

## **20. Workshop o oběhovém hospodářství a skládkování, Žitava-Liberec 2024**

## **20. Kreislaufwirtschafts- und Deponieworkshop Zittau-Liberec 2024**



### **Sborník abstraktů Sammelband der Kurzfassungen**

29. - 30. 10. 2024, Liberec



**Interreg**



Kofinanziert von  
der Europäischen Union  
Spolufinancováno  
Evropskou unií

Sachsen – Tschechien | Česko – Sasko

## **20. Workshop o oběhovém hospodářství a skládkování, Žitava-Liberec 2024**

## **20. Kreislaufwirtschafts- und Deponieworkshop Zittau-Liberec 2024**

Sborník abstraktů  
Sammelband der Kurzfassungen

29. - 30. 10. 2024, Liberec

Workshop je financován z prostředků Evropské unie prostřednictvím programu **Interreg Česko - Sasko 2021-2027**, v rámci projektu „**Síť výzkumných institucí a podniků pro infrastrukturu - RENI**“, číslo 100686680.

Der Workshop wird gefördert durch die Europäische Union im Rahmen von **Interreg Sachsen - Tschechien 2021-2027**, und zwar im Rahmen des Projekts „**Forschung- und Unternehmensnetz für Infrastruktur - RENI**“, Nummer 100686680.

# **RENI – Wissenschafts- und Unternehmensnetzwerk für Umwelt und Infrastruktur**

## **RENI – Vědecká a podnikatelská síť pro životní prostředí a infrastrukturu**

Jens Engel<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Ziel des Projekts ist die Vereinigung der Forschungs- und Transferressourcen mit dem Know-how der KMU für innovative Verfahren zur Ertüchtigung der Infrastruktur, verbunden mit der Steigerung des Innovationspotentials in der Grenzregion. Aktive lokale Netzwerke werden in der Konzeptphase in die Identifikation von Themenfeldern für Entwicklung und Transfer eingebunden und auf dieser Grundlage gemeinsame Referenzprojekte bearbeitet. Öffentliche Kolloquien, online Meetings sowie Tage der offenen Forschungsinstitute dienen dem Austausch und Transfer und spezielle Netzwerktreffen der Erprobung innovativer Verfahren. Der Aufbau der online-Plattform sowie die Durchführung eines Erlebnis- und eines Praxistags sind geplant. Alle Formate werden zweisprachig durchgeführt und digital begleitet.

### **Abstrakt**

Cílem projektu je spojení výzkumných a transferových zdrojů s know-how malých a středních podniků pro inovativní postupy ke zkapacitnění infrastruktury se zvýšením inovačního potenciálu v pohraničí. Během koncepční fáze budou do identifikace témat pro vývoj a transfer zapojeny aktivní lokální sítě. Na tomto základě budou řešeny společné referenční projekty. Veřejná kolloquia, veřejné online meetingy a dny otevřených dveří výzkumných ústavů slouží k výměně a transferu. Specializovaná setkání sítě budou sloužit k testování inovativních postupů. Je plánováno vybudování platformy a realizace zážitkového a praktického dne. Veškeré formáty budou realizovány dvojjazyčně a budou elektronicky podpořeny.

---

<sup>1</sup>Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, jens.engel@htw-dresden.de

# Quo vadis Bioabfall? – Status Quo und Ziele im Freistaat Sachsen

## Quo vadis bioodpady? – Stávající stav a cíle Svobodného státu Sasko

Axel Zentner<sup>1</sup>

### Kurzfassung

Bioabfälle setzen sich aus Bio- und Grüngut zusammen und sind gemäß der europäischen Abfallrahmenrichtlinie ab dem 01. Januar 2024 getrennt zu sammeln und zu recyceln oder getrennt zu sammeln und nicht mit anderen Abfallarten zu vermischen. Diese Vorgabe ist in nationales Recht (§ 20 Absatz 2 KrWG) umgesetzt worden, wonach die öffentlich-rechtlichen Entsorger verpflichtet sind, überlassungspflichtige Bioabfälle getrennt zu sammeln.

Die Erhöhung der Quantitäten und Qualitäten von getrennt erfassten Bioabfällen ist ein bereits seit Jahren diskutiertes Thema in der Kreislaufwirtschaft und wird fachpolitisch als eines der Ziele zum Heben des Potenzials der Kreislaufwirtschaft benannt. Im Kreislaufwirtschaftsplan 2023 des Freistaates Sachsen wird im Zuge dessen die Zielmarke von 109 kg/(E\*a) getrennt gesammelter Bioabfälle für das Jahr 2032 formuliert.

Zur Erreichung des Ziels sind durch die verantwortlichen Stakeholder Maßnahmen zu entwickeln und durchzuführen, welche im Besonderen die Reduzierung von Fehlwürfen sowie die hochwertige Verwertung in Form von Kaskadennutzung (energetisch und stoffliche Nutzung) adressieren.

### Abstrakt

Bioodpady se skládají z biologického materiálu a zeleného odpadu. Podle evropské směrnice o odpadech je nutno je od 1. ledna 2024 sbírat separovaně a recyklovat je a nemíchat s ostatními druhy odpadů. Tato úprava byla implementována do národní legislativy (§ 20 odst. 2 zákona o cirkulární ekonomice). Podle této úpravy jsou veřejnoprávní subjekty zabývající se likvidací odpadu povinny, zajistit separovaný sběr bioodpadů, pro které existuje povinnost jejich předání k likvidaci.

Zvýšení kvantity a kvality separovaně sbíraných bioodpadů představuje již několik let diskutované téma cirkulární ekonomiky a je politicky uváděno jako jeden z cílů pro zvýšení potenciálu cirkulární ekonomiky. V Plánu cirkulární ekonomiky Svobodného státu Sasko 2023 je jako cílová hodnota formulovááno 109 kg/(obyv.\*rok) separovaně sbíraných bioodpadů v roce 2032.

Pro dosažení tohoto cíle je nutno vyvinout a realizovat opatření, řešící především snížení množství nesprávně vhozeného odpadu v recyklovatelných složkách a kvalitní zhodnocení formou kaskádového využití (energetické a látkové zhodnocení).

---

<sup>1</sup>Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat Kreislaufwirtschaft, Axel.Zentner@smekul.sachsen.de

# Možnosti nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

## Möglichkeiten für Bioabfallbehandlung

Katarína Kajánková<sup>1</sup>

### Abstrakt

V nakládání s komunálními odpady je nezbytné mířit na recyklační cíle a odklon odpadů ze skládek. V souladu s principy oběhového hospodářství je zásadní vytvářet ekodesign celého systému, primárně nastavený na předcházení vzniku odpadů, znovuvyužití nebo optimalizaci produkce toku odpadů tak, aby byly vhodné pro přednostně materiálové nebo energetické využití. Účelem je z odpadu získat druhotnou surovinu pro další zpracování a vrácení zdrojů k dalšímu využití. Pro snížení objemu skládkování komunálních odpadů a negativních dopadů skládkování na životní prostředí, a to jak z domácností, tak jejich oddělené soustřeďování od provozních odpadů v průmyslu, nestačí zabývat se pouze známými komoditami jako jsou sklo, kovy, papír a plasty. Pro biologicky rozložitelné komunální odpady ze spotřeby a distribučních sítí se nabízí různé varianty jejich využití od standardního kompostování po využití různých nových technologií jejich zpracování. Na potravinové odpady, které jsou součástí komunálních odpadů, lze také nahlížet jako potenciální zdroj makroživin, resp. materiálu s energetickou hodnotou, kterou lze využít za předpokladu vhodného nastavení procesů k dalšímu zpracování. Nakládání s potravinovými odpady z domácností a z podnikatelské činnosti se zásadně liší mírou zákonných povinností a dobrovolného přístupu jednotlivce.

### Kurzfassung

In der Behandlung der Kommunalabfälle ist es notwendig die Erreichung der Ziele im Bereich des Recyclens und Vermeidung des Deponierens anzupeilen. Im Einklang mit den Prinzipien einer Kreislaufwirtschaft ist es grundlegend, einen Ökodesign des gesamten Systems zu entwickeln, der primär auf die Abfallvermeidung, Wiederverwendung oder Optimierung der Produktion des Abfallstroms ausgerichtet ist, um aus dem Abfall einen sekundären Rohstoff für eine weitere Verarbeitung und eine Rückführung der Ressourcen für ihre weitere Nutzung erreichen zu können. Um das Volumen des deponierten Kommunalabfalls und die negativen Umweltauswirkungen des Deponierens reduzieren zu können reicht es nicht sich nur mit den bekannten Stoffen wie Glas, Metall, Papier und Plaste zu beschäftigen. Für den biologisch abbaubaren Kommunalabfall aus den Haushalten und Leitungsnetzen bieten sich verschiedene Varianten ihrer Nutzung an, beginnend mit dem standardmäßigen Kompostieren bis zum Einsatz von verschiedenen neuen Technologien für ihre Aufbereitung. Lebensmittelabfälle, die ein Bestandteil des Kommunalabfalls sind, können auch als eine potentielle Ressource von Makronährstoffen, bzw. als ein Stoff mit einem energetischen Wert betrachtet werden, der unter Voraussetzung einer entsprechenden Einstellung von Prozessen für seine weitere Verarbeitung genutzt werden kann. Die Behandlung von Lebensmittelabfällen aus Haushalten und unternehmerischer Tätigkeit unterscheidet sich wesentlich durch den Umfang gesetzlicher Verpflichtungen und einer freiwilligen Herangehensweise jedes Einzelnen.

---

<sup>1</sup>Recovera Využití zdrojů a.s., katarina.kajankova@veolia.com

# Kuchyňský odpad – některé údaje ze Slovenska

## Küchenabfall – einige Daten aus der Slowakei

Marek Hrabčák<sup>1</sup>

### Abstrakt

Od roku 2021 je na Slovensku každá obec povinná zavést oddělený separovaný sběr kuchyňského bioodpadu z domácností - 20 01 08. Na základě zkušeností obcí na Slovensku se předpokládalo, že dopady sběru kuchyňského odpadu budou postupné a pro rok 2023 se předpokládalo, že bude sebráno 58 219 t/rok z celkového odhadovaného množství 152-190 000 t/rok tohoto odpadu na Slovensku. Na základě našich statistických údajů z výběrových šetření jsme sestavili přehled o množství sebraného kuchyňského odpadu z 300 měst a obcí na Slovensku, které zahrnovaly celkem 2 285 300 obyvatel, tj. přibližně 42 % z celkového počtu obyvatel Slovenska. Průměrná hodnota v tomto souboru je 13,6 kg/obyvatele, medián je 10,0 kg/obyvatele a soubor má logaritmicko-normální rozdělení. Tvar kumulativní křivky ukazuje, že až 83 % obcí v tomto souboru sbírá méně než 20 kg/obyvatele, resp. že pouze 11 % obcí sbíralo více než 25 kg/obyvatele a pouze 4,5 % sbíralo více než 40 kg/obyvatele. Průměrné sebrané množství kuchyňského odpadu 20 01 08 se mezi velikostními skupinami obcí příliš neliší a pohybuje se mezi 9 až 12 kg/obyvatele. Pouze obce s více než 30 000 obyvateli vykazují nárůst průměrného ukazatele na 15 kg/obyv. až 17 kg/obyvatele. Zde prezentované údaje jsou pouze prvním výsledkem naší výběrové statistiky a mají za cíl širší diskusi k problematice kuchyňského odpadu na Slovensku.

### Kurzfassung

Seit 2021 hat in der Slowakei jede Gemeinde die Verpflichtung eine getrennte Sammlung von Bioabfällen aus Küchen in den Haushalten einzuführen - 20 01 08. Auf Grundlage von Erfahrungen der Gemeinden in der Slowakei wurde davon ausgegangen, dass die Folgen der Sammlung der Küchenabfälle allmählich eintreten werden. Für das Jahr 2023 ging man davon aus, dass 58 219 t / Jahr von der gesamten abgeschätzten Menge von 152 bis 190 000 t / Jahr dieses Abfalls in der Slowakei gesammelt werden. Aus unseren statistischen Daten aus einer Stichprobenuntersuchung konnten wir eine Übersicht der Mengen des erfassten Küchenabfalls aus 300 Städten und Gemeinden in der Slowakei zusammenstellen, die insgesamt 2.285. 300 Einwohner zählen, d.h. etwa 42 % der gesamten Bevölkerungsanzahl der Slowakei. Der Durchschnittswert in dieser Gesamtheit beträgt 13,6 kg/Einwohner, der Mittelwert 10,00 kg / Einwohner. Die Gesamtheit hat eine logarithmisch-normale Aufteilung. Die Form der kumulativen Kurve zeigt, dass bis zu 83 % der Gemeinden in dieser Gesamtheit weniger als 20 kg / Einwohner sammeln, bzw. dass nur 11 % der Gemeinden mehr als 25 kg/Einwohner und nur 4,5 % mehr als 40 kg / Einwohner gesammelt haben. Die durchschnittliche Menge des Küchenabfalls 20 01 08 unterscheidet sich zwischen den Gruppen von Gemeinden derselben Größe nicht wesentlich und beträgt zwischen 9 bis 12 kg / Einwohner. Nur Gemeinden mit mehr als 30 000 Einwohnern weisen einen Anstieg des durchschnittlichen Indikators auf 15 kg / Einwohner bis 17 kg / Einwohner aus. Die hier vorgestellten Angaben stellen nur das erste Ergebnis unserer Stichprobenstatistik dar und haben zum Ziel eine breitere Diskussion zur Problematik des Küchenabfalls in der Slowakei hervorzurufen.

<sup>1</sup>dříve GEOSOFTING spol. s r.o., Prešov, Slovensko, m.hrabcak61@gmail.com



# Fertigung biobasierter Einwegprodukte auf der Basis von agrarischen Reststoffen

## Zhotovování výrobků na jedno použití na bázi zemědělských, zbytkových produktů

Robin Tannert<sup>1</sup>, Mario Willecke<sup>1</sup>, Mathias Kinne<sup>1,2</sup>, Jens Weber<sup>1</sup>

### Kurzfassung

Einwegprodukte stellen im Lebensmittel- und Verpackungssektor praktische Lösungen dar, die jedoch häufig aufgrund der kurzen vorgesehenen Verwendungsdauer große Abfallmengen generieren. Sowohl Cellulose-basierte sowie Kunststoff-basierte Produkte gehen zudem bei ihrer Herstellung bzw. unsachgemäßer Entsorgung mit Umweltproblemen einher.

Wir berichten über einen Fertigungsprozess zur Herstellung vollständig biobasierter Einwegprodukte aus pflanzlichen Reststoffen aus der Agrarwirtschaft. Hierbei werden verschiedene Pflanzenabfälle wie SpreuStroh oder Bananenfasern mittels Heißpressen in ein formstabiles Produkt variabler Geometrie überführt. Durch die Simplizität des Verfahrens und die verwendeten Rohstoffen können negative Umweltauswirkungen vermieden werden.

### Abstrakt

V potravinářství a obalovém průmyslu představují jednorázové obaly praktická řešení, generující však s ohledem na jejich často krátké použití velké množství odpadu. Jak produkty na bázi celulózy, tak i na bázi umělých hmot však během své výroby, případně v důsledku své nesprávné likvidace, způsobují ekologické problémy.

V příspěvku budeme informovat o procesu výroby jednorázových produktů z rostlinných zbytků ze zemědělské výroby. Různé rostlinné odpady, jako je sláma nebo banánová vlákna jsou pomocí horkého lisování převedeny do produktu se stabilními tvary a variabilní geometrií. Díky jednoduchosti celého procesu a použitým materiálům lze zamezit negativním vlivům na životní prostředí.

---

<sup>1</sup>ZIRKON, Hochschule Zittau/Görlitz, Robin.Tannert@hszg.de

<sup>2</sup>Lausitzer Naturfaser-Ebersbach UG

# **Příprava nového Plánu odpadového hospodářství České republiky na období 2025-2035**

## **Vorbereitung des neuen Abfallwirtschaftsplans der Tschechischen Republik für den Zeitraum 2025-2035**

Jan Maršák<sup>1</sup>

### **Abstrakt**

V roce 2022 byla schválena aktualizace Plánu odpadového hospodářství ČR (POH ČR) s výhledem do roku 2035. Česká republika tak má aktuální komplexní strategii pro odpadové hospodářství až do roku 2035. POH ČR je zaměřen na podporu vyšších úrovní hierarchie nakládání s odpady a změnu stávající nevhodné situace v České republice zejména co se týče komunálních odpadů, kde stále převládá ukládání na skládky.

Podíl komunálních odpadů na celkové produkci odpadů zaujímá 14,8 %. Obyvatelé ČR jich v roce 2022 vyprodukovali 5,8 milionů tun, to je o 155 tisíc tun méně než v roce 2021. Každý občan ČR tedy v průměru ročně vyprodukuje 553 kg komunálního odpadu. V roce 2022 bylo využito 53 % vyprodukovaných komunálních odpadů, z toho 41 % materiálově a 12 % energeticky. Podíl materiálově využitých komunálních odpadů se oproti roku 2021 zvýšil. Na skládkách v roce 2022 skončilo 45 % komunálních odpadů (pro srovnání – průměr v EU je 23 %).

Ministerstvo životního prostředí v roce 2023 zahájilo intenzivní přípravu nového POH ČR na stěžejní období 2025–2035, ve kterém jsou nastaveny zásadní cíle zejména pro komunální odpady, co se týče recyklace, ale také co se týče redukce skládkování. POH ČR stanovuje priority, strategické a další cíle v oblasti odpadového a oběhového hospodářství pro ČR a navrhuje vhodná opatření k jejich dosažení. Prioritou nového POH ČR proto bude zásadní omezení skládkování všech druhů odpadů a udržení jejich hodnoty v ekonomickém cyklu co nejdéle. Budou reflektovány i nové právní úpravy vybraných oblastí (například obalových odpadů). Principy nového POH ČR lze shrnout následovně:

- Přejít na cirkulární ekonomiku (vazba na Cirkulární Česko 2040).
- Dodržování hierarchie nakládání s odpady.
- Předcházení vzniku odpadů.
- Využívání odpadů materiálově a následně energeticky.
- Maximální redukce skládkování odpadů.
- Plnění všech závazných cílů.

Nový Plán odpadového hospodářství by měl být účinný od roku 2025.

**Auf die nächste Seite sehen Sie die deutsche Kurzfassung.**

---

<sup>1</sup> Ministerstvo životního prostředí ČR, Vršovická 65, 10010 Praha 10, Jan.Marsak@mzp.cz

# **Příprava nového Plánu odpadového hospodářství České republiky na období 2025-2035**

## **Vorbereitung des neuen Abfallwirtschaftsplans der Tschechischen Republik für den Zeitraum 2025-2035**

Jan Maršák<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Im Jahre 2022 wurde eine Fortschreibung des Abfallwirtschaftsplans der Tschechischen Republik mit Ausblick bis 2035 beschlossen. Somit verfügt die Tschechische Republik über eine aktuelle, komplexe Strategie für die Abfallwirtschaft bis 2035. Der Abfallwirtschaftsplan ist auf die Unterstützung der höheren Ebenen der hierarchisch gestalteten Abfallbehandlung und eine Veränderung der bestehenden ungünstigen Lage in der Tschechischen Republik ausgerichtet, insbesondere was die Kommunalabfälle anbetrifft, die immer noch überwiegen deponiert werden.

Der Anteil des Kommunalabfalls auf den gesamten Abfallproduktion beträgt 14,8 %. Die Bevölkerung der Tschechischen Republik produzierte im Jahre 2022 5,8 Millionen Tonnen, das sind um 155 Tausend Tonnen weniger, als im Jahre 2021. Jeder Bürger der Tschechischen Republik produziert somit jedes Jahr im Durchschnitt 553 kg Kommunalabfall. Im Jahre 2022 wurden 53 % der produzierten Kommunalabfälle genutzt, davon 41 % im Rahmen einer Materialnutzung, und 12 % energetisch. Der Anteil an materiell nutzbaren Kommunalabfällen stieg gegenüber 2021 stark an. Auf Deponien landeten im Jahre 2022 45 % der Kommunalabfälle (zum Vergleich: der EU-Durchschnitt beträgt 23 %).

Das Ministerium für Umwelt der Tschechischen Republik hat im Jahre 2023 mit einer intensiven Vorbereitung des neuen Abfallwirtschaftsplan der Tschechischen Republik für die maßgeliche Periode 2025 - 2035 begonnen, in dem grundsätzliche Ziele insbesondere für Kommunalabfälle hinsichtlich des Recyclens, aber auch einer Reduzierung des Deponierens festgelegt werden. In dem Abfallwirtschaftsplan der Tschechischen Republik werden prioritäten, strategische und weitere Ziele im Bereich der Abfall- und Kreislaufwirtschaft für die Tschechische Republik festgelegt und entsprechende Maßnahmen vorgeschlagen, mit denen diese erreicht werden sollen. Die Priorität des neuen Abfallwirtschaftsplans der Tschechischen Republik wird deswegen eine wesentliche Einschränkung des Deponierens von allen Abfallarten und Erhalt ihres Wertes im wirtschaftlichen Kreislauf so lange wie möglich sein. Es werden auch neue gesetzliche Regelungen ausgewählter Bereiche berücksichtigt (zum Beispiel Abfälle aus Verpackungen).

Die Prinzipien des neuen Abfallwirtschaftsplans der Tschechischen Republik können wie folgt zusammengefasst werden:

- Übergang zur Kreislaufwirtschaft (Bezug zu „Cirkulární Česko 2040“).
- Einhaltung der Hierarchie der Abfallbehandlung.
- Abfallvermeidung.
- Materielle und folgend energetische Nutzung von Abfällen.
- Maximale Reduktion des Deponierens von Abfällen.
- Erfüllung sämtlicher verbindlicher Ziele.

Der neue Abfallwirtschaftsplan der Tschechischen Republik sollte seit 2025 wirksam sein.

---

<sup>1</sup>Ministerstvo životního prostředí ČR, Vršovická 65, 10010 Praha 10, Jan.Marsak@mzp.cz

# **Regulierung von Kunststoffen - Regulierungsansätze auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene**

## **Nařízení o plastech – regulační přístupy na mezinárodní, evropské a národní úrovni**

Anja Hentschel<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Kunststoffe in der Umwelt sind schon seit längerem ein globales Umweltproblem. Plastik ist überall. Es verbleibt oftmals viele Jahre, Jahrzehnte bis mehrere Jahrhunderte in der Umwelt. Plastikmüll und Mikroplastik verschmutzen Meere, Böden und Luft, gefährden Tiere und Menschen. Vielfach sind die Auswirkungen noch kaum untersucht.

Der Reduzierung von Plastikeinträgen in die Umwelt ist deshalb eine der größten Herausforderungen für die Gesellschaft in den nächsten Jahrzehnten, wenn nicht gar in den nächsten Jahrhunderten. Deshalb verwundert es nicht, dass Regulierungsansätze auf allen Governance-Ebenen zu finden sind. Ausgehend von einer kurzen Darstellung der Inhalte und Ausgestaltung eines globalen Plastik-Abkommens und dessen Umsetzungschancen sollen die Regulierungsansätze auf europäischer und nationaler Ebene im Mittelpunkt stehen. Dabei prägen europäische Verordnungen und Richtlinienvorgaben die Kunststoffregulierung in Deutschland. Verbote von absichtlich zugesetztem Mikroplastik in Kosmetika, Farben, Medikamenten oder Kunstraseneinstreumaterial, von Einwegplastiktüten und Einwegplastikprodukten sowie Regelungen eines nationalen Einwegkunststoffonds und einer kommunalen Verpackungssteuer werden thematisiert und zueinander in Bezug gesetzt.

### **Abstrakt**

Umělé hmoty v životním prostředí představují již delší dobu globální environmentální problém. Plasty jsou všude. V životním prostředí zůstávají často mnoho let, desetiletí až staletí. Jejich dopady a vlivy často nejsou téměř probádané.

Redukce uvolňování plastů do životního prostředí je proto jednou z největších výzev, před kterou společnost v následujících desetiletích, pokud ne přímo staletích, stojí. Neudiví proto, že snahy o úpravu a regulaci je možné nalézt na všech úrovních veřejné správy. Na základě krátkého popisu obsahu a uspořádání globální dohody o plastech a jejích šancí na uskutečnění se příspěvek zaměřuje na regulace na evropské a národní úrovni. Regulaci umělých hmot v Německu přitom utvářejí evropská nařízení a směrnice. Příspěvek se zabývá a do vzájemných vztahů uvádí zákazy vědomě přidávaných mikroplastů do kosmetiky, barev, léků nebo výplňového materiálu z umělého trávníku (infill), jednorázových plastových sáčků a produktů z plastů a vytvoření národního fondu jednorázových plastů a komunální obalové daně.

---

<sup>1</sup>Hochschule Darmstadt, Fachbereich Gesellschaftswissenschaften, anja.hentschel@h-da.de

# Vorstellung des Verbundvorhabens CircEcon

## Představení společného projektu CircEcon

Tobias Zschunke<sup>1</sup>, Jens Friedrich<sup>2</sup>, Anett Kupka<sup>3</sup>

### Kurzfassung

Die Entwicklung der bisherigen erfolgreichen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft (Circular Economy), in der bei voller Wirtschaftskraft kaum noch Ressourcen aus der Erde entnommen werden müssen, erfordert die Bewältigung noch vieler Herausforderungen, u.a. auch technischer Art. Im Rahmen des Strukturwandels in der Lausitz bündeln die TU Dresden, die TU Chemnitz, die TU Bergakademie Freiberg und die Hochschule Zittau/Görlitz ihre Fachkompetenzen im Bereich Werkstoff- und Materialtechnik, Recycling, Sortierung, Demontage, Produktionstechnologien, Kohlenstoffkreisläufe sowie Prozessdatenanalyse, um am Standort Industriepark „Schwarze Pumpe“ (Braunkohlekraftwerk mit Industriepark, ca. 1200 ha Gesamtfläche, 125 Unternehmen, Nähe Städte Hoyerswerda, Weißwasser und Spremberg) eine gemeinsame Forschungsfabrik zur Kreislaufwirtschaft zu errichten. Der Fokus liegt auf der Skalierung und Pilotierung von bereits vorhandenen Grundlagen und Knowhow mit dem Ziel, die weltweit notwendige Entwicklung voranzutreiben und dabei auch unmittelbar wirtschaftliches Wachstum in der Region zu stimulieren.

Im Zeitraum bis Ende 2026 soll die Realisierungsphase planmäßig abgeschlossen sein. Am Standort werden Forschungs- und Entwicklungsaspekte u.a. für „problematische“ Stoffströme bearbeitet. Bereits bei der Errichtung und Beschaffung werden selbstverständlich ökologische Gesichtspunkte und Nachhaltigkeitsaspekte bedacht. Das Projekt mit seinen Partnern, Forschungsschwerpunkten und dem Stand der Realisierung wird vorgestellt. Weiterführende Informationen finden Sie unter <https://www.hszg.de/forschung/transferprojekte/circecon>.

### Abstrakt

Vývoj doposud úspěšné ekonomiky v cirkulární ekonomiku, v níž při plném ekonomickém výkonu již nejsou ze země spotřebovávány téměř žádné zdroje, vyžaduje vyřešení a zvládnutí celé řady výzev, mimo jiné i technické povahy. V rámci restrukturalizace v Lužici spojily Technická univerzita v Drážďanech, Technická univerzita v Saské Kamenici, Technická univerzita - báňská akademie ve Freibergu a Vysoká škola v Žitavě a Zhořelci své odbornosti v oblasti materiálových věd, recyklace, třídění, demontáží výrobní technologie, koloběhu uhlíku a analýzy procesních dat, aby v průmyslovém parku „Schwarze Pumpe“ (tepelná elektrárna a průmyslový park o celkové rozloze cca 1 200 ha, 125 podniků, v blízkosti měst Hoyerswerda, Weißwasser a Spremberg) vybudovaly společnou výzkumnou továrnu cirkulární ekonomiky. Pozornost je zaměřena na škálování a pilotování stávajících základů a know-how s cílem podpory celosvětově nutného vývoje a stimulace ekonomického růstu v regionu.

V období do konce roku 2026 má být podle plánu ukončena realizační fáze. V uvedené lokalitě budou řešeny vývojové balíčky mimo jiné pro „problematické“ toky odpadů. Již při zřizování a nákupu budou samozřejmě uvažována ekologická hlediska a aspekty udržitelnosti. Projekt bude představen se svými partnery, hlavními těžišti výzkumu a stavem realizace. Další informace naleznete na <https://www.hszg.de/forschung/transferprojekte/circecon>.

<sup>1</sup>Hochschule Zittau/Görlitz, IPM, Direktor CircEcon, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau; T.Zschunke@hszg.de

<sup>2</sup>Hochschule Zittau/Görlitz, ZIRKON, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau; Jens.Friedrich@hszg.de

<sup>3</sup>Hochschule Zittau/Görlitz, ZIRKON, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau; a.kupka@hszg.de

# **Od datových mezer k udržitelnému textilnímu hospodářství: příklad z praxe mapování struktury odpadních textilií**

## **Von Datenlücken zu einer nachhaltigen Textilwirtschaft: eine Fallstudie über die Strukturkartierung von Alttextilien**

Soňa Klepek Jonášová<sup>1</sup>; Andrea Veselá<sup>2</sup>

### **Abstrakt**

Tento příspěvek představuje mapování datových mezer v tocích textilního odpadu na úrovni domácností a podniků v České republice a následné kroky k jejich vyřešení prostřednictvím konkrétního výzkumu. Hlavním cílem je identifikovat chybějící nebo nepřesná data, což je zásadní pro přesné provádění analýz materiálových toků v budoucnu. Příspěvek je jedním z dílků pro implementaci Strategie Evropské unie pro cirkulární a udržitelné textilie, jelikož podrobný přehled současné situace je nezbytný pro stanovení účinných opatření k zlepšení. Kombinací stávajících statistických dat a hloubkových rozhovorů s klíčovými aktéry byly odhadnuty kvantitativní hodnoty a identifikovány datové mezery. Na závěr jsou předložena doporučení pro zlepšení a strategie pro přechod na cirkulární textilní hospodářství.

Na mapování mezer však navážeme příkladem velmi konkrétní praxe jak takové datové mezery postupně vyplnit a to představením projektu financovaný Společným výzkumným centrem Evropské komise (JRC) na téma kvantifikace a analýzy textilií určených k opětovnému použití, recyklaci a likvidaci si klade za cíl kvantifikovat současné způsoby hospodaření s textilem ve třech vybraných členských zemích EU (Česko, Rumunsko a Itálie), zmapovat potenciální budoucí cesty managementu textilií a vybudovat kapacity pro vedení podobných studií.

### **Kurzfassung**

In diesem Beitrag werden die Kartierung der Datenlücken in dem Strom des Textilabfalls auf der Ebene von Haushalten und Betrieben in der Tschechischen Republik sowie folgende Abhilfemaßnahmen mittels konkreter Forschungsarbeit beschrieben. Das Hauptziel ist es, die fehlenden und ungenauen Daten zu identifizieren. Das ist maßgeblich, um die zukünftigen Analysen der Materialströme genau durchführen zu können. Der Beitrag ist ein Teilchen in der Implementierung der EU-Strategie für Kreislauf- und nachhaltige Textilien, denn eine detaillierte Übersicht der gegenwärtigen Situation ist für die Festlegung von wirksamen Maßnahmen zur Verbesserung maßgeblich. Durch die Kombination bestehender statistischer Daten und detaillierter Interviews mit den Schlüsselerakteuren konnten quantitative Werte abgeschätzt und Datenlücken identifiziert werden. Abschließend werden Empfehlungen für Verbesserungen und eine Strategie für den Übergang zur Textilkreislaufwirtschaft vorgelegt.

An die Kartierung von Lücken wird mit einem konkreten praktischen Beispiel angeknüpft, wie solche Datenlücken nach und nach auszufüllen sind und zwar durch die Präsentation eines durch das Gemeinsame Forschungszentrum der Europäischen Kommission (JRC) finanzierten Förderprojektes zum Thema der Quantifizierung und Analyse von für eine Wiederverwendung, Recycling und Entsorgung bestimmter Textilien. Dieses Projekt stellt sich zum Ziel, die gegenwärtige Behandlung des Textils in drei EU-Mitgliedstaaten (Tschechische Republik, Rumänien und Italien), die zukünftigen Wege des Textilmanagements zu ermitteln und Kapazitäten für die Durchführung von ähnlichen Studien zu schaffen.

<sup>1</sup>Univerzita Karlova, Fakulta humanitních studií, sona.jonasova@incien.org

<sup>2</sup>Institut Cirkulární Ekonomiky, z.ú.

# **Produktionsverlagerung und ihre Auswirkungen auf die Kreislaufwirtschaft**

## **Přemístění výroby a jeho dopad na oběhové hospodářství**

Katarzyna Witczyńska<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Der Vortrag „bietet eine tiefgehende Analyse der Wechselwirkungen zwischen der Verlagerung von Produktionsstätten und der Kreislaufwirtschaft. Zu Beginn wird die Thematik der Produktionsverlagerung eingeführt, einschließlich Definitionen, Hintergründen, historischen Entwicklungen und aktuellen Trends. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Gründen, warum Unternehmen ihre Produktionsstätten in andere Länder verlagern, einschließlich der Rolle von Globalisierung und Digitalisierung. Im Anschluss werden die ökologischen Auswirkungen detailliert untersucht, insbesondere die Umweltbelastungen durch erhöhte Transportwege und veränderte Produktionsbedingungen sowie Unterschiede in den Umweltvorschriften zwischen Herkunfts- und Zielregionen. Dies verdeutlicht die Auswirkungen der Produktionsverlagerung auf die ökologische Bilanz. Zusätzlich werden die ökonomischen Vorteile wie Kosteneinsparungen und Wettbewerbsvorteile beleuchtet, jedoch auch mögliche Risiken und die Auswirkungen auf lokale Märkte, einschließlich der Effekte auf Arbeitsplätze und Wirtschaftskreisläufe. Ein zentraler Aspekt des Vortrags ist die Integration der Kreislaufwirtschaft in globale Lieferketten. Hierbei werden die Herausforderungen und Chancen der Kreislaufwirtschaft in internationalen Produktionsprozessen diskutiert sowie Best Practices und erfolgreiche Fallstudien vorgestellt, die aufzeigen, wie Unternehmen Kreislaufwirtschaftsprinzipien erfolgreich umsetzen können. Abschließend werden Strategien und Handlungsempfehlungen für Unternehmen und politische Entscheidungsträger formuliert, um die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft effektiv in der globalen Produktion und Lieferkette zu integrieren und somit sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile zu realisieren.

### **Abstrakt**

Přednáška nabízí hlubokou analýzu interakcí mezi přesunem výrobních kapacit a cirkulární ekonomikou. V úvodu bude představeno téma přesunu výrobních kapacit včetně definice, souvislostí, historického vývoje a aktuálních trendů. Zvláštní pozornost si zaslouží důvody, proč firmy své výrobní kapacity přesouvají do jiných zemí, včetně role globalizace a digitalizace. Následně budou detailně probádány ekologické dopady, především zátěž životního prostředí, způsobená dopravními cestami a změnou výrobních podmínek, a také rozdíly v ekologických předpisech mezi cílovými regiony a zeměmi původu. To zvýrazní dopady přesunu výrobních kapacit na ekologické bilance. Navíc budou osvětleny ekonomické přednosti, jako úspory nákladů a konkurenční výhody, ale i možná rizika a dopady na lokální trhy, včetně efektu v oblasti zaměstnanosti a ekonomických cyklů. Ústředním aspektem přednášky je integrace cirkulární ekonomiky do globálních dodavatelských řetězců. Diskutovány budou v této souvislosti výzvy a šance cirkulární ekonomiky v mezinárodním výrobním procesu a představeny příklady dobré praxe a úspěšné případové studie, které ukazují, jak mohou firmy úspěšně realizovat principy cirkulární ekonomiky. Na závěr budou formulovány strategie a akční doporučení pro podniky a politickou reprezentaci, aby bylo možno principy cirkulární ekonomiky efektivněji integrovat do globální výroby a globálních dodavatelských řetězců a tím realizovat ekologické a ekonomické přednosti.

---

<sup>1</sup>Uniwersytet Wrocławski, katarzyna.witczynska@uw.edu.pl

# **Business jenseits der Nachhaltigkeit – Inspiration durch eine neue Perspektive im Management**

## **Podnikání za hranicemi udržitelnosti - inspirace novou perspektivou v managementu**

Stefanie Kast<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Folgt man ihren Befürwortern, so stehen regenerative Unternehmenspraktiken für ein Wirtschaften jenseits klassischer Marktmechanismen basierend auf der Ausbeutung von Mensch und Natur. Regeneratives Wirtschaften zielt nicht auf den Erhalt eines Status quo im Sinne der Nachhaltigkeit und endet auch nicht bei Aktivitäten der Restauration. Es versteht den Menschen hingegen als immanent verbunden mit der Natur. Daher zielen regenerative Aktivitäten auf die menschliche wie auch die planetare Gesundheit und die Resilienz solcher komplexen Systeme aus Umwelt und Gesellschaft. Regenerative Unternehmensstrategien forcieren daher im anspruchsvollsten Sinne die Umsetzung von Maßnahmen, die Natur und Mensch etwas zurückgeben, etwas verbessern bzw. Vorhandenes ausbauen. Sie lassen sich damit neueren Diskursen zuordnen, wie „net positive“ oder auch dem Hinterlassen eines „handprints“. Regenerative Geschäftsmodelle greifen daneben weitere Aspekte eines regenerativen Mindsets auf, wie einen regenerativen Führungsstil, der stark auf Selbstbefähigung und Dialog basiert.

Diese neuartige Perspektive auf unternehmerische Managementpraktiken wird vorgestellt. Auch ihre Voraussetzungen sowie ihre Implikationen werden diskutiert. Praktische Beispiele werden die Präsentation rahmen, um mögliche Anwendungsfelder und Maßnahmen regenerativen Wirtschaftens zu verdeutlichen und so nachhaltige Transformation von Unternehmenspraktiken zu inspirieren.

### **Abstrakt**

Pokud budeme vycházet z jejich příznivců, pak regenerativní praxe vedení podniků vychází z hospodaření mimo klasických tržních mechanismů na bázi vykořisťování člověka a přírody. Regenerativní hospodaření není zaměřeno na zachování stávajícího stavu ve smyslu udržitelnosti a nekončí ani aktivitami v oblasti restaurování. Člověka oproti tomu chápe jako ze své podstaty s přírodou spojeného. Proto jsou regenerativní aktivity zaměřeny na zdraví člověka, ale i planety a odolnost komplexních systémů, tvořených životním prostředím a společností. Regenerativní strategie podniků proto posilují realizaci opatření, která přírodě i lidem něco vrátí, něco zlepší, případně něco stávajícího dále rozvinou. Lze je tak zařadit k novějšímu diskursu, jako „mile pozitivní“ nebo také zanechání „otisku prstu“. Regenerativní obchodní modely přijímají kromě toho i aspekty regenerativní mentality, ale i regenerativní způsob řízení, spočívající velmi silně na sebedoposilování a dialogu.

Bude představen tento nový pohled na podnikatelskou praxi managementu. Diskutovány budou její předpoklady a implikace. Prezentaci zarámují praktické příklady pro zvýraznění možností využití a opatření regenerativního řízení podniků a pro inspiraci udržitelné transformace podnikatelské praxe.

---

<sup>1</sup>Hochschule Zittau/Görlitz, stefanie.kast@hszg.de



# PET- und Polyester-Recycling: Vom Entsorgungsproblem zur Rohstoffquelle

## Recyklace PET a polyesteru - od odstraňování odpadů ke zdroji surovin

Stephan Scholl<sup>1</sup>

### Kurzfassung

Der Kunststoff Polyethylterephthalat (PET) aus der Familie der Polyester zählt mit einer weltweiten Produktion von 82 Mio. t/a zu den „Big Five“ der synthetischen Kunststoffe. Davon gehen etwa 2/3 in textile Anwendungen und 1/3 in Lebensmittelverpackungen. Insbesondere für Lebensmittelverpackungen aus Monomaterial, das sind in der Regel klare PET-Flaschen, sind heute verschiedene mechanische und thermo- mechanische Recyclingverfahren etabliert. Dabei können sowohl wieder Lebensmittelanwendungen („bottle-to-bottle“) wie auch textile Anwendungen („bottle-to-fibre“) bedient werden. Dies betrifft allerdings nur 15 – 20 % der gesamten Produktionsmenge der Flaschen und auch hierfür geht mit dem Recycling ein Qualitätsverlust einher: Polymere Kettenlängen werden verkürzt und nicht separierbare Verunreinigungen, wie insbesondere Farben, reichern sich im Kreislauf an. Dies führt dazu, dass dieser (thermo)mechanische Recyclingkreislauf nur ca. fünf- bis achtmal durchlaufen werden kann, anschließend muss das Material ausgeschleust und anderweitig entsorgt oder verwertet werden. Abhilfe schaffen hier chemische oder enzymatische Recyclingverfahren, die das PET-Molekül wieder in seine Monomere Terephthalsäure (TA) und Ethylen- glykol (EG) oder andere polymerisierbare Strukturelemente, wie z. B. Bis(2-hydroxyethyl)terephthalat (BHET) oder Dimethylterephthalat (DMT), zerlegen. Idealerweise ersetzen diese qualitätsgleich bisher fossil hergestellte Monomere und werden an den entsprechenden Stellen in die Produktionskette eingespeist. Die Nachhaltigkeit von Recyclingverfahren entscheidet sich an dieser Stelle: Sind die so hergestellten Produkte wirtschaftlich konkurrenzfähig und mit geringeren Umweltwirkungen verbunden als die fossil basierten Rohstoffe? Bei der ökologischen Bewertung von Stoffwandlungsverfahren stellt sich zudem die Frage nach der korrekten Bezugsgröße („Funktionelle Einheit“) zur Quantifizierung des potentiellen ökologischen Aufwands. Für Recyclingverfahren wäre dies eine Einheit des zu recycelnden Materials, z. B. 1 kg Abfall, für Rohstoffgewinnungsverfahren die entsprechenden Rohstoffe. Für BHET oder DMT als Recyclingprodukt wäre dies 1 kg dieser Stoffe, für eine Hydrolyse mit TA und EG als Wertprodukte müsste zusätzlich eine Allokation des Aufwands zu den einzelnen Monomeren erfolgen.

Auch bei der Standort- und Kapazitätsplanung derartiger Produktionsanlagen sind die Randbedingungen, die sich aus der Produktion der chemischen Rohstoffe ergeben, deutlich bestimmender als diejenigen aus den Anforderungen an Recyclinganlagen. Produktionsanlagen zur Herstellung der Monomere auf Basis erdölbasierter Routen sind in der Regel integriert in größere chemische Produktionsstandorte mit entsprechender Infrastruktur zur stofflichen und energetischen Ver- und Entsorgung. Am Beispiel einer alkalischen Solid- State-Hydrolyse zum Monomerrecycling von PET kann gezeigt werden, dass die ökologische Performance deutlich durch die infrastrukturellen Randbedingungen in welche die Produktionsanlage integriert ist, bestimmt werden. Gleichzeitig verlangt die Erlangung einer wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der recycelten Monomeren gegenüber ihren fossil-basierten Gegenständen die Nutzung der „Economies of Scale“, sodass sie zu erwartenden Kapazitäten der Recyclinganlagen bei mehreren Zehn- bis Hunderttausend t/a liegen werden.

In diesem Beitrag werden diese Zusammenhänge am Beispiel des revolPET®-Verfahrens, eines Recyclingverfahrens für PET auf Basis einer alkalischen Solid-State-Hydrolyse, erläutert. Damit können sowohl PET-basierte Lebensmittelverpackungen wie polyesterbasierte Textilien in die Monomere des PET, Terephthalsäure und Ethylenglykol, zerlegt werden. Diese können die auf Erdölbasis hergestellten Monomere qualitätsgleich ersetzen und damit als „drop-in-solution“ in bestehende Produktionsketten integriert werden.

**Českou verzi abstraktu naleznete na další straně.**

<sup>1</sup>TU Braunschweig, Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, s.scholl@tu-braunschweig.de

# PET- und Polyester-Recycling: Vom Entsorgungsproblem zur Rohstoffquelle

## Recyklace PET a polyesteru - od odstraňování odpadů ke zdroji surovin

Stephan Scholl<sup>1</sup>

### Abstrakt

Umělá hmota polyethyltereftalát (PET) ze skupiny polyesterů patří svojí celosvětovou produkcí ve výši 82 milionů tun za rok mezi „velkou pětku“ umělých hmot. Z toho 2/3 směřují do použití v textilní výrobě a 1/3 do potravinářských obalů. Především pro potravinářské obaly z monomateriálů, zpravidla se jedná o čiré PET-láhve, jsou dnes již zavedeny různé mechanické a termomechanické technologie recyklace. Tyto technologie lze přitom využít pro použití v potravinářství („bottle-to-bottle“) ale i v textilním průmyslu („bottle-to-fibre“). To se však týká pouze 15 - 20 % celkového množství vyrobených lahví. I zde dochází v důsledku recyklace ke ztrátám kvality: délky polymerových řetězců se zkracují a celý koloběh obohacují neseparovatelná znečištění, především barvy. Důsledkem je, že tento (termo)mechanický recyklační koloběh může proběhnout pouze pět až osmkrát, následně musí být materiál vytříděn a jinak zlikvidován nebo zhodnocen. Pomoci by mohly chemické nebo enzymatické recyklační technologie, které molekulu PET rozloží na monomerní kyselinu tereftalovou (TA) a ethylenglykol (EG) nebo jiné strukturní prvky na bázi polymerů, jako například Bis(2-hydroxyethyl)tereftalát (BHET) nebo Dimethyltereftalát (DMT). V ideálním případě rozloží tyto doposud fosilně vyráběné monomery ve stejné kvalitě. K jejich využití pak dojde v odpovídajících místech výrobního řetězce. Pro udržitelnost recyklačních postupů je rozhodující, zda jsou takto vyrobené produkty konkurenceschopné a spojené s menšími dopady na životní prostředí, nežli fosilní suroviny. Při ekologickém hodnocení procesů látkových změn se kromě toho naskytá otázka po konkrétní vztahné veličině pro kvantifikaci potenciálních ekologických nákladů. Pro recyklační procesy by touto veličinou byla jednotka materiálu, určeného k recyklaci, například 1 kg odpadu, pro procesy získávání odpovídající suroviny. Pro BHET a DMT jako produkty recyklace by to byl 1 kg těchto materiálů, pro hydrolýzu s TA a EG jako cennými produkty by navíc muselo dojít k alokaci nákladů k jednotlivým monomerům.

Rovněž při plánování lokalit a kapacit takovýchto výrobních zařízení jsou okrajové podmínky, vyplývající z výroby chemických produktů, výrazně více určující, než podmínky z požadavků na recyklační zařízení. Výrobní kapacity pro výrobu monomerů na bázi nafty jsou zpravidla integrovány do větších chemických výrobních provozů s odpovídající infrastrukturou pro látkové a energetické zhodnocení a likvidaci. Na příkladu alkalické solid-state-hydrolýzy k recyklaci monomerů PET lze ukázat, že ekologická performance je výrazně určována infrastrukturními rámcovými podmínkami, do níž je výrobní zařízení integrováno. Dosažení ekonomické konkurenceschopnosti recyklovaných monomerů v porovnání s jejich na fosilní bázi vyrobenými protějšky současně vyžaduje využití „Economies of Scale“, takže očekávané kapacity a recyklační zařízení se budou pohybovat kolem několika desítek a stovek tisíců tun za rok.

V tomto příspěvku jsou tyto souvislosti vysvětleny na příkladu technologie revolPET®, recyklační technologie pro PET na bázi alkalické solid-state-hydrolýzy. Tím je možno rozložit na monomery PET, kyselinu tereftalátovou a ethylenglykol jak potravinářské obaly na bázi PET, ale i textil na bázi polyesteru. Tyto složky mohou monomery, vyráběné na naftové bázi, nahradit i co se týče kvality a tím být integrovány do stávajících výrobních řetězců jako „drop-in-solution“.

<sup>1</sup>TU Braunschweig, Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, s.scholl@tu-braunschweig.de

# Künstliche Intelligenz in Verbindung mit „Sensorfusion“ in der Analytik oder Sortierung von Verpackungsmaterialien

## Umělá inteligence ve spojení s „provázanými snímači“ při analýze nebo třídění obalových materiálů

Hendrik Beel<sup>1</sup>

### Kurzfassung

Die moderne Sortierung von Verpackungen hat sich zu einer entscheidenden Komponente in der Abfallwirtschaft und im Umweltschutz entwickelt. In einer Welt, in der Verpackungen einen bedeutenden Teil unseres täglichen Lebens ausmachen, ist es von großer Bedeutung effiziente und nachhaltige Methoden zur Verarbeitung und Wiederverwertung dieser Materialien zu entwickeln.

Basierend auf der langjährigen Erfahrung mit sensorgestützten Sortieraggregaten hat die RTT System GmbH im Jahr 2022 mit der Entwicklung eines neuen Erkennungsmoduls begonnen.

Neben dem klassischen NIR verfügt das Modul über eine hochauflösende Farbkamera und eine Formerkennung mittels 3D-Laserschnitt.

Ziel dieser Sensorfusion ist es, die Potenziale, die sich aus der Kombination von künstlicher Intelligenz und den Daten einer Farbkamera ergeben, weiter auszuschöpfen. So liefert die NIR-Kamera ein sehr hartes Signal über die Materialart des Objekts, was in Kombination mit dem 3D-Laserschnitt zu einer deutlich robusteren Klassifizierung führt.

### Abstrakt

Moderní třídění obalových materiálů se vyvinulo v rozhodující součást odpadového hospodářství a ochrany životního prostředí. Ve světě, v němž obaly tvoří významnou součást našeho každodenního života, má vývoj efektivních a udržitelných metod pro zpracování a zhodnocení těchto materiálů velký význam. Na základě dlouholetých zkušeností s třídícími systémy, podporovanými senzory, zahájila společnost RTT System GmbH s r.o. v roce 2022 vývoj nového vlastního rozeznávacího modulu.

Kromě klasického NIR disponuje tento modul rovněž barevnou kamerou s vysokým rozlišením a rozeznáváním forem pomocí 3D laserového řezání. Cílem této fúze sensorů je více využít potenciálů, nabízejících se kombinací umělé inteligence a dat z barevné kamery. NIR kamera dodává velmi tvrdý signál o druhu materiálu, jímž je objekt tvořen, což v kombinaci s 3D laserovým řezem vede k výrazně robustnější klasifikaci.

---

<sup>1</sup>RTT System GmbH, beel@rtt-zittau.de

# **Grundlagen der Wäsche von kontaminierten Böden – typischer Prozedd, Anwendungenm, OEM-Ausrüstung**

## **Základy čištění kontaminovaných půd – typické postupy, aplikace, OEM-vybavení**

Bernd Bohle<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Verschmutzung und Bodenkontamination sind in jüngster Zeit zu einem der größten Umweltprobleme Europas geworden. Das Ausmaß der kontaminierten Gebiete in der Europäischen Gemeinschaft ist enorm und wird auf weit über 300.000 Standorte geschätzt, obwohl es noch nicht vollständig quantifiziert ist. Daher existiert ein wachsender Markt für die Umsetzung von Technologien wie biologische Sanierung, thermische Behandlung, Bodenwäsche, Verglasung und Vakuumextraktion.

Fast alle ehemaligen Industriestandorte gelten als potenziell kontaminiert, andererseits sind z.B. in Deutschland und der Schweiz als „kleinem“ Land ohne Deponieraum praktisch keine Lagerstätten oder Deponien mehr verfügbar. Die meisten Bodenreinigungstechniken beinhalten Bodenwäsche vor Ort, bei der das Material behandelt wird, um die Schadstoffe vom Boden zu trennen. Inzwischen werden Hydrozyklone und Sortierspiralen (Wendelscheider) in einer Vielzahl von Bodenwaschanwendungen eingesetzt. Vor allem Sortierspiralen sind zu einem wichtigen integrierten Bestandteil von Bodenwaschprozessen geworden. Typische Bodenwasch-Fließbilder mit Spiralen zur Trennung von leichten und schweren Fraktionen werden im Folgenden dargestellt.

### **Abstrakt**

Znečištění a kontaminace půd se v poslední době staly jedním z největších problémů životního prostředí. Rozsah kontaminovaných území v evropském společenství je enormní a je odhadován na 300 000 lokalit, přestože není zcela úplně kvantifikován. Z tohoto důvodu existuje rostoucí trh pro realizaci technologií, jako je biologické čištění, termická úprava, promývání půd, vitrifikace nebo vakuová extrakce.

Téměř veškeré bývalé průmyslové lokality jsou považovány za potenciálně kontaminované, na druhou stranu již nejsou v Německu a ve Švýcarsku jako „malé zemi“ bez prostoru pro skládky k dispozici žádná úložiště nebo skládky. Většina technologií promývání půd zahrnuje promývání půd na místě, kdy dochází k úpravě materiálu za účelem oddělení škodlivých látek od půdy. V celé řadě případů použití promývání půd jsou v současné době využívány hydrocyklony a třídící spirály. Především třídící spirály se staly důležitou integrální součástí procesů promývání půd. V příspěvku budou představena typická prozovní schémata se spirálami pro separaci lehké a těžké frakce .

---

<sup>1</sup>Bernd Bohle, Bohle Ing.-Beratung, Ewaldstr. 15, D-45739 Oer-Erkenschwick, kontakt@bbat.de

# **Erfahrungsbericht aus den Kläranlagennachbarschaften Deponiesickerwasser des DWA-Landesverbandes Nord**

## **Terénní zpráva z okolí čistírny odpadních vod pro skládkové výluhy Regionálního sdružení Sever z Německého svazu pro vodní hospodářství**

Pamela Holweg<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Die 2-mal jährlich stattfindenden Kläranlagennachbarschaften Deponiesickerwasser des DWA-Landesverbandes Nord dienen der Weiterbildung und des Erfahrungsaustausches des Betriebspersonals. Beide Kläranlagennachbarschaften umfassen aktuell 35 Kläranlagen, in denen Sickerwasser aus Deponien der Deponieklasse II behandelt wird. Die Autorin moderiert und organisiert beide Kläranlagennachbarschaften. In diesem Beitrag werden am Beispiel einzelner Sickerwasserbehandlungsanlagen die Auswirkungen von Veränderungen am Deponiekörper auf die Sickerwassermenge und Sickerwasserqualität aufgezeigt. Zu nennen wären hier die Ablagerung von vorbehandeltem Restmüll und mineralischen Abfällen statt nicht vorbehandeltem Hausmüll, die Mitbehandlung von Abwässern aus der Bioabfallbehandlung und die Qualität und der Grad der Oberflächenabdichtung. Die Veränderung der Mengen und der Zusammensetzung des Sickerwassers machen eine Anpassung der Behandlungsverfahren erforderlich. Die in den 1990iger Jahren gebauten Kläranlagen zur Deponiesickerwasserbehandlung sind für hohe Ammoniumstickstoff und CSB-Frachten bemessen. Die Frachten dieser Parameter sind jedoch stark rückläufig. Anpassungsstrategien der Kläranlagenbetreiber werden in diesem Beitrag vorgestellt.

### **Abstrakt**

Dvakrát ročně se konající seminář, pořádaný zemským svazem DWA Nord, slouží ke zvyšování kvalifikace a k výměně zkušeností mezi provozními zaměstnanci. Aktuálně se účastní 35 čistíren odpadních vod, které zpracovávají výluhy ze skládek třídy II. Autorka tyto konference moderuje a organizuje. V tomto příspěvku budou na příkladu jednotlivých zařízení představeny dopady změn v tělese skládky na množství a kvalitu skládkového výluhu. Zde je nutno uvést ukládání upravených zbytkových a minerálních odpadů místo neupraveného domovního odpadu, současné zpracování odpadních vod z úpravy biologických odpadů a kvalitu a stupeň izolace povrchů skládek. Změny v množství a složení skládkového výluhu vyžadují úpravu technologie jejich zpracování. Čistírny odpadních vod pro čištění skládkových výluhů, vybudované v devadesátých letech 20. století, jsou dimenzovány na vysoké obsahy amonného dusíku a CHSK. Zátěž v těchto parametrech však silně klesá. V příspěvku budou představeny strategie provozovatelů skládek při adaptaci zařízení na tyto skutečnosti.

---

<sup>1</sup>Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fakultät Bau-Wasser-Boden, Herbert-Meyer-Straße 7, D-29556 Suderburg; p.holweg@ostfalia.de

# **Quecksilberdampfemissionen aus abgelagerten quecksilberhaltigen Böden der Altlastensanierung – ein Erfahrungsbericht von der SAD Billigheim**

## **Emise rtuťových par ze zemin uložených při sanaci starých zátěží - zpráva z terénního šetření na SNO Billigheim**

Thomas Egloffstein<sup>1</sup>

### **Kurzfassung**

Auf und rund um die Sonderabfalldeponie Billigheim wird seit über 20 Jahren zur Umgebungsüberwachung ein Biomonitoring Messnetz mit Graskulturen und Blattgemüseproben betrieben. Vom Frühjahr bis Herbst werden in Monatsabständen PAK und PCB im Grünkohl und As, Pb, Cd, Cr, Hg und Sb in den Graskulturen bestimmt.

Von August bis Oktober 2022 wurden ca. 1.100 t quecksilberbelasteter Boden, aus einer Altlastensanierungsmaßnahme zur Ablagerung angenommen. Die Quecksilberkonzentrationen der Eluatwerte, entsprachen der dt. Deponieverordnung für Sonderabfalldeponien (DK III).

Nach der Probenahme im September 2022, für die standardisierten Graskulturen zeigten sich deutlich über dem langjährigen Mittel liegende hohe Quecksilbergehalte. Die gemessenen Hg-Konzentrationen lagen innerhalb aber auch außerhalb der SAD z. T. deutlich über dem Grenzwert der dt. Futtermittelverordnung. Nachzuweisen war dies jeweils an den entgegen der Hauptwindrichtung gelegenen Messpunkten mit  $\pm$  exponentiell mit der Entfernung abnehmender Konzentration bis in eine Entfernung von ca. 700 m von der Ablagerungsstelle.

Es wurden umfangreiche Probenahmen und Quecksilbermessungen auf der Deponie und in deren Umfeld durchgeführt, um das Ausmaß der Belastung festzustellen.

Festgestellt werden konnte eine signifikante Abhängigkeit der Quecksilberkonzentrationen von der Temperatur und Windrichtung.

In den Folgemonaten wurde die Ablagerungsfläche mit über 2 Metern quecksilberfreien Abfällen überdeckt und mit Quecksilber-Luftmessgeräten die Oberfläche regelmäßig überwacht. Trotzdem sollte eine sichere Methode zur Zurückhaltung der gas- bzw. dampfförmigen Quecksilberemissionen gefunden werden. Deshalb wurden parallel umfangreiche Labor- und Feldversuche durchgeführt, um eine geeignete Quecksilber-Rückhalteschicht zu entwickeln.

Das beste Ergebnis gegen quecksilberdampfförmige Emissionen erbrachte eine 15 cm mächtige Quecksilber-Rückhalteschicht aus mit PreciPan® FS 401 imprägnierten Tonziegelsplitt und einer 40 cm mächtigen Schutzschicht aus bindigem Material. Die PreciPan® FS 401-Lösung bewirkt in Verbindung mit dem Trägermaterial Tonziegelsplitt eine direkte chemische Reaktion von dampfförmigen Hg mit hochaktivem Schwefel zu schwerlöslichem Quecksilbersulfid (HgS). Diese Quecksilber-Rückhalteschicht wurde von der zuständigen Behörde genehmigt und soll in diesem Sommer (2024) ausgeführt werden.

Um solche Ereignisse zukünftig zu verhindern wurden die Annahme- und Ablagerungskriterien auf der SAD Billigheim um die Bestimmung Quecksilber im Feststoff ergänzt. Bei Hg-Konzentrationen von  $\geq 50$  mg/kg sind vom Abfallerzeuger oder Anlieferer zusätzlich Quecksilberdampfmessungen durchzuführen, die im Rahmen der Eingangskontrolle mit einem eigenen Hg-Messgerät für Luftmessungen überprüft werden. Für die Zulässigkeit der Ablagerung gilt ein Grenzwert von  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Hg. Es gibt Bestrebungen, Regelungen zur Vermeidung von gas- oder quecksilberdampfförmiger Emissionen aus Abfällen in die dt. Deponieverordnung aufzunehmen.

**Českou verzi abstraktu najdete na další straně.**

---

<sup>1</sup>ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH, egloffstein@icp-ing.de

# **Quecksilberdampfemissionen aus abgelagerten quecksilberhaltigen Böden der Altlastensanierung – ein Erfahrungsbericht von der SAD Billigheim**

## **Emise rtuťových par ze zemin uložených při sanaci starých zátěží - zpráva z terénního šetření na SNO Billigheim**

Thomas Egloffstein<sup>1</sup>

### **Abstrakt**

Na a kolem bývalé skládky zvláštních odpadů v Billigheimu je již více než 20 let provozována za účelem monitoringu měřicí síť se standardizovanými travními kulturami a vzorky listové zeleniny. Od jara do podzimu je v měsíčních intervalech sledován obsah PAK a PCB v kadeřávku a As, Pb, Cd, Cr, Hg a Sb v travních kulturách.

Od srpna do října 2022 bylo na této skládce přijato celkem 1.100 t půdy, kontaminované rtutí, pocházející z projektu sanace reliktní zátěže. Koncentrace rtuti ve výluhu odpovídaly ustanovením německého nařízení o skládkách a trvalých úložištích pro skládky zvláštního odpadu (třídka skládky DK III).

Po odebrání vzorků v září 2022, byly pro standardizované travní kultury zjištěny výrazně vyšší obsahy rtuti, které překračovaly dlouholetou střední hodnotu. Naměřené koncentrace rtuti se pohybovaly v rámci ale i mimo SNO zčásti výrazně nad limity podle nařízení o krmivech. Tuto skutečnost bylo třeba dokázat pomocí měřících bodů, umístěných vždy proti hlavnímu směru větru s  $\pm$  exponenciálně rostoucí vzdáleností klesajících koncentrací až do vzdálenosti cca 700 m od místa uložení.

Za účelem stanovení rozsahu kontaminace a vypracování koncepcí pro řešení byly na skládce byly odebrány komplexní vzorky a provedena měření obsahu rtuti.

Bylo možno zjistit signifikantní závislosti koncentrace rtuti na teplotě a směru větru.

Během následujících měsíců byla plocha skládky zakryta vrstvou odpadů bez obsahu rtuti o mocnosti více než 2 m. Povrch byl dále pravidelně sledován pomocí přístrojů pro měření vzduchu. I přesto bylo potřeba najít bezpečnou metodu pro zachycení plyných, případně parních emisí rtuti. Souběžně byly proto prováděny komplexní laboratorní a terénní zkoušky s cílem vyvinutí vhodné vrstvy pro zachycení rtuti.

Nejlépeších výsledků bylo dosaženo pomocí 15 cm vrstvy cihlové drti, impregnované prostředkem PreciPan FS 401® a 40 cm ochranné vrstvy z vazného materiálu. Roztok PreciPan FS 401® způsobí ve spojení s nosným materiálem, kterým je cihlová drť, přímou chemickou reakci rtuťové páry s vysoce aktivní sírou. Výsledkem je obtížně rozpustný sulfid rtuťnatý (HgS). Tato vrstva pro retenci rtuti byla příslušným orgánem schválena a má být realizována v letošním létě (2024).

Pro zabránění podobným událostem v budoucnu byly podmínky pro přijímání a ukládání odpadů na SNO Billigheim doplněny o určení obsahu rtuti v pevné látce. V případě koncentrací rtuti  $\geq 50$  mg/kg je původce nebo dodavatel odpadu povinen provést navíc měření parní rtuti, která jsou v rámci kontroly odpadu při příjmu na skládku v rámci vstupní kontroly ověřovány vlastním přístrojem pro měření vzduchu. Limitní hodnotou pro uložení na skládku jsou  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Snahou je, zapracovat ustanovení pro zabránění plyných nebo parních emisí rtuti z odpadů do německého nařízení o skládkách a trvalých úložištích.

---

<sup>1</sup>ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH, egloffstein@icp-ing.de

## Recyklace obalového skla – tipy a problémy

### Verpackungsglasrecycling – Tipps und Probleme

Vojtěch Pilnáček<sup>1</sup>

#### Abstrakt

Sklo je podle mnoha tvrzení dokonale recyklovatelný materiál. Mnoho zdrojů dokonce uvádí, že 100% recyklovatelný. I recyklace skla má však svoje limity. Nové obalové sklo je možné vyrábět z velmi čisté recyklované suroviny. Odpadní obalové sklo se dnes nejčastěji upravuje na optických separátorech. Těch je zapojeno hned několik za sebou tak, aby byly z proudu vstupního materiálu vyseparovat keramiku, kamení, porcelán, olovnaté a termické sklo jako nečistoty a pak jednotlivé barvy skleněného střepu. Separátory velmi obtížně oddělují např. kameny. Dalším problémem je střep nadrcdný na velmi jemné frakce. Pro jemné frakce po třídění většinou není odbyt. Existuje několik jednoduchých tipů, jak těmto problémům předcházet, a to na úrovni sběru, transportu a skladování.

#### Kurzfassung

Vielen Behauptungen nach ist Glas ein vollständig recycelbarer Werkstoff. In vielen Quellen wird sogar angegeben, er sei zu 100% recycelbar. Auch das Recyceln von Glas hat aber seine Grenzen. Neue Glasverpackungen können nur aus einem sehr sauberen recycelten Rohstoff hergestellt werden. Glasverpackungen werden heute am meisten mit Hilfe von optischen Abscheidern aufgearbeitet. Von diesen werden mehrere hintereinander geschaltet, sodass aus dem eintretenden Materialstrom Keramik, Steine, Porzellan, Bleiglas und thermisches Glas als Verunreinigungen und später dann die einzelnen Farben des Glassplitters getrennt werden können. Nur schwierig können die Abscheider zum Beispiel Steine trennen. Ein weiteres Problem ist ein zu fein gemahlter Glasssplitter. Für die feinen Fraktionen gibt es nach der Sortierung meistens keinen Absatz. Es gibt einige einfache Tips, wie man diesen Problemen auf der Ebene der Erfassung, des Transports und der Lagerung vorbeugen kann.

---

<sup>1</sup>Sibelco Green Solutions Poland, Lubliniec









|                  |                                                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Název            | 20. Workshop o oběhovém hospodářství a skládkování,<br>Žitava-Liberec 2024 (Sborník abstraktů)      |
| Titel            | 20. Kreislaufwirtschafts- und Deponieworkshop<br>Zittau-Liberec 2024 (Sammelband der Kurzfassungen) |
| Autor            | kolektiv autorů                                                                                     |
| Autor            | Autorenkollektiv                                                                                    |
| Editor           | Lukáš Zedek                                                                                         |
| Určeno pro       | účastníky workshopu                                                                                 |
| Ausgerichtet für | Teilnehmende des Workshops                                                                          |