

**GDMB News inside**



# **Surface** **World of Mining** **Underground**



70/2018 No. 5 · September/October  
GDMB Verlag GmbH  
ISSN 1613-2408 · [www.GDMB.de](http://www.GDMB.de)

**5/2018**



**Internationale Fachzeitschrift für den Bergbau**  
**International Journal of Mining**

# Rehabilitation and species conservation at the Hambach opencast mine

## Wiedernutzbarmachung und Artenschutz im Tagebau Hambach

HARALD MARX, BERND HOUBEN, DANIEL SUTTER, BERNHARD GOYMANN, GREGOR EBER, Germany

### 1 Introduction

The Hambach opencast mine, which was developed 40 years ago, is the most efficient opencast mine in the Rhenish mining area. The size of the current operating area is approximately 4300 hectares. The opencast mine is very large and its dynamic mining process involves the constant use of and the ongoing rehabilitation of the land. As such, the preceding implementation of species conservation measures is also an important part of the mine's operations. Recultivation in the Rhenish mining area creates new habitats for humans and animals and is viewed internationally as an excellent model. A description of the legal contexts is presented below, followed by an outline of the key features of the rehabilitation and the species conservation measures, as well as details about the implementation of these measures.

### 2 Lignite plan subplan 12/1 – Basis for rehabilitation

Planning for the Hambach opencast mine began at the end of the 1960s. An application to implement a lignite planning procedure

### 1 Einleitung

Der vor 40 Jahren aufgeschlossene Tagebau Hambach ist der leistungsstärkste Tagebau im Rheinischen Revier. Aktuell ist die Betriebsfläche rund 4300 ha groß. Aufgrund der Großräumigkeit des Tagebaus und des dynamischen Gewinnungsprozesses, also der ständigen Landinanspruchnahme und der fortlaufenden Wiedernutzbarmachung, ist auch die vorlaufende Durchführung von Artenschutzmaßnahmen wichtiger Bestandteil des Tagebaubetriebs. Die Rekultivierung im Rheinischen Revier schafft neuen Lebensraum für Mensch und Tier und gilt weltweit als vorbildlich. Nachfolgend werden, nach einer Darstellung der genehmigungsrechtlichen Zusammenhänge, die wesentlichen Merkmale der Wiedernutzbarmachung ebenso wie die Maßnahmen für den Artenschutz sowie deren Umsetzung vorgestellt.

### 2 Braunkohlenplan Teilplan 12/1 – Grundlage für die Wiedernutzbarmachung

Bereits Ende der 1960er-Jahre begannen die Planungen für den Tagebau Hambach. Anschließend erfolgte der Antrag auf Durchführung eines Braunkohlenplanverfahrens. In diesem Zusammenhang wurde am 29. November 1973 die Erarbeitung eines ökologischen Gutachtens angestoßen. Im Rahmen des 1977 abgeschlossenen Gutachtens wurde untersucht, „ob ein derartiger Eingriff in die Landschaft ohne nennenswerte landschaftsökologische und landschaftsgestalterische Nachteile möglich ist bzw. welche Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung nachteiliger Entwicklungen im Naturhaushalt und in der Gestalt der Landschaft vor, während und nach dem Abbau empfohlen werden“ [6].

Das „Ökologische Gutachten für den Tagebau Hambach“ bestand aus zehn Teilgutachten (u.a. „Geologie und Boden“, Geologisches Landesamt NRW, „Klima und Lufthygiene“, Dr. Horbert, „Vegetation“, Dr. Wedeck, „Forstwesen“, Aden, „Landwirtschaft“, Dr. Lauten, „Freilebende Tiere“, Prof. Ant, „Erholungsmöglichkeiten“, Dr. Rümmler) sowie einer zusammenfassenden Beurteilung „Landschaftsökologie“, Prof. Pflug.

In diesen Teilgutachten wurde auch die Qualität des Hambacher Forstes, u.a. als Lebensraum für zahlreiche Arten, untersucht und dokumentiert. Auf Basis dieser Untersuchungen wurden nach Beratungen im Braunkohlenausschuss einerseits eine Änderung des ursprünglichen Abbauvorhabens (Verkleinerung im Bereich des Stettericher Waldes) und andererseits verbindliche Vorgaben bzgl. umfangreicher Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen für den Bergbaubetrieb festgelegt (Richtlinien zum Braunkohlenteilplan 12/1).

Diese Vorgaben beinhalten Maßnahmen zum vorübergehenden Erhalt und zur zwischenzeitlichen Aufwertung der im Vorfeld des

Dr. HARALD MARX,  
RWE Power Aktiengesellschaft, Stütgenweg 2, 50935 Köln,  
Germany

Tel. +49 (0) 221-480-23111  
e-mail: harald.marx@rwe.com

Dipl.-Ing. BERND HOUBEN,  
RWE Power Aktiengesellschaft, Am Tagebau, 52382 Niederzier,  
Germany

Tel. +49 (0) 2428-950-51000  
e-mail: bernd.houben@rwe.com

Dipl.-Ing. DANIEL SUTTER,  
RWE Power Aktiengesellschaft, Am Tagebau, 52382 Niederzier,  
Germany

Tel. +49 (0) 2428-950-51400  
e-mail: daniel.sutter@rwe.com

Dr. BERNHARD GOYMANN,  
RWE Power Aktiengesellschaft, Stütgenweg 2, 50935 Köln,  
Germany

Tel. +49 (0) 221-480-20050  
e-mail: bernhard.goymann@rwe.com

Dipl.-Ing. GREGOR EBER,  
RWE Power Aktiengesellschaft, Stütgenweg 2, 50935 Köln,  
Germany

Tel. +49 (0) 221-480-22185  
e-mail: gregor.esser@rwe.com

was then submitted. As part of this, work began on an ecological evaluation on 29 November 1973. The evaluation, which was completed in 1977, investigated “whether this type of interference in the landscape is possible without a significant detriment to the ecology and shape of the landscape, and which measures are to be recommended for the reduction or abatement of detrimental developments in the ecosystem and in the shape of the landscape before, during and after mining” [6].

The “Ecological evaluation for the Hambach opencast mine” comprised ten sub-evaluations (including “Geology and Soil”, North Rhine-Westphalia Geological State Office; “Climate and Air Hygiene”, Dr Horbert; “Vegetation”, Dr Wedeck; “Forestry”, Aden; “Agriculture”, Dr Lauten; “Wildlife Animals”, Prof. Ant; “Recreational Opportunities”, Dr Rümmler). It also included a summary assessment entitled “Landscape Ecology” by Prof. Pflug.

Among other aspects, the quality of Hambach forest as a habitat for numerous species was also investigated and documented in these sub-evaluations. Based on these investigations and following discussions in the Lignite Committee, two things were determined. The first was a change to the original mining project (a reduction in the area of Stetternich forest) and the second was the introduction of binding specifications regarding comprehensive abatement and compensatory measures for mine operators (directives for the lignite subplan 12/1).

These specifications contain measures for the temporary preservation and the interim upgrading of the forest areas in the future mining field of the opencast mine, measures for the rehabilitation of the mining area and for the design and maintenance of the Sophienhöhe outside dump. Finally, they also included measures outside the mining area from the outset. These specifications applied to the previous mining process and still apply because until the end of the opencast mining project, it remains the case that consideration must be given to the legally-binding lignite plan when issuing licences and approvals.

Detrimental impacts on the flora and fauna are abated and compensated for in particular by retaining the Hambach forest areas in the mining area for as long as possible until the land is gradually claimed for mining purposes and by optimizing them through targeted maintenance and development. The groundwork for this has already been laid out in “Utilization and design plan for forest areas affected in the Hambach opencast mine area”, which was compiled in accordance with the directives for subplan 12/1 – Hambach (Section 4.3). This took into account the fact that the largely North-South direction of the mining process will gradually reduce the size of the section of forest in the mining area and will consequently reduce its suitability as a habitat, which will result in the fauna living in each of the affected forest areas being displaced to forest areas further south. However, this fauna will discover a sufficient and suitable new habitat in the optimized forest areas.

As the fauna will ultimately be driven away from the pre-mining area during the development of the opencast mine, the mine operators were instructed, among other things, to keep forest areas outside the mining terrain as regeneration cells “for the protection of species worthy of conservation”, and to establish new forest areas as part of the rehabilitation. These areas will be connected to the regeneration cells for the purposes of repopulation. The planning authorities and experts compiled their reports on the basis that:

- the forest areas in the future mining field have sufficient potential to take in displaced fauna,
- due to the enhancements to the areas beyond the limits of the old forest areas in the mining area, the fauna will find a new habitat to which it can migrate,
- rehabilitated areas with a large forest stand can be repopulated.

The boundaries of the opencast mine and the key specifications of the rehabilitation were determined on this basis. This resulted in

Tagebaus gelegenen Waldflächen, Maßnahmen für die Wiedernutzbarmachung des Abbaugesbietes und die Gestaltung und Pflege der Außenkippe Sophienhöhe und schlossen schließlich auch Maßnahmen außerhalb des Abbaugesbietes von vorneherein ein. Diese Vorgaben galten für das bisherige Abbaugeschehen und gelten über den verbindlichen Braunkohlenplan und dessen zwingender Beachtung bei zu erteilenden Zulassungen und Genehmigungen auch weiterhin bis zum Ende des Tagebauvorhabens.

Nachteilige Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt werden auch dadurch gemindert und ausgeglichen, dass die Flächen des Hambacher Forstes im Abbaugesbiet möglichst lange bis zur sukzessiven bergbaulichen Inanspruchnahme erhalten bleiben und durch eine gezielte Pflege und Entwicklung optimiert werden. Schon im „forstlichen Nutzungs- und Gestaltungsplan für die im Bereich des Tagebaus Hambach betroffenen Waldgebiete“, der gemäß den Richtlinien zum Teilplan 12/1 – Hambach zu erarbeiten war (Ziffer 4.3), sind hierfür die Grundlagen gelegt worden. Damit wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass sich der Waldanteil im Abbaugesbiet und damit auch dessen Lebensraumeignung durch das etwa in Nord-Süd-Richtung geführte Abbaugeschehen sukzessive verringert und als Folge die im jeweils betroffenen Waldbereich lebenden Tiere in die weiter südlich gelegenen Waldflächen verdrängt werden. In den optimierten Waldflächen finden diese Tiere jedoch ein ausreichendes und geeignetes Lebensraumangebot vor.

Da im Zuge der Tagebauentwicklung letztlich ein Ausweichen der Tiere aus dem Tagebauvorfeld erfolgen wird, wurde dem Bergbautreibenden u.a. aufgegeben, außerhalb des Abbaufelds liegende Waldflächen „zur Sicherung der schützenswerten Arten“ als Regenerationszellen zu erhalten und im Zuge der Wiedernutzbarmachung neue Waldflächen zu begründen, die zum Zweck einer Wiederbesiedlung in Kontakt zu den Regenerationszellen stehen sollen. Die Planungsträger und Gutachter haben in ihren Ausführungen zugrunde gelegt,

- dass die im Vorfeld liegenden Waldflächen über ausreichendes Potenzial für die Aufnahme verdrängter Tiere verfügen,
- dass die Tiere über die Aufwertung außerhalb der Abbaufäche liegender Altwaldflächen neuen Lebensraum finden und dorthin ausweichen können und
- dass eine Rückbesiedlung der mit großem Forstbestand wiedernutzbarmachten Flächen erfolgen kann.

Auf dieser Basis sind die Grenzen des Tagebaus und die wesentlichen Vorgaben der Wiedernutzbarmachung festgelegt worden. So umfasst der Tagebau Hambach einschließlich der Fläche für die Außenkippe (Sophienhöhe) eine Gesamtfläche von rd. 8500 ha. Für die Wiedernutzbarmachung wurden im Teilplan 12/1 Räume festgelegt, die gewährleisten, dass mindestens 1000 ha landwirtschaftlich wiedernutzbar gemacht werden, der Tagebausee

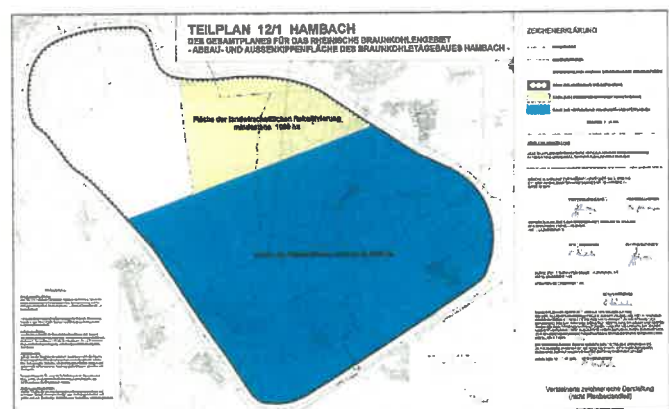


Fig. 1: Hambach subplan 12/1 – graphical representation  
Abb. 1: Teilplan 12/1 Hambach – zeichnerische Darstellung

the Hambach opencast mine covering a total area of around 8500 hectares, including the area for the outside dump (Sophienhöhe). Spaces for rehabilitation have been determined in subplan 12/1. These spaces ensure that there will be at least 1000 hectares of reusable agricultural land, that the opencast mine lake will occupy a maximum of 4000 hectares and that the remaining area, approximately 3500 hectares, will be re-cultivated into forest (Figure 1).

The legality of the project has been subject to judicial review several times in the past. At the end of 2017, the Cologne Administrative Court rejected a suit filed by Friends of the Earth Germany (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) against the licences for the 2015-2017 main operating plan and the third master operating plan, thus confirming the licences for the operating plans. In its opinion, the Cologne Administrative Court focussed on the points below and confirmed that:

- The rest of Hambach forest does not represent a “potential” FFH (fauna-flora habitat) area.
- FFH areas outside the opencast mine are not affected.
- Despite the appearance of the middle spotted woodpecker, Hambach forest is not in fact a bird sanctuary.

### 3 Forest recultivation

The specifications for forest recultivation determined in the lignite plan, supplemented by measures in the environment surrounding the opencast mine and other rehabilitation activities, represent ecological compensation for the interference in nature and the landscape resulting from the project. As a voluntary agreement, the trees used will almost exclusively be species that belong to the potential natural vegetation. In this way, the recultivation will lead to the development of natural, environmentally appropriate forest communities. Previously, over 40 % of Hambach forest was home to environmentally inappropriate areas of pine forest. Today, only a maximum of 10 % of the trees used in the recultivation project are not native species. Species such as Douglas fir, pine, red oak, chestnut and walnut are also used but only in very small proportions to enrich the landscape and to promote biodiversity

eine max. Fläche von 4000 ha einnehmen wird und die übrige Flächen, also rund 3500 ha, forstwirtschaftlich rekultiviert werden (Abbildung 1).

Die Rechtmäßigkeit des Vorhabens wurde in der Vergangenheit mehrfach gerichtlich überprüft. Zuletzt hat das Verwaltungsgericht Köln Ende 2017 eine Klage des BUND gegen die Zulassungen für den Hauptbetriebsplan 2015-2017 und den 3. Rahmenbetriebsplan abgewiesen und somit die Zulassungen der Betriebspläne bestätigt. In der Urteilsbegründung hat das VG Köln u.a. nachfolgende Punkte ausgeführt und bestätigt:

- Die Reste des Hambacher Forstes stellen kein „potenzielles“ FFH-Gebiet dar.
- Außerhalb des Tagebaus liegende FFH-Gebiete werden nicht beeinträchtigt.
- Beim Hambacher Forst handelt es sich trotz des Vorkommens des Mittelspechts nicht um ein faktisches Vogelschutzgebiet.

### 3 Forstliche Rekultivierung

Die im Braunkohlenplan festgelegten Vorgaben zur forstlichen Rekultivierung stellen, ergänzt um Maßnahmen im Umfeld des Tagebaus und die sonstige Wiedernutzbarmachung, den landschaftsökologischen Ausgleich für den vorhabenbezogenen Eingriff in Natur und Landschaft dar. Hierbei werden selbstverpflichtend fast ausschließlich Baumarten der potenziell natürlichen Vegetation verwendet. Auf diese Weise wird in der Rekultivierung die Entwicklung naturnaher und standortgerechter Waldgesellschaften realisiert. Im Gegensatz zu den im Hambacher Forst früher vorhandenen über 40 % nicht-standortgerechter Nadelforstflächen werden in der Rekultivierung heute nur noch maximal 10 % nicht-standortheimischer Gehölze verwendet. Arten wie Douglasie, Kiefer, Roteiche, Esskastanie oder Walnuss werden dabei nur mit sehr geringen Flächenanteilen und zur Anreicherung des Landschaftsbildes und zur Förderung der Biodiversität verwendet (Abbildung 2). Gleiches gilt für die Etablierung botanischer Besonderheiten, zu denen u.a. vom Aussterben bedrohte Arten zählen (z.B. Mehlbeere).

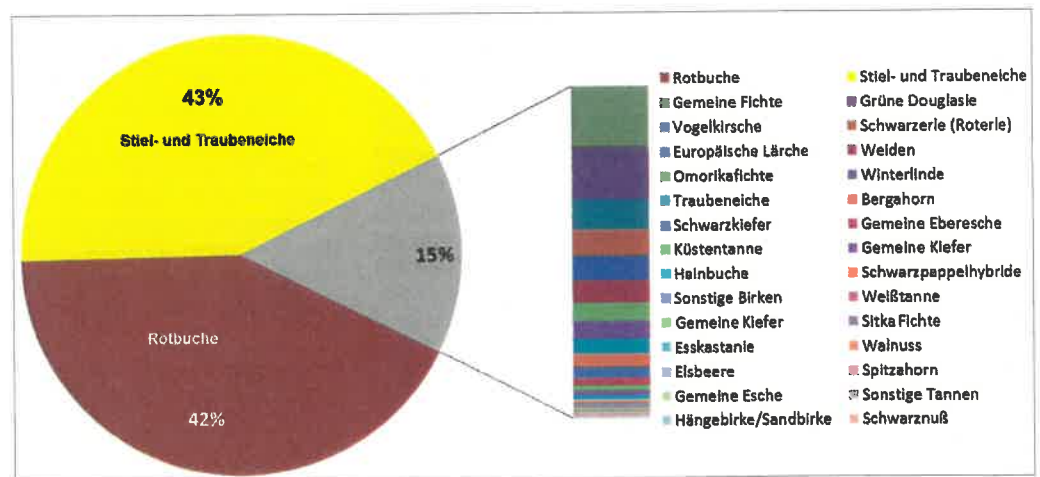


Fig. 2: Use of different species of tree to increase biodiversity  
 Abb. 2: Einsatz verschiedener Gehölzarten zur Erhöhung der Biodiversität

(Figure 2). The same applies to establishing botanical rarities, including species threatened by extinction (for example whitebeam).

#### 3.1 Development of forest areas over time

During recultivation, the forest consists of a vast range of habitats depending on its age. At the point of afforestation, the young forest is more akin to grassland and tall forb communities and therefore supports the species that are dependent on these communities. Climax communities such as the beech forest, however, can in fact also be very species-poor. Nevertheless, they offer a habitat to important specialists, such as woodpeckers. With the ongo-

#### 3.1 Zeitliche Entwicklung der Waldflächen

Wald besteht in der Rekultivierung altersbedingt aus unterschiedlichsten Lebensräumen. Während der junge Wald zum Zeitpunkt seiner Aufforstung eher Wiesen- und Hochstaudenfluren entspricht und damit die daran gebundenen Arten fördert, können Klimaxgesellschaften, wie z.B. der Buchen-Hallenwald, durchaus auch sehr artenarm sein. Dennoch bieten sie wichtigen Spezialisten, wie den Spechten, einen Lebensraum. Mit der fortlaufenden forstwirtschaftlichen Rekultivierung sind im Rheinischen Revier inzwischen, mit Ausnahme der sehr alten Wälder (über 100 Jahre), alle Waldaltersgruppen in unterschiedlicher Zusammensetzung

ing forest recultivation in the Rhenish mining area, all ages of forest – apart from very old forests (over 100 years old) – are now represented in differing proportions. In the Hambach opencast mine, the oldest populations are almost 40 years old.

Young sites are supported in their development, for example, by ant resettlements, by the introduction of deadwood as a habitat and as a vertical structure, as well as by the use of forest soil to distribute the seeds it contains. The initial range of species will transform over the years that follow and will adapt to the tree-to-tree competition and the pressure to avoid shade. The preservation of wide borders and staggered forest edges as part of the forest maintenance measures helps to ensure that biological diversity is conserved and supplemented with specialized species.

The middle-aged forest is suitable for supporting much of the typical forest bird population. The populations in this silvicultural situation are also used for the resettlement of hazel dormice caught in the forest areas in the future mining field of the opencast mine. The optimal design of the forest edge and shrub structures enables this species to reproduce in the recultivation project, where it achieves extraordinarily high population densities.

Investigations of the oldest forest areas in the forest and lake district of the southern mining area between Brühl and Erftstadt-Liblar show that these recultivated habitats are also being accepted by the specialized species that are dependent on the old forest. For example, all of the woodpecker species that could potentially appear in the Lower Rhine Bay have been found nesting here [2]. And all conceivable species of bat in this natural environment are also using these forests as their habitat again [5]. Even just the appearance of these demanding indicator species demonstrates that the forest habitat in the recultivated landscape will reassume its full ecological properties after 80 years. This is therefore also to be expected for the recultivation in the Hambach opencast mine area, where over the last 40 years, approximately 10 million trees have been planted and over 1500 hectares of forest have already been restored (Figure 4).

The entire Sophienhöhe is covered with a network of trenches and stretches of water. Alongside their drainage function, the waters are also of high ecological value as a habitat and a refuge. Countless flora and fauna are dependent on these aquatic or amphibian areas, be it for reproduction (for example, in the case of amphibians and many insects), as a habitat (as is the case for fishes and aquatic plants) or as a water source in periods of drought. Furthermore, the communities in these stretches of water serve as a source of food for a range of other animals (such as grey herons or cormorants).

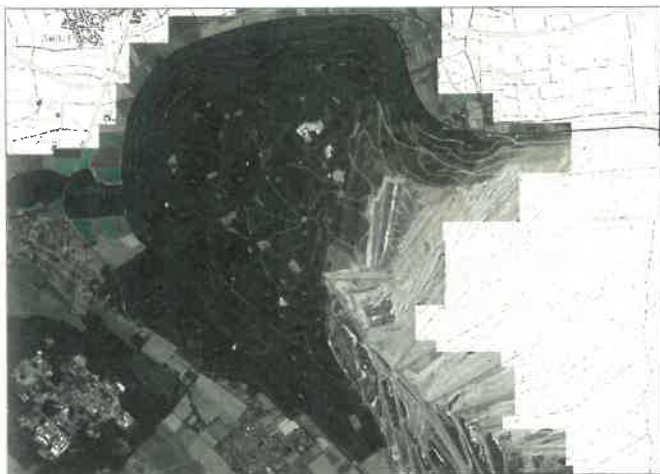


Fig. 4: Steady continuation of the Hambach opencast mine recultivation project

Abb. 4: Kontinuierliche Fortführung der Rekultivierung im Tagebau Hambach



Fig. 3: Hazel dormouse in the recultivation project

Abb. 3: Haselmaus in der Rekultivierung

entstanden. Im Tagebau Hambach sind die ältesten Bestände fast 40 Jahre alt.

Junge Standorte werden z.B. durch Ameisenumsiedlungen, das Einbringen von Totholz als Habitat- und als Vertikalstruktur sowie durch Waldbodeneintrag zur Verbreitung der hier vorhandenen Samen in ihrer Entwicklung unterstützt. Das anfängliche Artenspektrum wandelt sich in den Folgejahren und passt sich der Gehölzkonzurrenz und dem Beschattungsdruck an. Die Erhaltung breiter Säume und gestufter Waldränder im Rahmen der forstlichen Pflegemaßnahmen trägt dazu bei, die Artenvielfalt zu erhalten und durch spezialisierte Arten zu ergänzen.

Der mittelalte Wald ist geeignet, einen Großteil des typischen Waldvogelvorkommens aufzunehmen. In diesem waldbaulichen Zustand werden die Bestände auch für die Umsiedlung der im Vorfeld des Tagebaus abgefangenen Haselmäuse genutzt. Aufgrund der hier optimal ausgeprägten Waldrand- und Strauchstrukturen vermehrt sich diese Art in der Rekultivierung und erreicht dort außergewöhnlich hohe Dichten (Abbildung 3).

Untersuchungen der ältesten Waldbereiche im Wald-Seengebiet des Südreivers zwischen Brühl und Erftstadt-Liblar zeigen, dass diese rekultivierten Lebensräume auch von den spezialisierten altwaldgebundenen Arten angenommen werden. So sind z.B. alle in der Niederrheinischen Bucht potenziell vorkommenden Spechtarten hier als Brutvögel nachgewiesen [2]. Und auch alle im Naturraum denkbaren Fledermäuse nutzen diese Wälder wieder als ihren Lebensraum [5]. Gerade das Vorkommen dieser anspruchsvollen Leitarten dokumentiert, dass der Lebensraum Wald in der rekultivierten Landschaft nach 80 Jahren wieder seine vollständigen ökologischen Eigenschaften übernimmt. Dies ist somit auch für die Rekultivierung im Bereich des Tagebaus Hambach zu erwarten, wo in den letzten 40 Jahren rund 10 Mio. Bäume gepflanzt und bereits über 1500 ha Wald wiederhergestellt wurden (Abbildung 4).

Die gesamte Sophienhöhe ist dabei mit einem Netz aus Gräben und Gewässern überzogen. Neben ihrer Entwässerungsfunktion stellen die Gewässer einen hohen ökologischen Wert als Lebensraum und Rückzugsort dar. Etliche Pflanzen und Tiere sind auf diese aquatischen oder amphibischen Bereiche angewiesen; sei es zur Reproduktion (z.B. bei Amphibien und vielen Insekten), als Lebensraum (z.B. bei Fischen und Wasserpflanzen) oder auch als Wasserquelle in Zeiten der Trockenheit. Des Weiteren bilden die Lebensgemeinschaften der Gewässer für eine Reihe weiterer Tiere eine Nahrungsquelle (z.B. Graureiher oder Kormorane).

### 3.2 Sonderflächen

Zur Förderung der Biodiversität werden innerhalb der forstlichen Rekultivierung auch Sonderstandorte hergestellt [1]. Dazu werden



Fig. 5: Special biotopes enrich classic recultivation

Abb. 5: Sonderbiotope bereichern die klassische Rekultivierung

### 3.2 Special areas

To promote biodiversity, special sites are also created within the forest recultivation area [1]. This is done using substrates such as clay, tertiary sand and gravel from the geological subsoil of the mining site. They are either dumped to form a surface or integrated during special operations. Furthermore, these kinds of special sites can also be initiated on a small scale, for example, by forming a particularly steep slope [4].

Extreme or special biotopes in Hambach’s forest recultivation project generally tend to be established on a small scale, although they are of great significance in terms of biodiversity. Investigations by the recultivation research centre from 2016 prove that extreme biotopes can be designated as “biodiversity hotspots” due to their abundance of species and their extremely high densities of very rare species of flora and fauna (Figure 5). The dumping of the near-surface substrates as part of the recultivation process has already laid the foundations for these kinds of biotopes to be developed sustainably. The dumping of sand and clay on the Sophienhöhe has resulted in some particularly successful examples of this. Special sites are areas that are extremely wet or extremely dry, particularly steep and south-facing or low in nutrients. Species such as natterjack toads and green toads, sand lizards, blue-winged grasshoppers and bee-eaters gather here [4].

### 3.3 Case study: The Goldene Aue

As part of the surface design, a trough with an area of approximately 50 hectares was created and continues to be expanded by the gradual opencast mining progress (Figure 6). A curving body of water runs through the core of the 50-hectare trough. Rounded, trough-shaped pits and in-pit drops with a water depth of at least 80 cm have been dug into this body of water to enable amphibians to hibernate in frost-free conditions. As such, wet-dry trench sections alternate with areas of still water.

The first step when creating the 50-hectare trough is for a spreader to backfill the so-called substructure with sterile material, with the



Fig. 6: The Goldene Aue – open landscape with wet-dry trench sections and areas of still water

Abb. 6: Goldene Aue – Offenlandbereich mit wechselfeuchten Grabenabschnitten und Stillwasserbereichen

Substrate, wie z.B. Ton, tertiärer Sand und Kies, aus dem geologischen Untergrund der Abbauseite verwendet und als Oberfläche verkippt oder im Sonderbetrieb eingebaut. Darüber hinaus kann die Gestaltung solcher Sonderstandorte auch kleinräumig, z.B. durch die Ausformung eines besonders steilen Reliefs, initiiert werden [4].

Extrem- oder Sonderbiotope in der forstlichen Rekultivierung Hambach werden in der Regel eher kleinflächig eingerichtet, haben in Bezug auf die biologische Vielfalt aber eine außergewöhnlich hohe Bedeutung. Untersuchungen der Forschungsstelle Rekultivierung aus dem Jahr 2016 belegen, dass Extrembiotope aufgrund ihrer besonderen Artenfülle und ihrer außergewöhnlich hohen Dichte an sehr seltenen Tier- und Pflanzenarten als „Hot Spots der Artenvielfalt“ bezeichnet werden können (Abbildung 5). Bereits bei der Verkipfung der oberflächennahen Substrate wurde hier im Zuge des Rekultivierungsprozesses die Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung solcher Biotope geschaffen. Einige besonders gelungene Beispiele sind durch Ton- und Sandverkipnungen auf der Sophienhöhe entstanden. Die Sonderstandorte gelten in den Extrembereichen nass/trocken, besonders steil und südexponiert oder auch nährstoffarm. Hier finden sich Arten wie Kreuz- und Wechselkröte, Zauneidechse, Blauflügelige Ödlandschrecke oder Bienenfresser ein [4].

### 3.3 Beispiel Goldene Aue

Im Rahmen der Oberflächengestaltung wurde und wird sukzessive mit dem Tagebaufortschritt eine ca. 50 ha große Mulde angelegt (Abbildung 6). In ihrem Tiefsten wird die 50 ha Mulde von einem geschwungen verlaufendem Gewässer durchzogen, welches stellenweise mit einer muldenförmig ausgerundeter Sohle und Sohlabsenkungen mit einer Wassertiefe von mindestens 80 cm zur frostfreien Überwinterung von Amphibien ausgestattet ist. Hierdurch wechseln sich wechselfeuchte Grabenabschnitte mit Stillwasserbereichen ab.

Bei der Erstellung der 50 ha Mulde wird zunächst mit einem Absetzer mit Hilfe von GPS der sogenannte Unterbau aus sterilem Material angeschüttet. Diese Basis wird mittels Hilfsgeräten planiert und vorprofiliert. Für die späteren Feuchtbereiche der 50 ha Mulde wird speziell hierzu im Sonderbetrieb gewonnener Ton aus dem Tagebau angefahren und von einem Bagger in einer Mächtigkeit von ca. 0,8 m verteilt. Es folgt ein anschließendes Planieren und Verdichten der Tonschicht auf 0,5 m Mächtigkeit. Zum Abschluss wird die fertige Oberfläche aus zuvor in der Nähe deponiertem Forstkies modelliert. Dieser schützt die Tonschicht vor Austrocknung und Rissbildung und bietet den zukünftigen Pflanzen Nährstoffe und Verwurzelungsmöglichkeiten. Die vorgegebenen Höhen des fertigen Geländes werden per GPS kontrolliert. Um in diesen Bereichen eine Verdichtung zu vermeiden, ist die Raupe mit einem Moorfahrwerk ausgestattet. Die wasserstauende Schicht der zukünftigen Feuchtbereiche des Muldentiefsten hingegen wird noch mit einer Vibrationswalze abgewalzt. Auf diese Weise wird in kürzester Zeit eine Bergbaufolgelandschaft mit einer hohen Qualität erstellt, die sehr ähnliche Eigenschaften wie eine in Jahrtausenden auf natürliche Weise durch Sedimentation entstandene Landschaft aufweist.

Im Folgenden werden die als Grünland vorgesehenen Abschnitte durch eine „Mahdgutübertragung“ begrünt. So werden besonders

help of GPS. This foundation is levelled and pre-profiled using auxiliary equipment. Clay is extracted from the opencast mine in special operations, specifically for use in the wet areas that are to be established in the 50-hectare trench. The clay is distributed in a thickness of approximately 0.8 m by an excavator. The layer of clay is then levelled and compressed to a thickness of 0.5 m. Finally, the finished surface is modelled using sand and gravel that had previously been dumped nearby. This protects the layer of clay from drying out and from the formation of cracks. It also provides future plants with nutrients and somewhere to take root. The specified heights of the finished terrain are monitored by GPS. To do this, the bulldozer is equipped with a moor chassis because compressing the subsoil is undesirable at this point. By contrast, the impermeable layer of the planned wet areas at the deepest point in the trough is still shifted with a vibrating roller. In this way, a high-quality post-mine landscape that has very similar properties to a landscape created naturally by sedimentation over thousands of years can be created in a short period of time.

The sections designated as grassland are then planted using the 'Heudrush' method. Flower-rich areas will be created here. Wet areas and smaller bodies of water form in the trough's hollows due to precipitation. A rich variety of creatures is to be expected here, including amphibians, insects, countless small animals and aquatic and marsh plants. Shortly after completion, every area of this body of water, which was designed to have a near-natural look, will have been populated independently.

### 3.4 Quality assurance in the recultivation project

Technical directives and administrative circulars must, of course, be observed during the technical implementation of the rehabilitation. These include "The mining authority directives for the agricultural recultivation of opencast lignite mines" and for the forest, the directives for "Forest rehabilitation of opencast lignite mines". However, the recultivation project is more than just an operational implementation of measures. It is also the "life's work" of many of the employees involved. As such, the continuous further development of the recultivation project, which involves receiving support from scientists and considering an ever-growing number of fundamental external factors (for example, the protection of insects is far more important today than it was 40 years ago), is still an important objective of the opencast mine and the employees who contribute to it.

The recultivation research centre has also been researching and documenting the ecological, silvicultural and pedological developments in the recultivation area as part of a comprehensive accompanying research project. This project consistently provides numerous new insights about how recultivated landscapes can be better designed, in other words, designed in an even more ecological and use-optimized way. Such insights therefore flow directly into daily operations and the planning of new recultivation areas. The research project accompanying the recultivation project at the Hambach opencast mine has also generated numerous approaches for the continuous optimization of recultivation measures. Thus the recultivation in the Rhenish mining area represents a learning process spanning around 100 years and the insights it gains are of great interest for many other areas in landscape planning, for nature conservation and for agriculture and forestry.

Alongside the implementation of specific measures for species and nature conservation, the consideration of use-oriented issues such as eco-friendly leisure and recreational usage is an integral part of the recultivation project. Among other outcomes, this has resulted in recreational concepts that protect the ecological functions of the recultivation project while at the same time enabling the new natural setting to be experienced.

Finally, the mining authorities are also focusing on explaining the recultivation landscape and its processes. By attending specialist

blütenreiche Flächen entstehen. Als Folge von Niederschlägen bilden sich in den Muldenlagen vernässte Bereiche und Kleingewässer. Von Amphibien über Insekten und unzählige andere Kleintiere bis hin zu Wasser- und Sumpfpflanzen ist hier eine reiche Vielfalt an Lebewesen zu erwarten, die in kurzer Zeit nach Fertigstellung jeden Bereich dieses naturnah gestalteten Gewässers eigenständig besiedelt haben wird.

### 3.4 Qualitätssicherung der Rekultivierung

Bei der technischen Umsetzung der Wiedernutzbarmachung sind selbstverständlich technische Richtlinien/Rundverfügungen zu beachten. Dies sind u.a. „die bergbehördlichen Richtlinien für die landwirtschaftliche Rekultivierung von Braunkohletagebauen“ bzw. im Bereich des Forsts die Richtlinien zur „forstlichen Wiedernutzbarmachung von Braunkohletagebauen“. Die Rekultivierung ist jedoch nicht nur eine operative Umsetzung von Maßnahmen. Die Rekultivierung ist auch ein „Lebenswerk“ vieler der beteiligten Mitarbeiter/innen. Die ständige Weiterentwicklung der Rekultivierung mit wissenschaftlicher Begleitung und unter Berücksichtigung immer neuer grundsätzlicher äußerer Einflüsse – so hat z.B. der Insektenschutz heute einen völlig anderen Stellenwert als vor 40 Jahren – ist daher nach wie vor wichtiges Ziel des Tagebaus und der mitwirkenden Mitarbeiter/innen.

Auch die Forschungsstelle Rekultivierung erforscht und dokumentiert im Zuge einer umfangreichen Rekultivierungsbegleitforschung seit vielen Jahren die ökologischen, forstlichen und bodenkundlichen Entwicklungen in der Rekultivierung. Hieraus ergeben sich immer wieder zahlreiche Erkenntnisgewinne darüber, wie rekultivierte Landschaften noch besser, d.h. noch ökologischer und nutzungsoptimierter, gestaltet werden können. Solche Erkenntnisse fließen somit unmittelbar in das Tagesgeschäft und die Planung neuer Rekultivierungsbereiche ein. Auch für die Rekultivierung im Tagebau Hambach haben sich aus der Rekultivierungsbegleitforschung zahlreiche Ansätze zur stetigen Optimierung von Rekultivierungsmaßnahmen ergeben. Die Rekultivierung im Rheinischen Revier stellt somit seit rd. 100 Jahren einen Lernprozess dar, dessen Erkenntnisse auch für viele andere Bereiche der Landschaftsplanung, für den Naturschutz sowie für Land- und Forstwirtschaft von ganz besonderem Interesse sind (Abbildung 7).

Neben der Umsetzung konkreter Arten- und Naturschutzmaßnahmen gehört die Berücksichtigung nutzungsorientierter Themen,



Fig. 7: Existing scopes for designing habitats in the recultivation project support the increase in biodiversity

Abb. 7: In der Rekultivierung vorhandene Spielräume zur Gestaltung der Lebensräume unterstützen die Erhöhung der Biodiversität

excursions and environmental educational programmes, scientists and authorities as well as interested citizens can see and learn about how the post-opencast mine landscapes have developed over the decades.

#### 4 Species conservation and biodiversity

Alongside provisions that were already valid when the lignite plan was established, there have been changes in the area of species conservation in particular (especially the amendment to the German Federal Act for the Protection of Nature [Bundesnaturschutzgesetz] in 2007) so as not to endanger protected species of animals or single individuals of these species. The protection concerns the animals themselves, but also their breeding and resting grounds, as well as their feeding habitats. Ongoing projects and projects with prior approval must also fulfil the specifications.

In accordance with the provisions of the German Federal Act for the Protection of Nature, species conservation initially requires an assured prognosis of the project-related impacts. This means that a detailed survey of all protected species of animal in the project's area of impact must be carried out. The latest scientific discoveries in animal biology must be referred to in the subsequent evaluation of the impact the project will have on each individual species of animal. Finally, the required protection and abatement measures are determined.

The outcomes of the comprehensive survey of flora and fauna at the Hambach opencast mine included proof of 13 species of mammal protected by conservation law, 125 species of bird and three species of amphibian. This important list of protected species initially necessitated a comprehensive strategy in order to fulfil conservation law requirements. It was also necessary to develop a comprehensive approach in order to create replacement habitats for protected species.

#### Development and implementation of the conservation approach

The many species that are dependent on the old forest, such as woodpeckers and bats, make a complex conservation approach particularly necessary. This is because the old forest that has been used up cannot be simultaneously replaced by the recultivation, which is currently still young. As the southern mining area shows, the structures will only become comparable again once the reforested areas are approximately 80 to 100 years old. There are also structures of high ecological quality in the open areas and gravel pits in the future mining field, for which solutions needed to be found and were found.

In the second "master operating plan" area alone (scope until 2020), ten species of bat, the hazel dormouse, numerous bird species, three especially protected species of amphibian, natterjack toads, green toads and agile frogs were mapped. For a similarly high number of species of animal, it was assumed that they were still migrating to the mining area up until the opencast mine started operating. For this reason, they were also taken into consideration.

The vast majority of these species of animal will find a new habitat in the continuously growing recultivation area. However, a different solution was required for species that are dependent on the old forest. In 2005, the "Conservation of the existence of bats in the Hambach opencast mine areas and its surroundings" working group for rare bats was established and led by the responsible mining authority, which was the Arnsberg district government.

Together with the functionally responsible landscape authorities, representatives from agricultural and forest authorities as well as environmental groups, a comprehensive conservation approach was developed for the Hambach opencast mine (Figure 8). The

wie z.B. eine naturverträgliche Freizeit- und Erholungsnutzung, fest zur Rekultivierung. Hieraus ergeben sich u.a. Naherholungskonzepte, welche die ökologischen Funktionen der Rekultivierung auf der einen Seite schützen, gleichzeitig aber auch die Erlebbarkeit der neuen Natur ermöglichen.

Schließlich steht auch die Erklärung der Rekultivierungslandschaft und deren Prozesse im Fokus des Bergbautreibenden. Im Zuge von Fachexkursionen und umweltpädagogischen Programmen wird Wissenschaftler, Behörden aber auch interessierten Bürgern die über Jahrzehnte dauernde Entwicklung der Tagebaufolgelandschaften gezeigt und erklärt. Ganz aktuell wurde im Juli 2018 ein Naturerlebnispfad gestaltet und eröffnet (siehe [www.forschungsstellerekultivierung.de](http://www.forschungsstellerekultivierung.de)).

#### 4 Artenschutz und Biodiversität

Neben Regelungen, welche schon bei Aufstellung des Braunkohlenplans Gültigkeit hatten, haben sich insbesondere beim Artenschutz Änderungen ergeben (insbesondere Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes im Jahr 2007), um die Populationen geschützter Tierarten bzw. einzelne Individuen dieser Tierarten nicht zu gefährden. Der Schutz bezieht sich dabei auf die Tiere selbst, aber auch auf ihre Fortpflanzungs- und Ruhestätten sowie ihre Nahrungshabitate. Auch laufende bzw. bereits zugelassene Vorhaben müssen die Vorgaben erfüllen.

Der Artenschutz verlangt entsprechend den Regelungen im Bundesnaturschutzgesetz zunächst eine sichere Prognose der projektbedingten Auswirkungen. Somit muss eine detaillierte Bestandserhebung aller geschützten Tierarten im Auswirkungsbereich des Vorhabens durchgeführt werden. Für die anschließende Beurteilung, welche Auswirkungen das Vorhaben auf jede einzelne Tierart hat, muss auf aktuellste wissenschaftliche Erkenntnisse zur Biologie der Tiere zurückgegriffen werden. Schließlich werden erforderliche Schutz- und Minderungsmaßnahmen festgelegt.

Bei der umfassenden Bestandsaufnahme der Tier- und Pflanzenwelt im Tagebau Hambach gelang u.a. der Nachweis von 13 artenschutzrechtlich relevanten Säugetierarten, 125 Vogelarten und drei Amphibienarten. Dieses bedeutende Artenschutzinventar machte zunächst eine umfassende Strategie notwendig, um die artenschutzrechtlichen Anforderungen zu erfüllen. Auch musste ein umfangreiches Konzept entwickelt werden, um Ersatzlebensraum für die geschützten Arten zur Verfügung zu stellen.

#### Erarbeitung und Umsetzung des Maßnahmenkonzepts

Insbesondere die vielen an Altwald gebundenen Arten wie Spechte und Fledermäuse machen ein aufwendiges Schutzmaßnahmenkonzept erforderlich. Grund hierfür ist, dass der in Anspruch genommene Altwald nicht zeitgleich durch die heute noch junge Rekultivierung ersetzt werden kann. Erst ab einem Alter von ca. 80 bis 100 Jahren stellen sich, wie die Aufforstungen im Südevier zeigen, wieder vergleichbare Strukturen ein. Aber auch in den offenen Flächen und den Kiesgruben im Abbauvorfeld finden sich ökologisch hochwertige Strukturen, für die Lösungen gefunden werden mussten und gefunden wurden.

Außerdem im Bereich des sogenannten 2. Rahmenbetriebsplans (Geltungsbereich bis 2020) wurden zehn Fledermausarten, die Haselmaus, zahlreiche Vogelarten und drei besonders geschützte Amphibienarten, die Kreuz- und die Wechselkröte sowie der Springfrosch, kartiert. Bei einer ähnlich hohen Zahl an Tierarten wurde unterstellt, dass sie bis zur Inanspruchnahme des Tagebaus noch in das Abbaugebiet einwandern. Sie wurden daher ebenfalls berücksichtigt.

Der überwiegende Teil dieser Tierarten findet einen neuen Lebensraum in der ständig wachsenden Rekultivierung. Für die Arten, die an den Altwald gebunden sind, musste jedoch eine andere



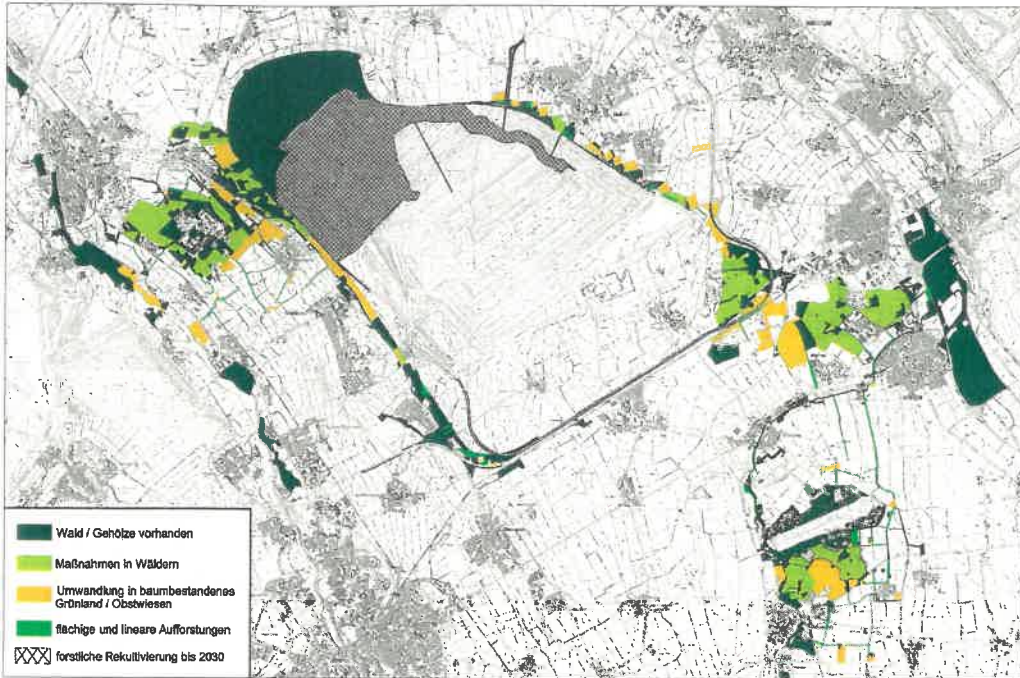


Fig. 8:  
Measures for the species conservation approach

Abb. 8:  
Maßnahmen des Artenschutzkonzeptes

commissioned experts used the species known as Bechstein's bat as an "indicator species" with which to orientate themselves. This species places particularly high demands on its habitat, so it requires the broadest scope of compensatory measures. The conservation areas needed for Bechstein's bat were and continue to be so multifunctional in their design that they form a habitat for many other protected species of animal.

A core component of the species conservation approach [3] is the protection and upgrading of approximately 800 hectares of old forest areas located in the surroundings of the Hambach opencast mine. Another component is the additional ecological restructuring of approximately 600 hectares of agricultural land. These areas will act as an additional food source for the bats and other animals (see Figures 8 and 9 for approach and conservation components). In many places, the planting of trees or smaller groups of trees has already created a half-open "park, meadow and pasture landscape". The livestock that graze extensively in the meadow areas attract insects, which in turn provide food for the bats.

The large conservation areas for this approach are connected to one another by comprehensive networking structures, which have an area of approximately 100 hectares. These grass verges, which are approximately 20 to 30 m wide, ensure that the individual conservation areas result in the emergence of an effective overall approach that extends across the entire region.

Two green bridges were also built over the A 4 and A 61 motorways (Figure 10) and a "green underpass" was built under the B 477 (a main road). These new networking structures are used in particular by the bats. The structures provide them with orientation, so they can explore new habitats outside the mining area independently.



Fig. 9: Measures for the species conservation approach (half-open pasture landscapes, linear structures, old forest conservation)

Abb. 9: Bestandteile des Artenschutzkonzeptes (halboffene Weidelandschaften, lineare Strukturen, Altwaldmaßnahmen)

Lösung gefunden werden. So wurde im Hinblick auf die seltenen Fledermäuse bereits im Jahr 2005 der Arbeitskreis „Bewahrung der Vorkommen von Fledermäusen im Bereich des Tagebaus Hambach und seinem Umfeld“, unter der Leitung der Bezirksregierung Arnsberg als zuständiger Bergbehörde, eingerichtet.

Gemeinsam mit den fachlich zuständigen Landschaftsbehörden, Vertretern von Landwirtschaft und Forstbehörden sowie der Umweltverbände wurde ein umfangreiches Schutzmaßnahmenkonzept für den Tagebau Hambach entwickelt (Abbildung 8). Die beauftragten Fachgutachter orientierten sich dabei an der Bechsteinfledermaus als sogenannter Leitart. Sie hat besonders hohe Ansprüche an ihren Lebensraum, so dass sie zum größten Umfang an Ausgleichsmaßnahmen führt. Die für die Bechsteinfledermaus benötigten Maßnahmenflächen wurden und werden jedoch so multifunktional ausgestaltet, dass sie gleichzeitig einen Lebensraum für viele andere geschützte Tierarten bilden.

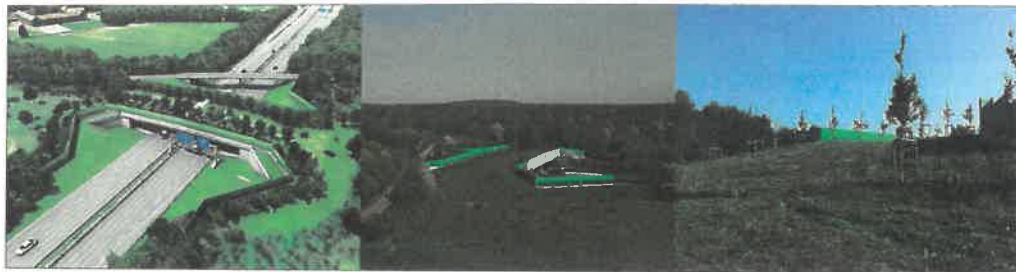
Kernbestandteil des Artenschutzkonzeptes [3] ist die Sicherung und Aufwertung von Altwaldbereichen in einem Umfang von rund 800 ha, die sich im Umfeld des Tagebaus Hambach befinden. Ein weiterer Bestandteil ist die zusätzliche ökologische Umgestaltung von rund 600 ha landwirtschaftlichen Flächen. Diese Flächen werden den Fledermäusen und anderen Tieren als zusätzlicher Nahrungslebensraum dienen (Konzept und Maßnahmenbestandteile s. Abbildungen 8 und 9). Durch die Anpflanzung von Bäumen oder kleineren Gehölzgruppen ist an vielen Stellen schon eine halboffene „Park- Wiesen- und Weidelandschaft“ entstanden. Durch eine extensive Beweidung der Wiesenflächen mit Nutztieren werden Insekten angelockt, die wiederum den Fledermäusen als Nahrung dienen.

Die großen Maßnahmenflächen des Konzepts werden untereinander mit ca. 100 ha umfassenden Vernetzungsstrukturen verbunden. Diese rund 20 bis 30 m breiten Grünstreifen stellen sicher, dass aus den einzelnen Maßnahmenflächen ein wirkungsvolles Gesamtkonzept entsteht, das sich über die gesamte Region erstreckt.

Zusätzlich wurden zwei Grünbrücken über die Autobahnen A 4 und A 61 (Abbildung 10) sowie eine Grünunterführung unter der Bundesstraße B 477 gebaut. Diese neuen Vernetzungsstrukturen werden insbesondere von den Fledermäusen zur Orientierung genutzt, um sich selbständig neue Lebensräume außerhalb des Abbaubereichs zu erschließen.

Fig. 10:  
Green bridge over the A 61 (model  
and implementation)

Abb. 10:  
Grünbrücke über die Autobahn  
A 61 (Modell und Realisierung)



Most of the conservation approach has already been implemented. An initial investigation of the networking structures that have been created showed that they had already been accepted by the bats after approximately two years.

In addition to these measures, hazel dormice are being caught in Hambach forest and moved to Sophienhöhe and other locations. The same applies to the amphibians (such as agile frogs, natterjack toads and green toads) that are found in the pre-mining area. They are finding new homes in the surrounding biotopes.

Despite the large cost and additional challenges for the landowners involved, the conservation measures are both justified and necessary. These days, a major project such as the Hambach opencast mine can only be continued with legal certainty if it has an effective, comprehensive and expert-approved species conservation approach.

## 5 Conclusion and summary

The essential foundations for minimizing and compensating for the interference in nature and the landscape were put in place in the lignite planning procedure for the Hambach opencast mine. Later in the process, as a result of amendments to the German Federal Act for the Protection of Nature, additional measures were developed for the conservation of species. The implementation of conservation measures and rehabilitation is of such high quality that it is internationally recognized and viewed as an excellent model. Due to the long history of forest recultivation in the Rhenish mining area and the compelling results of this work – especially regarding the level of biodiversity achieved – there are no longer any doubts regarding the sustainable quality of the rehabilitation. The strict requirements for species conservation at the Hambach opencast mine are also being fulfilled. The close and intensive cooperation between the authorities, experts, the 'Bat working group', the recultivation research centre and other stakeholders has contributed to the internationally recognized successes in the areas of recultivation and species conservation. This cooperation, which is often interdisciplinary, will also remain in place in order to compensate for interference in the ecology and shape of the landscape as a result of mining – in keeping with the ecological evaluation for Hambach subplan 12/1.

Das Artenschutzkonzept ist bereits größtenteils umgesetzt. Eine erste Untersuchung der angelegten Vernetzungsstrukturen zeigte, dass die Strukturen bereits nach ca. zwei Jahren von den Fledermäusen angenommen wurden.

In Ergänzung hierzu werden Haselmäuse im Hambacher Forst abgefangen und u.a. zur Sophienhöhe umgesetzt. Gleiches gilt für die Amphibienvorkommen (u.a. Springfrosch, Kreuzkröte und Wechselkröte) im Tagebauvorfeld, die in umliegenden Biotopen eine neue Heimat finden.

Trotz des großen Aufwands und der zusätzlichen Belastungen für die betroffenen Grundeigentümer sind die Schutzmaßnahmen gerechtfertigt und auch erforderlich. Ein Großprojekt wie der Tagebau Hambach kann heute nur mit einem wirksamen, umfassenden und fachgutachterlich bestätigten Artenschutzkonzept rechtssicher fortgeführt werden.

## 5 Fazit und Zusammenfassung

Bereits im Braunkohlenplanverfahren für den Tagebau Hambach sind die wesentlichen Grundlagen für die Minimierung des Eingriffs sowie den Ausgleich für den Eingriff in Natur und Landschaft gelegt worden. Für den Schutz der Arten sind im späteren Verlauf, aus dem Bundesnaturschutzgesetz resultierend, ergänzende Maßnahmen entwickelt worden. Die Umsetzung der Artenschutzmaßnahmen sowie die Wiedernutzbarmachung erfolgen auf einem weltweit anerkannten und vorbildlichen Qualitätsniveau. Aufgrund der langen Historie der forstlichen Rekultivierung im Rheinischen Revier mit den überzeugenden Ergebnissen dieser Arbeit – insbesondere auch hinsichtlich der erreichten Biodiversität – bestehen heute keine Zweifel mehr hinsichtlich der nachhaltigen Qualität der Wiedernutzbarmachung. Auch beim Artenschutz im Tagebau Hambach werden die strengen Anforderungen erfüllt. Zu den weltweit anerkannten Erfolgen bei Rekultivierung und Artenschutz tragen die enge und intensive Zusammenarbeit u.a. mit den Behörden, den Gutachtern, dem „Arbeitskreis Fledermaus“ sowie der Forschungsstelle Rekultivierung bei. Diese oft interdisziplinäre Zusammenarbeit wird auch zukünftig beibehalten, um – ganz im Sinne des ökologischen Gutachtens zum Teilplan 12/1 Hambach – die landschaftsökologischen und landschaftsgestalterischen Folgen des bergbaulichen Eingriffs auszugleichen.

## References/Literatur

- [1] ESSER, G., JANZ, S. & WALTHER, H. (2017): Förderung der Biodiversität in der Rekultivierung des Rheinischen Braunkohlenreviers. – World of Mining; 2017/No. 6.
- [2] KBF – Kölner Büro für Faunistik (2010): Zur Verbreitung ausgewählter Waldvogelarten im südlichen Rheinischen Braunkohlenrevier.
- [3] KULIK, L. & STEMANN, H. (2014): Ökologie und Artenschutz im Rheinischen Revier. – World of Mining; 2014/No. 3.
- [4] Forschungsstelle Rekultivierung (2016): Vegetationskundliche und faunistische Untersuchungen von Sonderstandorten in der Rekultivierung des Rheinischen Braunkohlentagebaus. – [www.forschungsstellerekultivierung.de](http://www.forschungsstellerekultivierung.de).
- [5] Forschungsstelle Rekultivierung (2017): Zur Verbreitung der Fledermäuse im südlichen Rheinischen Braunkohlenrevier („Südrevier“). – [www.forschungsstellerekultivierung.de](http://www.forschungsstellerekultivierung.de).
- [6] PFLUG, W. (1975): Landschaftsökologisches Gutachten zum geplanten Braunkohlentagebau Hambach. – Aachen, 1975.