

# Sukzessionsforschung auf Altindustriestandorten

## Analyse der Monitoringergebnisse im Industriewaldprojekt

Über zwölf Jahre wurde im Rahmen des „Industriewaldprojekts Ruhrgebiet“ die ökologische Entwicklung von sechs ausgewählten Daueruntersuchungsflächen auf Standorten der ehemaligen Bergbau- und Montanindustrie im Ruhrgebiet verfolgt und die Veränderungen in der Bodenökologie, der Wald- und Vegetationsstruktur sowie in Biozöosen ausgewählter Tierartengruppen erfasst. Erstmals erfolgt hier eine Zusammenschau der Ergebnisse.

Übergeordnetes Ziel im Projekt „Industriewald Ruhrgebiet“ ist es, auf ausgewählten Industriebrachen den „Charakter und [die] Vielfalt der zum Teil seit langem nicht mehr genutzten Flächen zu erhalten und behutsam zu entwickeln“ (MURL 1996). Durch das Zulassen von natürlicher Sukzession und einem minimalen Einsatz an Planung und Pflege sollte ein neuer Grünflächentypus auf Industriebrachen entstehen, der sowohl einen sozialen Mehrwert als Freiraum für Freizeit und Bildung generiert als auch künstlerische Projekte ermöglicht, die mit der spontanen Naturentwicklung korrespondieren (WEISS 2007).

Die ökologische Begleitforschung begann 1995 noch unter dem Namen „Restflächen der Industrienatur“. Erste Untersuchungen erfolgten im Jahr 1997 und wurden bis 2009 weitergeführt, wobei zum Projektbeginn keine zeitliche Beschränkung vorgesehen war. Die Erkenntnisse aus dieser Grundlagenforschung sollen als Entscheidungshilfe für die Freiraumplanung, den Naturschutz und die Landschaftspflege im Ballungsraum dienen sowie eine gesellschaftliche Inwertsetzung der Natur auf Altindustrieflächen anstoßen, indem die Rückeroberungsprozesse der Natur publik gemacht werden (WEISS et al. 2003).

Bisher wurden die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen (Boden, Waldstruktur, Vegetation und Fauna) nur isoliert voneinander betrachtet (z. B. Beiträge in ARLT et al. 2003, WEISS et al. 2005, OTTO 2007). Das NRW-Umweltministerium betraute deshalb gemeinsam mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) sowie dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW (Regionalforstamt Ruhrgebiet) die Biologische Station Westliches Ruhrgebiet damit, eine verknüpfende Analyse zu erstellen. Im Rahmen dieses Beitrages werden die wesentlichen Ergebnisse dieser Zusammenführung präsentiert, Synergien zwischen den Geofaktoren aufgezeigt und ein Ausblick auf zukünftige Untersuchungen gegeben.



Abb. 1: Von einer Goldrutenflur zu einem zusammengebrochenen Birkenwald – Sukzessionsverlauf auf der Monitoringfläche Alma II innerhalb von 15 Jahren  
Fotos: U. Goos (2000), P. Gausmann (2003, 2008), P. Keil (2015)

## Flächenauswahl und Methodik

Als Projektflächen (s. Abb. 2) für die ökologische Begleitforschung wurden jeweils zwei Monitoringflächen auf drei Industriebrachen ausgewählt, die Zeche Zollverein in Essen-Katernberg (ca. 53 ha), die Halde Rheinelbe (ca. 53 ha) und das Alma-Gelände in Gelsenkirchen-Ückendorf (34 ha).

Die Flächen unterschieden sich im Sukzessionsstadium und in der Bodenentwicklung (s. Abb. 2). Das Pionierstadium Alma I wurde 1999 frisch mit Bergematerial aufgeschüttet und war zu Beginn der Untersuchungen vegetationsfrei. Auf der Fläche Zollverein I war bereits eine schütterere Pioniervegetation auf stark verdichtetem Bergematerial vorhanden. Auf Alma II

stockte eine Goldrutenflur (*Solidago gigantea*) auf Bauschutt. Auf der Berge-Halde Rheinelbe wurden ein Birken-Vorwald (Rheinelbe II) und ein Birkenbestand mittleren Alters (40 bis 50 Jahre) (Rheinelbe III) ausgewählt. Der Robinienwald auf Zollverein (III) war mit circa 100 Jahren der älteste Bestand.

Die Arbeitsgruppe Boden (Prof. em. Dr. Burghardt) untersuchte die Bodenstruktur, den Nähr- und Schadstoffgehalt, die Bodenmikrobiologie und die Bodenmakrofauna (Regenwürmer, Springschwänze, Weißwürmer). Waldstrukturelle Analysen (Dr. Leder) bezogen sich auf das Einmessen und Verorten der Gehölze auf den Flächen sowie die Altersbestimmungen ausgewählter Bäume. Im Arbeitsbereich Vegetation (Prof. Dr. Haeupler) wurden in regelmä-

<b>Pionierstadium</b>	<b>Alma I</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• frisches Bergematerial</li> <li>• vegetationsfrei</li> </ul>	<b>Zollverein I</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergematerial</li> <li>• schütterere Pioniervegetation</li> </ul>
<b>Verbuschungs- und Hochstaudenstadium</b>	<b>Alma II</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauschutt</li> <li>• Goldrutenflur</li> </ul>	<b>Rheinelbe II</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergematerial</li> <li>• Birken-Vorwald (5–10 Jahre)</li> </ul>
<b>Waldstadium</b>	<b>Rheinelbe III</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergematerial</li> <li>• Birkenwald (40–50 Jahre)</li> </ul>	<b>Zollverein III</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bergematerial</li> <li>• Robinienwald (100 Jahre)</li> </ul>

Abb. 2: Daueruntersuchungsflächen im Rahmen der Sukzessionsforschung mit Angaben zum Ausgangssubstrat für die Bodenentwicklung und zur Vegetationsstruktur zu Beginn der Untersuchungen

gen Abständen Vegetationsaufnahmen und Frequenzanalysen durchgeführt sowie der Diasporenniederschlag und der Diasporenvorrat im Boden bestimmt. Die Arbeitsgruppe Fauna (Dr. Weiss, Büro Hamann & Schulte) beschäftigte sich mit der Zönose der Wildbienen und Grabwespen, der Ameisen, der Laufkäfer und Schwebfliegen.

## Entwicklung der Flächen

### Pionierflächen

Die beiden Pionierflächen Zollverein I und Alma I haben sich in den vergangenen Jahren zu einer Hochstaudenflur entwickelt (Abb. 3 u. 4).

Auf der Fläche Zollverein I ist diese jedoch bis heute sehr lückig ausgeprägt. Die Deckung der Krautschicht liegt bei acht Prozent und wird von zwölf Arten gebildet. 1999 und 2000 erreichten noch überwiegend einjährige Pionierarten wie das Niederliegende Mastkraut (*Sagina*

*procumbens*) und die Rote Schuppenmiere (*Spergularia rubra*) hohe Deckungsgrade, jedoch gingen diese Arten bis 2008 zunehmend zurück und wurden durch mehrjährige Stauden verdrängt, vornehmlich durch das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*) und die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*). Dennoch treten heute immer noch überwiegend einjährige Arten auf.

Die Pionierfläche Alma I ist dagegen deutlich artenreicher und durch eine höhere Dynamik in der Artenzusammensetzung geprägt (Abb. 4 u. 5). 1999, ein Jahr nach der Aufschüttung mit frischem Bergematerial, wurden 18 Arten festgestellt, bis 2008 sogar 26. Zwischen 1999 und 2008 nahm die Deckung der Krautschicht von anfänglich 7 auf 80 Prozent zu (Abb. 5). Dabei veränderte sich die Artenzusammensetzung kontinuierlich. In den ersten beiden Jahren überwogen einjährige Pionierarten wie Roter Gänsefuß (*Chenopodium rubrum*), Spießblättrige Melde (*Atriplex prostrata*) und Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*).



Abb. 3: Sukzession von einer Pionierflur (links) zur Hochstaudenflur (rechts) auf dem Gelände der ehemaligen Zeche Zollverein

Fotos: M. Schürmann/C. Kert (2000), T. Scholz (2015)

Sie wurden zunehmend von mehrjährigen Stauden und Gräsern abgelöst und ab 2003 nicht mehr nachgewiesen. Zunächst traten das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*), die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) und das Weiße Straußgras (*Agrostis stolonifera*) auf und nahmen mit der Zeit an Deckung zu. Ab 2003 kam der Klebrige Alant (*Dittrichia graveolens*) hinzu, der im August 2015 flächendeckend auftrat. Das Jahr 2008 markierte letztlich die Veränderung von der Pionier- zur trockenen Hochstaudenflur.

Die unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeiten der beiden Pionierfluren können auf bodenökologische Faktoren und anthropogene Störungen zurückgeführt werden (vgl. Abb. 6). Auf der Fläche Zollverein I liegt stark verdichtetes und schon stärker versauertes Bergematerial (pH 4) vor. Die Versorgung mit basischen Kationen ( $KAK_{pot}$ ) kann als schlecht bewertet werden, was auf den schwach sauren pH-Wert zurückzuführen ist. Durch die starke Verdichtung ist der Boden nur schwer durchwurzelbar und es tritt häufig Staunässe und Luftmangel auf, was sich negativ auf die Vegetationsentwicklung auswirkt. Zudem ist die Fläche auf dem Gelände des Welterbes einer hohen Frequentierung von Fußgängern und Fahrzeugen ausgesetzt, die zur Verdichtung beitragen. Außerdem haben auf der Fläche gelegentlich Pflegeeinsätze stattgefunden, sodass eine naturnahe Sukzession dort nur mit Einschränkungen zu betrachten ist. Aufgrund dieser Hemmnisse haben nur wenig strukturelle Veränderungen im Biotop stattgefunden, weshalb sich die faunistischen Lebensgemeinschaften über den Betrachtungszeitraum nicht grundlegend verändert haben. Das vergleichsweise geringe Artenspektrum der Wildbienen und Grabwespen (20 Arten) korrespondiert mit der geringen Artenvielfalt an Gefäßpflanzen und der langsamen Entwicklung des Blütenangebotes. Die Besiedlung der Fläche durch Ameisen schreitet ebenfalls nur langsam voran (2 Arten bodenständig), was vor allem mit der hohen Verdichtung und der temporären Staunässebildung zusammenhängt. Seitens der Laufkäfer (8 Arten) hat sich auf der Fläche eine typische xerophile Offenlandzönose mit typischen Pionierarten entwickelt (z. B. mit *Lionychus quadrillum*).

Die bodenökologische Situation war dagegen auf der Pionierfläche Alma I sehr viel günstiger für die Sukzession (Abb. 6). Das Bergematerial war frisch aufgeschüttet, die Nährstoffsituation dadurch günstiger. Der pH-Wert lag im schwach alkalischen Bereich (pH 8) und die Kationenaustauschkapazität ( $KAK_{pot}$ ) kann als mittel eingestuft werden. Hinzu kommen Phosphatgehalte von über 100 Milligramm pro Kilogramm im Oberboden, die eine rasche Vegetationsentwicklung begünstigen. Durch die frische Aufschüttung war das Material,



Abb. 4: Sukzession von einer Pionierflur (links) zur Hochstaudenflur (rechts) auf der ehemaligen Zeche Alma  
Fotos: M. Schürmann/C. Kert (2000), T. Scholz (2015)

anders als auf Zollverein, weniger verdichtet. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass die Anzahl bodenständiger Ameisenarten von einer Art im Jahr 2000 auf acht im Jahr 2009 anstieg. Durch die Zunahme an Blütenpflanzen entwickelte sich die Wildbienen- und Grabwespenzönose zur artenreichsten Lebensgemeinschaft aller hier betrachteten Monitoringflächen. 40 Arten konnten im Jahr 2009 nachgewiesen werden, davon stehen acht auf der Roten Liste. Wie auf Zollverein I konnte sich auch auf Alma I eine typische xerophile Offenland-Laufkäferzönose einstellen, wobei die Lebensgemeinschaft auf Alma I arten- und individuenreicher ist.

## Hochstaudenstadium

Die wohl gravierendsten Veränderungen in den betrachteten zwölf Jahren ereigneten sich auf der Monitoringfläche Alma II (s. Abb. 1). Hier konnte die Entwicklung von einer Hochstaudenflur zu einem hoch-

gewachsenen Birkenwald und den damit einhergehenden Veränderungen in der Artenzusammensetzung der faunistischen Gruppen beobachtet und dokumentiert werden. Als Ursache für die schnelle Vegetationsentwicklung können die guten Nährstoffverhältnisse und die bessere Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit im Oberboden im Vergleich zu den übrigen Pionierflächen angeführt werden.

Im Gegensatz zu den anderen Daueruntersuchungsflächen ist auf Alma II überwiegend Bauschutt als Ausgangssubstrat für die Bodenentwicklung vorhanden. Bauschuttbestandteile wie Gips, Mörtel und Beton sind reich an Carbonaten ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ). Dies ruft im Boden neutrale pH-Werte, eine gute Basensättigung und hohe Phosphatgehalte hervor, welche im Rahmen der Untersuchungen festgestellt werden konnten. Der Oberboden zeichnet sich durch einen höheren Gehalt an Feinboden ( $< 2 \text{ mm Korngröße}$ ) aus, was eine

höhere Wasserspeicherkapazität begünstigt. Hinzu kommt ein stark humoser Oberbodenhorizont, der zusätzlich als Nährstoff- und Wasserspeicher fungiert. Die guten Nährstoffverhältnisse begünstigen eine hohe mikrobielle Aktivität und eine artenreiche Bodenfauna, weshalb die Streuzersetzung und Nährstoffnachlieferung auf dieser Fläche sehr schnell erfolgt.

Die zunehmende Bewaldung der Fläche konnte von der Arbeitsgruppe Vegetation kleinschrittig dokumentiert werden. Eine Strauchschicht von zwei Metern Höhe konnte erstmalig im Jahr 2003 festgestellt werden. Bis zum Jahr 2008 wuchs sie bis auf drei Meter an und erreichte eine Deckung von 20 Prozent. Als erste Baumarten traten verschiedene Weiden- und Pappelarten auf, während die Birke, die häufig die ersten Pionierwälder auf Altindustriestandorten bildet, erst 2008 die Höhe der Strauchschicht erreichte. Dass anspruchsvollere (typischerweise gewässerbegleitende) Weichhölzer als erste Baumarten auftraten und nicht die weitgehend anspruchslose Sand-Birke, unterstreicht die gute Nährstoff- und Wasserversorgung am Standort.

Die Krautschicht war mit 61 verschiedenen Gefäßpflanzenarten im Jahr 2000 zunächst überaus artenreich, jedoch nahm die Artenzahl im Zuge der Gehölzentwicklung und der damit einhergehenden Beschattung allmählich ab. Die Artenverschiebung ging mit dem Verlust von Pionierarten, mehrjährigen Stauden und Arten der ruderalen Wiesen zugunsten von Gehölzen und Arten der Wälder und Gebüsche einher.

Die Entwicklung der Biozönosen korrespondiert mit der zunehmenden Gehölzentwicklung. Mit dem allmählichen Verlust der Blütenvielfalt und der thermisch begünstigten Bodenstellen wurde das Artenspektrum der Wildbienen und Grabwespen zunehmend dezimiert. Auch die Carabidenzönose büßte an Vielfalt ein. Hier konnte der Umbau von einer typischen Lebensgemeinschaft des Offenlandes zu einer Wald-Lebensgemeinschaft dokumentiert werden. Der Umbruch erfolgte zwischen 2005 und 2009 (vgl. Abb. 7). Die Fläche wurde auch kontinuierlich von Ameisen besiedelt, wobei erstmalig ab 2005 typische Arten von Wäldern bodenständig nachgewiesen werden konnten (z.B. *Stenamma debile* und *Lasius platythorax*).

Seit 2008 hat der Birkenbestand weiter an Höhe zugenommen. Da die Sukzessionsforschung aber seitdem nicht weitergeführt wurde, konnten Veränderungen zwischen 2008 und 2015 nicht mehr dokumentiert werden. In 2014 wurde der Bestand durch den Pfingststurm Ela sehr stark aufgelichtet. Damit bietet sich die Chance, die Auswirkungen und Bedeutung eines einmaligen Ereignisses, welches die ungelentete Sukzession unterbrochen hat, zu untersu-

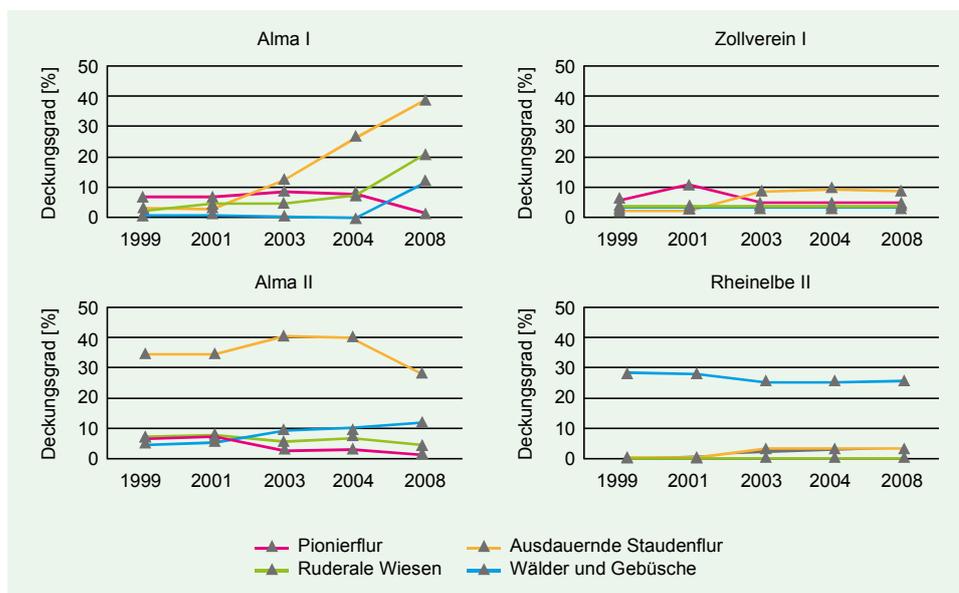


Abb. 5: Veränderung des Arteninventars in der Krautschicht anhand der Schwerpunkt-vorkommen der nachgewiesenen Arten (exemplarisch für die Pionier-, Hochstauden- und Vorwaldflächen) (eigene Zusammenstellung aus GOOS et al. 2000, SCHÜRMAN & KERT 2001, GAUSMANN 2003–2008)

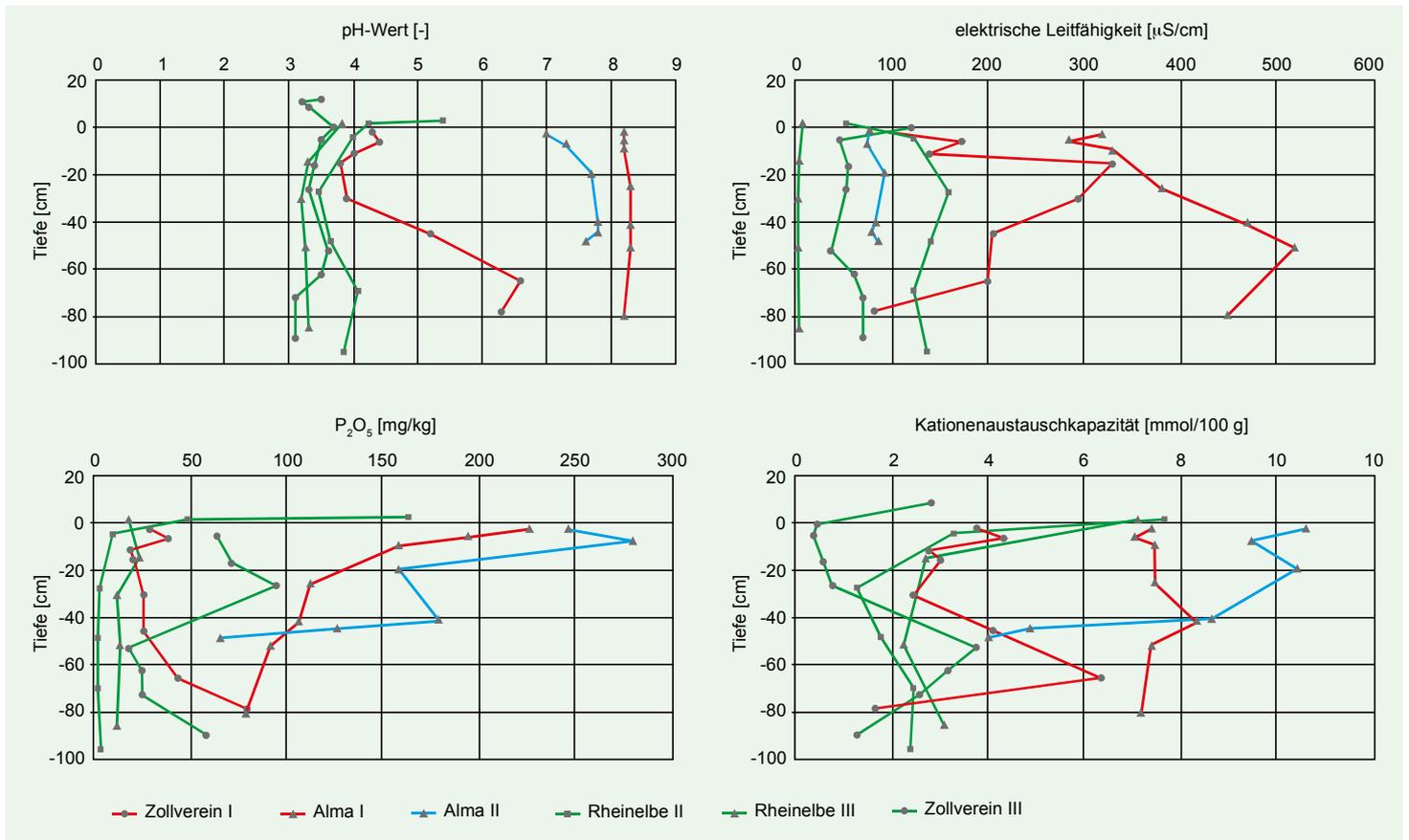


Abb. 6: pH-Werte, pflanzenverfügbare Phosphatgehalte, Kationenaustauschkapazität ( $\text{KAK}_{\text{pot}}$ ) und elektrische Leitfähigkeit im Tiefenprofil der Böden (eigene Zusammenstellung aus BAHMANI-YEKTA et al. 1999)

chen. Ob sich die Sand-Birke nach dem Sturm erholt, sich Folgebaumarten durchsetzen oder sich eine ganz andere Waldgesellschaft ausbildet, müssen weiterführende Untersuchungen zeigen.

## Vorwald- und Waldflächen

Im Gegensatz zu den Flächen mit jungen Sukzessionsstadien (Pionier- und Hochstaudenstadium) veränderten sich die bewaldeten Monitoringflächen über den Betrachtungszeitraum nur geringfügig. Da Waldgesellschaften recht stabile Lebensgemeinschaften sind, verläuft die Sukzession hier nur langsam. Größere Veränderungen ergeben sich vor allem durch Störungsergebnisse wie die Sturmfront Ela in 2014.

Der Vorwald (Rheinelbe II) und der Birkenwald im mittleren Alter (Rheinelbe III) stocken beide auf älterem Bergematerial, welches im Zuge der Pyritverwitterung stark versauert ist. Die pH-Werte entsprechen bodensauren Laubwäldern (pH 3–4) der mittleren Breiten mit vergleichbar nährstoffarmen Verhältnissen. Das zeigt sich in der lückig ausgeprägten Krautschicht, die vor allem durch zahlreiche Säurezeiger wie etwa Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) oder Gewöhnliche Hainsimse (*Luzula campestris*) gebildet wird. Typisch für solche Wälder ist eine Humusauflage aus-

gebildet, die sich als F-Mull im Übergang zum mullartigen Moder befindet.

Die Waldstruktur hat sich auf beiden Flächen weitgehend erhalten. Aufgrund ihres geringen Alters stehen die Bäume im Vorwald (Rheinelbe II) noch sehr nahe beieinander (70 Gehölze pro 100 m<sup>2</sup>), weshalb nur wenig Licht in den Bestand fällt. Auch die faunistischen Lebensgemeinschaften sind weitgehend stabil geblieben. Für Wildbienen und Grabwespen ist der recht dichte Birkenbestand aufgrund mangelnder Habitatrequisite nur von geringer Bedeutung. Die Besiedlung der Fläche durch Ameisen erfolgte sukzessive, wobei sich eine typische Waldzönose etablierte. Auch seitens der Laufkäfer sind nur witterungsbedingte Unterschiede in den Individuenzahlen

zu vermerken. Es überwiegen euryhyge Waldarten.

Der Birkenwald mittleren Alters (Rheinelbe III) liegt hingegen auf einer nach Südwesten exponierten Kuppenlage und ist daher mikroklimatisch begünstigt. Mit 43 Gehölzen pro 100 Quadratmeter gelangt auch mehr Licht in den Bestand. Davon profitieren einige Tiergruppen. Die erstaunlich hohe Vielfalt an Wildbienen und Grabwespen (32 Arten im Jahr 2000) ist auf den thermisch begünstigten Standort und die hohe strukturelle Diversität zurückzuführen. Auch Ameisen profitieren von der Habitatvielfalt. Die Laufkäfer-Zönose auf Rheinelbe III hat den waldähnlichsten Charakter von allen Flächen, der insbesondere durch große flugunfähige Arten (z. B.

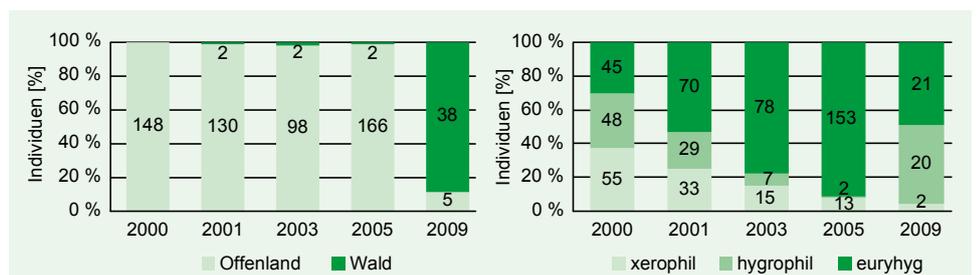


Abb. 7: Umbau der Carabidenzönose auf der Monitoringfläche Alma II im Verlaufe der Sukzession zum Pionierwald (eigene Zusammenstellung aus SCHULTE et al. 2010)

*Carabus coriaceus* und *C. nemoralis*) bestimmt wird. Innerhalb der Artengruppen der Wildbienen und Grabwespen sowie der Laufkäfer haben die Artenvielfalt und die Individuendichte über den Zeitraum jedoch abgenommen. Dies wird auf die zunehmende Verbuschung der Krautschicht durch Brombeeren zurückgeführt.

Der etwa 100 Jahre alte Robinienwald auf Zollverein III befindet sich im Zerfallsstadium, weshalb die Sukzession durch Störungen überlagert wird und sich zum Teil untypische Muster in den Ergebnissen zeigen. Genau wie bei den übrigen Waldstadien ist der Boden schon stärker versauert (pH 3) und vor allem biologisch weitgehend inaktiv, was durch eine acht Zentimeter mächtige Rohhumusaufgabe charakterisiert wird. Grund dafür könnten verhältnismäßig hohe pflanzenverfügbare Bleigehalte im Oberboden (2,6 mg/kg) sein, die biologische Prozesse hemmen können. Durch den langsamen Streuabbau werden Nährstoffe nur in geringen Mengen nachgeliefert.

Die Waldstruktur wird sehr stark durch die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) bestimmt, die im Jahr 2003 ein Alter von bis zu 89 Jahren und Wuchshöhen bis 25 Meter erreicht hatte. Aufgrund des einsetzenden Zerfallsprozesses wird hier die geringste Gehölzdichte von 10,9 Gehölzen pro 100 Quadratmeter erreicht. Nach dem Sturmtief Ela in 2014 hat sich der Totholzanteil stark erhöht. In der Strauchschicht treten Schwarzholunder (*Sambucus nigra*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Bergahorn (*Acer pseudo-platanus*) auf. Die Krautschicht wird vor allem durch Brombeeren (*Rubus nemorosoides* und *R. elegantispinosus*) gebildet. Diese Arten profitieren von der zunehmenden Auflichtung durch den Zerfallsprozess und durch die Fähigkeit der Robinie, Luftstickstoff über Knöllchenbakterien im Boden zu fixieren.

Im Vergleich zu den anderen Flächen wurde hier die geringste Artenvielfalt bei den Wildbienen, Grabwespen und Ameisen festgestellt. Ursächlich dafür ist die unzureichende Habitatrequisite. Auffällig ist, dass diese Artengruppen die Robinie als Nektarquelle und Niststandort kaum nutzen und lediglich am Bergahorn sowie am Schwarzen Holunder erfasst werden konnten. Die Carabiden-Zönose ist stark gestört. Es wurden zwei typische Waldarten (*Notiophilus biguttatus* und *N. rufipes*) und eine xerophile Offenlandart (*Harpalus rubripes*) festgestellt, wobei letztere über 80 Prozent der gefangenen Individuen ausmachte. Offenbar profitiert diese Art von der Auflichtung des Bestandes. Die eingeschränkte Waldzönose wird vor allem auf die isolierte Lage der Fläche auf einer Berghalde zurückgeführt. Die Halde ist von versiegelter Fläche umgeben, sodass typische flugunfähige Großlaufkäfer die Fläche nicht erreichen können. Das Sturmtief

Ela lichtete den Bestand sehr stark auf. Es bleibt abzuwarten, wie sich der Bestand in Zukunft weiterentwickelt.

## Fazit und Ausblick

Die ökologische Begleitforschung im Rahmen des Industriewaldprojektes konnte in vielfältiger Weise zeigen, wie Sukzessionsprozesse auf Altindustrieflächen ablaufen. Es bleibt festzuhalten, dass jede Daueruntersuchungsfläche in den betrachteten zwölf Jahren eine ganz individuelle Entwicklung genommen hat. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsbedingungen sind diese nur bedingt miteinander vergleichbar. Über den Betrachtungszeitraum konnten vor allem in den frühen Sukzessionsstadien weitreichende Veränderungen festgestellt werden. Um in den Wäldern einen grundlegenden strukturellen Wandel zu dokumentieren, war dieser Zeitraum jedoch zu kurz. Dennoch gelten die hier entwickelten Birken- und Robinienwälder als Pionierwälder und nicht als stabile Schlussgesellschaft (Klimax). Hieraus ergibt sich eine besondere Forschungsfragestellung, welche Waldgesellschaften mit welchen Arten sich auf Altindustrieflächen einstellen werden, nachdem die Pionierbaumarten (Birke, Pappel, Weide) ihre Altersgrenze erreicht haben. Eine besondere Relevanz der Fortführung des Projektes besteht durch den Pfingststurm Ela, welcher große Veränderungen vor allem auf den Flächen Alma II und Zollverein III angestoßen hat. Durch dieses einmalige Ereignis wurde die Sukzession unterbrochen. Damit besteht die große Chance, grundlegende Erkenntnisse über den Einfluss von Störungen auf natürliche Sukzessionsprozesse zu erlangen. Es ist geplant die Sukzessionsforschung im Jahr 2017 fortzusetzen.

## Literatur

- ARLT, G., KOWARIK, I., MATHEY, J., & F. REBELE (2003): Urbane Innenentwicklung in Ökologie und Planung. IÖR-Schriften 39.
- BAHMANI-YEKTA, M., BURGHARDT, W., BÄDJER, N., HILLER, D., STEPELMANN, I., TÜSELMANN, J., WINZIG, G. & P. ZIMMERMANN (1999): Restflächen in der Industrielandschaft. Ergebnisbericht zum Modul B1 Boden. Essen.
- GAUSMANN, P. (2003–2008): Zwischenberichte zum Modul B2 „Floristisch-vegetationsökologische Langzeituntersuchung“ im Projekt der ökologischen Begleituntersuchung „Restflächen in der Industrielandschaft“. Bochum.
- GOOS, U., HAEUPLER, H. & A. VOGEL (2000): Zwischenbericht zum Modul B2 „Floristisch-vegetationsökologische Langzeituntersuchung“ im Projekt der ökologischen Begleituntersuchung „Restflächen in der Industrielandschaft“. Bochum.
- LEDER, B. (2003): Zum Wachstum von Robinie und Birke auf „IBA-Versuchsflächen“. Vermessung von Robinien- und Birken-Stammschei-

ben. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der LÖBF.

OTTO, K.-H. (2007): Industriewald als Baustein postindustrieller Stadtlandschaften. Interdisziplinäre Ansätze aus Theorie und Praxis am Beispiel des Ruhrgebiets. Materialien zur Raumordnung 70.

SCHULTE, A., HANNIG, K., DZIOCK, F., LACZNY, M. & M. HAMANN (2010): Daueruntersuchung der Sukzession im „Industriewald Ruhrgebiet“. Faunistische Bestandserfassungen 2000–2009. Gelsenkirchen.

SCHÜRMAN, M. & C. KERT (2001): Zwischenbericht zum Modul B2 „Floristisch-vegetationsökologische Langzeituntersuchung“ im Projekt der ökologischen Begleituntersuchung „Restflächen in der Industrielandschaft“. Bochum.

WEISS, J. (2003): Industriewald Ruhrgebiet – Daueruntersuchungen zur Sukzession auf Industriebrachen. In: Arlt, G.; Kowarik, I.; Mathey, J. & F. Rebele (2003): Urbane Innenentwicklung in Ökologie und Planung. IÖR-Schriften 39: 139–147.

WEISS, J., BURGHARDT, W., GAUSMANN, P., HAAG, R., HAEUPLER, H., HAMANN, M., LEDER, B., SCHULTE, A. & I. STEPELMANN (2005): Nature Returns to Abandoned Industrial Land: Monitoring Succession in Urban-Industrial Woodlands in the German Ruhr. In: Kowarik, I. & S. Körner (Hrsg.): Wild Urban Woodlands. New Perspectives for Urban Forestry: 143–162.

WEISS, J. (2007): Industriewald Ruhrgebiet – Ökologische Begleituntersuchung. In: Otto, K.-H.: Industriewald als Baustein postindustrieller Stadtlandschaften. Interdisziplinäre Ansätze aus Theorie und Praxis am Beispiel des Ruhrgebiets. Materialien zur Raumordnung 70: 13–20.

MURL (1996): Forststation auf alten Zecheengeländen. LÖBF-Mitteilungen 4/96: 7.

## Zusammenfassung

Im Rahmen der ökologischen Begleitforschung im Industriewaldprojekt Ruhrgebiet wurde die Sukzession auf sechs unterschiedlichen Monitoringflächen im Bereich von Industriebrachen der ehemaligen Zechen Zollverein (Essen), Alma und Rheinlbe (beide Gelsenkirchen) zwölf Jahre lang untersucht. Bestandteil des Monitorings waren die Module Boden, Vegetation, Fauna und Waldstruktur. Hiermit wird erstmalig eine Synthese der verschiedenen Untersuchungsergebnisse vorgelegt und angeregt das Monitoring ab 2017 wieder fortzusetzen.

## Autoren

Dr. Peter Keil  
B.Sc. Tobias Scholz  
Biologische Station  
Westliches Ruhrgebiet e.V.  
Ripshorster Str. 306  
46117 Oberhausen  
peter.keil@bswr.de  
tobias.scholz-k5i@rub.de