangeln zu, bei dem ein toter Fisch, bzw. Teilstück davon verwendet wird. Eine andere Regelung, die in Polen keine Anwendung findet, ist das in Sachsen im Zeitraum 1. Februar – 30. April geltende Verbot für künstliche Spinnköder (die etliche Fische und Wasserwirbellose imitieren) und künstliche Fliegen. In dieser Zeit dürfen weder tote Fische noch deren Körperteile als Köder verwendet werden. Dies ist auf die in Sachsen in dieser Periode geltende Schonzeit für die meisten Raubfische zurückzuführen.

9.5. Angeln und Schutz der Fischbestände

In den beiden Ländern sind für das Freizeitangeln diese Fischarten nicht freigegeben, die aufgrund der Umwelt- und Naturschutzvorschriften ganzjährig unter gesetzlichem Schutz stehen. Für den Schutz der übrigen Fischarten sind in Polen und Sachsen vor allem deren Mindestmaße und Schonzeiten maßgeblich. Danach ist der Fang der Jungfische untersagt, deren Mindestmaß unterhalb der vorgeschriebenen gesamten Körperlänge liegt, sowie der Fische, die in der Hauptphase ihrer natürlichen Reproduktion sind. Eine weitere Schutzmaßnahme sind 24-Stdn.-Fangkontingente, vorgegeben nach Stückzahlen oder dem Gesamtgewicht der Fische (in kg). Von relevanter Bedeutung sind die Vorgaben der Betreiber der Fischereigewässer und Fischereiausübungsberechtigten, die für eine zweckmäßige Fischwirtschaft verantwortlich sind. Durch die Fangordnungen werden rechtliche Regelungen verschärft und zusätzliche Einschränkungen für die Angler eingeführt. Die in Polen (RAPR 2007) und in Sachsen (Gewässerordnung 2017) geltenden rechtlichen Lösungen weisen Abweichungen beim Schutz bestimmter Fischarten auf. In Sachsen gelten z. B. größere Mindestmaße für folgende Arten: Barbe (50 cm), Karpfen (40 cm), Äsche (35 cm), Lachs (60 cm), Blaunase (40 cm in der Elbe, in anderen Flüssen gilt das ganzjährige Fangverbot), Rotfeder in Flüssen (20 cm) sowie Graskarpfen (80 cm) und Gewöhnliche Karausche (15 cm). Die letzte der genannten Arten unterfällt auch der Schonzeit vom 1. Februar bis zum 30. Juni (Schreier und Pfeifer 2016). In Polen hingegen gelten größere Mindestmaße für Aland (25 cm), Barsch (15 cm), Maräne (35 cm), Aal (60 cm), Döbel (25 cm) und Europäischen Wels (70 cm). Die letzte der genannten Arten ist noch mit einer Schonzeit vom 1. Januar bis zum 30. Mai und dem 24-Stdn.-Fangkontingent belegt (RAPR 2017). Döbel und Wels in Sachsen sowie Graskarpfen und Gewöhnliche Karausche in Polen genießen keine Schutzregelungen. Für Barsch gilt in Sachsen das 24-Stdn.-Fangkontingent (10 Stk., davon können maximal 5 Stück die 30 cm-Körperlänge überschreiten). Auch der bei Anglern so beliebter Karpfen fällt nicht nur unter eine längere Schonzeit, sondern wird noch zusätzlich durch ein niedrigeres

24-Stdn.-Fangkontingent (nicht mehr als 2 Stk.) geschützt. Ein weiteres Beispiel für einen strengeren Schutz der Fischbestände in Sachsen ist das ganzjährige Fangverbot für Zährte und nur in bestimmten Flüssen zulässiger Fang der Aalraupe, vorausgesetzt, dass das 30 cm- Schonmaß eingehalten wird (Schreier und Pfeifer 2016).

Wird in den beiden Ländern ein Fisch gefangen, der unter einem individuellen oder Artenschutz steht, so muss er nach gesetzgeberischen Vorgaben umgehend und vorsichtig freigelassen werden. In Polen werden die heimischen Fische vor invasiven Arten so geschützt, dass das Zurücksetzen derartiger gefangener Invasionsarten wie Zwergwels oder Blaubandbärbling in die natürliche Umgebung untersagt wird (siehe hierzu Verordnung über Fischfang sowie Haltung, Zucht und Fang anderer Wasserlebewesen 2001).

Bemerkenswert im Hinblick auf den Schutz der Fischbestände ist ein Trend zum Verzicht auf die Fischverwertung zugunsten des Angelns für reine Hobbyzwecke. Derartige Fangmethoden wie „No Kill/Zero Limit“ oder „Catch and Release (C&R)“ erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Im Jahr 1981 lag der Prozentsatz der gefangenen und kurz danach zurückgesetzten Fische schätzungsweise bei 34% und zu Beginn des 21. Jahrhunderts erreichte er sogar 60%. Beeinflusst durch kulturellen Hintergrund des jeweiligen Landes und Eigenschaften des Fischfanggebietes, variiert diese Kennzahl selbstverständlich. Beispielweise liegt diese Kennziffer in Osteuropa und in bestimmten Regionen Nordeuropas, bedingt durch Verpflegungsbedarf, bei 0%. Im Gegenteil dazu erreicht sie fast 100% in sog. Karpfenfanggebieten. Den Ursprung von „C&R“ findet man schon im frühen Mittelalter, obwohl es sich damals mehr um eine Weisung als um ein Freiwilligkeitsprinzip handelte. Die ersten Anmerkungen über das notwendige Zurücksetzen der Fische zur Schonung ihrer Bestände stammen aus England des 15. Jahrhunderts. Das „C&R“-Prinzip besteht darin, dass der gefangene Fisch in möglichst bester Form zurückgesetzt wird. Oftmals steht dies im Zusammenhang mit dem Verzicht auf den Angelhaken mit Widerhaken und besonderer Vorsicht beim Rausholen der Fische aus dem Wasser (dank geeigneter Ausrüstung). Ein zurückgesetzter Fisch muss große Überlebenschancen haben, sonst ergibt solches Handeln keinen Sinn. Trotzdem gilt das „C&R“-Prinzip vom ethischen Standpunkt als kontrovers. Als Gegenargument wird oft vorgebracht, man tue den Fischen weh und setze sie dem Stress aus. Aus diesem Grund hält man das „C&R“ für „nicht humanitär“. Man betont, das Freilassen der Fische habe nur bei geschützten Arten zu erfolgen. Der Fischfang nach der C&R-Methode ist verboten und sogar strafbar sowohl in Deutschland (Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren) als auch in der Schweiz (siehe hierzu Arlinghaus u. a. 2007, EIFAC 2008).

9.6. Zusammenfassung

Hinsichtlich des Rechtswirkungsprinzips zeigen die rechtlichen Voraussetzungen für das Freizeitangeln Parallelen in den beiden Ländern Polen und Deutschland.

Differenzen sind nur bei detaillierten Lösungen ersichtlich. Die Gesetzgebung definiert die Regeln zur Freigabe von Gewässern für das Freizeitangeln und weist dabei auf den Umfang der zugelassenen Maßnahmen, verbunden mit diesen Aktivitäten, hin.

Daher betreffen diese Regelungen das Angeln nicht als eine Erscheinung im sozialen und wirtschaftlichen Raum. In Polen gilt so eine vorgeschriebene Tötung der als Köder vorgesehenen Fische ausschließlich für das Eisangeln, dann gilt auch ein voreingestelltes Senknetzverbot. Von höchster Priorität sind: Schutz der Bestände gegen Umweltverschmutzung besonders empfindlicher Fische und Schonung von ökologisch besonders wertvollen Fischen, die gleichzeitig dem größten Fangdruck der Angler ausgesetzt sind. Zu diesen Arten gehören hauptsächlich Raubfische, einschließlich Lachsarten. In Sachsen bildet lediglich Europäischer Wels eine Ausnahme. Nichtsdestotrotz sind Regelungen in dieser Region Deutschlands rigoroser als in Polen, weil sie mehr Einschränkungen in Bezug auf Raubfischköder vorschreiben. Das Verbot der Verwendung von lebendenden Fischen als Köder ist auch ein Ausdruck einer höheren Sensibilität in ethischen Fragen des Angelns und der Fischerei.

Das Freizeitangeln wird weltweit von Millionen Menschen ausgeübt. Bei einer so hohen Popularität wird das Angeln in mehreren Ländern als ein soziologisches und wirtschaftliches Phänomen mit überregionaler Reichweite gesehen (Cowx u. a. 2010). Zu dieser Form der Freizeitgestaltung bekennen sich ca. 5–6% der Bevölkerung in den europäischen Ländern, darunter auch in Polen (Parkilla u. a. 2010). Beim wachsenden Interesse am Freizeitangeln in Europa und außereuropäischen Ländern gelten als Hauptgefahren im Zusammenhang mit dieser Erscheinung übermäßige Fischerei und Verschmutzung (Verseuchung) von Gewässern mit Köder (Bauer und Herr 2004). Um den negativen Einfluss dieser Form der Freizeitgestaltung auf die Umgebung zu neutralisieren, soll man nach Systemlösungen suchen. Es lässt sich nicht eindeutig feststellen, ob das Freizeitangeln ökologisch begründet ist. Auf jeden Fall ist aber diese Form der Freizeitgestaltung wirtschaftlich und sozial sinnvoll (EIFAC 2008). Unter dem Aspekt dieser Überlegungen schafft die Idee des ethischen Angelns eine neue Qualität, verbunden mit dem Freilassen von gefangenen Fischen. Wäre diese Idee durchsetzbar, so würde das Freizeitangeln nach wie vor ein breites Spektrum der menschlichen Bedürfnisse abdecken, die mit aktiver Touristik und Erholung in einem Zusammenhang stehen. Eine Ausnahme hiervon würden utilitäre Zwecke darstellen, die sich potentiell auf die Möglichkeiten des Erhalts und Schutzes der Fischbestände am negativsten auswirken. Die Bestimmung der Konsequenzen einer gesetzlichen Verankerung des Konzeptes für das ethische Angeln bedarf aber detaillierter Forschungen und Analysen (Skrzypczak u. a. 2014).

LITERATUR

- [1] Aas Ø. (2008): *Global challenges in recreational fisheries*. Blackwell Publishing, Oxford.

- [2] Arlinghaus R., Cooke S.J., Lyman K., Policansky D., Schwab A., Suski C., Sutton S.G., Thorstad E.B. (2007): *Understanding the Complexity of Catch-and-Release in Recreational Fishing: An Integrative Synthesis of Global Knowledge from Historical, Ethical, Social, and Biological Perspectives*. *Reviews in Fisheries Science*, 15: 1–2, 75–167.
- [3] Bauer J., Herr A. (2004): *Hunting and Fishing Tourism*. In: *Wildlife Tourism: impacts, management and planning*. Hagginbottom K. (ed.), Common Ground Publishing Altona, 57–77.
- [4] Brainerd S. (2010): *European charter on recreational fishing and biodiversity. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats*. 30th meeting, Strasbourg, 6–9 December 2010. T PVS/Inf (2010) 3. Protocol access: <https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet.CmdBlobGet&InstranetImage=1979230&SecMode=1&DocId=1617470&Usage=2> (14.02.2018).
- [5] Cowx I.G., Arlinghaus R., Cooke S.J. (2010): *Harmonizing recreational fisheries and conservation objectives for aquatic biodiversity in inland waters*. *Journal of Fish Biology*, 76: 2194–2215.
- [6] Depowski R. (2005): *Wędkarstwo jako jeden z ważnych elementów społecznych, ekonomicznych i ekologicznych*. Materiały z II Konferencji Naukowo-Technicznej Błękitny San. *Ochrona środowiska, walory przyrodnicze i rozwój turystyki w dolinie Sanu*. Dynów 21–23 kwietnia 2005, 275–282.
- [7] EIFAC (2008): *EIFAC Code of Practice for Recreational Fisheries*. FAO EIFAC Occasional Paper 42, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rzym. Protocol access: <http://www.fao.org/docrep/012/i0363e/i0363e00.htm> (15.12.2017).
- [8] Gewässerordnung (2018): *Gewässerordnung/Gewässerverzeichnis 2018–2020*. Protocol access: http://landesanglerverband-sachsen.de/user_content/files/Informationen/gewaesserverzeichnis (14.02.2018).
- [9] LMBV (2015): *Angeln nur an freigegebenen Gewässern erlaubt 2015*. Protocol access: <https://www.lmbv.de/index.php/pressemitteilung/lmbv-angeln-nur-an-freigegebenen-gewaessern-erlaubt.html> (15.12.2017).
- [10] Parkkila K., Arlinghaus R., Artell J., Gentner B., Haider W., Barton D., Roth E., Sipponen M. (2010): *Methodologies for assessing socio-economic benefits of European inland recreational fisheries*. EIFAC Occasional Paper No. 46. Ankara, FAO.
- [11] Paulrud A., Waldo S. (2010): *The Swedish recreational fishing industry*. *Tourism in Marine Environments*, 6(4), 161–174.
- [12] RAPR (2017): *Regulamin Amatorskiego Połowu Ryb*. Uchwała ZG Polskiego Związku Wędkarskiego Nr 204 z dn. 26 sierpnia 2017 r. Protocol access: http://www.pzw.org.pl/pliki/prezentacje/3/wiadomosci/39226/pliki/rapr_2016_tekst_jednolity_po_zmianach_uchwala_204_zg_pzw_26082017.pdf (14.02.2018).

- [13] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 r. w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie (Dz.U. 2001 Nr 138, poz. 1559).
- [14] SächsFischG (2007): *Sächsische Fischereigesetz – 9 Juli 2007*. Protocol access: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/9553-Saechsisches-Fischereigesetz> (15.12.2017).
- [15] SächsFischVO (2013): *Sächsische Fischereiverordnung – 4 Juli 2013*. Protocol access: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/12889-Saechsische-Fischereiverordnung> (15.12.2017).
- [16] SächsWG 2013. *Sächsische Wassergesetz – 12 Juli 2013*. Protocol access: <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/12868-SaechSWG> (15.12.2017).
- [17] Schreier A., Pfeifer M. (2016): *Mitteilungen der Fischereibehörde. Darstellung ausgewählter fischereilicher Sachverhalte*. Freistaat Sachsen – Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie. Protocol access: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/>.
- [18] *Mitteilungen_der_Fischereibehoerde_2017.pdf* (14.02.2018).
- [19] Skrzypczak A., Doleckiński A., Szymański M. (2014): *Uwarunkowania rozwoju rekreacji wodnej i turystyki wędkarskiej w oparciu o rybacko-rekreacyjne zagospodarowanie wód na przykładzie Okręgu PZW w Słupsku*. W: Hakuć-Błażowska A., Furgała-Selezniow G., Skrzypczak A. (red.): *Problemy turystyki i rekreacji wodnej*. Wyd. UWM, Olsztyn, 143–155.
- [20] Tokarczyk R. (2007): *Komparatystyka prawnicza*. Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa.
- [21] Ustawa z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybactwie śródlądowym (Dz.U. 2015 poz. 652).
- [22] Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1566).

10. Naturvoraussetzungen für Revitalisierung der Bergbaufolgelandschaften und Ihre Nutzung in der Praxis

Agnieszka Bąbelewska¹, Renata Musielińska¹, Anna Śliwińska-Wyrzychowska², Katarzyna Łopatkiewicz³, Monika Wosik³

¹ Institut für Chemie, Gesundheits- und Ernährungswissenschaften, Akademie Jan Długosz Częstochowa

² Verein Sozial-Ökologische Initiativen *Przytulica* [„Labkräuter“], Kamienica Polska

³ CEMEX Polska Sp. z o.o., Warszawa

10.1. Einleitung

In Polen gibt es über 7000 Bergbaubetriebe, die im Tagebau annähernd 40 verschiedene Bodenschätze gewinnen (WUG 2017). Natürliche Zuschlagstoffe, d. h. Lockergesteine Kies und Sand sowie gebrochene Natursteine kommen in fast allen Baubereichen zur Anwendung. Der Abbau fossiler Rohstoffe schlägt sich einerseits im wirtschaftlichen Erfolg nieder, andererseits aber bringt er Änderungen in der natürlichen Umwelt mit sich (Kasztelewicz und Koziol 2015).

Die meisten, durch den Abbau von Rohstoffen umgewandelten Böden treten im südlichen, südwestlichen und südöstlichen Teil Polens auf. In der Woiwodschaft Schlesien nehmen degradierte, ehemalige Industriegebiete eine Fläche von 11.300 ha ein; davon entfallen 6 600 ha auf 14 Städte von *Górnośląski Związek Metropolitalny* [Oberschlesischer Metropolverband Silesia] (Adamski und Orpych 2011). Den größten Änderungen unterliegen Gebiete die für Abbaufelder und Außenkippen bestimmt sind. In all diesen Fällen wird das Landschaftsbild grundlegend verändert. Auch die Nutzungsarten dieser Gebiete, Umweltbedingungen, sowie die Vegetationsdecke und die Morphologie verändern sich. Es entstehen steile Hangflächen, Hebungen und Vertiefungen des Geländes, in denen sich oft das Wasser sammelt, oder flache und trockene Flächen (Wika u. a. 2006).

Die Nutzung zahlreicher Naturschutzwerte verpflichtet uns dazu, Schäden wiedergutzumachen sowie durch die Förder- und Verarbeitungsindustrie verursachte Veränderungen zu minimieren. Diese Verpflichtungen wurden zum Ausgangspunkt für die Einführung des gesetzlichen Bodenschutzes. Seine Aufgabe ist es,

Verschmutzungen entgegenzuwirken, diese zu begrenzen sowie Sanierungs- oder Kompensations- mechanismen für die Umwelt in Gang zu setzen. Mit enthalten in diesem Maßnahmen- katalog sind auch die Rekultivierung und Revitalisierung der ehemaligen Tagebaugebiete (Kasztelewicz und Koziół 2015).

Im Fall der Rekultivierung von Kalkabbau-Restlöchern ist meistens die forstwirtschaftliche oder wasserwirtschaftliche Sanierung das Ziel. Bei durch die Förderung von Kiesen und Sanden umgewandelten Gebieten werden die beiden vorgenannten Sanierungsarten noch durch Rekultivierung der ehemaligen Tagebauflächen für landwirtschaftliche Zwecke ergänzt.

Summarisch über alle Bergbaufolgelandschaften in Polen werden ca. 60% forstwirtschaftlich und 20% für die Landwirtschaft rekultiviert. Die wasserwirtschaftlich sanierten Gebiete machen ca. 10% aus. Für die sonstige Rekultivierung werden ca. 10% der Bergbaufolgelandschaften bestimmt, die danach zu Erholungsgebieten, neuen Siedlungsgebieten, Parkanlagen, Sportplätzen u. ä. umgestaltet werden (Krza-klewski und Pietrzykowski 2009). Es können noch weitere Rekultivierungs- und Bewirtschaftungsvarianten in Frage kommen. Das Wichtigste dabei ist es jedoch, dass bei der Auswahl der Sanierungsart die Analyse des betroffenen Geländes und seines Umfeldes auf ihre charakteristischen Eigenschaften und Besonderheiten berücksichtigt wird. Eine derart komplexe Betrachtungsweise macht es möglich, die optimalste Revitalisierungsart festzulegen (Ostręga und Uberman 2010).

Die Revitalisierung hat zum Ziel, das durch die Industrie umgewandelte Gebiet wieder zu „beleben“. Zur Sicherung der Entwicklung des betroffenen Geländes (des Gebietes, der Region) können verschiedene, auf Natur, Bevölkerung, Wirtschaft fokussierte Maßnahmen in Frage kommen. Demzufolge kann sowohl eine einfache Rekultivierung als auch eine kostspielige und zeitaufwendige Bewirtschaftung als Revitalisierung gelten (Ostręga und Uberman 2010). In Revitalisierungsprogrammen fordert man die Einbindung von Lokalbevölkerung in verschiedene Phasen dieses Prozesses, um ihre Erwartungen und soziale Präferenzen kennenzulernen (Santarius u. a. 2007, Ustawa o rewitalizacji/Revitalisierungsgesetz/ 2017).

Die durch den Tagebau verursachten Umwandlungen in der natürlichen Umwelt haben zur Folge, dass ein Rekultivierungs- bzw. Revitalisierungsprozess schwierig und zeitaufwendig werden kann. Er ist aber unumgänglich. Die Rekultivierung von derart betroffenen Gebieten bietet eine Wiedergutmachung von Umweltschäden und markiert gleichzeitig den Beginn einer anderen, oft attraktiveren Bewirtschaftung der Bergbaufolgelandschaften.

10.2. Zielstellung

Ziel der Arbeit ist die Darstellung der Revitalisierungslösungen für Bildungs-, Sport- und Erholungszwecke, bezogen auf drei Objekte, d. h. einen nicht mehr aktiven Kalksteinbruch und [noch] aktive Kiesgruben. Es werden Revitalisierungsmaßnahmen

an vorgenannten Standorten dargestellt, die sich aus Natur- und Raumwerten dieser Gebiete direkt ergeben.

10.3. Charakterisierung revitalisierter Objekte

Es wurden folgende Objekte untersch: nicht mehr aktiver Kalksteinbruch *Lipówka* (Woiwodschaft Schlesien), aktive Kiesgruben in Dołęga und Borzęcin (Woiwodschaft Kleinpolen) sowie in Bierawa (Woiwodschaft Oppeln). Diese Objekte gehören zur Gesellschaft CEMEX Polska Sp. z o. o.

Das ehemalige Abbaugelände *Lipówka* in Rudniki bei Częstochowa befindet sich auf dem Territorium der Gemeinde Rędziny, ca. 15 km nordöstlich von Częstochowa, und nimmt eine Fläche von 41 ha ein. Bis 1989 wurde hier Kalkstein abgebaut. Infolgedessen entstand ein Restloch mit einer Tiefe von ca. 25 m und einem Volumen von ca. 4.840.000 m³ (Dokumentation für Rekultivierung des Kalksteintagebaus *Rudniki* 2000). Vor Beginn des Abbaus war die Lagerstätte *Lipówka* ein Hügel (ca. 275 m ü. d. M). Im ehemaligen Abbaufeld treten auch Erhebungen, d. h. Halden sowie Felsengerölle mit Feuer- und Kieselkalksteinen auf (Abb. 10.1).



Abb. 10.1. Nicht mehr aktiver Kalksteinbruch *Lipówka* aus der Vogelperspektive
Foto: M. Braszczyński

Die Restlochsohle liegt in einer Höhe von 235 m ü.d.M. Es treten dort drei permanent mit Wasser gefüllte Becken, die aufgrund der technischen Maßnahmen im Rahmen des Steinbruchbetriebs entstanden sowie zahlreiche, mit Wasser zeitweilig gefüllte konkave Geländeformen, auf. Der Wasserspiegel in den Becken ist von saisonalen Niederschlagsmengen abhängig und schwankt in der Größenordnung von mehreren Zentimetern bis 300 cm. Nach der Beendigung des Abbaubetriebs begann im Kalksteinbruch *Lipówka* der forstliche Rekultivierungsprozess. Grundlage für eine derartige Entscheidung bildeten morphologische, geologisch-bergmännische, soziale und Naturverhältnisse. Im Rahmen der technischen Rekultivierung wurden in einem Teil

des Steinbruchs Hangneigungen verringert, degradierte Böden wieder nutzbar gemacht sowie biologische Verbaumaßnahmen zur Stabilisierung der Böschungen unter Einsatz einiger ausgewählter Baumarten (wie z. B. Hänge-Birke *Betula pendula*, Gewöhnliche Robinie *Robinia pseudoacacia* und Waldkiefer *Pinus sylvestris*) durchgeführt (Maciak 2003, Kusza und Flużyński 2004). Der sonstige Teil des Steinbruchs und insbesondere der Bereich mit dem unstablen Untergrund waren jahrelang der natürlichen Sukzession ausgesetzt. Derzeit treten auf diesem Gelände Land- und Gewässer-Ökosysteme auf. Im Steinbruch *Lipówka* sind auch unterirdische Karstformen vorhanden. Unter anderem befindet sich dort eine Höhle, genannt *Jaskinia Szeptunów* [„Höhle der Volksheiler“], und ein Karstsee mit einer Länge von mehreren Metern und Breite von 4 Metern.



Abb. 10.2. Kiesgrube in Borzęcin
Foto: R. Musielińska

Im Gegensatz zum nicht mehr aktiven Steinbruch *Lipówka* werden die Kiesgruben in Bierawa sowie Dołęga und Borzęcin als Tagebaue noch betrieben und die Rekultivierung erfolgt dort sukzessive, Schritt für Schritt, sobald die einzelnen Abbaufelder stillgelegt werden. Die Kiesgrube Dołęga/Borzęcin befindet sich im Landkreis Brzesko, 37 km nordwestlich von Tarnów (Abb. 10.2). Im Tagebau werden Sande, gewaschener Kies, Bruchsteinmischungen und Kiessand gewonnen. Die Fläche der Kiesgrube beträgt 205 ha, davon entfallen 115 ha auf Wasserreservoir. Mit den Abbauaktivitäten wurde dort im Jahr 1996 begonnen, die Gewinnung der Bodenschätze erfolgt im Tagebau und zwar im Strebbauverfahren, in einer Fördersohle, in den Schichten oberhalb und unterhalb des Wasserspiegels, in der Tiefe von 3,5 bis 6 m. Grundlagen für die Rekultivierung dieses Gebietes sind Binnenfischerei und Teichwirtschaft (Daten nicht veröffentlicht, CEMEX). Die bestehenden hydrogeologischen Verhältnisse haben zur Folge, dass eine wasserwirtschaftliche Sanierung die beste Lösung zur Bewirtschaftung dieses Gebietes ist (*Uchwała Nr XV/107/2012 Rady Gminy Borzęcin* /Beschluss Nr.

XV/107/2012 des Gemeinderates von Borzęcin/ 2012). Die Kiesgruben Dołęga sind in das subregionale Projekt Pojezierze Tarnowskie [„Tarnower Seenland“] aufgenommen worden (Ostręga u. a. 2016).

Die Kiesgrube *Bierawa* befindet sich in der Woiwodschaft Oppeln, 10 km südlich von Kędzierzyn-Koźle (Kandrzin-Cosel) (Abb. 10.3).



Abb. 10.3. Kiesgrube *Bierawa*
Foto: R. Musielińska

Die Betriebsfläche des Tagebaus beträgt 82,08 ha. Im Abbauraum lagern Lehme und lehmige Sande als Abraum mit einer Mächtigkeit von bis 3,0 m sowie Sande und Kiese bis 7–9 m. Die Sohle der Lagerstätte besteht meistens aus Tonkomplexen. Gewonnen werden die Gesteinskörnungen seit 2008 unterhalb des Wasserspiegels. Die derart entstandenen Wasserreservoirne nehmen eine Fläche von 42,5 ha ein. Für dieses Gebiet gilt die landwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Rekultivierung. Sie besteht im Wiederaufbau der Randzonen des Abbauraumes (Daten nicht veröffentlicht CEMEX).

10.4. Bedeutung der Umweltfaktoren bei Auswahl des Revitalisierungsverfahrens für ehemalige Tagebaugelände

Ehemalige Abbaufelder, die jahrelang der ökologischen Sukzession unterliegen, werden allmählich zu Gebieten mit einem hohen Naturpotential umgewandelt. Die durchgeführten Forschungen haben bewiesen, dass diese Gebiete eine viel höhere Biodiversität als die sog. Ausgangsgebiete aufweisen (Olszewski 2009, Ostręga und Uberman 2010, Naworyta 2013). Aufgrund der anthropogenen Tätigkeit entstehen viele neue Lebensräume für oft seltene und unter Schutz stehende Pflanzen-, Pilzen- und Tierarten (Tokarska-Guzik u. a. 2000, Porębska 2005, Nowak 2005). Ehemalige Industriegebiete

bieten oft ein Naturrefugium für diese Arten, die in natürlichen Lebensräumen allmählich verschwinden und aussterben (Tokarska-Guzik 2001). Sie können auch durch die Aufnahme in das Natura-2000-Netzwerk vollständig unter Schutz gestellt werden (Natura 2000 Niederschlesien 2017, Bulletin der Öffentlichen Information der Regionaldirektion für Umweltschutz Lublin 2017). Bei der Umwandlung der Bergbaufolgelandschaften bezweckt man, dass sie eine neue Rolle übernehmen und bei der Auswahl des zutreffenden Sanierungsverfahrens soll man sich von einer Reihe ökonomischer, technischer, sozialer oder Naturfaktoren leiten lassen. Die biologische Erkundung (Bewertung der Natur) soll dabei immer die erste Revitalisierungsphase für jedes zu sanierende ehemalige Industriegebiet sein (Paulo 2008, Olszewski 2009, Bąbelewska u. a. 2015).

Ein gutes Beispiel für komplexe Revitalisierungsmaßnahmen einer ehemaligen Abbaufläche auf Grundlage der Naturwerte des betroffenen Gebietes ist der Steinbruch *Lipówka*. In diesem Fall begannen die Revitalisierungsarbeiten mit der 2012 durchgeführten Erfassung und Bewertung von Natur (Śliwińska-Wyrzychowska u. a. 2012). Als Ergebnis dieser Forschungen konnten die dort vorhandenen Taxa der Pflanzen, Tiere und Pilze, einschließlich der unter Schutz stehenden Arten, bestimmt werden. Aufgrund der Forschungsergebnisse wurden im Steinbruch *Lipówka* die drei Zonen mit verschiedenen Natur-Wertigkeitsstufen identifiziert: die erste Zone von höchster Naturwertigkeit mit unter Schutz stehenden und gefährdeten Taxa, die zweite als Zwischenzone und die dritte Zone mit der niedrigsten Natur-Wertigkeitsstufe (Śliwińska-Wyrzychowska 2013).

Nicht mehr aktive Steinbrüche weisen unterschiedliche Werte auf. Diese liegen einerseits in der vorhandenen Natur, Geologie, umgebenden Landschaft und andererseits in deren potentiellen Nutzung für touristische, Sport- und Erholungszwecke. Hier einige Beispiele: Steinbruch *Wiek* [„Alter“] in Ogradzieniec (Krakau-Tschenstochauer Jura) – sog. geologische Stätte (die größte Freilegung kompakter Felsblöcke aus Oberjura mit zahlreichen Meerestier-Fossilien der Oxfordium-Stufe) in direkter Nachbarschaft zum Oberschlesischen Industriegebiet; Steinbruch in Kozy bei Bielsko-Biała (Westbeskiden) mit bedeutsamen Forschungs- und Bildungswerten, bezogen auf Geologie (freigelegte Felsenformationen, die einen erheblichen Teil der sog. Lgota-Schichten umfassen – es ist die größte Freilegung dieser Schichten in den gesamten Karpaten); Steinbruch *Bla-chówka* in Bytom (Beuthen) – als sog. Dokumentationsstätte; Fragmente des Steinbruchs stehen unter individuellem Schutz aufgrund der Werte der umgebenden unbelebten Natur und naturmäßig besonders wertvoller Pflanzenarten (wie z. B. Echter Wurmfarn, Silberdistel, Adlerfarn) sowie in Stollen überwinternder Fledermäuse (8 Arten); Steinbruch *Gródek* in Jaworzno mit einem offiziell zugelassenen Tauchstützpunkt *Koparki* und einer touristischen Einrichtung – eines der wenigen derartigen Objekte in Polen; Krakauer Steinbrüche: *Zakrzówek* als Teil des Landschaftsparks *Skalki Twardowskiego* [„Twardowski-Felsen“], außer einem für Wassersport-Fans gewidmeten Wasserreservoir befindet sich dort auch das älteste Klettergelände im Raum Krakau, bestimmt für eine andere Gruppe sportlich aktiver Menschen; *Bonarka* und *Płaszów* – Dauerelemente des

geologischen Erbes zum Schutz der Geodiversität sowie noch andere Steinbrüche (Górecki und Sermet 2010, Majgier u. a. 2010, Lisowska 2015).

Der rekultivierte und der natürlichen Sukzession jahrelang ausgesetzte Steinbruch *Lipówka* kann als ein Teil der unbelebten und belebten Natur zu den interessantesten Standorten zählen. Besonders reich ist seine Flora und Fauna, es treten hier 308 Gefäßpflanzenarten auf, die zu 67 Familien gehören, davon stehen einige Arten in Polen unter gesetzlichem Schutz. Eine bedeutende Gruppe unter den erfassten Pflanzen bilden Heilpflanzenarten (Musielnińska 2013). Festgestellt wurden auch 33 Flechtentaxa (lichenisierte Pilze), Vertreter der 10 Moose-Familien sowie zahlreiche Makromyzetenarten, hauptsächlich Zunderschwämme (Bąbelewska 2013). Reich ist auch die Wirbellosen-Flora (besonders Insekten sind stark vertreten), verbunden mit Land und Wasser als Lebensräume. Einer der Naturwerte des ehemaligen Abbaufeldes *Lipówka* ist das Vorhandensein von Amphibien, die in Polen unter gesetzlichem Schutz stehen (u. a. Molche und Rotbauchunke). Unter den Säugetieren sind vor allem Fledermäuse zu nennen (Boklák u. a. 2013). Die Biodiversität dieses Gebietes wird vor allem durch die benachbarten Land- und Gewässer-Ökosysteme bedingt.

Bei Kiesgruben in Bierawa sowie Dołęga und Borzęcin ist die Landschaft durch Wasserreservoir dominiert, die fast die Hälfte der Gesamtfläche dieser Tagebauwerke einnehmen. Ehemalige Abbaugelände liefern ein klassisches Beispiel für Gebiete, in denen die natürliche, spontane Sukzession fortschreitet, wobei viele der nachgewiesenen Arten ursprünglich aus diesem Lebensraum stammen. Aufgrund der Tagebautätigkeit in diesen Standorten sind viele Bodenflächen noch instabil und durch Vegetation eher spärlich besiedelt. Rund um die Wasserreservoir dominieren Arten, die den sandigen Untergrund bewachsen sowie Röhricht. Vorhanden im Umfeld der Wasserreservoir sind auch Bäume und Sträucher als ein markantes Ergebnis der natürlichen Sukzession. Es handelt sich dabei um Arten, wie Eiche, Pappel, Ahorn, Traubenkirsche, Weide, Schlehe, Schwarzer Holunder und Weißdorne. In Wasserreservoiren der Kiesgrube Borzęcin werden Besitzmaßnahmen mit folgenden Fischarten durchgeführt: Karpfen, Weißer Amur, Schleie, Silberkarausche (Nagler 2012).

Die gefluteten Kiesgruben Dołęga und Borzęcin bieten auch Lebensräume für Sumpfpflanzenarten, wie Schilfrohr, Gewöhnliche Sumpfbinsse, Purpur-Sonnenhut und Simsen; demgegenüber wird das Pelagial durch Schwimmendes Laichkraut besiedelt. Die Tagebaurestseen sind auch Biotope für mehrere Faunavertreter, wie z. B.: Egel, Zweiflügler, Schnecken, Schnabelkerfe, Libellen. An der Rinde der um die Kiesgruben wachsenden Bäume wurden zahlreich vorkommende Flechten nachgewiesen. Die Gefäßpflanzenflora umfasst ca. 60 Arten. Der derzeitige Charakter der Pflanzenwelt wurde durch anthropogene Maßnahmen stark beeinflusst. Auf dem Gelände der Kiesgruben sowie des Strauchgürtels und Waldmantels wurden auch viele Vertreter aus der Vogelwelt (63 Arten, darunter 51 Brutvogelarten) beobachtet. Unter Stand- und Strichvögeln wurden folgende Arten erfasst: Kormoran, Lachmöwe, Graureiher, Steppenmöwe, Fluss-Seeschwalbe, Gemeiner Star. Das Gelände der Kiesgruben dient

sowohl als Nahrungsstätte für Vögel, insbesondere für Stadtauben, Rauchschwalben, Mehlschwalben, Mauersegler, als auch für Arten die Mäusebussard, Rohrweihe, Turmfalke, Nebelkrähe, Kolkrabe. Von den unter Schutz stehenden Arten wurden Uferschwalbe, Flussregenpfeifer und Drossel-rohrsänger erfasst (Daten nicht veröffentlicht CEMEX Polska). Erfasst wurden auf dem Tagebaugelände auch Amphibien (Teichfrosch und Kleiner Wasserfrosch) und Weichtiere (Spitzschlamm Schnecke und Posthornschncke) (beobachtet in einem Altwasser der Oder) (Nagler 2012).

10.5. Beispiele für die Nutzung der revitalisierten Berbaufolge-Landschaften

Die richtige Bewirtschaftung und Erschließung der Bergbaufolgelandschaften kann eine Chance für die Entwicklung der betroffenen Gemeinde und deren Werbung bieten. Dies kann durch Erweiterung des Natur-, Bildungs- und Erholungsangebotes nicht nur auf lokaler Ebene sondern auch Regional- oder Zentralebene geschehen. Bei der Wahl des Rekultivierungsverfahrens sind außer der Rentabilität des Vorhabens und der physiographischen Verhältnisse auch weitere Aspekte zu berücksichtigen, wie Bedürfnisse der Lokalbevölkerung und insbesondere der Anlieger, d. h. der Einheimischen, deren Grundstücke oder Häuser sich in direkter Nachbarschaft von nicht mehr aktiven Abbaufeldern befinden (Ostręga 2014).

10.6. Didaktik-Aktivitäten

10.6.1. Naturlehrpfade mit Informationstafeln

Didaktische Projekte, entstanden auf Grundlage inventarisierter Naturressourcen in Bergbaufolgelandschaften, sind u. a. Naturlehrpfade mit Informationstafeln, die dem Betrachter Wissenswertes über die wichtigsten Schutzwerte der belebten und unbelebten Natur (Geologie) vermitteln. Diese Projekte werden von organisierten Gruppen, z. B. Schulen und Personen, welche das Gelände zu Erholungszwecken besuchen, gern in Anspruch genommen. Die erarbeiteten Projekte der Naturlehrpfade in den beschriebenen Objekten waren ein Ergebnis der Kooperation der MitarbeiterInnen der Akademie Jan Długosz Częstochowa, des Polnischen Vogelschutzbundes und der Firma CEMEX Polska.

In dem nicht mehr aktiven Steinbruch *Lipówka* wurde 2013 ein Naturlehrpfad als Ergebnis der erfolgten Erfassung und Bewertung der Natur sowie als erste Revitalisierungsphase dieses Geländes gebildet. Er hat die Form einiger Schleifen, die sich durch das ganze Steinbruchgelände schlängeln. Länge ca. 2 km, Gehzeit ca. 1,5 h. Entlang der Strecke sind 11 große Infotafeln angebracht, welche die interessantesten Naturfragen des Steinbruchs und seine Geschichte präsentieren. Die dort dargestellten Texte sind allgemein verständlich und die dazugehörigen Abbildungen bilden eine gute Ergänzung

dazu. Es gibt mehrere Beispiele ähnlicher Projektlösungen, erarbeitet für nicht mehr aktive Steinbrüche: u. a. *Sadowa Góra* in Jaworzno, *Wietrznia* in Kielce mit gebildeten geologischen Naturlehrpfaden (Poros und Sobczyk 2013; Woźniak 2014), Basaltsteinbruch in Strzegom [Striegau], wo ein geologischer Naturlehrpfad geplant ist (Tokarczyk-Dorociak u. a. 2010), Steinbruch und Kalkbrennerei *Gruszka* in Wojcieszów [Kauffung] (Entis 2006) oder Freilichtmuseum *Synklina Leszczyny* in Złotoryja [Goldberg] mit sehr charakteristischen Zwillingkalköfen (Gorzowski und Maciejak 2006).

Der Pfad im Steinbruch *Lipówka* erfreut sich einer enormen Popularität; davon zeugen hohe Besucherzahlen (organisierte Gruppen). In der Zeit 2013–2017 waren es über 1.300 Personen (Daten von CEMEX Polska). Die Besichtigung des Steinbruchs durch organisierte Gruppen (z. B. Schulen) erfolgt oft unter Aufsicht eines Fremdenführers, der einer der Gründer des Naturlehrpfades ist. Die Besichtigung durch Einzelbesucher ist auch möglich und wird durch eine Buchausarbeitung mit Beschreibung der einzelnen Stationen sowie (an jeder Infotafel angebrachte) QR-Codes erleichtert. Ein QR-Code macht es möglich, MP3-Dateien und Audiodateien mit Informationen zu den einzelnen Stationen des Naturlehrpfades auf ein Datenverarbeitungsgerät herunterzuladen (Śliwińska-Wyrzychowska 2013).

Auch auf dem Gelände der Kiesgrube *Bierawa* wurde ein Naturlehrpfad erstellt. Dieser besteht aus 9 Stationen mit Infotafeln zu den interessantesten Natur- und Umweltschutzfragen des Abbaubereiches. Zusätzlich wurde das Bildungsangebot mit Hilfsunterlagen in Form der Arbeitsblätter für Lehrerinnen und SchülerInnen angereichert. Dies erleichtert die Planung und Durchführung der didaktischen Übungen im Gelände. Die Eröffnung des Naturlehrpfades auf dem Gelände der Kiesgrube *Bierawa* fand am 26. September 2017 statt.

10.6.2. Bildungsveranstaltungen im Gelände

Der Naturreichtum in Bergbaufolgelandschaften und zwar sowohl im Steinbruch *Lipówka* als auch auf dem Gelände der Kiesgruben *Bierawa*, *Dołęga* und *Borzęcin* bildet eine gute Grundlage für sämtliche Bildungsmaßnahmen für Kinder, Jugendliche und Erwachsene. Hier einige Beispiele für derartige Maßnahmen, geführt durch Didaktiker im Steinbruch *Lipówka*: didaktische Spiele, Workshops, Gelände/Laborübungen oder Lehrveranstaltungen. Die Basis dafür bilden charakteristische biologisch-geologische Eigenschaften dieser Standorte.

Brauchbare Lösungen sind fertige Szenarien für didaktische Übungen, bestimmt zur Nutzung im Gelände durch Botanik- und Biologie-LehrerInnen. Ein Beispiel hierfür ist ein Set von Szenarien, entwickelt durch LehrerInnen aus benachbarten Orten des Steinbruchs *Lipówka*, veröffentlicht und bereitgestellt mit Unterstützung der Eigentümerin des Tagebaugeländes, der Firma CEMEX Polska.

Steinbrüche werden auch zum Standort von für SchülerInnen wichtigen Events (z. B. Tag der Erde, Abschluss des Schuljahres Ort), organisiert durch größere Gruppen

(z. B. Schulen). Bestätigt wird dieser Fakt durch statistische Angaben, bezogen auf Besuche dieses Geländes nicht nur durch Schulen zur Teilnahme an konkreten Bildungsveranstaltungen, sondern auch durch andere Gruppen die an der umgebenden Natur des Steinbruchs *Lipówka* interessiert sind. In der Zeit 2013–2017 besuchten den Steinbruch über 3.100 Personen. In organisierten Gruppen wurde der Steinbruch *Lipówka* von 1.328 Personen besucht. Davon machten Kinder und Jugendliche aus Grundschulen und Gymnasien insgesamt 812 Personen, Jugendliche aus Oberschulen 123 Personen, Studenten 102 Personen und Verbände/Organisationen 291 Personen aus. Es gab auch Einzelbesucher (1.800 Personen), die dort ausgedehnte Spaziergänge machten oder sich an Forschungsworkshops, Lauf-Marsch-Veranstaltungen, Radtouren, Freiluft-Partys beteiligten (Daten nicht veröffentlicht CEMEX Polska).

Charakteristisch für Bergbaufolgelandschaften ist, dass hier biologische und geologische Prozesse verstärkt zum Vorschein kommen. Ein Beispiel für ein Gebiet, das als eine Forschungsbasis dient, ist gerade das ehemalige Abbaugelände des Steinbruchs *Lipówka*, auf welchem naturwissenschaftliche Forschungen von MitarbeiterInnen der Akademie *Jan Długosz* Częstochowa geführt werden. Das Gelände dient auch als Standort für Geländeübungen den StudentInnen der naturwissenschaftlichen Studienrichtungen (Fakultäten) an dieser Hochschule. Auf eine ähnliche Weise werden auch andere Bergbaufolgelandschaften in Polen genutzt: z. B. Steinbrüche *Ostrówka* und *Truskawica* durch die Akademie *Świętokrzyska* (Migaszewski und Gałuszka 2002), das unterirdische Stollensystem Tarnowskie Góry/Bytom (Tarnowitz/Beuthen) (Chmura u. a. 2007), Geoparks (Strzyż 2014), Steinbrüche Kazimierz Dolny und Potylicz (die als Forschungsstätten gelten) sowie Objekte in der Region Kielce/Chęciny oder Krakau/Częstochowa (Nita und Myga-Piątek 2006, Pietrzyk-Sokulska 2008, Michalska und Niedźwiedz 2010, Michalski und Malchuk 2016).

10.6.3. Feierlichkeiten und Massenveranstaltungen

Zweifellos bieten ästhetische und funktionale Werte von rekultivierten Bergbaufolgelandschaften oft Anlass zur Organisation von großen Freiluftveranstaltungen. Als ein gelungenes Beispiel kann das auf dem Gelände des nicht mehr aktiven Steinbruchs *Lipówka* regelmäßig organisierte Bildungspicknick „Tag der Biodiversität“ dienen. Es ist eine offene Veranstaltung (Abb. 10.4).

Das Picknick hat zum Ziel, sowohl wissenschaftliche Forschungen als auch aktive Erholung populär zu machen und wird – wie vorerwähnt – auf dem Gelände des Steinbruchs *Lipówka* organisiert. Die Veranstaltung ist durch viele Attraktionen (Natur-, Paläontologie- und Geologie-Workshops, Präsentationen chemischer Versuche, Erste-Hilfe-Schulungen) geprägt. Organisiert werden auch zahlreiche naturwissenschaftliche Wettbewerbe. Besonderes Augenmerk wird während der Veranstaltung auch auf die Bewegungsaktivität der Kinder und Jugendlichen gelegt. Auf

einer speziell geschaffenen Mountainbike-Strecke (Pumptrack) finden Fahrrad-Workshops statt. Derartige, in Bergbaufolgelandschaften organisierte Veranstaltungen propagieren Natur- und Erholungswerte dieser Standorte, die meistens als degradierte Gebiete betrachtet werden.



Abb. 10.4. Steinbruch *Lipówka* am Tag der Biodiversität
Foto: Archiv CEMEX Polska

Die Notwendigkeit von derartigen Aktivitäten wird durch die Lokalbevölkerung belegt, die zahlreich erscheint und sich an dieser Veranstaltung gern beteiligt. Die erste Auflage des Tages der Biodiversität war ein Event, ausgezeichnet im durch die Regionale Industrie- und Handelskammer Częstochowa organisierten Wettbewerb *Jurajski Produkt Roku* [Jura-Produkt des Jahres] und in der durch das Portal *EkoRynek* [Öko-Markt] veröffentlichten Umfrage *EkoInspiracje* [Öko-Inspirationen] 2016. Da in den Kiesgruben Bierawa sowie Dołęga und Borzęcin Abbauaktivitäten nach wie vor laufen, ist dort die Organisation von Massenveranstaltungen in einem derartigen Ausmaß wie die oben beschriebene nicht durchführbar. Diese werden aber schon an vielen anderen Standorten erfolgreich organisiert. Dazu einige Beispiele: Steinbruch in Lubiecha (Liebenthal, Niederschlesien) – *XIII. Zlot Kobiet Czarujących* [13. Zusammenkunft der Zauberinnen] (*Urząd Miasta i Gminy w Świerzawie 2/Veranstalter Stadt- und Gemeindeamt Świerzawa/ 2017*); Steinbrüche in Józefów mit Reenactment-Events (*Kronika Tygodnia – Wochenchronik – Józefów, 2017*); *Wianki* [Kränze] (ein Fest, veranstaltet während der kürzesten Nacht des Jahres) Steinbruch Zabierzów (Gemeinde Zabierzów 2017); Konzerte in Steinbrüchen: *Scena* [Bühne] Kraków-Podgórze, Kazimierz Dolny, Szydłowiec u. a. (Veranstalter: Verbände Pogórze 2017, Koncertomania 2017; Kultura Radom 2017), Steinbruch Kadzielnia, befindlich im Geopark Kielce, in welchem Kunstveranstaltungen, u. a. Festspiele, stattfinden (Lisowska 2015).

10.6.4. Wettbewerbe für verschiedene Altersgruppen

Ästhetische Werte der Bergbaufolgelandschaften, von denen vor allem ihre geologische und natürliche Vielfalt hervorzuheben sind, tragen dazu bei, dass diese Gebiete zum Schauplatz von kulturellen und künstlerischen Aktivitäten werden. Zu diesen gehört z. B. Organisation der Wettbewerbe. Auf dem Gelände des Steinbruchs *Lipówka* sind es Wettbewerbfür sowohl LehrerInnen als auch Kinder und Jugendliche verschiedener Altersgruppen. Eine Beispiel-Initiative für die LehrerInnen von benachbarten Schulen des Steinbruchs *Lipówka* war ein Wettbewerb für das interessanteste Szenario eines Geländespiels. Ein anderes Beispiel für derartige Aktivitäten waren Wettbewerbe für Kinder und Jugendliche verschiedener Altersstufen, organisiert anlässlich des Tages der Biodiversität auf dem Gelände von *Lipówka*. Beispielsweise waren es im Rahmen der ersten Auflage (2016) ein Wettbewerb *Lipówka wyobraźnią malowana* [„Lipówka phantasievoll gemalt“] und bei der Auflage im Folgejahr ein Wettbewerb *Fauna i flora w kruszywie* [„Fauna und Flora in Gesteinen“]. Organisiert wurde auf dem Gelände des Abbaufeldes *Lipówka* auch ein für verschiedene Schülergruppen bestimmter Wissenswettbewerb zum Steinbruch *Relacja z wycieczki na terenie ścieżki Lipówka, kopalnia przywrócona naturze* [„Bericht über einen Ausflug entlang des Naturlehrpfades *Lipówka* – ein Tagebau der Natur zurückgegeben“] In jedem Wettbewerb waren tolle Preise zu gewinnen, deren Sponsoren der Eigentümer des Geländes die Firma CEMEX Polska oder die Gemeinde Rędziny waren.

10.7. Sportaktivitäten

Der vielfältige Charakter von rekultivierten Bergbaufolgelandschaften ermöglicht es an diesen Standorten mehrere Sportarten zu treiben. Die vorhandenen Wasserreservoirs bieten viele Möglichkeiten, Wassersport zu treiben. Zu den beliebtesten Wassersportarten zählen u. a: Tauchen z. B. in Restlochseen *Gródek*, *Zakrzówek* und *Piechcin* (Majgier u. a. 2010; Lisowska 2015), Segeln, Kitesurfen z. B. am Bergbaufolgesee Tarnobrzeg, entstanden im Schwefel-Tagebaurestloch (Mitura 2015). Vertikale Wände der Abbauhohlräume schaffen Klettermöglichkeiten – z. B. im Steinbruch *Pod Benedyktem* [„Zu Benedictus“] in Krakau (Szczepeńska 2004), im Steinbruch Glinka, (Woiwodschaft Schlesien) (Lisowska 2015). Der Großteil der Steinbrüche bietet hervorragende Voraussetzungen, noch weitere Sportarten (Motor- und Radsport, Crossläufe oder Skilangläufe im Winter) zu treiben, Als Beispiele dafür können die Steinbrüche *Ogrodzieniec* (Majgier u. a. 2010) oder *Lipówka* in Rudniki dienen.

10.7.1. Radsport, Pumptrack

Auf dem ehemaligen Tagebaugelände *Lipówka* entstand 2015 eine speziell geschaffene Training-Mountainbike-Strecke, versehen mit Wellen und Steilwandkurven

(Abb. 10.4 und 10.5). Die Strecke hat die Form einer geschlossenen Schleife. Die vorhandenen Wellen machen es möglich, ohne zu treten, Geschwindigkeit aufzubauen und so zu fahren. Durch das Pumptrack-Fahren lassen sich bei Benutzern Gleichgewichtssinn, Kondition und Reflex verbessern. Im Steinbruch *Lipówka* wurden bis jetzt zwei derartige Objekte errichtet, von denen eines den Kindern und Lernenden dient und das andere für Trainingsfahrten sowie zyklische Sportwettkämpfe bestimmt ist. Das Radfahren an diesem Standort wurde so populär, dass die Organe der Gemeinde *Rędziny* sich dafür entschlossen, in der Nachbarschaft des Tagebaus *Lipówka* ein weiteres derartiges Objekt zu errichten.



Abb. 10.5. Pumptrack im Steinbruch *Lipówka*
Foto: Archiv CEMEX Polska

Auf dem Abbaugelände *Lipówka* finden auch zyklische Mountainbike-Rennen XC Eliminator Rock *Rędziny*, *MTB Cross Country o Puchar Wójta Gminy Rędziny* [MTB Cross Country um den Pokal des Bürgermeisters der Gemeinde *Rędziny*], *ERowery* [E-Bikes] Rock *Rędziny* statt. Die während der Mountainbiking-Wettkämpfe *ERowery*, Rock *Rędziny* zurückzulegende Radroute verläuft durch das ganze ehemalige Abbaugelände mit sanften (also nicht steilen) Hängen. Sie ist mit speziell errichteten und eingebauten Rampen und Sprüngen ausgestattet.

Dieser Event ist landesweit bekannt und erfreut sich großer Popularität; davon zeugen hohe Wettkämpferzahlen (ca. 100 Personen), die in verschiedenen Altersgruppen starten. Deshalb werden folgende Routen in Anspruch genommen: „Kids“ (Alter 8–10 und 11–13 Jahre), „Open Groups“ (Alter 14–15 Jahre), „Open 16–50+“, „Open 12 Frauen, Männer“ (12 Runden \times 2.100 m), „Open 8 Frauen, Männer“ (8 Runden \times 2.100 m) und „Open 4 Frauen, Männer“ (4 Runden \times 2.100 m). Ähnliche

Lösungen als Radbahnen oder Radwege existieren schon, bzw. sind geplant in anderen Bergbaufolgelandschaften (z. B. auf der ehemaligen Abbaufläche *Blachówka* Sucha Góra, im Steinbruch Kozy bei Bielsko-Biała, in Ogradzieniec, *Strzeliński Szlak Kamieniołomów i Mineralów* [Route der Steinbrüche und Mineralien Strzelin] und anderen) (Majgier u. a. 2010, Koj 2011, Pietrzyk-Sokulska 2014, Lisowska 2015). Die Radwettkämpfe werden auch für verschiedene Berufsgruppen organisiert, z. B. im Steinbruch Niegowonice finden Polnische Polizei-Querfeldeinrennen statt (Zawiercie *Nasze Miasto* [Zawiercie Unsere Stadt] 2017).

10.7.2. Nordic walking und Marschläufe

Der ehemalige Steinbruch ermuntert zur aktiven Erholung sowie erhöht Erholungswerte und das touristische Potential der Region. Der erste Marschlauf auf dem Gelände von *Lipówka* fand 2013 statt. Seit damals wurden diese Wettkämpfe zu einer zyklischen Veranstaltung, die jedes Jahr großes Interesse erweckt und für verschiedene Altersgruppen getrennt organisiert wird. Derartige Veranstaltungen erfreuen sich immer hoher Beliebtheit, wovon Teilnehmerzahlen (100 Personen im ersten Jahr, 140 Personen im zweiten Jahr) zeugen. Ähnliche Sportaktivitäten als Marsch- und Crossläufe oder Nordic Walking werden auch in anderen Steinbrüchen, z. B. in Ogradzieniec oder Lubiechowa organisiert (Majgier u. a. 2010; Świerzawa. *Sabat czarownic w kamieniołomie* 2017).

10.8. Erholungsaktivitäten

Erholungsparks in nicht mehr aktiven Steinbrüchen, welche sich durch attraktive Lösungen auszeichnen und im großen Stil organisiert sind, kann man derzeit schon in vielen Ländern (z. B. in Brasilien „Parque Tangua“ und „Curitiba“, in Deutschland Erlebnis- und Freizeitpark „Erlebniswelt Steinzeichen“ in Steinbergen) vorfinden (Król-Korczak 2007, Kasprzyk 2010). Als polnische Beispiele sind zu nennen: *Szkoła Twardowskiego* [„Twardowski-Schule“] – derzeit *Park Bednarskiego* [„Bednarski-Park“], nicht mehr aktive Steinbrüche in *Beskid Śląski, Żywiecki, Jura Krakowsko-Częstochowska* [Schlesische und Saybuscher Beskiden, Krakau-Tschenstochauer Jura], *Wzgórze Chęcińskie* [Berg Chęciny] und Podlesie Dębowe, (Ostręga 2002, Górecki und Sermet 2010, Ostręga 2014, Skreczko und Wolny 2014, Sobala und Pukowiec 2014).

Ein wichtiges Element eines jeden Freizeitstandortes ist seine Ausstattung mit entsprechender Infrastruktur (z. B. Gartenlauben, Parkbänke, Zeltplätze), die man im Freien für Erholungszwecke benutzen kann. In den meisten, für Freizeitzwecke zur Verfügung gestellten Bergbaufolgelandschaften sind derartige Einrichtungen vorhanden. Auch im Steinbruch *Lipówka* fehlt es nicht an Erholungsinfrastruktur.

10.9. Zusammenfassung

Die vorwiegend mit Naturkräften rekultivierten Bergbaufolgelandschaften können unter Erhalt ihrer durch frühere bergmännische Aktivitäten verliehenen Form und Gestalt neue, wichtige soziale Funktionen erfüllen. Die Nützlichkeit dieser Standorte ist ein Ergebnis von ästhetischen und Naturwerten dieser Gebiete sowie Ideen deren Eigentümer und Nutzer. Erkennt man rechtzeitig Naturwerte und weiß man das Potential dieser Standorte zu nutzen, so kann man diese in Objekte mit wissenschaftlich-didaktischen, touristischen, sozialen und Erholungsfunktionen umgestalten. Als solche werden sie zum vielfältigen Angebot für die Bevölkerung und gleichzeitig zur Attraktion des betroffenen Ortes, weil sie eine Dauerwerbung für bisher kaum bekannte Standorte darstellen. Daher sind eine treffende und detaillierte Analyse, die Präzisierung des für das ehemalige Abbaugelände vorgesehenen Ziels, die Art durch diese zu erfüllenden Funktionen sowie eine durchdachte Flächennutzung unter Berücksichtigung der Sicherheitsregeln und der ästhetischen Landschaftswerte zweifellos wichtige Faktoren eines derartigen Vorhabens.

Vorhandene Natur- und Landschaftswerte des nicht mehr aktiven Steinbruchs *Lipówka* gaben grünes Licht für die Abwicklung vieler interessanter Vorhaben. Das Potential ist aber noch längst nicht erschöpft. Dieses ehemalige Abbaugelände kann man noch zusätzlich mit der neuen Infrastruktur ausstatten, welche die bestehende derart ergänzen wird, dass das Gelände noch komplexer genutzt wird.

Steinbrüche, die vielfältige, oben beschriebene Funktionen übernehmen, unterliegen Dauerprozessen der natürlichen Sukzession. Die größte Gefahr für Landschafts- und Nutzungswerte dieser Standorte stellen Prozesse einer [zu] weit fortgeschrittenen natürlichen Sukzession dar, die an derartigen Objekten kontrolliert werden muss, um Erholungsfunktionen des betroffenen Standortes zu erhalten. Andererseits führt das Eingreifen des Menschen in die natürliche Umwelt oft zu großen, manchmal schwer umkehrbaren Veränderungen. Die einst durch den Abbau umgewandelten Gebiete können aber wieder durch Pflanzen und Tiere als Ergebnis der Primärsukzession besiedelt werden. Dieser Prozess ist manchmal langwierig, mit der Zeit aber werden ehemalige Abbaufelder wieder zu Lebensräumen verschiedener Arten. Mit dem Erscheinen von neuen Pflanzenarten und insbesondere neuen Bäumen und Sträuchern in Bergbaufolgelandschaften verändert sich ganz gravierend ihre Struktur und demzufolge kann es zu Änderungen in der Funktion und Bestimmung des betroffenen Standortes kommen. Aktive Schutzmaßnahmen sind unumgänglich, um Landschaftsästhetik und natürliche Biodiversität des revitalisierten ehemaligen Abbaulandes zu erhalten, welches – wie wohlbekannt ist – verschiedene Funktionen zu erfüllen hat. Auch auf dem Gelände des Steinbruchs *Lipówka* werden aktive Schutzmaßnahmen (Fällen von Sträuchern, Entfernen von Unterholz, Pflanzenmähen) unternommen. Diese werden systematisch, hauptsächlich kurz vor Veranstaltungen durchgeführt, welche auf dem Gelände des Steinbruchs stattfinden. Ihr Ziel ist es, ästhetische Werte zu erhalten und Sicherheit zu garantieren.

Ein wichtiger Aspekt bei Erarbeitung eines Konzeptes zur Revitalisierung der ehemaligen Industriegebiete ist die Einplanung von einzelnen Funktionen unter Berücksichtigung der Naturwerte des betroffenen Geländes. Bei [noch] aktiven Tagebauen kommt diese Maßnahme aber nicht in Frage, denn aufgrund des laufenden Abbaubetriebes und permanenter Änderungen der Abbaupläne für einzelne Rohstoffe wird die Abgrenzung von interessanten Standorten der natürlichen Vegetation z. B. für Bildungszwecke oder für eine detaillierte Bestandsaufnahme einzelner Arten verhindert. Ist dies der Fall, so muss man sich gedulden und als erstes das betroffene Gelände auf Sukzessionsneigung untersuchen und erst dann in das Konzept aufnehmen. Die Führung von Bildungsmaßnahmen in aktiven Tagebauen ist außerordentlich schwierig und gefährlich. Einen Beweis dafür liefern die Kiesgruben in Borzęcin und Dołęga, wo man auf die Aufstellung der Informationstafeln auf aktiven Abbauflächen verzichtet hat. Nach dem Abschluss des Tagebaus im Steinbruch *Lipówka* wurde die Durchführung einer detaillierten Naturanalyse möglich, die ein großes Potential dieses Areals aufzeigte. Wertvollste Teilflächen von *Lipówka* unterliegen der Schutzfunktion, die bei Planung von Veranstaltungen oder Routen (z. B. Radwege) immer berücksichtigt wird, so dass die Erhaltung der Lebensräume für wertvolle Pflanzen- und Tierarten garantiert ist. Die Sorge für eine dauerhafte Erfassung der wichtigsten Naturwerte in ehemaligen Industriegebieten soll ein fest verankertes Element bei Planung ihrer künftigen Funktionen bleiben.

LITERATUR

- [1] Adamski T., Orpych R. (2011): *Rewitalizacja terenów zdegradowanych a możliwości rozwoju regionu*. Revita Silesia, Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Katowice, 78.
- [2] Bąbelewska A. (2013): *Porosty mali pionierzy*. W: Śliwińska-Wyrzychowska A. (red.): *Kopalnia przywrócona naturze. Przewodnik po przyrodniczej ścieżce dydaktyczno-edukacyjnej na obszarze nieczynnej kopalni odkrywkowej „Lipówka” w Rudnikach koło Częstochowy*. Agencja Wydawnicza „ARGI”.
- [3] Bąbelewska A., Musielińska R., Śliwińska-Wyrzychowska A., Bogdanowicz M., Witkowska E. (2015): *Edukacyjna rola nieczynnego kamieniołomu „Lipówka” w Rudnikach koło Częstochowy*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, 26, 57–66.
- [4] *BIP Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Lublinie*. bip.lublin.rdos.gov.pl/obwieszczenia/23506/Uzasadnienie_Plaskowyz_naleczowski.pdf (01.09.2017).
- [5] Boklak E., Śliwińska-Wyrzychowska A., Karlikowska J., Gębicki C. (2013): *Środowisko przyrodnicze kamieniołomu*. W: Śliwińska-Wyrzychowska A., (red.): *Kopalnia przywrócona naturze. Przewodnik po przyrodniczej ścieżce dydaktyczno-edukacyjnej na obszarze nieczynnej kopalni odkrywkowej „Lipówka” w Rudnikach koło Częstochowy*. Agencja Wydawnicza „ARGI”.

- [6] Chmura J., Kłys G., Wójcik A.J. (2007): *Ochrona unikatowego ekosystemu oraz ograniczenia w zagospodarowaniu Podziemi Tarnogórsko-Bytomskich*. Górnictwo i Geoinżynieria, 31, 3, 71–77.
- [7] *Dokumentacja Rekultywacji Odkrywkowej Kopalni Wapienia „Rudniki” 2000*.
- [8] Entis (2006): *„Gruszka” – ścieżka przyrodniczo-dydaktyczna w Wojcieszowie* (folder), Legnica.
- [9] *Gmina Zabierzów*: [https://www.zabierzow.org.pl/2017/07/10/wianki/\(01.09.2017\)](https://www.zabierzow.org.pl/2017/07/10/wianki/(01.09.2017)).
- [10] Gorzkowski R., Maciejak K. (2006): *Złotoryja i okolice – przewodnik*, Towarzystwo Miłośników Ziemi Złotoryjskiej, Złotoryja.
- [11] Górecki J., Sermet E. (2010): *Kamieniołomy Krakowa – dziedzictwo niedocenione*. W: Zagożdżon P.P., Madziarz M. (red.): *Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury*. Wrocław, 3, 128–136.
- [12] Kasprzyk P. (2010): *Obiekty dawnej eksploatacji surowców wapiennych jako elementy terenów edukacyjno-rekreacyjnych, Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja*. Problemy Ekologii Krajobrazu, XXVII, 441–445.
- [13] Kasztelewicz Z., Kozioł W. (2015): *Działalność górnictwa odkrywkowego w Polsce w okresie ostatnich 50 lat i perspektywa rozwoju na I połowę XXI wieku*. Biuletyn AGH, Magazyn Informacyjny Akademii Górniczo-Hutniczej, 85: 8–15.
- [14] Koj J. (2011): *Obiekty przemysłowe jako czynniki rozwoju w turystyce i rekreacji*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Ekonomiczne Problemy Usług, 79, 95–108.
- [15] *Koncertomania*: <http://www.koncertomania.pl/koncert/697645/bohemian-be-tyars-kazimierz-dolny-09-07-2016.html> (1.09.2017).
- [16] *Kronika Tygodnia – Józefów*: <http://www.kronikatygodnia.pl/wiadomosci/4922,jozefow-prawie-jak-na-wojnie-histeryczne-rekonstru> (1.09.2017).
- [17] Król-Korcak J. (2007): *Ochrona szczególnych wartości likwidowanych zakładów górniczych surowców skalnych oraz potencjalnych możliwości zagospodarowania terenów pogórnich*. Kopaliny Podstawowe i Pospolite Górnictwa Skalnego, 6, 8–12.
- [18] Krzaklewski W., Pietrzykowski M. (2009): *Rekultywacja leśna terenów wyrobisk po eksploatacji piasków podsadzkowych na przykładzie kopalni „Szczakowa”*. Monografia, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- [19] *Kultura Radom*: <http://www.echodnia.eu/radomskie/kultura/art/8501962,nietypowy-koncert-w-szydlowcu-zagraja-w-kamieniolomie,id,t.html> (1.09.2017).
- [20] Kusza G., Płużyński M. (2004): *Stan zachowania gatunków drzew rosnących na rekultywowanych powierzchniach wyrobisk śląskich zakładów przemysłu wapienniczego Opolwap S.A.* Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego, 131: 219–229.

- [21] Lisowska A. (2015): *Zagospodarowanie dużych form przekształcenia krajobrazu na cele turystyki – na wybranych przykładach*. Turystyka Kulturowa, 5, 55–76.
- [22] Maciak F. (2003): *Ochrona i rekultywacja środowiska*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [23] Majgier L., Badera J., Rahmonov O. (2010): *Kamieniołomy w województwie śląskim jako obiekty turystyczno-rekreacyjne na terenach uprzemysłowionych*. Problemy Ekologii Krajobrazu, XXVII, 267–275.
- [24] Michalska G., Niedźwiedź J. (2010): *Kamieniołom kazimierski – ochrona krajobrazu kulturowego*. Budownictwo i Architektura, 6: 71–76.
- [25] Michalski M., Malchuk O. (2016): *Klasyczne stanowiska paleontologiczne górnej kredy zachodniej Ukrainy: historia badań oraz biostratygrafia*. Przegląd Geologiczny, 64, 8: 570–576.
- [26] Migaszewski Z. M., Gałuszka A. (2002): *Stan środowiska przyrodniczego Gór Świętokrzyskich w badaniach naukowych i edukacji Zakładu Geochemii i Ochrony Środowiska Instytutu Chemii Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach*. Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3: 125–131.
- [27] Mitura T. (2015): *Zagospodarowanie terenów pogórnich na potrzeby turystyki i rekreacji na przykładzie jeziora tarnobrzeskiego*. Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Rozprawy Naukowe, 50: 49–58.
- [28] Musielińska R. (2013): *Apteka natury*. W: Śliwińska-Wyrzychowska A., (red.): *Kopalnia przywrócona naturze. Przewodnik po przyrodniczej ścieżce dydaktyczno-edukacyjnej na obszarze nieczynnej kopalni odkrywkowej „Lipówka” w Rudnikach koło Częstochowy*. Agencja Wydawnicza „ARGI”.
- [29] Nagler M. (2012): *Inwentaryzacja żwirowni Bierawa*. Dane niepublikowane Cemex.
- [30] Natura 2000 Dolny Śląsk: <http://natura2000-dolnyślask.pl/menusac/56-skalkistoleckie.html> (1.09.2017).
- [31] Naworyta W. (2013): *Aktualne problemy oraz trendy w rekultywacji terenów poeksploatacyjnych w górnictwie skalnym*. Górnictwo odkrywkowe, 203–210.
- [32] Nita J., Myga-Piątek U. (2006): *O potrzebie ochrony wyrobisk górniczych dla podniesienia walorów krajobrazowych i celów dydaktycznych obszarów eksploatacji surowców skalnych na przykładzie regionu Kielecko-Chęcińskiego*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój, 1: 47–56.
- [33] Nowak A. (2005): *Występowanie rzadkich i ginących roślin naczyniowych na siedliskach antropogenicznych Śląska Opolskiego*. Fragm. Flor. Geobot. Polonica 12, 2: 223–238.
- [34] Olszewski P. (2009): *Funkcje użytkowe szaty roślinnej na terenach likwidowanych kopalń węgla kamiennego w Zagłębiu Dąbrowskim i ich wykorzystanie w procesie rekultywacji*. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, 3: 89–112.

- [35] Ostreǵa A. (2002): *Zagospodarowanie kamieniołomu Liban*. *Aura*, 5: 19–22.
- [36] Ostreǵa A., Szewczyk-Świątek A., Świątek W. (2016): *Innowacje w rewitalizacji rejonów eksploatacji piasków i żwirów – Pojezierze Tarnowskie*. *Kruszywa: produkcja, transport, zastosowanie* 2016, 2: 104–109.
- [37] Ostreǵa A., Uberman R. (2010): *Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 34, 4: 445–461.
- [38] Ostreǵa A. (2014): *Holistyczne podejście do rewitalizacji (po)górnictwowych rejonów i rejonów*. *Przegląd Górniczy*, 70, 10: 128–133.
- [39] Paulo A. (2008): *Przyrodnicze ograniczenia wyboru kierunku zagospodarowania terenów pogórnictwowych*. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 24, 2/3: 9–40.
- [40] Pietrzyk-Sokulska E. (2008): *Ochrona walorów geologicznych w kamieniołomach kopalni skalnych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. *Górnictwo Odkrywkowe*, 2–3: 25–29.
- [41] Pietrzyk-Sokulska E. (2014): *Rekultywacja i zagospodarowanie wyrobisk poeksploatacyjnych – problemy środowiskowe, ekonomiczne i społeczne*. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony rozwój*, 2: 29–40.
- [42] Porębska G. (2005): *Nowa jakość przyrody i krajobrazu na terenach przemysłowych*. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 28: 15–23.
- [43] Poros M., Sobczyk W. (2013): *Rewitalizacja terenu pogórnictwowego po kopalni surowców skalnych na przykładzie kamieniołomu Wietrznia w Kielcach*. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15: 2369–2380.
- [44] Santarius P., Białecka B., Grabowski J. (2007): *Środowiskowe i gospodarcze problemy spowodowane degradacją terenów w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. *Prace Naukowe GIG, seria Górnictwo i Środowisko*, 1: 85–100.
- [45] Skreczko S., Wolny M. (2014): *Wykorzystanie nieczynnych kamieniołomów na wybranych przykładach obszaru Jury Krakowsko-Częstochowskiej*. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 26: 67–78.
- [46] Sobala M., Pukowiec K. (2014): *Stan zagospodarowania nieczynnych kamieniołomów na terenie Beskidu Śląskiego i Żywieckiego a polityka przestrzenna gmin*. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 26: 127–138.
- [47] *Stowarzyszenie Pogórze*: <http://podgorze.pl/scenie-w-kamieniolomie-zaprasza/> (1.09.2017).
- [48] Strzyż M. (2014): *Geoparki jako otwarte muzea dziedzictwa geologicznego w procesie podnoszenia atrakcyjności turystycznej terenów zurbanizowanych*. *Studia Miejskie*, 16: 59–74.
- [49] Szczepańska M. (2004): *Wartości użytkowe nieczynnych kamieniołomów surowców skalnych na przykładzie kamieniołomu Pod Benedyktem*. *Warsztaty 2004 z cyklu Zagrożenia naturalne w górnictwie*, *Mat. Symp. Polska Akademia Nauk IGSMiE, Kraków*, 451–460.

- [50] Śliwińska-Wyrzychowska A. (red.) (2013): *Przewodnik po przyrodniczej ścieżce dydaktyczno-edukacyjnej na obszarze nieczynnej kopalni odkrywkowej „Lipówka” w Rudnikach koło Częstochowy*. Agencja Wydawnicza „ARGI” s.c., Wrocław.
- [51] Śliwińska-Wyrzychowska A., Gębicki C., Karlikowska J., Witkowska E., Bąbelewska A., Musielińska R., Jatulewicz I., Bokłak E. (2012): *Sprawozdanie z waloryzacji przyrodniczej nieczynnego wyrobiska odkrywkowej kopalni wapienia „Lipówka” w Rudnikach*. Manuskrypt. CEMEX Polska – Cementownia Rudniki.
- [52] Świerzawa. *Sabat czarownic w kamieniołomie*: <http://regionfan.pl/swierzawa-sabat-czarownic-w-kamieniołomie/> (1.09.2017).
- [53] Tokarczyk-Dorociak K., Skolak K., Lorenc M.W. (2010): *Nieczynny kamieniołom bazaltu w Strzegomiu – szansa na nowe otwarcie*. *Geoturystyka*, 3–4, 22–23: 59–64.
- [54] Tokarska-Guzik B. (2001): *Przyrodnicze zagospodarowanie terenów pogórnicych*. Warsztaty nt. Przywracanie wartości użytkowych terenom pogórnicych. *Mat. Symp.*, 209–222.
- [55] Tokarska-Guzik B., Rostański A., Woźniak G. (2000): *Sustainable development of urban and postindustrial areas in photographs. Some examples*. In: Cohn E. et al., *Sustainable development of Industrial and urban areas. Student manual*, Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- [56] *Uchwała Nr XV/107/2012 Rady Gminy Borzęcin, 2012, Załącznik nr 1, Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Borzęcin*: <https://bip.malopolska.pl/>.
- [57] *Urząd Miasta i Gminy w Świerzawie*: http://www.swierzawa.pl/index.php?option=16&action=news_show&news_id=4408 (1.09.2017).
- [58] *WUG*: http://www.wug.gov.pl/o_nas/sprawozdania_z_dzialalnosci (1.09.2017).
- [59] *Zawiercie nasze miasto*: <http://zawiercie.naszemiasto.pl/artukul/policjanci-z-calego-kraju-scigali-sie-w-nieczynnym,1415393,artgal,t,id,tm.html> (1.09.2017).

11. Innovative Lösungen zur Abdeckung von Kalihalden: Erste Ergebnisse einer Fallstudie in Thüringen

Christian Hildmann¹, Friedrich-Carl Benthous²

¹ Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften Finsterwalde e.V. (FIB)

² Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV)

11.1. Situation der Kalirückstandshalden im Thüringer Südharzrevier

Die Landschaft südlich des Harzes zwischen Leipzig und Göttingen ist geprägt durch den Kalibergbau und die weithin sichtbaren Kalirückstandshalden (Abb. 11.1). Ab 1897 wurden in Sondershausen, ab 1902 in Bleicherode, Roßleben, Solstedt, Volkenroda (Menteroda) und ab 1911 in Bischofferode bei der Kalidüngerproduktion anfallende Flotationsrückstände und Fabrikationsschlämme überwiegend auf nicht abgedichtetem Untergrund in der Nähe der Bergwerke abgelagert. Nach Stilllegung der Kaliproduktion in den Jahren 1990–1993 sind ca. 350 ha Rückstandshalden mit einem Rückstandsvolumen von ca. 135 Mio. m³ die sichtbaren Hinterlassenschaften.

Diese Kalirückstandshalden bestehen überwiegend aus leicht wasserlöslichen Salzen, zu 75% aus Natriumchlorid (NaCl) sowie geringen Mengen an MgCl, CaSO₄, KCl, MgSO₄ und anderen Salzen. Diese werden durch die Niederschlagswässer ausgewaschen und können über den Oberflächenabfluss und den Grundwasserpfad das Schutzgut Oberflächenwasser gefährden. So weisen die betroffenen Fließgewässer (Bode, Wipper, untere Unstrut) sowie das abstromig der Kalirückstandshalden befindliche Grundwasser erhöhte Chloridgehalte auf (Fugro 2014).

Mit der Verschmelzung der „Gesellschaft zur Verwahrung und Verwertung von stillgelegten Bergwerksbetrieben mbH (GVV)“ auf die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LMBV) hat diese die Aufgabe übernommen, die ordnungsgemäße Verwahrung der stillgelegten Bergwerke des Kali- und Salzbergbaus vorzunehmen. Der Umfang der Verwahrarbeiten wird vornehmlich durch

die Schutzziele des § 55 Bundesberggesetz (BBergG) bestimmt. Maßgeblich sind dabei insbesondere:

- Der Schutz der Oberfläche im Interesse der öffentlichen Sicherheit.
- Die Wiedernutzbarmachung der Oberfläche.
- Die Abwehr von gemeinschädlichen Einwirkungen auf die Schutzgüter.

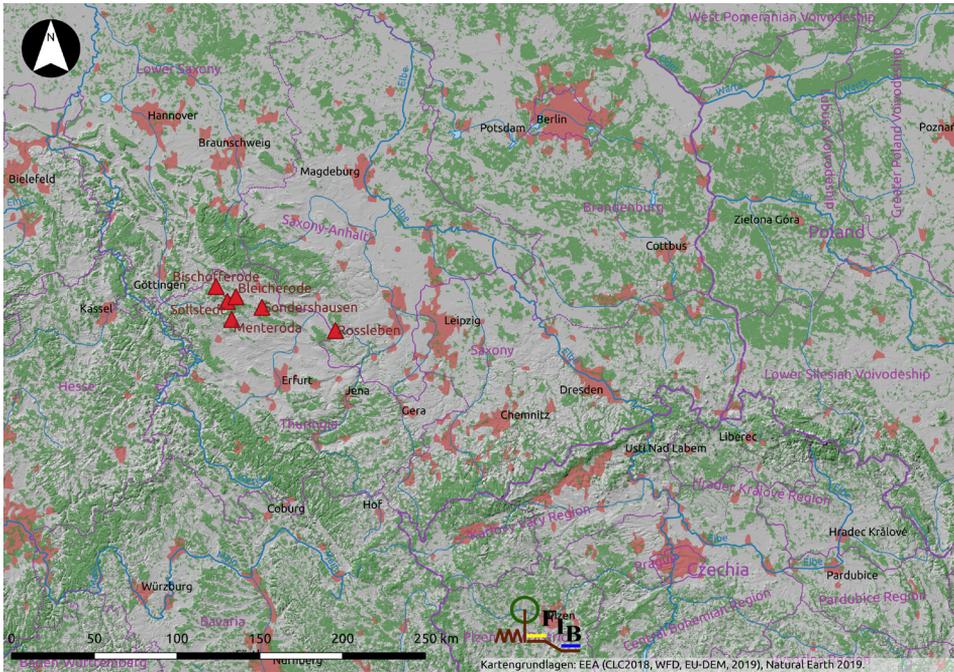


Abb. 11.1. Übersichtskarte zur Einordnung der Kalirückstandshalden des Thüringer Südharzreviers in Mitteleuropa, gekennzeichnet durch die roten Dreiecke
Quelle: FIB 2019

11.2. Notwendigkeit der Salzlastreduzierung

Ausgangspunkt für die Überlegungen zur Reduzierung der Salzlast in den Gewässern Wipper, Unstrut und Saale war, die niederschlagsbedingten Mengen der Salze aus den Haldenkörpern an der Quelle durch eine Haldenabdeckung zu minimieren. Zunächst wurden in Abstimmung mit der zuständigen Thüringer Bergbehörde in den Abschlussbetriebsplänen der einzelnen Kalibergwerke allgemeingültige Grundsätze der Haldenverwahrung formuliert und schrittweise, mit Sonderbetriebsplänen untersetzt, realisiert. Die Verwahrung der Halden wurde privatwirtschaftlichen Unternehmen übertragen, die die notwendigen Abdeckmaterialien akquirieren und entsprechend der „Richtlinie für die Abdeckung und

Begrünung von Kalihalden im Freistaat Thüringen“ von 2002 sukzessive überdecken (TLBA 2002).

Um den wasserrechtlichen Bescheid des Thüringer Landesbergamtes von 2008 zu erfüllen, muss die maximale Chlorid-Konzentration in der Wipper am Pegel Hachelbich auf 1.500 mg/l begrenzt werden.

Dazu wurde ein „Maßnahmenkonzept zur Reduzierung der Salzbelastung“ im Jahr 2013 entwickelt, das neben der Einleitung der Salzwässer in die verbliebenen Grubenhohlräume und die Ableitung in die Saale als weitere Maßnahme die Haldenabdeckung mit Haldenschutzwäldern vorsieht, um die Reduzierung der Salzausträg aus dem Sickerwasser zu steigern (Sickerwasserbildung aktuell 22–40% des Niederschlags).

Damit können dann auch Vorgaben des Bewirtschaftungsplans der Flussgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) von 2016 zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie und des deutschen Wasserhaushaltsgesetzes eingehalten werden.

11.3. Stand der Haldenabdeckung und Begrünung

Auf den im Wesentlichen aus NaCl (Halit) bestehenden Haldenkörpern bildet sich im Laufe der Jahre eine lockere Verwitterungszone aus (Regolith), aus der die leichtlöslichen Salze weitgehend ausgewaschen sind. Der Regolith besteht zu über 90% aus Gips, zu einem kleineren Teil aus Anhydrit und anderen Mineralien. Durch die lockere Lagerung und die fehlende Wasserspeicherkapazität ist auch nach Jahrzehnten in der Regel keine annähernd geschlossene Vegetationsdecke vorhanden. Deshalb ist für die Bepflanzung der Halden der mit der Abdeckung aufgebrauchte Oberboden entscheidend. Der Oberboden auf den Kalirückstandshalden wird vor allem durch die unterschiedlichen Materialien der über der Tragschicht (technische Schicht) eingebrachten Rekultivierungsschicht geprägt.

Grundsätzlich werden die Halden mit verfügbaren Erdaushub und Bauschutt und zahlreichen mineralischen und organischen Nebenprodukten und Reststoffen abgedeckt. Dabei wird über der technischen Schicht entsprechend der Handlungsempfehlung der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (THMLU 2013) eine Rekultivierungsschicht aufgebracht. In einigen Fällen wurden auch Bodengemische verstürzt, die zu einer geringmächtigen, nicht abgeschlossenen Abdeckung geführt haben. Beispielhaft zeigt Abb. 11.2 die aktuelle Abdeckung der Kalirückstandshalde Sondershausen. Durch die hohen Bauschuttanteile kommt es oft zu einer Verfestigung des Substrates bei gleichzeitig geringen Trockenrohdichten und einem hohen Luftporenanteil, wobei die Substrate gut durchwurzelt waren (FIB 2016). Die Wasserleitfähigkeit ist aufgrund der Substrate kleinräumig differenziert.

Aktuell sind rund 125 ha der Kalirückstandshalden mit der vorgesehenen Regelabdeckung versehen, das sind 43% der vorhandenen Flächen (FIB 2016). Ein kleinerer Anteil von knapp 12% ist mit einer Vor-Kopf-Verkipfung flachgründig begrünt. Rund 16% der Flächen sind noch gar nicht abgedeckt, so dass hier der ausgelaugte

Salz-Anhydrit offen liegt. Auf 16% der Fläche wird zurzeit die mineralische Abdeckung mit Bauschutt aufgebracht, diese Bereiche werden aktuell profiliert. Die verbleibenden Flächen (13%) sind betriebsnotwendige Zufahrtswege und Erdwälle.

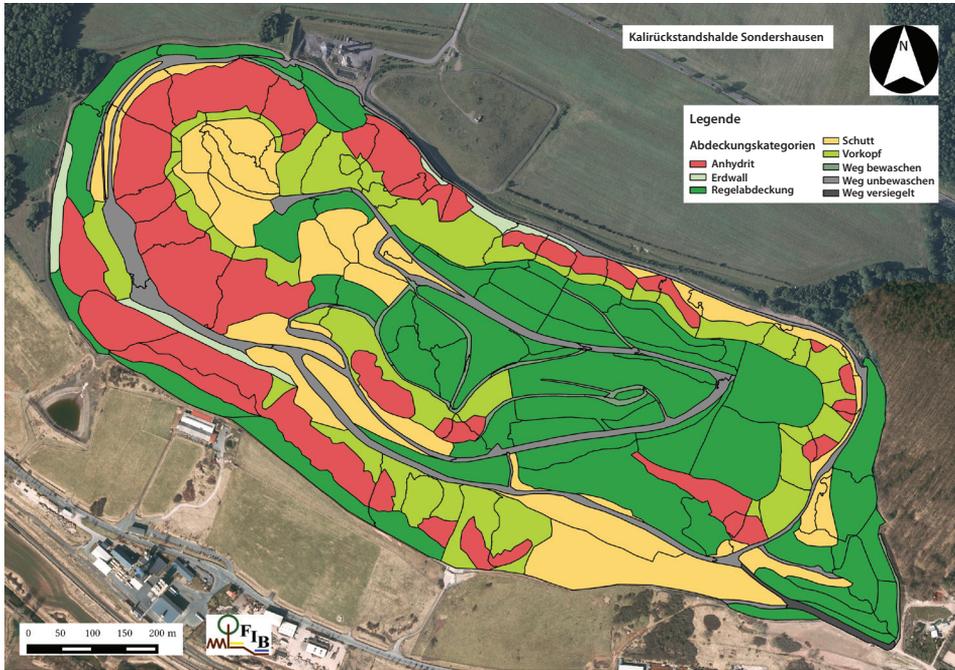


Abb. 11.2. Abdeckung der Hydrotope im Istzustand am Beispiel der Kalirückstandshalde Sondershausen
Quelle: FIB 2019

Um den aktuellen Zustand der Kalihalden zu erfassen, wurde die Vegetation der Halden räumlich differenziert und nach Baum- und Strauchschicht sowie Gräsern und Kräutern als Bodendecker erfasst und in Karten dargestellt. Dazu wurden jede Halde befahren und vorhandene Luftbilder ausgewertet (Abb. 11.3).

Im Ergebnis der Untersuchung wurde ermittelt, dass bisher Bäume nur auf gut 3% an der Haldenoberfläche vorhanden sind (FIB 2016). Der Anteil, der mit Sträuchern bestanden ist, macht ca. 7% der Flächen aus. So wachsen auf insgesamt rund 10% der Flächen Gehölze. Der Anteil der Gehölze ist auf den Halden sehr unterschiedlich: auf der Kalirückstandshalde Bleicherode sind 25% mit Gehölzen aufgeforstet, auf der Halde Sollstedt ca. 15%, auf andere Halden aber weniger als 5%.

Flächen mit Gräsern und Kräutern, die teilweise angesät, teilweise in Selbstbegrünung entstanden sind, bedecken ca. 47% der Haldenoberfläche. Unbedeckt sind noch ca. 43% der Haldenoberflächen.

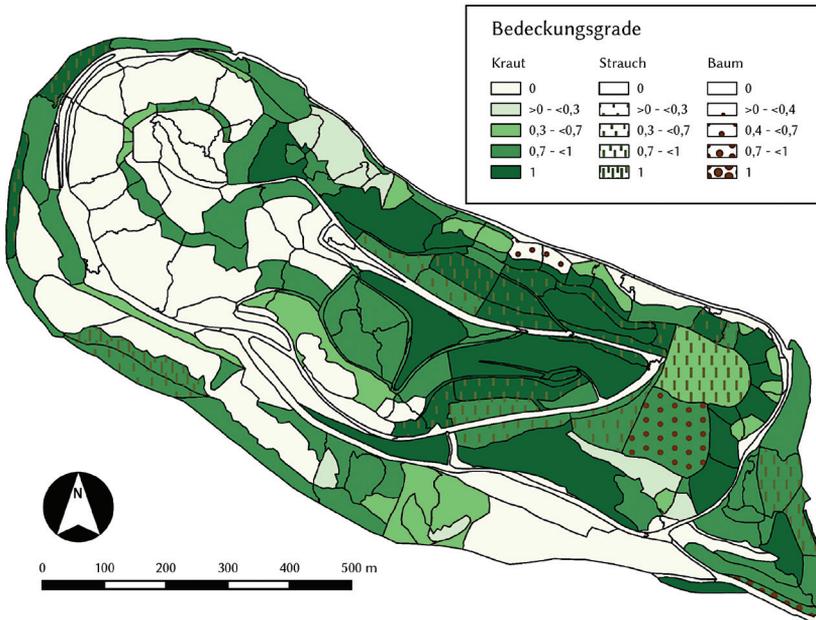


Abb. 11.3. Aktuelle Vegetation auf der Kalihalde Sondershausen
Quelle: FIB 2019

Darüber hinaus wurden an den Standorten eine Vielzahl von stichprobenhaften Vegetationsaufnahmen ausgewertet und die vorhandenen Vegetationstypen näher charakterisiert (FIB 2016). Die Zeigerwerte für die Reaktion, die Feuchte und die Nährstoffe sind dabei besonders aussagekräftig. Danach herrschen auf den fünf untersuchten Kalirückstandshalden schwach saure bis schwach basische Standortverhältnisse vor. Hinsichtlich der Feuchtezahlen weisen die untersuchten Hydrotope eine deutliche Differenzierung auf. Besonders die offenen und locker bedeckten Flächen mit Regolith sind ausgesprochen trockene Standorte. Im Gegensatz dazu können alle abgedeckten Standorte als mäßig trocken bis frisch bezeichnet werden. Deutliche Unterschiede sind erkennbar zwischen ebenen Standorten und den Hanglagen. Tendenziell sind die Hangbereiche besser mit Nährstoffen versorgt als die ebenen Standorte der Halden.

Zur Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen wurde im Rahmen dieser Untersuchung eine hydrologische Modellierung mit Hilfe des Programmes BOWAHALD durchgeführt (FIB 2016). Auf der Grundlage einer kleinräumigen Differenzierung jeder Halde hinsichtlich der Vegetation, der Exposition und des Bodens wurde zunächst die aktuelle Sickerwasserbildung berechnet. Die Berechnung nutzt dabei Klimadaten des DWD von 2000 bis 2014 als Eingangsparameter. Die Ergebnisse der Modellierung liegen sowohl als zusammenfassende Tabelle als auch in Form von Karten für die fünf Kalirückstandshalden vor (Abb. 11.4). Die Mediane der Sickerwassermengen liegen an

der Halde Sondershausen bei $86.500 \text{ m}^3 = 22\%$ und in Sollstedt bei $168.000 = 40\%$ des langjährigen Niederschlagsmittels. Insgesamt fallen auf allen fünf Kalirückstandshalden rund 600.000 m^3 pro Jahr Sickerwasser an.

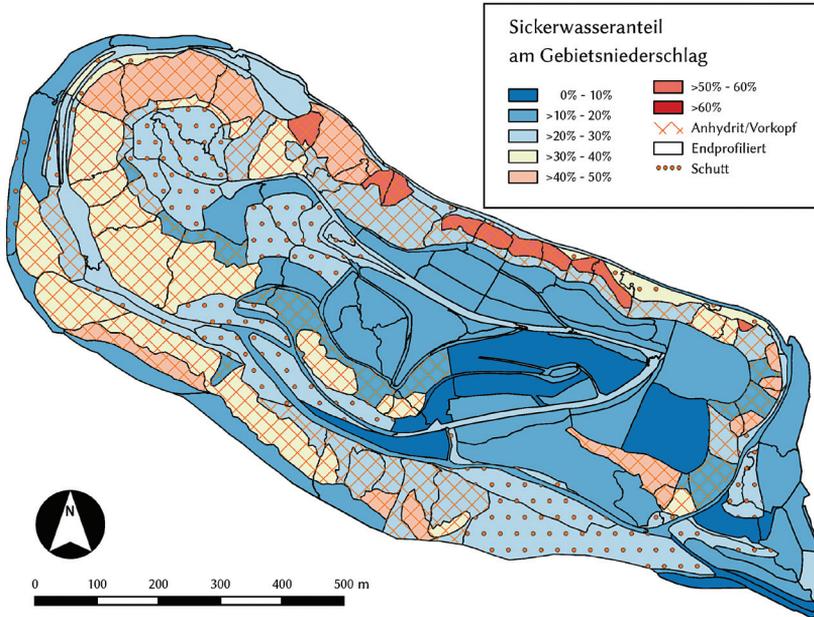


Abb. 11.4. Modellierter aktueller Sickerwasserbildung am Beispiel der Kalirückstandshalde Sondershausen

Quelle: FIB 2019

Weitergehend wurde der Sickerwasseranteil berechnet, der bei einer Zwischenbegrünung mit dem aktuellen Bewuchs zu erwarten wäre. Nach den Berechnungsergebnissen ist der Effekt einer Zwischenbegrünung ohne den Auftrag einer mächtigen Abdeckung gering, da der Bodenspeicher fehlt. Im Mittel könnte an den fünf Kalirückstandshalden die aktuelle Sickerwassermenge nur um 7% reduziert werden.

Anders stellt sich die Situation bei einer vollständigen Abdeckung und Bestockung mit Wald dar (Abb. 11.5, FIB 2016). Bezogen auf die Medianwerte können dann die Sickerwassermengen der fünf Halden um insgesamt mehr als 262.000 m^3 pro Jahr reduziert werden. Das entspricht einer Reduzierung um 44% gegenüber dem aktuellen Zustand. Je nach Halde werden noch 8–26% des Niederschlags zu Sickerwasser (abhängig von der Niederschlagshöhe und den Gegebenheiten der Halden). Die Werte verdeutlichen, dass durch eine optimierte Begrünung eine relevante Reduzierung der Sickerwassermenge auf den Kalirückstandshalden möglich ist.



Abb. 11.5. Reduzierung des Sickerwassers mit Haldenschutzwald am Beispiel der Kalirückstandshalde Sondershausen
Quelle: FIB 2019

11.4. Verbesserung durch Haldenschutzwälder

Um eine möglichst geringe Versickerung der Niederschlagswässer auf den Haldenoberflächen zu erzielen, ist die Erhöhung der Verdunstung durch vollbestockte Waldbestände anzustreben. Leitbild für die Begrünung der Kalirückstandshalden ist ein Haldenschutzwald, der an die standörtlichen Bedingungen, wie z. B. steile Hanglagen, hohe Windbelastung der Westlagen, intensive Sonneneinstrahlung der Südlagen optimal angepasst ist (FIB 2016). Zugleich trägt die Bepflanzung zur ingenieurbioologischen Befestigung der Haldenflanken bei. Weitere Funktionen, wie die Produktion von Holz, der Beitrag zur Biodiversität, die Aufwertung des Landschaftsbildes oder die zur Erholung werden ebenfalls erbracht, sind aber dem Ziel der Sickerwasserminimierung untergeordnet.

Für eine erfolgreiche Begrünung ist die standortgerechte Baumartenwahl entscheidend. Angestrebt wird eine Mischbestandsbegrünung mit gebietsheimischen, den regionalen Wuchsbedingungen und Substraten der Halden angepassten Haupt-, Misch- und Nebenbaumarten und Sträuchern. Diese sind Eiche (*Quercus*), Edellaubhölzer, Linde (*Tilia*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Elsbeere (*Sorbus torminalis*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Buche (*Fagus*) und Wildobst. Die abgeleiteten

Bestockungstypen berücksichtigen die Vorgaben der Thüringer Forstbehörden. So werden Bestockungstypen für die Abdeckungen die Kalirückstandshalden differenziert nach Wuchseinheiten und den zu erwartenden Standorten (windexponiert, sonnenexponiert) abgeleitet. Hierbei spielt die Eiche eine dominierende Rolle, ergänzt um weitere Mischungspartner.

Für flachgründige Abdeckungen werden als Zwischenbegrünung ebenfalls Bestockungstypen dargestellt, die auch auf nicht gebietsheimische Arten zurückgreifen. An diesen pflanzenbaulich problematischen Standorten werden Bestockungen, z. B. mit Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder dem Schwarzen Holunder (*Sambucus nigra*) vorgesehen.

Ergänzend wurden Vorschläge zur praxisnahen Umsetzung einschließlich der Pflegemaßnahmen gemacht (FIB 2016). Für eine erfolgreiche Etablierung eines Haldenschutzwaldes auf den Kalirückstandshalden ist eine detaillierte Aufforstungsplanung erforderlich. Voraussetzung dafür ist ein forstliches Standortgutachten, indem für den Sonderstandort „Kalirückstandshalde“ mit seinen teils extremen abiotischen Bedingungen flächenscharf eine Baumartenfestlegung erfolgen kann. Das Standortgutachten ist zugleich ein Instrument der Erfolgskontrolle für den Einbau der technischen Schicht als Grundlage und der Rekultivierungsschicht als Pflanzschicht. Bei der Bestandsbegründung ist eine Schutzpflanzendecke aus krautiger Vegetation vorteilhaft. Eine lockere Überschirmung des Vorwaldes durch Pflanzung von Pioniergehölzen wie, z. B. *Alnus*-, *Betulus*- und *Populus*- Arten, erleichtert die Etablierung der Zielbaumarten und führt schneller zu erhöhter Verdunstung.

Zur Kultursicherung sind Pflegeeingriffe erforderlich. Durch Zurückdrängen unerwünschter Gräser, Stauden und Kräuter in der Jungwuchsphase, durch Aushieb unbefriedigender Vorwüchse und Korrekturen des Mischungsverhältnisses sowie durch Ergänzungsdüngungen für Auftragsböden ohne organische Bodengemische ist eine regelmäßige Pflege bis zum Bestandschluss notwendig. Zur Sicherung einer standort- und funktionsgerechten Bestandsentwicklung auf den Halden sind Maßnahmen des integrierten Waldschutzes erforderlich. Dazu gehören die Wildschadenverhütung mittels Zäunen, die Abwehr von Bodennagern durch Einzelschutz wertvoller Laubholzpflanzungen sowie die witterungsabhängige Zusatzbewässerung an süd- und westexponierten Haldenböschungen.

Aufgrund der bisher weltweit fehlenden waldbaulichen Erfahrungen an den Sonderstandorten Kalirückstandshalden sowie dem Fehlen planmäßiger Aufforstungsversuche erscheint eine sanierungsbegleitende Rekultivierungsforschung unverzichtbar.

11.5. Weitere Sickerwasserreduzierung mit einer Dichtschicht

Wenngleich durch die Etablierung der Haldenschutzwälder das Sickerwasseraufkommen um 44% reduziert werden kann, werden mit dem auch weiterhin anfallenden

Sickerwasser Salze aus den Haldenkörpern gelöst und abtransportiert. Um die anfallenden Wassermengen nochmals deutlich zu reduzieren könnte dort, wo bislang noch keine Abdeckung erfolgte, eine zusätzliche Dichtschicht integriert werden. Bei Landschaftsbauwerken in diesem Ausmaß ist die Verfügbarkeit der Materialien hierfür von großer Bedeutung. Eine Möglichkeit, die weiter untersucht wird, ist die Verwendung von Eisenhydroxidsedimenten (EHS), wie sie in der Lausitz bei der Beräumung der vom Braunkohlenbergbau beeinflussten Fließgewässer anfallen (FIB et al. 2018).

Obwohl die verschiedenen EHS eine größere Spannweite in der Zusammensetzung aufweisen, so verfügt dieser doch über eine hohe Dichte, hervorgerufen durch den enthaltenen Goethit und andere Eisenverbindungen, die in der Kornfraktion Ton vorliegen (FIB u. a. 2018). Damit weisen die EHS nur sehr geringe Wasserleitfähigkeitswerte (kf-Werte) auf. Als Dichtschicht auf den Kalirückstandshalden erhielte auch der mit mineralischen (Sand) und organischen (Blätter, Zweige) Bestandteilen vermischte EHS eine sinnvolle Verwertung.

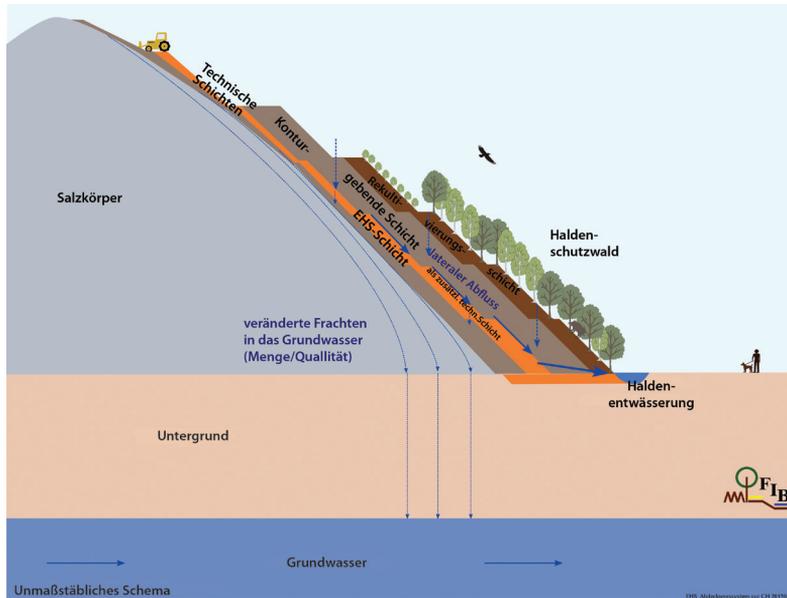


Abb. 11.6. Schematische Darstellung der Reduzierung des Sickerwassers durch eine zusätzliche EHS-Dichtschicht, Darstellung während des Einbaus
Quelle: FIB et al. 2018

Die genehmigungsrechtliche Prüfung umfasste die Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen, die das Vorhaben möglicherweise tangiert. Diese Prüfung ergab, dass keine gesetzlichen Regelungen bestehen, die dem Einsatz von EHS als Dichtschicht auf Kalirückstandshalden entgegenstehen bzw. ihn ausschließen.

Vielmehr hat sich gezeigt, dass es an konkreten, rechtlich verbindlichen Vorgaben mangelt (FIB u. a. 2018).

Im Zuge der Bewertung der Umweltverträglichkeit wurden alle denkbaren Pfade einer negativen Beeinflussung durch den Einsatz von EHS auf sämtliche Schutzgüter dargestellt. Daraus ergab sich, dass die Eigenschaften des EHS gerade dafür sorgen, dass die Belastungen der Schutzgüter durch den anhaltenden Salzaustrag reduziert werden und der Einsatz von EHS selbst keine wesentliche zusätzliche Belastung darstellt (Abb. 11.6).

Die umfangreichen Untersuchungen der geochemischen Prozesse beim Kontakt von Wasser mit EHS wurden mit Hilfe von Säulen- und Batchversuchen durchgeführt (FIB u. a. 2018). Das Ziel bestand darin, einen Überblick über die Stoffmobilisierung bzw. die Stoffausträge zu erlangen, um Aussagen über die Beständigkeit und das Gefährdungspotenzial treffen zu können. Die Auswertungen der Wasseranalysen haben gezeigt, dass der pH-Wert eine entscheidende Rolle bei der Stofffreisetzung spielt. Bei niedrigen pH-Werten werden vorrangig Kationen (Al, Mg, Mn, Cu, Zn usw.), bei neutralen pH-Werten eher Anionen (Sulfat) mobilisiert und ausgetragen. Dieses Ergebnis zeigt auf, dass eine Konditionierung des EHS mit Kalk (bzw. die Nachlieferung von Alkalinität aus darüber abgelagertem Bauschutt) sich positiv auf das Adsorptionsverhalten des EHS bezüglich Metallkationen auswirkt. Mit der Erhöhung des pH-Wertes in den neutralen Bereich kann die Einhaltung der Grenzwerte der Handlungsempfehlung (HE13) für Eluate sichergestellt werden.

Durch den Einsatz von EHS als Dichtschicht für die Kalirückstandshalden sind keine Standsicherheitsprobleme zu erwarten (FIB et al. 2018). Die EHS weisen im Ergebnis der Laboruntersuchungen höhere Festigkeiten als die Materialien der anderen Abdeckschichten auf, so dass durch eine aus EHS bestehende Dichtschicht keine negative Beeinflussung auf die Gesamtstandsicherheit des Systems resultiert.

11.6. Fazit

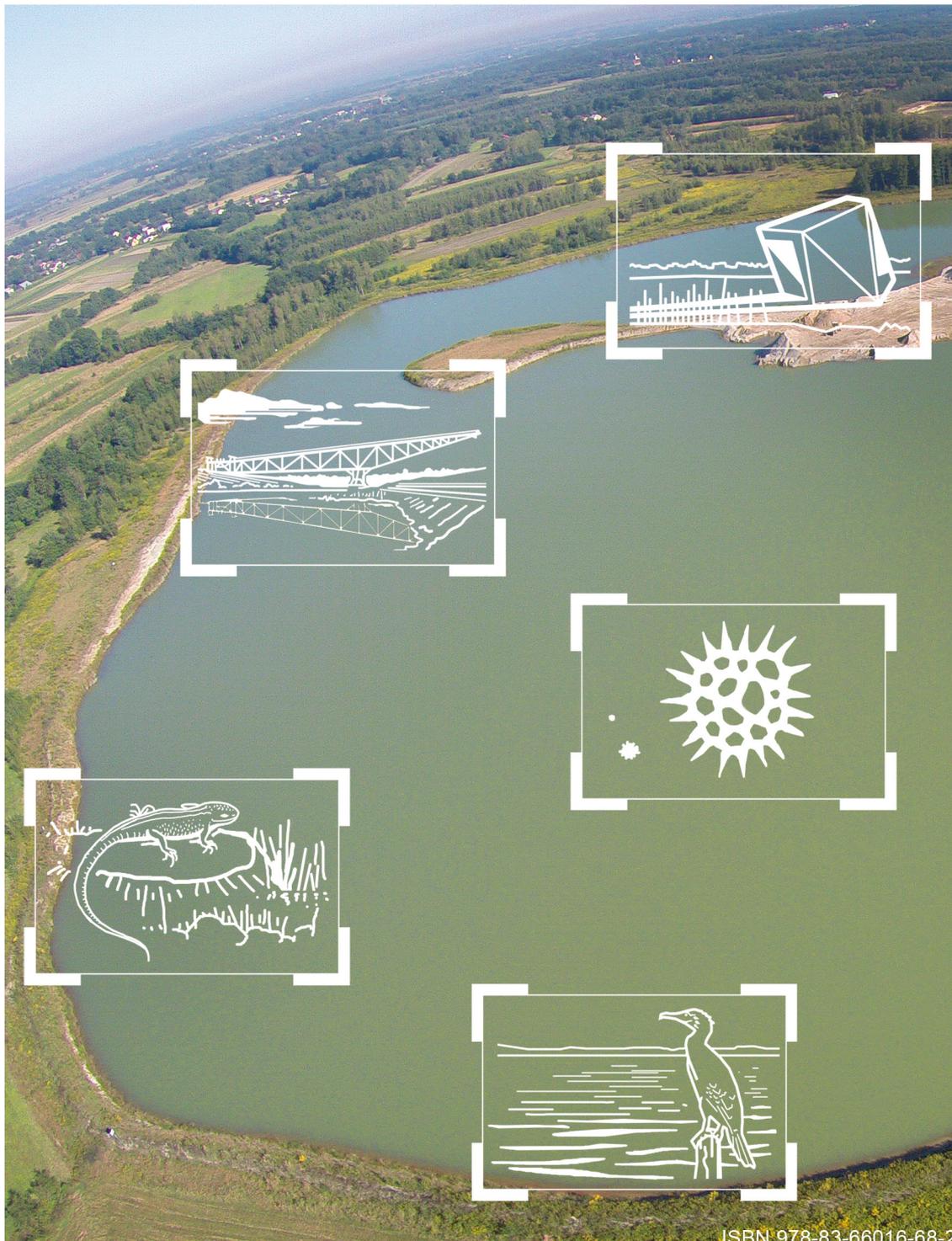
Um die Salzbelastung der Flüsse Wipper, Unstrut und Saale zu reduzieren, ist eine Minderung der Salzaustritte aus den Kalirückstandshalden als Quellbehandlung eine wirtschaftlich erfolversprechende Maßnahme. Die Verdunstung des Niederschlagswassers auf der Haldenoberfläche durch Abdeckung und Begrünung der Kalirückstandshalden ist sehr effektiv. Aufbauend auf einer detaillierten Standorterfassung und einer hydrogeologischen Modellierung der unterschiedlichen Hydrotope wurden für jede der fünf Halden räumlich differenzierte Handlungsempfehlungen abgeleitet und anhand der erwarteten Einsparungen an Sickerwasser Prioritäten vergeben. So können bereits abgedeckte Teilflächen relativ rasch aufgeforstet werden.

Die möglichen Reduzierungen der Sickerwassermengen bis zur vollständigen Abdeckung sind für jede Halde berechnet worden. Im Ergebnis liegt für alle fünf Halden jeweils eine detaillierte Ergebnisskarte vor, in der die Maßnahmen mit

den Prioritäten dargestellt sind. Nach erfolgter Abdeckung der Gesamthalden können die Sickerwässer um 44% vermindert werden. Zurzeit werden Untersuchungen zur weiteren Reduzierungen durchgeführt, wie der Einbau einer Dichtschicht unterhalb der Rekultivierungsschicht.

LITERATUR

- [1] TLBA – Thüringer Landesbergamt (2002): *Richtlinie für die Abdeckung und Begrünung von Kalihalden im Freistaat Thüringen*.
- [2] THMLU – Thüringer Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (2013): *Handlungsempfehlung zu Anforderungen an die bei der Profilierung und Rekultivierung Thüringer Kalihalden zum Einsatz kommenden Abfälle*.
- [3] FIB – Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften (2016): *Konzept zur Reduzierung des Haldenwasseraufkommens durch Optimierung der Haldenbegrünung an den Kalirückstandshalden im Südharzrevier*. Im Auftrag der LMBV – Finsterwalde.
- [4] FIB, Piens, Beak (2018): *Verwertung von Eisenhydroxidschlämmen bei der Abdeckung von Kalirückstandshalden*. Im Auftrag der LMBV – Finsterwalde.
- [5] Fugro (2014): *Studie zur Ableitung und Begründung der Inanspruchnahme weniger strenger Umweltziele nach § 30 WHG für die salzbelasteten Wasserkörper im Thüringer Kali-Südharz-Revier*. Im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz – Nordhausen.



ISBN 978-83-66016-68-2

Die Monografie spiegelt die aktuellen Trends bei der Revitalisierung und Wiedernutzbarmachung von Bergbaufolgelandschaften wider, die regelmäßig im Zusammenhang mit den Möglichkeiten der Bereitstellung von Freizeit-, Tourismus-, Kultur- und Naturdienstleistungen auftauchen. Polnische und deutsche Autoren – Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft sowie Planungs- und Umweltverbänden – weisen auf die damit verbundenen Fragestellungen hin. Gleichzeitig betonen sie, dass die erfolgreiche Beantwortung in der Umsetzung der Revitalisierung und Wiedernutzbarmachung auf regionaler Ebene (Planung, Gestaltung, Finanzierung) und einer konstruktiven Zusammenarbeit auf der Grundlage wissenschaftlicher Forschung, Kommunikation und unter Berücksichtigung der Geschichte und Identität des konkreten Ortes liegen. Die Gestaltung der Orte und Landschaften muss dabei die Natur und ihre natürlichen Prozessabläufe berücksichtigen.