



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Altlastenfreistellung



European Union
European Regional
Development Fund

LINDANET

Interreg Europe

European network of Lindane waste affected regions working together towards a greener environment

Interregionales Kompetenznetzwerk entwickelt gemeinsam Strategien zur Reduzierung von EU-weit vorkommenden Kontaminationen mit dem persistenten organischen Schadstoff Lindan

PP4 Landesanstalt für Altlastenfreistellung LSA

Actionplan Sachsen-Anhalt



Allgemeine Partnerinformationen

Projekt:	LINDANET
Partnerorganisation:	PP4 - Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt (LAF)
Anschrift:	Maxim-Gorki-Straße 10, 39108 Magdeburg
Land:	Deutschland
Bundesland:	Sachsen-Anhalt
1. Kontaktperson:	Evelyn Schaffranka
E-Mail-Adresse:	schaffranka@laf-lsa.de
Telefonnummer:	+49 391-74440-50
2. Kontaktperson:	Michael Trump
E-Mail-Adresse:	trump@laf-lsa.de
Telefonnummer:	+49 391-74440-67
Homepage:	https://laf.sachsen-anhalt.de

Inhaltsverzeichnis

I. Abkürzungsverzeichnis	3
1. Einleitung	4
1.1 Das Erbe der Lindan-Produktion in Europa	4
1.2 Das EU-Projekt "LINDANET"	4
1.3 Der Chemiepark Bitterfeld-Wolfen	5
1.4 HCH-belastete Muldeaeue flussabwärts von Bitterfeld-Wolfen	8
2. Policy Instrument	11
3. Action 1 – Nächste Schritte auf dem Weg zu einem integralen Muldeauen-Management	12
4. Action 2 – Etablierung von 3 Komitees zur gemeinsamen Entwicklung eines integralen Muldeauen-Managements	15
5. Action 3 – Erarbeitung eines Fachberichts über das Lindan-Erbe der Region Bitterfeld-Wolfen ..	18
6. Zusammenfassung	19
7. Abstract	21
8. Literaturverzeichnis	23

I. Abkürzungsverzeichnis

ALFF	Ämter für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten
CPG	Chemiepark Bitterfeld-Wolfen GmbH
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ELER	Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
GIG	Hauptbergbauinstitut
HCH	Hexachlorcyclohexan
ITW	Interregionaler Thematischer Workshop
LAF	Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt
LAU	Landesamt für Umweltschutz des Landes Sachsen-Anhalt
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
LK ABI	Landkreis Anhalt-Bitterfeld
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
LSA	Land Sachsen-Anhalt
LVwA	Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt
MWL	Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten
MWU	Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt
OP	Operationelles Programm
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PP4	Projektpartner 4 in LINDANET – LAF aus Sachsen-Anhalt
SARGA	Aragonesische Gesellschaft für Agrar-Umweltmanagement
TBT	Tributyzinn-Verbindungen
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
WWF	World Wide Fund For Nature

1. Einleitung

1.1 Das Erbe der Lindan-Produktion in Europa

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurde das Insektizid Lindan (γ -Hexachlorcyclohexan / γ -HCH) weltweit in großen Mengen hergestellt und hauptsächlich in der Landwirtschaft eingesetzt. Dabei entstanden allein in Europa etwa 4 Millionen Tonnen chemische HCH-Abfälle, welche analog zu Lindan größtenteils über kanzerogene und persistente Eigenschaften verfügen (Milagros et al. 2016; Vijgen et al. 2011). Über die gesundheitlichen und ökologischen Risiken des Insektizids und dessen Produktionsabfälle war damals allerdings noch wenig bekannt und daher der Umgang mit den Schadstoffen aus heutiger Perspektive äußerst fahrlässig. So wurden die HCH-Produktionsabfälle zumeist fabriknah in ungesicherten Deponien entsorgt oder kamen mancherorts im Straßenbau als Füllmaterial oder im heimischen Garten als Pestizid zweiter Klasse zum Einsatz. Aber auch die Gewässereinleitung von belastetem Abwasser stellte einen prominenten Eintragsweg von HCH in die Umwelt da.

Dadurch wurden in der Vergangenheit große Mengen der HCH-Produktionsabfälle in die Umwelt eingebracht und verteilt. 2009 trat zwar ein EU-weites Herstellungs- und Nutzungsverbot in Kraft, die entstandenen Umweltschäden konnten bis heute allerdings nicht vollständig beseitigt werden. Denn die Sanierung ist technisch anspruchsvoll und mit hohen Kosten verbunden. Zudem ist die finanzielle Verantwortung für die Umweltschäden sowie die Verteilung der Schadstoffe nicht immer vollumfänglich geklärt. Folglich existieren in der EU auch heute noch zahlreiche Standorte, die mit HCH kontaminiert sind und deren Management und Sanierung die betroffenen Regionen vor große Herausforderungen stellen (Milagros et al. 2016).

Nachdem jedoch 2013 eine Petition aus Aragon (Spanien) das Europäische Parlament erreichte und die EU darin aufforderte, sich der lange Zeit wenig beachteten HCH-Problematik anzunehmen, wurden zu dieser Thematik mehrere EU-Projekte geschaffen (LIFE DISCOVERED (2014-2017), LIFE SURFING (2019-2022), LINDANET (2019-2023), HCH in EU (2020-2021), LIFE POPWAT (2020-2023)) (Gobierno de Aragon 2019, 2020b, 2020d; TAUW 2020; Technical University of Liberec 2020).

1.2 Das EU-Projekt "LINDANET"

Darunter auch das Interreg Europe-Projekt LINDANET. Dieses startete am 01. August 2019 und soll, mit einem Budget von 1,35 Mio. Euro und einer Laufzeit von 3,5 Jahren ausgestattet (Co-Finanzierung durch EFRE 85%), eine erfolgreiche Zusammenarbeit von mit HCH-Belastungen konfrontierten Regionen gewährleisten. Zu diesem Zweck tauschen sich die sechs Projektpartner aus Spanien, Deutschland, Polen, Tschechien und Italien regelmäßig zu Erfahrungen im Umgang mit HCH aus und bauen so ein internationales Kompetenznetzwerk zu Folgen der Lindan-Produktion auf.

Des Weiteren stellen die Öffentlichkeitsarbeit sowie der Aufbau eines Stakeholder-Netzwerks in den Regionen wichtige Komponenten des Projekts dar. Die Stakeholder (regionale Interessensvertreter aus öffentlicher Verwaltung, Privatwirtschaft, Natur- und Umweltschutzverbänden sowie Forschung)

werden dabei über die gesamte Laufzeit in das Projekt mit eingebunden und sind maßgeblich an der Entwicklung eines Maßnahmenplans (bzw. Actionplans) beteiligt (vgl. Abb. 1).

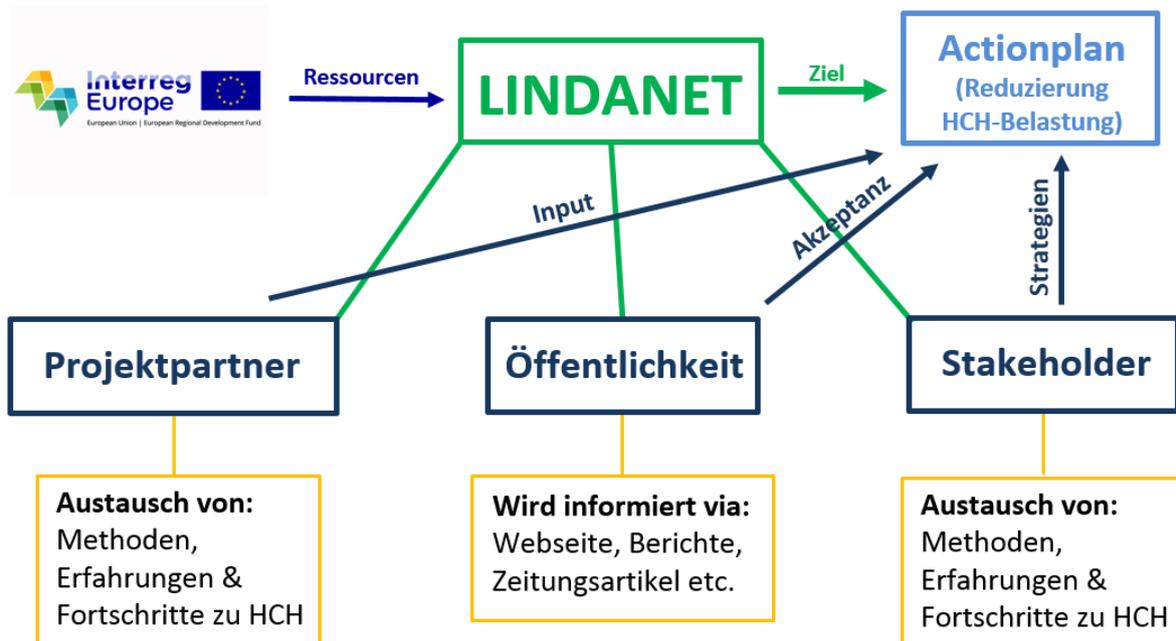


Abbildung 1: Aufgaben und Ziele des EU-Projektes "LINDANET".

So soll die öffentliche Wahrnehmung der HCH-Problematik gesteigert und ein verbesserter Umgang mit HCH belasteten Standorten gewährleistet werden. Zudem stellt langfristig die Reduzierung von HCH-kontaminierten Standorten in den betroffenen Regionen ein allgemein gefasstes Ziel von LINDANET dar, wobei speziell die Landesanstalt für Altlastenfreistellung im Rahmen des Projekts den Grundstein für die Ausarbeitung eines integralen Auenmanagements in der Muldeau legen möchte.

Um verstehen zu können, worum es sich bei einem integralen Auenmanagement in der Bitterfeld-Region handelt und wieso genau hier der Schwerpunkt der Landesanstalt für Altlastenfreistellung im Projekt LINDANET liegt, muss zunächst ein Exkurs in die regionale HCH-Geschichte unternommen werden. Die Rede ist von Bitterfeld-Wolfen. Auch wenn es sich dabei nicht um den einzigen Lindan-Produktionsstandort in Sachsen-Anhalt handelt, ist es doch der mit Abstand Bedeutendste in der Region und Ursprung der großflächigen und diffusen Belastung der Muldeau (Milagros et al. 2016; Jacobs et al. 2015).

1.3 Der Chemiepark Bitterfeld-Wolfen

Der Chemiepark Bitterfeld-Wolfen befindet sich im Südosten des Bundeslandes Sachsen-Anhalts direkt neben der Stadt Bitterfeld-Wolfen und weist eine Größe von etwa 1.200 Hektar auf. Die chemische Produktion wurde hier bereits im Jahr 1893 aufgenommen und dauert bis heute an. Die industrielle Nutzung des Areals begann jedoch schon Jahrzehnte vorher, als 1839 hier die Förderung von Braunkohle aufgenommen wurde. Nachfolgend wurde in unmittelbarer Nähe der Braunkohlegruben

ein Industriegebiet aufgebaut. Die Bedingungen für die Entwicklung eines Chemiestandortes waren perfekt. Energieressourcen sowie Grundstücke für private Unternehmen waren am Standort reichlich vorhanden und somit erschwinglich. Außerdem konnte auf eine im Zuge der Braunkohleförderung etablierte Infrastruktur zurückgegriffen werden.

So entwickelte sich in Bitterfeld einer der bedeutendsten deutschen Chemieproduktionsstandorte, an dem über die Zeit mehr als 5.000 Produkte von zeitweise mehr als 30.000 Mitarbeitern hergestellt wurden. Darunter Farbstoffe, Desinfektionsmittel, Pflanzenschutzmittel, Waschmittel, synthetische Edelsteine, Kunstleder, Düngemittel, Säuren uvm. Während des Zweiten Weltkriegs wurden in Bitterfeld zudem staatliche Rüstungsgüter hergestellt. Anschließend wurden die Betriebe des Standorts auf die Konsumgüterproduktion der DDR (Deutsche Demokratische Republik) umgestellt und handelten somit im staatlichen Auftrag. Dabei fielen über die Geschichte jährlich mehrere Tonnen zum Teil toxischer Produktionsabfälle an, welche in stillgelegten Tagebaurestlöchern entsorgt wurden. Auf diese Weise wurden zahlreiche umwelt- und gesundheitsgefährdende Schadstoffe darunter Dioxine, Furane, Tributylzinn-Verbindungen (TBT), Polychlorierte Biphenyle (PCB) etc. in die Umwelt eingebracht und sorgen bis heute für eine bis in das Grundwasser reichende Belastung.

Ein Pestizid, welches im großen Maßstab in Bitterfeld-Wolfen synthetisiert und weltweit intensiv in der Landwirtschaft eingesetzt wurde, stellt das Insektizid Lindan (γ -Hexachlorcyclohexan / γ -HCH) dar (Milagros et al. 2016). Lindan bzw. γ -HCH wurde in Bitterfeld zwischen 1951 und 1982 in einem Umfang von jährlich 200 - 650 Tonnen produziert. Dabei fielen mindestens 70.000 Tonnen HCH-Abfälle (α -, β -, δ -, ϵ -HCH) an, welche primär in den beiden ehemaligen Tagebaurestlöchern die Grube Antonie und die Titanteiche verkippt wurden (vgl. Abb. 2 und 3) (Karl Enders 2005).



Abbildung 2: Entsorgung von chemischen Produktionsabfällen in der Grube Antonie, 1983.

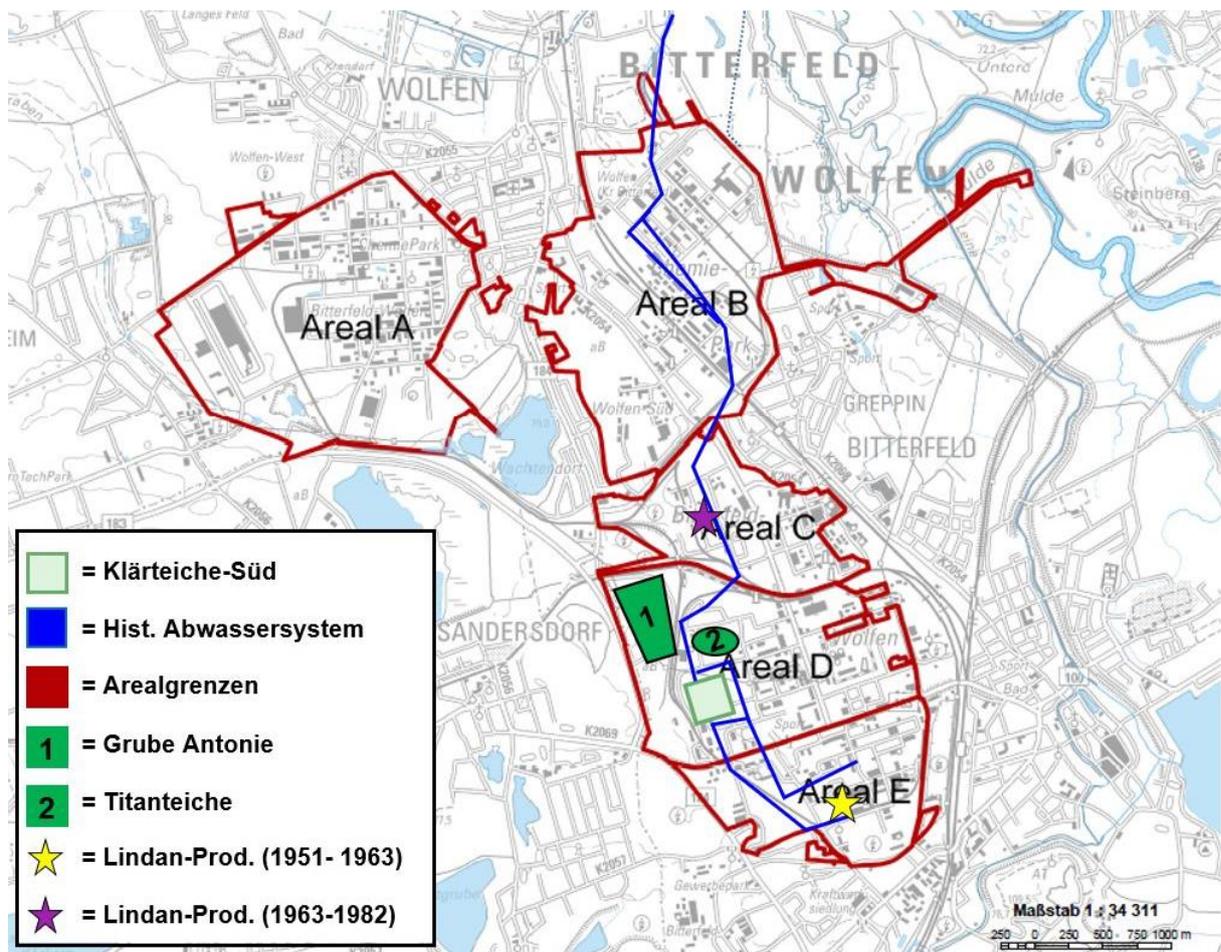


Abbildung 3: Historischer Lageplan ÖGP Bitterfeld-Wolfen (Skizze). Schematisch abgebildet sind die ehemaligen Lindan-Produktionsstätten, das historische Abwassersystem sowie die beiden HCH-Deponien Grube Antonie und Titanteiche im ÖGP Bitterfeld-Wolfen.

Historische HCH-Quellen stellen zudem ehemalige, oberflächliche HCH-Ablagerungen und -Umschlagsplätze dar, wodurch über Auswaschung und atmosphärische Deposition HCH und weitere Schadstoffe in die standortnahen Oberflächengewässer verlagert werden konnten. Darüber hinaus wurden während des Produktionszeitraums pro Jahr bis zu 0,2 Tonnen des kanzerogenen und hormonell aktiven Schadstoffs HCH über das Abwasser in das Spittelwasser und von dort in die Mulde geleitet (Karl Enders 2006).

Seit 1990 wurden im Chemiapark Bitterfeld-Wolfen und seiner Umgebung zahlreiche Erkundungsmaßnahmen durchgeführt, um die Gefährdung durch Boden- und Grundwasserkontaminationen abzuschätzen und gezielt Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen zu konzipieren. Für den als „ökologisches Großprojekt“ deklarierten Standort wurde 1995 ein erstes umfassendes Sanierungsrahmenkonzept erarbeitet. Auf dessen Grundlage erfolgten beispielsweise die Sicherung der Grube Antonie (1993 – 2022), die partielle Auskoffierung der Titanteiche (2005), die Abdeckung der ehemaligen Absetzbecken Klärteiche-Süd (2012 – 2015) sowie zahlreiche Bodenauskoffierungen auf dem Gelände.

Zudem wird seit 1994 über Abstomsicherungen kontinuierlich belastetes Grundwasser gefördert und gereinigt. Neben zahlreichen anderen Schadstoffen werden dem Grundwasser jährlich relevante Mengen an HCH entzogen (ca. 25-30 kg HCH im Jahre).

Somit kann festgehalten werden, dass bereits umfangreiche Maßnahmen im ÖGP Bitterfeld-Wolfen durchgeführt wurden bzw. aktuell werden. Die Hauptproblematik im HCH-Kontext, welcher sich die LAF sowie andere Stakeholder aus Natur- und Umweltschutz im Land Sachsen-Anhalt jedoch gemeinsam stellen müssen, liegt daher heutzutage vorrangig in den flussabwärts gelegenen Auenbereiche. Hieraus ergibt sich eine besondere Relevanz für die Gewässer.

1.4 HCH-belastete Mulde flussabwärts von Bitterfeld-Wolfen

Jahrzehntlang wurde über das Abwasser des Chemiekombinats Bitterfeld-Wolfen HCH in die Mulde eingeleitet und im Rahmen von Hochwasserereignissen in die Flussauenbereiche verfrachtet (vgl. Abb. 4). Dies hat zur Folge, dass die Mulde heute großflächig mit den schwer abbaubaren Schadstoffen belastet ist, woraus Einschränkungen für die betroffenen Landnutzer erwachsen (Leonhardt et al. 2021). Zudem stellt die Aue eine diffuse Schadstoffquelle dar, was zu einer anhaltend negative Beeinflussung der Wasserqualität der Mulde führt. Eine Sanierung der Aue erwies sich jedoch bisher als nicht realisierbar. Zum einen durch die enorme Größe des Areals mit 4.779 Hektar und zum anderen, da die genaue Schadstoffverteilung auch heute noch weitestgehend unbekannt ist (Leonhardt et al. 2021). Außerdem deuten bisherige Untersuchungen in der Mulde eine heterogene Schadstoffverteilung an, welche nach Hochwasserereignissen starken Schwankungen unterliegen kann.

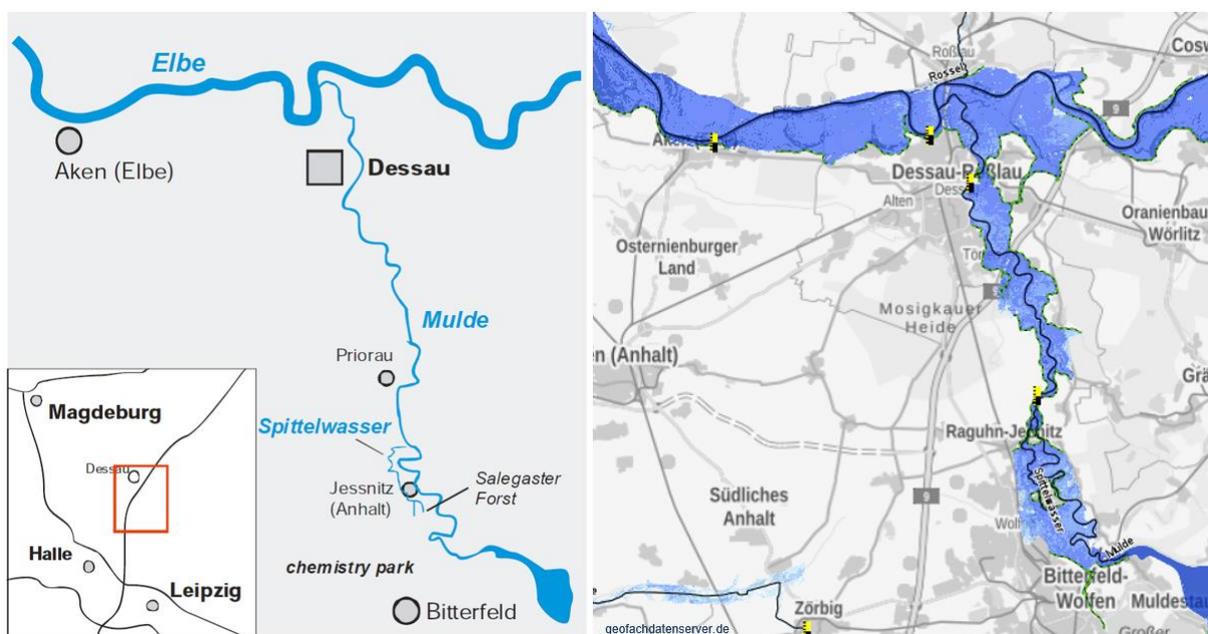


Abbildung 4: Links grafisch dargestellt ist die Lage der Mulde, rechts die potenziell mit HCH belasteten Überschwemmungsbereiche im Falle eines Jahrhundert-Hochwassers. Die in blau eingefärbten Überflutungsbereiche markieren die von HCH-Kontaminationen potenziell betroffene Mulde mit einer Arealgröße von 4.779 ha. Seitlich wird das Areal durch Deiche begrenzt, im Norden durch die Flussmündung in die Elbe.

Eine weitere Herausforderung stellen die zahlreichen Interessenskonflikte in der Aue dar, denn hier konkurrieren Schutzziele des Hochwasserschutzes, des Naturschutzes, der Wasserrahmenrichtlinie, des Tourismus sowie der Land- und Forstwirtschaft miteinander. Ziel im Land muss daher sein, gemeinsam ein integrales Auenmanagement für die Muldeaue zu entwickeln. Also ein Konzept, welches langfristig die Grünflächen in der Aue wieder einer Nutzung zuführt, ohne dabei die zuvor angesprochenen Schutzziele zu gefährden.

Die ersten wichtigen Schritte auf dem Weg dorthin wurden bereits unternommen. So fand im Januar 2020 ein regionales Auftakttreffen in LINDANET mit Vertretern aus Landeseinrichtungen und Wissenschaft statt. Denn auch die enge Zusammenarbeit regionaler Interessensvertreter ist ein elementarer Bestandteil des Projekts und unabdingbar für die Etablierung eines besseren Umgangs mit der HCH-Belastung in der Muldeaue.



Abbildung 5: Muldeaue bei Dessau-Roßlau.

Im Nachgang konnten weitere Treffen initiiert sowie eine Bündelung sämtlicher relevanter Daten und Berichte zu HCH im Land erzielt werden. Und auch hier zeigte sich, dass die Zusammenarbeit im Rahmen von LINDANET sehr gut funktioniert. Doch diese muss unbedingt über LINDANET hinaus fortgesetzt werden, weshalb Action 2 des hier gegenständlichen Actionplans darauf den Fokus legt.

Zudem erarbeitete der Ingenieurdienstleister CDM Smith auf Basis der landesweit erhobenen Datensätze ein Untersuchungskonzept der Muldeaue - ebenfalls ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Entwicklung eines integralen Auenmanagement an der Mulde. Grundlage dafür war das EU-Projekt HCH in EU (TAUW 2020). Darüber erhielt die LAF, als assoziierter Partner, von CDM Smith ein Arbeitskontingent für ingenieurtechnische Dienstleistungen in der Muldeaue. Das Projekt stellte damit die perfekte Ergänzung zum Kommunikations- und Vernetzungsprojekt LINDANET dar.

Am 14. Juli 2021 wurde das Untersuchungskonzept im Rahmen des 3. Regionalen Workshops in LINDANET den am Projekt beteiligten Stakeholdern vorgestellt. Darauf aufbauend, so die Hoffnung, kann ein technisch und finanziell umsetzbares Sanierungs- und Nutzungskonzept für die Muldeaeue erarbeitet werden. Doch zunächst muss die Finanzierung und Umsetzung des in „HCH in EU“ erarbeiteten Untersuchungskonzepts erfolgen, weshalb hier Action 1 des vorliegenden Actionplans ansetzt.

2. Policy Instrument

In LINDANET wurde von jedem Partner bei der Antragstellung ein Policy Instrument ausgewählt, welches es im Rahmen des Projekts zu adressieren gilt. Das von der LAF in LINDANET ausgewählte Policy Instrument lautet:

Operationelles Programm (OP) für den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) des Landes Sachsen-Anhalt 2014-2020 (OP EFRE 2014 – 2020)

Prioritätsachse 4: Erhaltung und Schutz der Umwelt sowie Förderung der Ressourceneffizienz.

Investitionspriorität 6e: Maßnahmen zur Verbesserung des städtischen Umfeldes, zur Wiederbelebung von Stadtzentren, zur Sanierung und Dekontaminierung von Industriebrachen (einschließlich Umwandlungsgebieten), zur Verringerung der Luftverschmutzung und zur Förderung von Lärminderungsmaßnahmen.

Spezifisches Ziel 11: Verringerung des Flächenverbrauchs durch Unterstützung der Innenentwicklung von Städten und durch die Verbesserung der Nutzung von Brach- und Konversionsflächen im urbanen Raum. Maßnahme: Wiederherstellung von Brach- und Konversionsflächen in Städten und im städtischen Umfeld (Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt 2020).

Zudem wurde mit dem vorliegenden Actionplan, genauer durch Action 1, folgendes Policy Instrument adressiert:

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)

Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums

4b) Verbesserung der Wasserwirtschaft, einschließlich des Umgangs mit Düngemitteln und Schädlingsbekämpfungsmitteln (Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt 2021).

3. Action 1 – Nächste Schritte auf dem Weg zu einem integralen Muldeauen-Management

Wie unter 1.4 erläutert, stammt die mögliche aktuelle HCH-Belastung der Mulde, nicht mehr vordergründig aus der historischen Quelle, dem Chemiepark Bitterfeld-Wolfen, sondern aus der diffus mit HCH kontaminierten Mulde. Da einige HCH-Isomere und darunter vor allem β -HCH in der Umwelt kaum auf natürlichem Wege abgebaut werden, ist die bis in die 1980er Jahre entstandene HCH-Belastung in der Mulde bis heute nachweisbar. Mögliche Folgen einer bestehenden HCH-Belastung sind allerdings eine anhaltende negative Beeinflussung der Wasserqualität der Mulde sowie die Aufrechterhaltung von Nutzungsbeschränkungen von Grünflächen in der Aue. Hinzu kommt, dass die Wasserrahmenrichtlinie eine rechtliche Verpflichtung zu einer Verbesserung der Wasserqualität der Mulde darstellt. Denn der Flussabschnitt mit der Bezeichnung: „VM02OW01-00 - Mulde von Mündung in die Elbe bis Muldestausee“ weist unter anderem durch die dort zwischen 2005 und 2013 bestimmten HCH-Konzentrationen einen schlechten bzw. „nicht guten“ chemischen Zustand auf (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt 2011, 2017; Jacobs et al. 2015).

Daher wurde durch CDM Smith im Rahmen des EU-Projekts „HCH in EU“ für die LAF ein Untersuchungskonzept für die Mulde erarbeitet (Leonhardt et al. 2021). Das Ziel des Konzepts ist es, eine Datengrundlage für die Entwicklung eines schadstoffbezogenen Sanierungs- und Nutzungskonzepts der Mulde zu schaffen. Das sog. Integrale Muldeauen-Management stellt demnach eine Guideline bzw. ein neues Policy Instrument zum besseren Umgang mit der HCH-Belastung in der Mulde dar. Damit kam die LAF ihrem Ziel, für die Mulde ein integrales Auenmanagement zu entwickeln, ein großes Stück näher und kann sich somit dem nächsten Meilenstein auf dem Weg dorthin widmen.

Und genau dieses ist Gegenstand von Action 1, welche zunächst auf die Klärung der Finanzierung des Untersuchungskonzepts abzielte und nachgeschaltet die Ausschreibung, Vergabe und begleitende Umsetzung erster Maßnahmen des Untersuchungskonzepts in den Fokus stellt. Bei den ersten Maßnahmen handelt es sich vordergründig um die ersten Probennahme-Kampagnen inkl. chemischer Analytik von Boden- und Sedimentmaterial in der Mulde.

Da mit Schritt 1 nicht gewartet werden konnte, wurde hierzu bereits am 15.07.2021 und somit noch in Phase 1 von LINDANET durch die LAF ein Antrag auf eine ELER-Förderung des Maßnahmenpakets gestellt. Der ausgewählte Schwerpunktbereich stellt dabei **4b) die Verbesserung der Wasserwirtschaft, einschließlich des Umgangs mit Düngemitteln und Schädlingsbekämpfungsmitteln** dar (Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt 2021). Am 25.11.2021 ging dann bei der LAF die auf den 22.11.2021 datierte Zusage über 471.009,14 EUR für die Umsetzung des in HCH in EU erarbeiteten Konzepts ein.

Action 1

Der Fokus von Action 1 im Rahmen von Phase 2 des LINDANET-Projekts liegt demnach vor allem auf der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, der Durchführung des Ausschreibungsverfahrens und der Ausführung der erforderlichen technischen Maßnahmen. Bei den auszuschreibenden Leistungen handelt es sich um die Probenahme, die Analytik und die ingenieurtechnische Unterstützung. Während der Phase 2 werden die ersten Beprobungs- und Analysemaßnahmen umgesetzt (vgl. Tabelle 2), die abschließende Auswertung der gewonnenen Daten erfolgt kurz nach Ende der Phase 2 und ist damit die Fortsetzung der im Rahmen von LINDANET unternommenen Schritte hin zur Entwicklung des Integralen Muldeauen-Managements.

Tabelle 1: Maßnahmenkatalog von Action 1 in LINDANET

Maßnahme	Zeitraum
Antrag auf ELER-Mittel	15.07.2021
Bewilligung Finanz. Untersuchungskonzept	22.11.2021 (Zustellung am 25.11.2021)
Vorbereitung Ausschreibungsunterlagen	Februar – April 2022
Vergabe des Untersuchungskonzept	Mai - Juli 2022
Start erster Untersuchungen (Beprobung & Analytik)	Ab August 2022

Verbindung zu LINDANET

Aus dem mit den Projektpartnern intensiv vorangetriebenen Erfahrungsaustausch ging immer wieder hervor, dass eine passive Umgangsweise mit HCH-Kontaminationen negative finanzielle Konsequenzen nach sich ziehen können. Die Sanierung und Sicherung von HCH-belasteten Bereichen werden über die Zeit, und das zeigte sich in fast allen in LINDANET vertretenen Regionen, aufgrund von möglichen vertikalen und horizontalen Verteilungsprozessen technisch anspruchsvoller und kostspieliger. Eine Alternative dazu, zeigt hingegen die Regierung von Aragon (Spanien) auf. In Aragon wurden bereits in den 1990er Jahren umfangreiche und andauernde Untersuchungsprogramme gestartet und davon zahlreiche Maßnahmen zur Eindämmung der Ausbreitung des in Sabinánigo (Spanien) ehemals produzierten, abgelagerten und bis heute deponierten HCH abgeleitet. Diese Maßnahmen beinhalten neben dem implizit erwähnten Dauermonitoring-Programm der Belastungssituation sowie Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen auch innovative Pilotstudien zur Beseitigung der HCH-Kontaminationsbereiche vor Ort. Anschließend wurden diese in einem ca. 550 Millionen Euro schweren und bis ins Jahre 2040 reichenden strategischen Actionplan zusammengeführt und das Maßnahmenpapier der Bevölkerung zur Verfügung gestellt (Gobierno de Aragon 2016, 2020c).

Dieser Ansatz soll in ähnlicher Weise auch in der Muldeae zur Anwendung kommen. Zunächst wird mit der Umsetzung eines Untersuchungskonzepts die Erreichung eines möglichst vollständigen Systemverständnisses sowie eines klaren Bildes der Belastungssituation in der Aue angestrebt. Anschließend können darauf basierend clevere, effiziente und verhältnismäßige Maßnahmen erarbeitet und in einem langfristig geplanten Übersichtsdokument zusammengeführt werden. Entwickelt werden kann das sogenannte **Integrale Muldeauen-Management** lediglich gemeinsam mit

Action 1

den Stakeholdern aus Sachsen-Anhalt und das vermutlich weit nach Abschluss des am 31.01.2023 endenden LINDANET-Projekts. Der vorliegende Actionplan reicht somit zeitlich nicht bis zur Finalisierung des Integralen Muldeauen-Managements. Trotzdem soll der Actionplan der Region Sachsen-Anhalt bereits für das langfristige und ambitionierte Vorhaben an der Mulde den Grundstein legen und den noch zu bewältigenden Pfad aufzeigen.

Das LINDANET-Projekt lieferte somit zahlreiche Argumente für die der zuständigen Fördermittelstelle (LVWA) vorgestellten Herangehensweise in der Muldeau und folglich für eine Bewilligung der dafür beantragten ELER-Mittel.

Finanzierung

Die Kosten für die Umsetzung von Action 1 belaufen sich auf bis zu 471.009,14 EUR und werden durch Mittel aus dem **Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)** finanziert.

4. Action 2 – Etablierung von 3 Komitees zur gemeinsamen Entwicklung eines integralen Muldeauen-Managements

Wie durch den Erfahrungsaustausch in LINDANET nochmal die ideale Vorgehensweise in der Muldeau verdeutlicht werden konnte, lieferte das Projekt auch den Input für Action 3 und 4 (vgl. Kapitel 6). Denn es zeigte sich während der Regionalen Meetings mit den LINDANET-Stakeholdern, aber auch im Austausch mit den Projektpartnern, dass bei komplexen Fragestellungen lediglich eine gute Zusammenarbeit mit sämtlichen Interessensvertretern und Entscheidungsträgern zum Ziel führen kann. Dies trifft insbesondere auf die Muldeau zu, in der zahlreiche Schutzziele aus Bodenschutz, Hochwasserschutz, Naturschutz, Wasserrahmenrichtlinie, Tourismus sowie Land- und Forstwirtschaft miteinander konkurrieren. Essenziell für eine gemeinsame Entwicklung des integralen Auenmanagements in der Muldeau ist somit eine Fortsetzung der bereits in LINDANET gestarteten guten Zusammenarbeit im Land Sachsen-Anhalt.

Es ist davon auszugehen, dass die Erarbeitung des neuen Policy Instruments, das Integrale Muldeauen-Management, nicht im Rahmen des LINDANET-Projekts abgeschlossen werden kann. Dennoch ist es wichtig, damit bereits in Phase 2 zu beginnen, wenn die ersten Daten aus dem Untersuchungskonzept in der Muldeau erwartet werden können und die regionale Zusammenarbeit noch sichergestellt ist.

Daher legt Action 2 des vorliegenden Actionplan den Fokus auf die Gründung einer Taskforce (sog. Taskforce Muldeauen-Management) mit drei Unterausschüssen, welche sich zur Steigerung der Effizienz und Minimierung des zeitlichen Aufwands für die beteiligten Stakeholder eine unterschiedliche Zusammensetzung und thematischen Ausrichtung aufweisen (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Taskforce Muldeauen-Management mit drei Unterausschüssen inkl. der jeweiligen beteiligten Organisationen und adressierten Themen.

1. Komitee für Integrales Muldeauen-Management Sachsen-Anhalt	
Beteiligte Organisationen	<u>Entscheidungsträger aus fachlich zuständigen Behörden:</u> Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt (MWU); Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten (MWL); Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt (LVwA); Landesbetrieb für Hochwasserschutz (LHW); Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG); Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU); Amt für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten - Anhalt (ALFF - Anhalt); Landkreis Anhalt-Bitterfeld (LK ABI), Stadt Dessau-Roßlau, Landesanstalt für Altlastenfreistellung LSA (LAF)
Adressierte Themen	Politische Entscheidungen darunter auch die finale Abnahme des Policy Instruments „ <i>Integrales Muldeauen-Management</i> “

2. Wissenschaftliches Komitee	
Beteiligte Organisationen	<u>In Muldeae wissenschaftlich arbeitende Institutionen / Abteilungen:</u> UFZ, LK ABI – Veterinäramt, Stadt Dessau-Roßlau – Veterinäramt, LAU, WWF, Biosphärenreservat Mittelelbe, LAF
Adressierte Themen	Beratung des 1. Komitees, Initiierung neuer Forschungsprojekte und -Kooperationen, Austausch von neuen Erkenntnissen zu HCH

3. Interessensgemeinschaft Muldeae Sachsen-Anhalt	
Beteiligte Organisationen	<u>Direkt Betroffene und in Muldeae tätige Stakeholder:</u> LAU, WWF, Biosphärenreservat Mittelelbe, Stadt Dessau-Roßlau, ALFF, LHW, LK ABI, Landwirte, Jäger ggf. Anwohner, Anlieger und Tourismusverbände, LAF
Adressierte Themen	Erarbeitung und Abstimmung von Sanierungsmaßnahmen und schadstoffbezogenen Nutzungskonzepten der Auenflächen in der Muldeae

Verbindung zu LINDANET:

Vorbild für Action 2 ist der Leadpartner in LINDANET, die Regierung von Aragon, welche ebenfalls 3 Komitees zur gemeinsamen Bewältigung der lokalen HCH-Problematik mit einer vergleichbaren Struktur etabliert hat. Diese wurden im Rahmen von ITW3 durch den Leadpartner dem Projektkonsortium ausführlich vorgestellt. Weitere Informationen dazu können der auf der Interreg Policy Learning Platform ausführlich beschriebenen Good Practice „Committees for the monitoring of the lindane waste management“ entnommen werden (Gobierno de Aragon 2020a).

Action 2

Der genaue zeitliche Ablauf der Maßnahmen in Action 2 ist in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf der einzelnen Maßnahmen von Action 2 in LINDANET.

Maßnahme	Zeitraum
Vorstellung 3 Komitees während 5. Regionalen Meeting in LINDANET	24. Februar 2022
Abstimmung Untersuchungskonzept mit Stakeholdern	Februar - März 2022
Einarbeitung Feedback der Stakeholder in Untersuchungskonzept	Februar – April 2022
Erste Treffen aller Komitees und Abstimmung des aktuellen Stands zum Untersuchungskonzept, ggf. Präsentation erster erhobener HCH-Daten	Spätestens Ende 2022

Finanzierung

Es werden keine Kosten im Zusammenhang mit Action 2 erwartet. Eine zusätzliche Finanzierung ist nicht notwendig.

5. Action 3 – Erarbeitung eines Fachberichts über das Lindan-Erbe der Region Bitterfeld-Wolfen

Zudem konnte im Rahmen von LINDANET festgestellt werden, dass kein gebündeltes Wissen, nach Vorbild des während ITW1 vorgestellten „Strategic Environmental Action Plan against lindane waste contamination in Aragon“ der Regierung von Aragon (Gobierno de Aragon 2016, 2020c), zum Lindan-Erbe der Region Bitterfeld-Wolfen vorliegt, allerdings ein großer Gewinn für die Zusammenarbeit im Land darstellen würde. Ursache dafür ist unter anderem, dass HCH zwar bei zahlreichen Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen in der Region Bitterfeld-Wolfen Bestandteil war und ist, allerdings selten isoliert im Fokus steht. So existieren Informationen zu durchgeführten Maßnahmen mit HCH-Bezug in mehreren Berichten z. T. verschiedener Behörden im Land, bisher allerdings keine Gesamtübersicht. Ein Bericht wäre allerdings essenziell um das Wissen, welches häufig an fachlich zuständige Personen geknüpft ist, für kommende Generationen konservieren zu können. Zudem könnte ein Bericht zum regionalen Lindan-Erbe der Information von Stakeholdern und interessierten Bürgern dienen und somit der transparente Umgang mit diesem Thema weiter ausgebaut werden.

Daher fokussiert Action 3 die Ausarbeitung eines Dokuments mit dem Titel „Das Lindan-Erbe der Region Bitterfeld-Wolfen“, welches zum einen die Zusammenfassung der Geschichte der in Bitterfeld ansässigen Lindan-Produktion inkl. Entsorgung der HCH-Abfälle und zum anderen eine kurze Übersicht sämtlicher lokaler Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie Forschungs- und EU-Projekte mit HCH-Bezug vorsieht. Zudem soll der Bericht fortlaufend konzipiert sein und auch über Phase 2 von LINDANET hinaus aktualisiert werden. Der Bericht soll zum Ende von Phase 2 veröffentlicht werden.

Der genaue zeitliche Ablauf von Maßnahmen in Action 3 ist in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Zeitlicher Verlauf der Maßnahmen von Action 3 in LINDANET

Maßnahme	Zeitraum
Erarbeitung HCH-Bericht Bitterfeld-Wolfen	Februar - September 2022
Abstimmung einzelner Kapitel mit zuständiger Behörde / Institut	März – September 2022
Veröffentlichung HCH-Bericht Bitterfeld-Wolfen	Dezember 2022
Vorstellung bei 6. Stakeholder-Meeting in LINDANET	Januar 2023

Finanzierung:

Analog zu Action 1 und 2 wird auch die Umsetzung von Action 3 durch Mitarbeiter der LAF umgesetzt. Eine zusätzliche Finanzierung ist nicht notwendig.

6. Zusammenfassung

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde das Pflanzenschutzmittel Lindan (γ -HCH, γ -Hexachlorcyclohexan) weltweit im großen Maßstab in der Landwirtschaft eingesetzt. In diesem Zusammenhang entstanden bei der Produktion des Insektizids erhebliche Mengen von Organochlorverbindungen (α -, β -, δ -, ϵ -HCH etc.), welche über krebserzeugende, bioakkumulative und hormonell wirksame Eigenschaften verfügen. Diese wurden über das Abwasser und unzureichend gesicherte Deponien in die Umwelt eingebracht und sind unter natürlichen Bedingungen nur schwer abbaubar. Daher stellen trotz eines EU-weiten Produktions- und Nutzungsverbots von Lindan aus dem Jahre 2009 lokal aber auch flächendeckend auftretende Belastungen von Böden und Gewässern zahlreiche Regionen in Europa bis heute eine große Herausforderung dar.

Um dieser gemeinsam begegnen zu können, startete am 01. August 2019 das Interreg Europe Projekt „LINDANET“. Dieses soll, mit einem Budget von 1,35 Mio. Euro und einer Laufzeit von 3,5 Jahren ausgestattet (Co-Finanzierung durch EFRE 85%), eine erfolgreiche Zusammenarbeit von mit HCH-Belastungen konfrontierten Regionen gewährleisten. Zu diesem Zweck tauschen die sechs Projektpartner aus Spanien, Deutschland, Polen, Tschechien und Italien regelmäßig Erfahrungen im Umgang mit HCH aus und geben diese im Rahmen von Stakeholder Meetings an die regionalen Interessensvertreter aus öffentlicher Verwaltung, Privatwirtschaft, Natur- und Umweltschutzverbänden sowie Forschung weiter. Zum Ende von Phase 1 des Projekts (08/2019 – 01/2022) wird von jedem Partner ein mit dem regionalen Stakeholder-Netzwerk abgestimmter und von Projektzusammenarbeit abgeleiteter Actionplan vorgelegt, welcher innerhalb von Phase 2 (02/2022 – 01/2023) umgesetzt werden soll und darauf abzielt, die Region im Umgang mit der lokalen HCH-Problematik entschieden voranzubringen.

Der Fokus der Landesanstalt für Altlastenfreistellung (PP4 in LINDANET) liegt in LINDANET auf der mit HCH-belasteten Muldeae. Denn die dort vorherrschende und einst im Zuge von Hochwasserereignissen aus dem nahegelegenen Chemiepark Bitterfeld-Wolfen in die Auenbereiche eingebrachte Bodenkontamination, stellt insbesondere im Hochwasserfall eine relevante Schadstoffquelle dar. Dies führt zu einer Verschlechterung der Gewässerqualität und hat zudem Nutzungseinschränkungen von Flächen in der Aue zur Folge. Daher ist das Hauptziel im Rahmen von LINDANET, die Basis für ein integrales Auenmanagement zu schaffen. Dazu muss zunächst ein Untersuchungskonzept für die Muldeae erarbeitet und umgesetzt werden, um anschließend flächendeckende Informationen über Schadstoffgehalte in den verschiedenen Umweltkompartimenten gewinnen zu können. Diese können zu einem späteren Zeitpunkt für die Entwicklung eines Standort-angepassten Sanierungs- und Flächennutzungskonzepts in der Muldeae herangezogen werden (sog. Integrales Auenmanagement).

Das Untersuchungskonzept wurde für die LAF im Rahmen des EU-Projekts „HCH in EU“ bereits erarbeitet. Somit setzt der hier vorliegende Actionplan an dieser Stelle an und forciert mit „Action 1 – Nächste Schritte auf dem Weg zu einem integralen Muldeauen-Management“ die Finanzierung, Ausschreibung, Vergabe sowie Umsetzung des Muldeauen-Untersuchungskonzepts, während „Action 2 – Etablierung von 3 Komitees zur gemeinsamen Entwicklung eines integralen Muldeauen-Managements“ darauf abzielt, eine effiziente, optimal strukturierte und zeitsparende Fortführung der bereits in LINDANET gut funktionierenden reg-

ionalen Zusammenarbeit in der Muldeue langfristig sichern zu können. Diese ist unabdingbar, um mit den in Zukunft im Rahmen des Untersuchungskonzepts erhobenen Fachinformationsdaten gemeinsam ein schadstoffbezogenes Sanierungs- und Nutzungskonzept entwickeln zu können ohne die hier existierenden und teilweise konkurrierenden Schutzziele unberücksichtigt zu lassen.

„Action 3 – Erarbeitung eines Fachberichts über das Lindan-Erbe der Region Bitterfeld-Wolfen “ zielt darauf ab, die regionale Lindan-Produktionsgeschichte sowie alle in Bitterfeld-Wolfen und der Muldeue zu HCH gelaufenen Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie Forschungs- und EU-Projekte in einer übersichtlichen Zusammenfassung aufzuarbeiten. Damit soll einem durch den Generationswechsel in Sachsen-Anhalt potenziell drohenden Wissensverlust vorgebeugt, sowie ein Übersichtsdokument zur Information von Stakeholdern und interessierten Bürgern geschaffen werden. Der Bericht soll zudem auch über LINDANET hinaus regelmäßig ergänzt werden, um interessierten Lesern möglichst den aktuellen Stand liefern zu können.

Noch steht Sachsen-Anhalt mit der HCH-Problematik in der Muldeue ein weiter Weg bevor. Doch die ersten Schritte in die richtige Richtung wurden bereits unternommen und sollen mit diesem Actionplan fortgesetzt werden.

7. Abstract

In the second half of the 20th century, the pesticide Lindane (γ -HCH, γ -Hexachlorocyclohexane) was largely used in agriculture worldwide. In this scope, the production of the insecticide resulted in significant amounts of organochlorine waste compounds (α -, β -, δ -, ϵ -HCH etc.) with carcinogenic, persistent and endocrine disruptive properties and introduced into the environment via wastewater as well as inadequately secured landfills. Therefore, despite an EU-wide ban on the production and use of Lindane from 2009, local but also widespread contamination of soils and waters still poses a major challenge to many regions in Europe to this day.

The Interreg Europe project "LINDANET" started on 1st of August 2019 in order to jointly address this problem. With a budget of 1.35 million euros and a duration of 3.5 years (co-financed by ERDF 85%), the project aims to create a network of European regions, that are affected by HCH pollutions. For this purpose, the six project partners from Spain, Germany, Poland, the Czech Republic and Italy regularly exchange experiences in dealing with HCH and include also regional stakeholders from public administration, nature and environmental protection associations as well as research in the learning process. At the end of phase 1 (01/08/2019 - 31/01/2022), each partner will submit an Action plan approved by the regional stakeholder network, which should be derived from the project collaboration, implemented within Phase 2 (01/02/2022 - 31/01/2023) and promote decisively the region in dealing with local HCH issues.

In LINDANET, the State office for contaminated sites (PP4 in LINDANET) focuses on the HCH-polluted Mulde floodplain. The prevailing soil contamination was once introduced into the floodplain from the nearby Bitterfeld megasite during flood events. In the same way the chemical compounds can be remobilized and thus serve as a diffuse source of pollutants in this scope till today. This leads to a significant deterioration in the water quality and results in use restrictions of the greenlands in the floodplain. Therefore, the main objective within the framework of LINDANET is to create the basis for an integral floodplain management. To this end, a study concept for the Mulde floodplain must first be developed and implemented in order to subsequently obtain comprehensive information on pollutant levels in the various environmental compartments. At a later stage, this information can be used to develop a site-specific remediation and land use concept for the Mulde floodplain (so-called integral Mulde floodplain management).

The study concept has already been developed for the LAF within the framework of the EU project "HCH in EU". Thus, this Action Plan starts at this point and with "Action 1 - Next steps on the way to an integral Mulde floodplain management" also explicitly deals with the financing, tendering, awarding and partial implementation of an investigation concept for the Mulde floodplain, while "Action 2 - Establishment of 3 committees for the joint development of an integral Mulde floodplain management" aims to ensure an efficient, optimally structured and time-saving continuation of the regional cooperation in the Mulde floodplain, which already functions well in LINDANET, in the long term. This is indispensable in order to be able to jointly develop a pollutant-related remediation and utilization concept with the specialist information data collected in the future as part of the investigation concept without disregarding the existing and partly competing protection goals here.

Abstract

"Action 3 - Preparation of a technical report on the Lindane legacy of the Bitterfeld-Wolfen region" also aims to provide a clear summary of the regional Lindane production history and all the exploration and remediation measures carried out in Bitterfeld-Wolfen and the Mulde floodplain concerning HCH, as well as research and EU projects. This is intended to prevent a potential loss of knowledge due to the generational change in Saxony-Anhalt and to create an overview document to inform stakeholders and interested citizens. The report will also be regularly updated beyond the timeframe of LINDANET to provide interested readers with the latest information.

Saxony-Anhalt still has a long way to go with the HCH problem in the Mulde floodplain. But the first steps in the right direction have already been taken and are to be continued with this Action Plan.

8. Literaturverzeichnis

Gobierno de Aragon (2016): Strategic Environmental Action Plan against lindane waste contamination in Aragón. Online verfügbar unter <http://www.stoplindano.es/en/actuacion/strategic-action-plan/>, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Gobierno de Aragon (2020): Good practice: Committees for the monitoring of the lindane waste management. Online verfügbar unter <https://www.interregeurope.eu/policylearning/good-practices/item/3595/committees-for-the-monitoring-of-the-lindane-waste-management/>, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Gobierno de Aragon (2020): Good practice: Demonstrative project to analyse the feasibility of ISCO technique in dissolved POPs. Hg. v. Interreg Europe. Online verfügbar unter <https://www.interregeurope.eu/policylearning/good-practices/item/4767/demonstrative-project-to-analyse-the-feasibility-of-isco-technique-in-dissolved-pops/>, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Gobierno de Aragon (2020): Good practice: Strategic Environmental Action Plan against lindane waste contamination in Aragon. Hg. v. Interreg Europe. Online verfügbar unter <https://www.interregeurope.eu/policylearning/good-practices/item/3594/strategic-environmental-action-plan-against-lindane-waste-contamination-in-aragon/>, zuletzt geprüft am 07.02.2022.

Gobierno de Aragon (2020): The Interreg Europe project LINDANET. Online verfügbar unter <https://www.interregeurope.eu/lindanet/>, zuletzt geprüft am 02.02.2022.

Karl Enders (2005): Die Herstellung von Hexachlorcyclohexan im Werk Süd des ehemaligen Elektrochemischen Kombinats Bitterfeld.

Karl Enders (2006): Die Belastung der Abwässer im ehemaligen Chemiekombinat Bitterfeld durch Hexachlorcyclohexan (HCH).

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Hg.) (2011): Bericht zur Beschaffenheit der Fließgewässer und Seen in Sachsen-Anhalt 2005-2008, S. 85.

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Hg.) (2017): Bericht zur Beschaffenheit der Fließgewässer und Seen in Sachsen-Anhalt 2009-2013, S. 59.

Leonhardt, Rosemarie; Kavunenko, Anna; Dorothee, Christensen; Eberhard, Casals (2021): Investigation concept for the pilot site Mulde floodplain in Saxony-Anhalt Germany Task 2 deliverable Step 2.3 Part 1 Consortium of HCH in EU.

LIFE (2019): LIFE SURFING. Online verfügbar unter <http://www.lifesurfing.eu/en/life-surfing-project/>, zuletzt geprüft am 02.02.2022.

Milagros, Vega; Dolores, Romano; Elina, Uotila (2016): Lindane (persistent organic pollutant) in the EU.

Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt (2020): OPERATIONELLES PROGRAMM FÜR DEN EUROPÄISCHEN FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG DES LANDES SACHSEN-ANHALT 2014-2020, S. 71.

Ministerium der Finanzen des Landes Sachsen-Anhalt (2021): BÜRGERINFORMATION ZUM JÄHRLICHEN DURCHFÜHRUNGSBERICHT 2021 ÜBER DIE UMSETZUNG DES ENTWICKLUNGSPROGRAMMS FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM IN SACHSEN-ANHALT 2014-2020 (EPLR ST 2014-2020), S. 2.

Patrick Jacobs; Evelyn Schaffranka; Harald Zauter (2015): Organische Schadstoffbelastungen in Schwebstoffen, Gewässersedimenten und Auen von Spittelwasser und Mulde und ihre Relevanz für das Flussgebiet Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung / BfG – Jahrgang: 59.2015,6 - ISSN 1439-1783. DOI: 10.5675/HyWa_2015,6_4.

TAUW (2020): HCH in EU - the legacy of the Lindane production in Europe | TAUW. Online verfügbar unter <https://www.tauw.com/news/news/hch-in-eu-the-legacy-of-the-lindane-production-in-europe.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2022.

Technical University of Liberec (2020): LIFEPOPWAT. Online verfügbar unter <https://gig.eu/pl/projekty-miedzynarodowe/lifepopwat>, zuletzt geprüft am 02.02.2022.

Vijgen, John; Abhilash, P. C.; Li, Yi Fan; Lal, Rup; Forter, Martin; Torres, Joao et al. (2011): Hexachlorocyclohexane (HCH) as new Stockholm Convention POPs--a global perspective on the management of Lindane and its waste isomers. In: *Environ Sci Pollut Res* 18 (2), S. 152–162. DOI: 10.1007/s11356-010-0417-9.