

# DER RECYCLING MYTHOS 2.0

TOXISCHE NACHWIRKUNGEN  
VON IMPORTIERTEM  
PLASTIKMÜLL IN MALAYSIA



**GREENPEACE**

**GREENPEACE MALAYSIA**

Level 6-12 , Menara Sentral Vista  
150 . Jalan Sultan Abdul Samad, Brickfields, 50470,  
Kuala Lumpur

**VERÖFFENTLICHT VON  
GREENPEACE DEUTSCHLAND**

Greenpeace e. V.  
Honkongstraße 10  
20457 Hamburg  
Tel. (040) 3 06 18-0

**POLITISCHE VERTRETUNG BERLIN**

Marienstraße 19-20  
10117 Berlin  
Tel. (030) 30 88 99-0  
pressestelle@greenpeace.de

**V.I.S.D.P.:**

Manfred Santen

**DEUTSCHE ÜBERSETZUNG**

Angelika Brand

**PRODUKTION:**

Ute Zimmermann

**FOTOGRAFEN:**

Nandakumar S. Haridas / Greenpeace  
Alex Stoneman / Greenpeace  
Fred Dott / Greenpeace  
Manfred Santen / Greenpeace  
Nur Sakeenah Omar / Greenpeace  
Wei Kiat Tan / Greenpeace

**GRAPHIK DESIGN:**

Amin Landak  
Klasse 3b (Deutsche Version)

**TITELFOTO:**

Nandakumar S. Haridas / Greenpeace

**S 0285 1**  
**STAND 05 / 2020**

- 
- 4** KURZFASSUNG
  - 7** EINLEITUNG
  - 8** METHODIK
  - 9** UNTERSUCHTE STANDORTE, PROBENAHME  
UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE
  - 29** MÖGLICHE UMWELT- UND GESUNDHEITSFOLGEN,  
DIE SICH AUS DEN ERGEBNISSEN ABLEITEN LASSEN
  - 31** SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNGEN
  - 33** REFERENZEN

# ZUSAMMENFASSUNG

Nachdem Greenpeace im November 2018 den Report „The Recycling Myth“ (Der Recycling-Mythos) veröffentlicht hatte, wurden die Probleme im Zusammenhang mit Plastikmüll in Malaysia erstmals umfassend thematisiert. Erste Nachforschungen begannen, als China ein Importverbot für Kunststoffabfälle erließ. Seitdem häufen sich die Nachrichten rund um das Thema Plastikmüll, in denen die Umweltbelastung durch Deponien sowie Recyclinganlagen thematisiert wird. Zu Beginn des Jahres 2019 berichteten viele Medien, dass die malaysische Regierung importierten Müll aus den Häfen Klang und Penang in die Ursprungsländer zurückschickt. Doch was geschieht mit den bereits entsorgten Abfällen, die sich noch auf malaysischem Boden befinden?

Ein international zusammengesetztes Greenpeace-Team ging dieser Frage nach und führte im Juli und August 2019 Untersuchungen an mehreren Orten in Malaysia durch, an denen importierter Plastikmüll gelagert wird. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Wasser- und Bodenproben zeigen, dass geschredderter Kunststoff, der auf mehreren Deponien in Malaysia entsorgt wurde, eine Reihe von Metallen, Metalloiden sowie organischen Chemikalien, einschließlich persistenter organischer Schadstoffe (POP), enthält, die die Umgebung während der Lagerung oder Verarbeitung kontaminieren.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen wurden in einem technischen Bericht veröffentlicht, der auf einer von den Greenpeace-Forschungslaboratorien durchgeführten Analyse basiert (Greenpeace 2019).

## Wichtigste Ergebnisse

- Verbrennungsrückstände von Plastikmüll auf der Deponie Pulau Indah (siehe Standort 1) enthielten eine ganze Reihe von Schadstoffen. Einige davon lagen in Formen vor, die mobiler sind als in den unverbrannten Ausgangs-Kunststoffen. Außerdem haben sich bei der Verbrennung zusätzliche Schadstoffe gebildet.
- Die Untersuchungen wiesen eine signifikante Verschmutzung durch gefährliche Chemikalien wie Schwermetalle und bromierte Flammschutzmittel nach, insbesondere an Standorten, an denen Plastikmüll verbrannt wurde.
- Die Untersuchungen ergaben Hinweise, dass Oberflächengewässer, die an einige der untersuchten Standorte für die Plastikentsorgung oder -verarbeitung angrenzen oder flussabwärts von ihnen liegen, mit Chemikalien kontaminiert sind. Diese stammen vermutlich aus Kunststoffen, die an den Standorten entsorgt oder in Plastik verarbeitenden Fabriken bearbeitet wurden.
- Eine ehemalige, unregulierte Deponie in Sri Cheeding (siehe Standort 8) wurde mit geschreddertem Kunststoff als oberste Bodenschicht verfüllt und bedeckt. Die Untersuchungen ergaben, dass diese Bodenschicht Schwermetalle wie Cadmium und Blei verglichen mit Hintergrundkonzentrationen enthält. Zudem wurden persistente organische Verbindungen wie bromierte Flammschutzmittel und Weichmacher aus der Stoffgruppe der Phthalate nachgewiesen.

Der Nachweis von Schwermetallen wie Cadmium und Blei ist besorgniserregend. Viele der identifizierten Schadstoffe haben das Potential, über lange Zeit im Boden zu verbleiben. Hohe Konzentrationen von Schwermetallen

können nahe gelegene Gewässer verschmutzen. Solche Kontaminationen bergen Gefahren für Flora und Fauna, einschließlich Mikroorganismen und die Gesundheit des Menschen. Blei kann unter anderem geistige Behinderungen verursachen. Es sind keine Konzentrationen für Blei im Blut bekannt, die als ungefährlich gelten könnten. Insbesondere bei Kindern kann die Belastung durch Blei zu verminderter Intelligenz, Verhaltens- sowie Lernschwierigkeiten führen (CHEM Trust 2017).

Bei den Schwermetallen, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), einigen flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sowie Flammschutzmitteln (FR), die in den Proben nachgewiesen wurden, handelt es sich um Chemikalien mit dem Potential Krankheiten zu verursachen. Hierzu zählen die Hemmung der geistigen Entwicklung bei Kindern, endokrine Störungen, Reproduktionsstörungen, Schäden an Organen (Leber und Niere), Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen, Alzheimer, Parkinson sowie verschiedene Krebsarten.

## Handlungsempfehlungen

Basierend auf dieser Untersuchung empfiehlt Greenpeace Malaysia folgende Maßnahmen:

### Für die malaysische Regierung:

- **Erstellung eines umfassenden Sanierungsplans**, der die lokalen Gemeinden in die Säuberung und Sanierung der verunreinigten Standorte einbezieht, insbesondere in Gebieten, die zur offenen Verbrennung und illegalen Deponierung importierten Plastikmülls genutzt werden:
  - i) **Das Ministerium für Umwelt und Wasser** sollte weitere Umweltprüfungen in den betroffenen Gebieten durchführen mit dem Fokus auf die mögliche Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Boden und Gewässer.
  - ii) **Das Gesundheitsministerium** sollte Studien zu den gesundheitlichen Folgen durchführen und den Einwohnern, die von der Verschmutzung durch importierten Plastikmüll betroffen sind, medizinische Unterstützung bieten.
  - iii) **Die malaysische Anti-Korruptions-Kommission** sollte ihre Initiative zur Bekämpfung der Umweltkorruption reaktivieren. Das Hauptaugenmerk muss auf der Verschmutzung durch Plastikmüll und der Korruption im Zusammenhang mit der Plastikmüllentsorgung liegen.
- **Die Überarbeitung und Erweiterung des Gesetzes zur Informationsfreiheit** wird die erforderliche Transparenz im Handel mit Plastikmüll ermöglichen. Obgleich sich die Regierung dazu verpflichtet hat, illegale Einrichtungen zu schließen und Plastikmüll in die Herkunftsländer zurückzuschicken, reißen die Beschwerden lokaler Gemeinden über die Verschmutzung durch unregulierte Plastikmüllanlagen nicht ab. Diese Bedenken bezüglich der öffentlichen Gesundheit müssen ernst genommen und das Recht auf vollständige und freie Offenlegung kodifiziert werden. Nur so erhalten die Interessengruppen, allen voran lokale Gemeinden, NGOs und Medien, Zugang zu wichtigen Informationen lokaler Behörden und der Regierung über den Handel mit Plastikmüll.
- **Der Environmental Quality Act 1974 muss geändert oder durch ein Umweltschutzgesetz ersetzt werden** mit strikten und wirksamen Vorschriften und Regeln, die kompromisslos umgesetzt werden. Strengere Richtlinien, Regeln und Vorschriften müssen durchgesetzt werden, und es müssen Maßnahmen gegen illegale Betreiber ergriffen werden. Eine effiziente Regulierung der Branche sichert die Nachhaltig-

keit, bremst die Korruption und schaltet illegale Akteure aus. Die Strafen für Umweltverbrechen müssen verschärft werden, sodass ihre abschreckende Wirkung gewährleistet ist und alle Beteiligten zur Einhaltung der Vorschriften angehalten sind.

#### **Für die Weltgemeinschaft (Plastikmüll importierende und exportierende Länder):**

- **Die Plastikmüllindustrie muss eingehend untersucht werden.** Der Fokus muss dabei auf möglichen betrügerischen und illegalen Praktiken von Exportländern sowie lokalen unregulierten Plastikmüllimporteuren liegen. Zudem müssen sofortige Maßnahmen gegen Unternehmen ergriffen werden, die Plastikmüll wissentlich an nicht lizenzierte Betreiber exportieren.
- **Es müssen neue Gesetze eingeführt werden, die die Kommunalverwaltungen und Recyclingunternehmen dazu verpflichten, Sorgfaltsprüfungen (Due Dilligence) bei Importeuren durchzuführen.** Gemeinden oder Unternehmen, die vor dem Im- und Export keine Due Diligence-Prüfung durchführen, müssen konsequent bestraft werden.
- **Ein globales Abkommen zur Bekämpfung der Plastikflut muss dringend auf den Weg gebracht werden.** Die Regierungen der Plastikmüll exportierenden Länder in Europa, Australien, Neuseeland und den Vereinigten Staaten müssen umgehend ein verbindliches internationales Abkommen zur Lösung der Plastikkrise in Angriff nehmen und umsetzen. Ein Bündnis deutscher Bürgerinitiativen forderte die Bundesregierung kürzlich auf, sich für ein globales Abkommen zur Bekämpfung der Plastikflut einzusetzen (Greenpeace e. V. et al. 2020). Ein solches Abkommen muss alle Aspekte des Lebenszyklus abdecken und den Schutz des Klimas, der Meere und der Biodiversität vorantreiben. Ein erster Schritt wäre, die Staaten, die mit ihrem Müll nachweislich die Umwelt verschmutzen, dazu zu verpflichten, sich an den Maßnahmen und Kosten der fachgerechten Beseitigung und Säuberung der unregulierten Deponien in Malaysia zu beteiligen.
- **Der Plan zur Reduzierung der Plastikflut muss oberste Priorität haben.** Die Nutzung von Einwegkunststoffen muss schrittweise verringert werden. Es müssen klare Reduktionsziele im Einklang mit einem Aktionsplan festgelegt werden, der sich auf die Entwicklung von Alternativen auf Basis von Nachfüll- und Wiederverwendungssystemen sowie die Erhöhung der Recyclingrate konzentriert.
- **Die erweiterte Herstellerverantwortung (EPR)** bei der Produktion von Kunststoffen muss durchgesetzt werden. Dies geschieht durch Regulation von Unternehmen, die unnötige Einwegverpackungen für Produkte herstellen. Die Unternehmen müssen verpflichtet werden, Produkte von der Wiege bis zur Bahre zu verfolgen, um eine internationale Transparenz der Systeme zur Verwendung, Entsorgung und Wiederverwertung von Kunststoffen zu gewährleisten und zu stärken.

Im Juli und August 2019 besuchte ein Team von Greenpeace-Aktivist\*innen aus Deutschland, Italien und Hongkong unter Leitung von Greenpeace Malaysia mehrere Deponien in Malaysia, auf denen importierter Plastikmüll abgeladen oder verbrannt wurde. Es handelt sich um Nachfolge-Untersuchungen der Umweltskandale, die Greenpeace Malaysia bereits in seinem 2018 veröffentlichten Report „The Recycling Myth“ (Der Recycling-Mythos) beschrieben hatte.

Neben neu entdeckten Standorten wurden mehrere alte, bereits als unreguliert identifizierte Deponien erneut besucht. Einige von ihnen werden nach wie vor für die illegale Müllentsorgung genutzt, andere wurden bereits vor einiger Zeit stillgelegt. Ein Teil der geräumten Deponien ist nur oberflächlich gereinigt worden, indem der größte Teil des Plastikmüll in andere Gebiete abtransportiert, aber keine professionelle Bodensanierung durchgeführt wurde. Zudem wurde eine der Deponien mit 'Oberboden' abgedeckt, der sich bei genauem Hinsehen als eine Schicht aus geschredderten Plastikstückchen erwies.

Ein kürzlich von Ecoton, IPEN, Nexus3 und Arnika (2019) veröffentlichter Report zeigt, dass große Mengen Plastik, die an unregulierten Standorten deponiert werden, eine chemische Bedrohung für die menschliche Gesundheit und Umwelt darstellen. Der Bericht enthüllt, dass giftige Chemikalien, die aus dem Plastikmüll zweier Kunststoffdeponien in Indonesien freigesetzt werden, in die Nahrungsmittelkette gelangen und die in der Umgebung lebenden Menschen belasten können. Des Weiteren wurden in Eiern von freilaufenden Hühnern Dioxine gefunden. Die Eier wurden in der Nähe einer Tofufabrik in Tropodo eingesammelt, die Fabrik nutzte Plastikmüll als Brennstoff. Überdies fanden sich in den Eiern erhebliche Mengen anderer gefährlicher Chemikalien wie polybromierte Diphenylether (PBDE), polychlorierte Biphenyle (PCB), Perfluoroktansulfonat (PFOS) und kurzkettige Chlorparaffine (SCCP). Die ermittelten Konzentrationen stellen ein gesundheitliches Risiko für die Anwohner dar: Ein einziges Ei aus dem Umfeld der Tofufabrik enthielt das 70-fache der Menge chlorierter Dioxine, die von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) als tolerierbare Tagesdosis (TDI) für Menschen festgelegt wurde. Zudem würde der Verzehr eines Hühnereis aus der ländlichen Gegend nahe der Plastikmülldeponie Bangun die von der EFSA empfohlene tolerierbare wöchentliche Aufnahme von PFOS deutlich überschreiten. Die genannten Chemikalien sind weltweit im Rahmen der Stockholmer Konvention geregelt.

Diese Ergebnisse waren der Anlass für die hier beschriebenen, von Greenpeace-Malaysia durchgeführten detaillierten Untersuchungen mit der Entnahme von Wasser- und Bodenproben auf und um unregulierten Mülldeponien. Die Untersuchungen ergaben das Vorhandensein gefährlicher Chemikalien, die von den Deponien in die Umgebung freigesetzt wurden und möglicherweise in die Nahrungskette gelangen können.

# METHODIK

Im Rahmen der Untersuchungen nahm das Greenpeace-Team an mehreren Standorten Wasser- und Bodenproben, die von Wissenschaftler\*innen des Greenpeace-Forschungslabors an der Universität Exeter in England analysiert wurden. Die Proben wurden qualitativ auf organische Chemikalien sowie quantitativ auf Metalle und Metalloide untersucht.

Alle Ergebnisse sowie die Methodenbeschreibung der Laboranalyse sind in einem technischen Bericht dokumentiert und können hier eingesehen werden: <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2020/05/GRI-AR-2019-05.pdf>

# UNTERSUCHTE STANDORTE, PROBENAHME UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die Untersuchungen von Greenpeace Malaysia wurden im Juli und August 2019 durchgeführt, ein Jahr nach Veröffentlichung des Reports „The Recycling Myth“. Das Greenpeace-Team besuchte erneut unregulierte Deponien Malaysias, auf denen Plastikmüll und sonstiger Abfall entsorgt wurden. Einige Standorte wurden zum Zeitpunkt der Probenahme noch genutzt, andere waren bereits stillgelegt. Bei der Auswahl der Orte wurden die teilweise unzureichende und oberflächliche Reinigung sowie die Art und Weise der Deponie-Abdeckung berücksichtigt.

Die Untersuchung beinhaltet die Entnahme von Wasserproben aus Gewässern wie Flüssen, Kanälen und Bächen, sowie aus einem am Standort befindlichen Fischteich. Diese Gewässer nehmen ablaufendes Regenwasser von Deponien und Lagerstätten auf, das möglicherweise aus Plastikmüll ausgewaschene Chemikalien enthält. Während der Felduntersuchungen wurden Wasser- und Bodenproben entnommen und einzeln versiegelt und etikettiert, bevor sie zur Analyse an die Greenpeace-Forschungslaboratorien in England geschickt wurden.

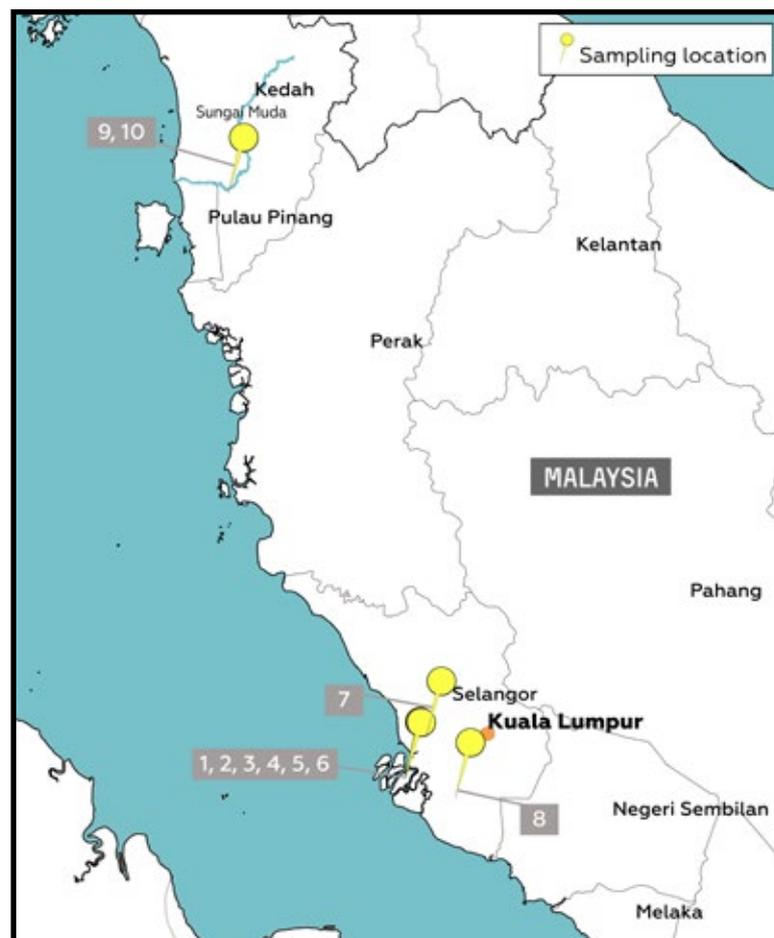


Abbildung 1: Übersicht der Probenahmeorte

Tabelle 1 zeigt die untersuchten Orte, eine Liste der Proben sowie eine Zusammenfassung der Analyseergebnisse des Greenpeace-Forschungslabors in Exeter, England. An mehreren der als Plastikmülldeponien genutzten Standorte wurde jeweils eine signifikante Kontamination durch Metalle, Metalloide und organische Chemikalien festgestellt.

NR.	ORT DER PROBE-NAHME	GPS DES PROBE-NAHME-ORTES	LABOR-PROBEN-ID	DATUM DER PROBE-NAHME	GEFUNDENE CHEMIKALIEN	MÖGLICHE FOLGEN/ WIRKUNGEN DER GEFUNDENEN SCHADSTOFFE
1	Unregulierte Mülldeponie auf verlassenen Industriegelände in <b>Pulau Indah, Klang</b>	2.98419, 101.34565	MY19007 Bodenprobe, die teilweise aus Rückständen von verbranntem Plastik besteht	6.8.2019	<p>- <b>Metalle und Metalloide:</b> Antimon, Cadmium, Zink, Blei, Zinn,</p> <p>- <b>22 organische Verbindungen:</b> Langkettige aliphatische Kohlenwasserstoffe</p> <p>- <b>Spuren von 8 polyzyklischen, aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)</b></p>	<p>- <b>Schwermetalle, Metalloide und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):</b> teilweise krebserregend, können zu chronischen Krankheiten führen</p> <p>- <b>Cadmium:</b> kann sich im Körper anreichern, langfristige Exposition kann zu Schäden an Nieren und Knochen führen</p> <p>- <b>Blei:</b> kann sich im Körper anreichern und zu irreversiblen Schädigungen des Nervensystems führen, einschließlich dessen Entwicklung bei Kindern. Wirkt sich auch auf das Blutssystem, die Nieren und die Fortpflanzung aus.</p> <p>- <b>Antimon:</b> kann gastrointestinale (Magen-/Darm-) Erkrankungen verursachen, nach dem Einatmen Antimon-haltiger Stäube können Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion auftreten</p> <p>- <b>PAK:</b> neurodegenerative Erkrankungen (Alzheimer und Parkinson), Lungenkrebs, erhöhen das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Bluthochdruck; Störungen der Fortpflanzung, Schädigung von Meereslebewesen.</p>
2	Kleiner Entwässerungsgraben vor einer unregulierten Müllkippe auf verlassenen Industriegelände in <b>Pulau Indah, Klang</b>	2.98400, 101.34690	MY19015 Wasser	6.8.2019	<p>- <b>Metalle und Metalloide:</b> keine nennenswerten Konzentrationen</p> <p>- <b>Flammschutzmittel (FR):</b> TPPO</p>	<p>- <b>TPPO:</b> Die Abbauprodukte der Verbindung sind im Wasser möglicherweise giftig. TPPO ist ein Neurotoxin (Nervengift) für Goldene Apfelschnecken.</p>

NR.	ORT DER PROBE-NAHME	GPS DES PROBE-NAHME-ORTES	LABOR-PROBEN-ID	DATUM DER PROBE-NAHME	GEFUNDENE CHEMIKALIEN	MÖGLICHE FOLGEN/WIRKUNGEN DER GEFUNDENEN SCHADSTOFFE
3	<b>Fischteich</b> nahe einer unregulierten Plastikmülldeponie und Plastikmüll-Recyclinganlage in <b>Pulau Indah, Klang</b>	2.98510, 101.34610	MY19008 Sediment	6.8.2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metalle und Metalloide:</b> Antimon, Kupfer, Nickel</li> <li>- <b>5 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und 1,1'-(1,3-Propandiyl)-Bis-Benzol</b></li> <li>- <b>Andere:</b> Phenanthren, Benzo[a]pyren, Chrysen, Fluoranthren, Pyren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Nickel:</b> Gastrointestinale und kardiale Auswirkungen.</li> <li>- <b>Antimon:</b> kann gastrointestinale (Magen-/Darm-) Erkrankungen verursachen, nach dem Einatmen Antimon-haltiger Stäube können Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion auftreten</li> <li>- <b>PAK:</b> neurodegenerative Erkrankungen (Alzheimer und Parkinson), Lungenkrebs, erhöhen das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Bluthochdruck; Störungen der Fortpflanzung, Schädigung von Meereslebewesen.</li> </ul>
4			MY19009 Wasser	6.8.2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metalle und Metalloide:</b> Antimon, Nickel, Kupfer, Strontium</li> <li>- <b>Flammschutzmittel (FRs):</b> TPPO, Triphenylphosphinsulfid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Antimon:</b> kann gastrointestinale (Magen-/Darm-) Erkrankungen verursachen, nach dem Einatmen Antimon-haltiger Stäube können Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion auftreten</li> <li>- <b>Nickel:</b> cGastrointestinale und kardiale Auswirkungen.</li> <li>- <b>TPPO:</b> Abbauprodukte sind im Wasser möglicherweise giftig. TPPO ist ein Neurotoxin für Goldene Apfelschnecken.</li> </ul>
5	Kanal, mündet in einen Fischteich. stromabwärts liegen mehrere Recyclinganlagen für Plastikmüll in <b>Pulau Indah, Klang</b>	2.98427, 101.34664	MY19012 Wasser	6.8.2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metalle und Metalloide:</b> Antimon, Nickel, Kupfer, Mangan</li> <li>- <b>Flüchtige organische Verbindungen:</b> Cyclohexan, chlorierte Alkene, Benzol, Toluol, o-Xylol und p-Xylol (BTEX)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Nickel:</b> gastrointestinale und kardiale Auswirkungen.</li> <li>- <b>Antimon:</b> kann gastrointestinale (Magen-/Darm-) Erkrankungen verursachen, nach dem Einatmen Antimon-haltiger Stäube können Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion auftreten</li> <li>- <b>VOC:</b> teilweise krebserzeugend (Benzol)</li> </ul>
6	Graben in der Nähe einer unregulierten Verbrennungsanlage für Plastikmüll in <b>Pulau Indah, Klang</b>	2.98111, 101.35111	MY19018 Wasser	6.8.2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Metalle und Metalloide:</b> Molybdän</li> <li>- <b>Organische Verbindung:</b> 7,9-di-tert-Butyl-1-oxaspiro (4,5) deca-6,9-dien-2,8-dion</li> </ul>	

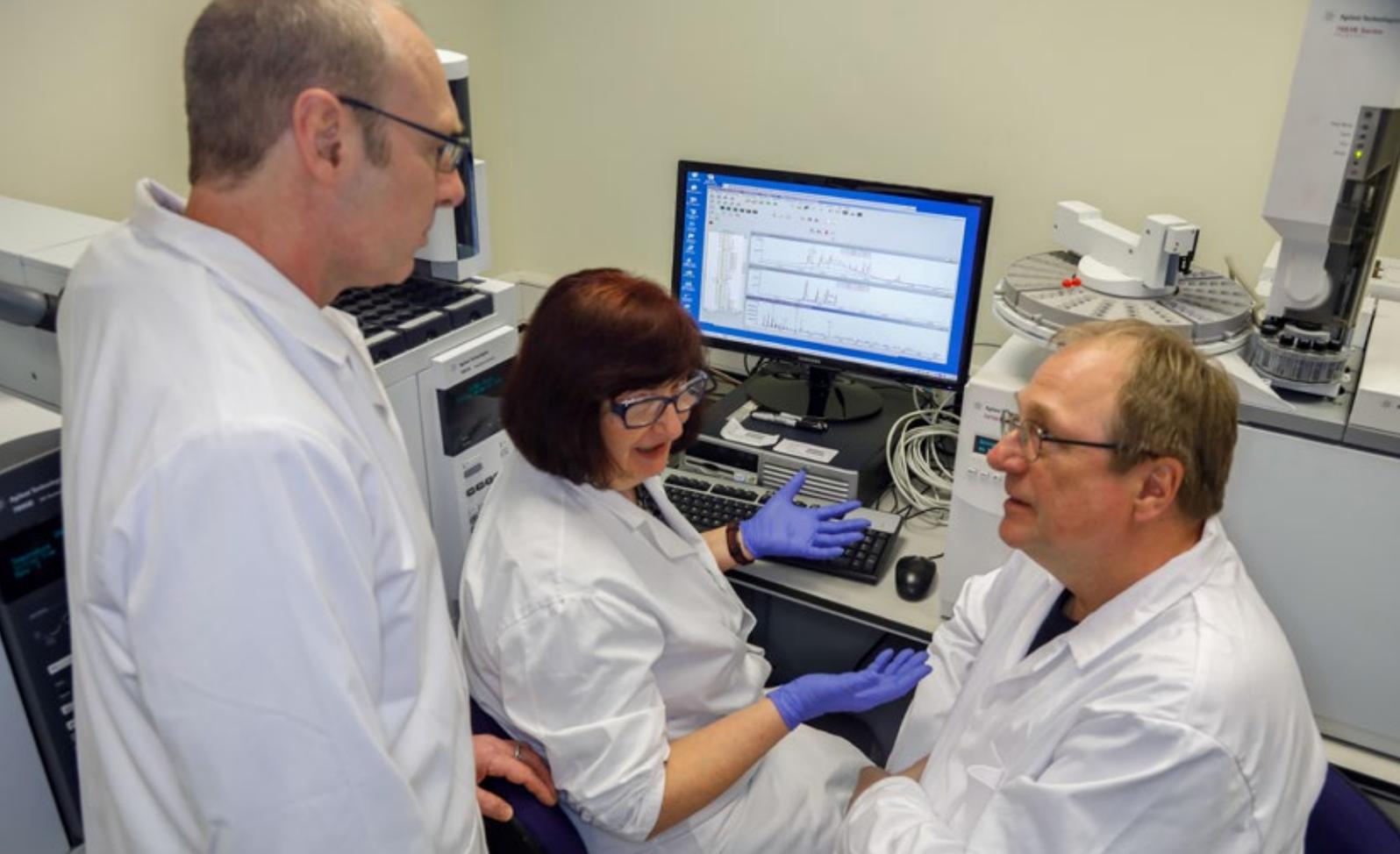
NR.	ORT DER PROBE-NAHME	GPS DES PROBE-NAHME-ORTES	LABOR-PROBEN-ID	DATUM DER PROBE-NAHME	GEFUNDENE CHEMIKALIEN	MÖGLICHE FOLGEN/ WIRKUNGEN DER GEFUNDENEN SCHADSTOFFE
7	Bach an einer Kunststoff-Recycling-anlage in <b>Kapar, Klang</b>	3.16195, 101.43837	MY 19001 Wasser	6.8.2019	- <b>Metalle und Metalloide</b> : keine nennenswerten Konzentrationen	
8a / 8b	Unregulierte Müllkippe in <b>Kampung Sri Cheeding, Kuala Langat</b>	2.89250, 101.56389	MY 19020 & MY 19021 Probe 1 und 2 geschreddertes Plastik (Oberbodenschicht)	7.8.2019	<p>- <b>Metalle und Metalloide</b>: Kupfer, Blei, Zink; niedrigere Konzentrationen: Cadmium, Antimon, Zinn, Molybdän, Arsen</p> <p>- <b>Flammschutzmittel (RF)</b>: Bromierte Diphenylether (PBDE) von Heptazu dekabromierten Kongeneren, chloriertes FR-Dechloran, 1,2-Bis (2,4,6-tribromphenoxy) ethan (BTBPE) und Dekabromdiphenylethan (DBDPE)</p> <p>- <b>Weichmacher</b>: 2 Phthalatester (DEHP und DUP) und 1 Terephthalat (Di(2-ethylhexyl)-1,4-benzoldicarboxylat)</p> <p>- <b>Andere</b>: langkettige aliphatische Kohlenwasserstoffe und PAK</p>	<p>- <b>Blei</b>: kann sich im Körper anreichern und zu irreversiblen Schädigungen des Nervensystems führen, einschließlich seiner Entwicklung bei Kindern. Wirkt sich auch auf das Blutsystem, die Nieren und die Fortpflanzung aus.</p> <p>- <b>Zink</b>: hohe Belastungen können zur Akkumulation mit möglichen toxischen Folgen führen, einschließlich Anämie mit Pankreasschäden sowie gastrointestinalen Störungen.</p> <p>- <b>Kupfer</b>: hohe Belastungen können gastrointestinale Folgen haben. Wasserorganismen im Oberflächenwasser reagieren sehr empfindlich auf Kupfer, toxische Effekte können schon bei geringen Mengen auftreten.</p> <p>- <b>PBDE</b>: können Entwicklungsneurotoxizität verursachen und die Fortpflanzung sowie das endokrine System schädigen</p> <p>- <b>Phthalate (Weichmacher)</b>: endokrine Disruptoren, können das Hormonsystem beeinflussen; können die Fortpflanzung schädigen, einige Phthalate sind möglicherweise krebserregend</p>
9	Fluss <b>Sungai Muda</b> am Rande einer Deponie, <b>Kedah</b>	5.54277, 100.58487	MY 19003 Wasser	31.7.2019	<p>- <b>Metalle und Metalloide</b>: keine nennenswerten Konzentrationen</p> <p>- <b>Flammschutzmittel (RF)</b>: TPPO</p> <p>- <b>Andere</b>: Dibutylsebacat</p>	- <b>TPPO</b> : Abbauprodukte sind im Wasser möglicherweise giftig. TPPO ist ein Neurotoxin für Goldene Apfelschnecken.
10	Flussufer <b>Sungai Muda</b> am Rande einer Deponie, <b>Kedah</b>		MY 19006 Boden	31.7.2019	- <b>Metalle und Metalloide</b> keine nennenswerten Konzentrationen	

Tabelle 1: Wasser- und Bodenproben, die von Juli bis August 2019 bei den Untersuchungen an Standorten mit importiertem Plastikmüll in Malaysia genommen wurden.

## Laboranalysen an den Greenpeace Forschungslaboratorien in Exeter, UK

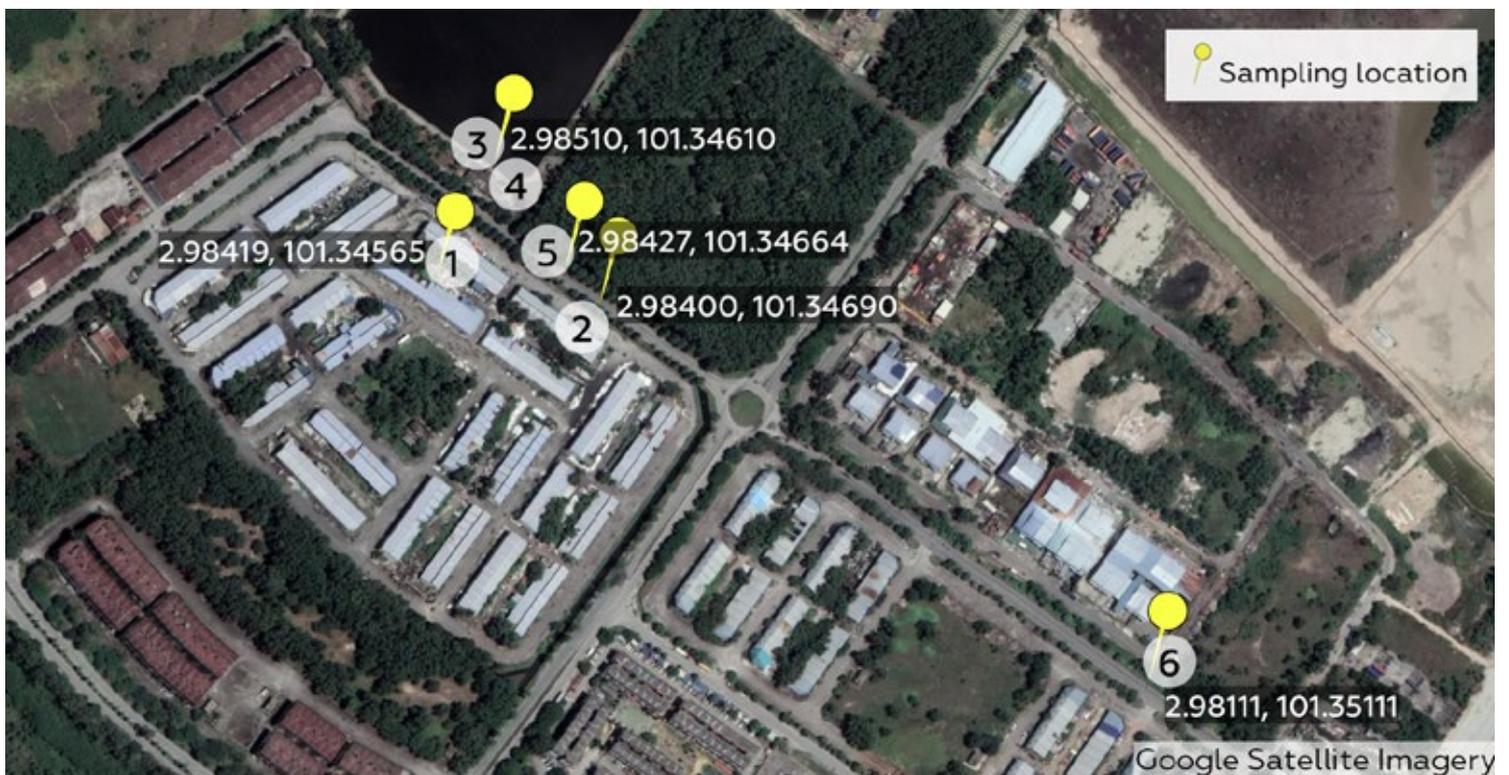
Wasser- und Bodenproben, entnommen an Standorten von Plastikmülldeponien in Malaysia und zur Untersuchung an die Forschungslaboratorien in Exeter, UK, versandt.





Dr. Iryna Labunska und Dr. Kevin Brigden, Leitende Wissenschaftler der Greenpeace Forschungslaboratorien in Exeter, UK, erläutern Manfred Santen, Kampagner bei Greenpeace Deutschland, die Ergebnisse der Laboranalysen

## Probenahmeorte im Juli und August 2019



Standort 1: Unregulierte Mülldeponie auf einem verlassenen Industriegelände in Pulau Indah, Klang, Proben Nr.1 und Nr.2

Pulau Indah, wortwörtlich übersetzt: „schöne Insel“, und einst als Pulau Lumut bekannt, liegt im Distrikt Klang des malaysischen Bundesstaates Selangor. Zu den wichtigsten Orten der Insel zählen Westport, einer der Haupthäfen Malaysias, der Industriepark Pulau Indah (einschließlich Selangor Halal Hub), vier Dörfer (Kg. Perigi Nenas, Kg. Sungai Pinang, Kg. Sungai Kembong und Kg. Teluk Nipah), der Küstenpark (Laguna Park), eine Wohnsiedlung (Bandar Armada Putra) sowie das Nationale Hydrographische Zentrum der malaysischen Marine. Früher gab es in Pulau Indah ein großes Mangrovensumpfbereich, doch 1999 mussten die meisten Bäume dem neuen Westport und einem Industriegebiet weichen.

Die unregulierte Deponie befindet sich in einem verlassenen Industriegebiet in der Jalan Sungai Chandong im Stadtviertel Bandar Armada Putra nahe des Boustead Cruise Centre (Star Cruise Terminal) und des Nationalen Hydrographischen Zentrums. Die Deponie wurde von Greenpeace Malaysia 2018 in dem Report „The Recycling Myth“ thematisiert. Das Team fand importierten Plastikmüll aus zahlreichen Ländern wie Australien, den USA, dem Vereinigten Königreich, Deutschland, Frankreich, Spanien, einigen skandinavischen Ländern sowie Japan. In dem Gebiet waren eine Reihe von unregulierten Kunststoffrecyclern tätig, bevor der örtliche Staatsrat von Selangor gegen den Betrieb dieser Fabriken vorging.

Die Deponie wurde mehrfach von Greenpeace-Teams und Journalist\*innen aus aller Welt besucht. In den letzten Monaten wurde sie teilweise geräumt. Aber nach wie vor sind große Mengen Plastikmüll aus zahlreichen Ländern vorhanden, u. a. aus Europa, zum Beispiel Deutschland, Spanien und einigen skandinavischen Ländern. Das Gros des Mülls ist eine Mischung aus nicht recyclebarem Plastik. In den verlassenen Gebäuden werden auch weiterhin andere Abfälle wie Elektroschrott (meist Kunststoffgehäuse oder Platinen von Elektrogeräten) gelagert. Anzeichen früherer Brände in der Gegend deuten darauf hin, dass versucht wurde, Beweise für die Art der Abfälle, die auf der Deponie entsorgt wurden, durch Verbrennen zu beseitigen.



*Unregulierte Mülldeponie bei Pulau Indah, Klang. Aus diesem Gebiet stammt die Probe Nr. 1 (MY19007).  
rechts: Probenahmeort der Probe Nr. 1*

Die Proben wurden einem Plastikmüllhaufen entnommen, in dem sich teilweise verbranntes Kunststoffmaterial befand. Sie enthielten Chemikalien, die vermutlich bei der thermischen Zersetzung oder Pyrolyse der Kunststoffe freigesetzt wurden. Hierzu zählen giftige Metalle wie Cadmium und Blei sowie das Metalloid Antimon in Konzentrationen ähnlich wie sie in dem geschredderten Kunststoff in Sri Cheeding gefunden wurden. Die Konzentrationen von Kupfer und Molybdän lagen über den Werten wie sie in unbelasteten Böden normalerweise zu finden sind (Bahaa-Eldin, 2008). Durch die Verbrennung werden die im Kunststoff gebundenen Metalle und Metalloide der Verwitterung ausgesetzt und in verschiedene chemische Formen umgewandelt, die in der Umwelt mobiler sind.

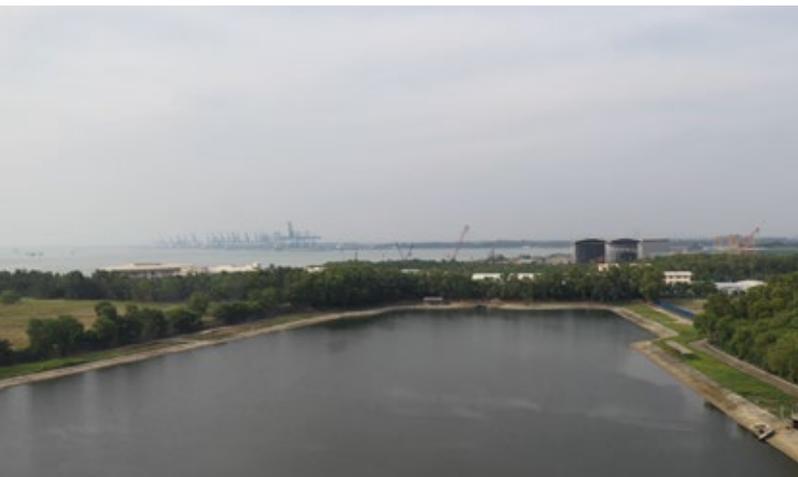
Zudem wurde eine Vielzahl organischer Chemikalien nachgewiesen, unter anderem Spuren langkettiger aliphatischer Kohlenwasserstoffe sowie acht polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), darunter Benzo[a]pyren (BaP). PAK sind typische Produkte, die bei der thermischen Zersetzung von Kunststoffen entstehen, BaP ist für Menschen krebserregend.

Bei der Analyse der Wasserprobe, die einem kleinen Graben vor der Deponie entnommen wurde, wurden keine nennenswerten Konzentrationen von Metall oder Metalloiden festgestellt. Allerdings wurde das Flammenschutzmittel Triphenylphosphinoxid (TPPO) identifiziert, ein Nebenprodukt bei der Herstellung von Acrylnitril-Styrol-Kunststoff. Isomere des Styrol-Acrylnitril-Trimers, die das Nervensystem des Menschen schädigen können, wurden ebenfalls nachgewiesen.

Um geeignete Sanierungsmaßnahmen durchführen zu können, muss zunächst das Ausmaß der Kontamination im gesamten Gebiet untersucht werden. Damit sich Schadstoffe und giftige Chemikalien nicht weiter über Auswaschung durch Regen verbreiten oder kontaminierte Feinstaubpartikel durch den Wind mobilisiert werden, ist eine fachgerechte Reinigung und Sanierung des Standortes erforderlich.

## **Standort 2: Fischteich in Pulau Indah, Proben Nr.3, Nr.4 und Nr.5**

Der Fischteich liegt etwa 50 Meter (m) von der Deponie entfernt und wird nach wie vor genutzt. Es handelt sich um einen der größten Brackwasserteiche im Bundesstaat Selangor, der eine Fläche der Größe von fünf bis sechs Fußballfeldern umfasst. Sein Wasserstand ändert sich mit den Gezeiten der Straße von Malakka. Greenpeace-Mitarbeiter\*innen interviewten den Eigentümer des Fischteichs, der die Verschmutzung durch Abwasser beklagte und von einem großen Fischsterben am 6. September 2019 berichtete. Die tatsächliche Ursache der Verschmutzung oder ihre Quelle konnte nicht ermittelt werden.



*Fischteich und Kanal mit Brackwasser. Die Proben Nr.3 (MY19008), Nr.4 (MY19009) und Nr.5 (MY19012) wurden in diesem Gebiet entnommen.*

Zwei Proben des Teichwassers (Probe Nr.4) und des Sediments (Probe Nr.3) wurden entnommen und analysiert. Die Sedimentprobe vom Teichboden war mit Metallen verunreinigt, was die erhöhten Konzentrationen im Wasser des Fischteiches widerspiegelt. Zudem wurden Konzentrationen von Antimon und Kupfer 50-fach und von Nickel zehnfach oberhalb der Hintergrundbelastung für Süßwassersedimente festgestellt (ATSDR 2004a, 2005a, 2019; Filella et al 2002; Salomons & Forstner 1984). Die Konzentrationen von Metallen im Brackwasser liegen üblicherweise unter denen im Süßwasser. Im Teichwasser wurden neben den Metallen auch Chemikalien nachgewiesen, von denen bekannt ist, dass sie in der Industrie als Gleitmittel, Schmiermittel oder Korrosionsinhibitoren eingesetzt werden. Überdies wurden im Sediment PAK wie Benzo[a]pyren (BaP) und Phenanthren nachgewiesen, die häufig bei unvollständigen Kunststoff-Verbrennungsprozessen entstehen.

In einem Kanal, der in den Fischteich mündet, wurden Nickel, Antimon und Kupfer gefunden. Die Konzentration von Mangan lag zehnfach oberhalb des Wertes, der üblicherweise in nicht kontaminierten Oberflächengewässern zu finden ist.

In den Wasserproben aus dem Fischteich und im Wasser aus dem zuführenden Kanal wurden Chemikalien gefunden, die mit der Herstellung oder Behandlung von Plastik in Verbindung gebracht werden können. Darunter befanden sich Nebenprodukte, die aus der Produktion von Styrolpolymeren stammen können, sowie Chemikalien, die als Kunststoff-Additive mit spezifischen Eigenschaften verwendet werden, wie z.B. Flammenschutzmittel, Gleitmittel, Schmiermittel und Korrosionsinhibitoren. Toxische Metalle und Chemikalien wurden auch im Sediment und suspendiert im Teichwasser nachgewiesen. Auch in dem Kanal, der in den Teich mündet, wurden diese Metalle und Chemikalien gefunden, einige davon in höheren Konzentrationen als sie im Teich gemessen wurden.

Die alarmierenden Mengen an Schwermetallen und Chemikalien in der Fischzucht, die für die Nahrungsmittelproduktion verwendet wird, zeigen einen akuten Handlungsbedarf auf. Die Behörden sind aufgefordert, unverzüglich weitere Untersuchungen durchzuführen, aus denen die notwendigen Maßnahmen abgeleitet werden können, mit der die Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Schwermetalle in hohen Konzentrationen eingedämmt wird. Außerdem muss sichergestellt werden, dass die Schadstoffe nicht in die Nahrungskette gelangen. Der erste Schritt, um dies erfolgreich zu gewährleisten, besteht darin, die Quelle der Kontamination zu ermitteln. Wirksame Maßnahmen müssen die Reinigung des Wassers und der Sedimente im Fischteich sowie im zuführenden Kanal einschließen, damit eine weitere Mobilisierung der Schwermetalle und Chemikalien verhindert werden kann.



Wasserproben (u.a. Probe Nr-4, MY19009) und Sedimentprobe (Probe Nr.3, MY19008) aus dem Fischteich in Pulau Indah



Entnahme einer Wasserprobe aus dem Fischteich in Pulau Indah

### Standort 3: Unregulierte Plastikmüllverbrennung in Pulau Indah, Klang, Probe Nr.6

Wie aus dem Report „The Recycling Myth“ hervorgeht, liegt am Straßenrand in der Nähe der Jalan Sungai Chandong 12 ein Platz, der im Jahr 2018 und auch noch Anfang 2019 als illegale Deponie und für die Verbrennung von Abfällen genutzt. Mittlerweile wurde der Platz geräumt, doch entlang der Straße sind immer noch Anzeichen von Bränden erkennbar. In der Vergangenheit wurde beobachtet, dass riesige Mengen Plastikmüll zum Standort transportiert und in Brand gesteckt wurden, meistens in der Nacht. Diese Aktivitäten wurden Ende 2019 unterbunden. An diesem Standort wurde zudem kommunaler Abfall verbrannt.



Der Verbrennungsplatz in Pulau Indah war vorher eine illegale Deponie für importierten und inländischen Plastikmüll. Die Wasserprobe Nr.6 (MY19018) wurde aus einem Entwässerungsgraben wenige Meter von dem Platz entfernt entnommen.

Aus einem Kanal vor einem Platz, auf dem Plastikmüll verbrannt worden waren, wurden Wasserproben entnommen. Die Verbrennung von Plastik kann Schwermetalle und andere giftige Chemikalien mobilisieren und freisetzen. Hierzu zählen polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F), die bei unkontrollierten Verbrennungsprozessen von chlorhaltigem Plastik, etwa PVC, entstehen können. Werden Kunststoffprodukte verbrannt, die bromierte Flammschutzmittel enthalten, so können die genannten Chemikalien in bromierte Dioxine und Furane (PBDD/F) umgewandelt werden, eine Gruppe hochgiftiger Chemikalien, die chlorierten Dioxinen ähneln.

In der Probe wurden keine nennenswerten Schadstoff-Konzentrationen gefunden. Obwohl das Kanalwasser sichtbar mit Kunststoffen verunreinigt war, ergab die Laboranalyse keine Hinweise auf eine Belastung mit gefährlichen Chemikalien. An diesem Ort sind weitere Untersuchungen, z. B. des Bodens angeraten.



#### **Standort 4: Unregulierte Mülldeponie in Kampung Sri Cheeding, Proben Nr. 8a und Nr.8b**

Kampung Sri Cheeding („das Dorf Sri Cheeding“) liegt im Distrikt Kuala Langat, Selangor, und ist etwa 80 Hektar (ha) groß. Innerhalb dieses Gebietes gibt es eine Teeplantage, die für ihren Tiefland-Tee berühmt ist. Kampung Sri Cheeding liegt etwa acht Kilometer von der Stadt Jenjarom entfernt, in der illegale Plastikmüll-Recyclinganlagen und Mülldeponien vorhanden waren.

Die unregulierte Mülldeponie befindet sich neben einer Ölpalmenplantage. Einige Zeit vor der Probenahme war die Hauptmenge an Plastikmüll abtransportiert worden und eine Oberboden-Schicht ausgebracht worden.



*Große Mengen an Plastikschröder wurden neben einer Ölpalmen-Plantage ausgebracht in Kampung Sri Cheeding, Jenjarom. Samples No.8a (MY 19020) and No.8b (MY 19021) were collected in this area.*

Das Material, das zum Auffüllen und Abdecken der Deponie verwendet wurde, besteht überraschenderweise überwiegend aus geschredderten Plastikpartikeln. Als das Greenpeace-Team die Deponie besuchte, war am Rand des Geländes ein Schmelzbrand mit Rauchentwicklung zu beobachten. Der Brand umfasste eine Fläche von mehreren Quadratmetern (m<sup>2</sup>). Wie die Huffpost 2019 berichtete, war hier in der Vergangenheit häufiger Plastikmüll verbrannt worden.

Giftige Metalle wie Cadmium (13,8-16,7 mg/kg) und Blei (2940-3780 mg/kg) wurden in höheren Konzentrationen gefunden, als dies normalerweise in malaysischen Böden der Fall ist. In der Regel wird Cadmium hier in Konzentrationen unter 1 mg/kg gefunden, und Blei in Konzentrationen unter 2 mg/kg (Khairiah, J 2009). Zum Vergleich: Für Böden in China legte die staatliche Umweltschutzbehörde (SEPA 1995) maximal zulässige Cadmium-Grenzwerte von 1,5 mg/kg sowie Blei-Grenzwerte von 350 mg/kg fest. Die Malaysische Umweltbehörde (Malaysian Department of the Environment) veröffentlichte Grenzwerte (SSL-Site Screening Levels) für Böden in Siedlungsgebieten: 71 mg/kg für Cadmium und 400 mg/kg für Blei (DOE 2015). Für die Einleitung von Sickerwasser wurden im Environmental Quality Act 1974 Konzentrationen von 0,01 mg/L für Cadmium und 0,1 mg/L für Blei als Toleranzwerte festgelegt (DOE 2009).

Auch Kupfer, Zinn, Antimon, Molybdän und Zink wurden in Sri Cheeding in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen. Zudem enthielt die Bodenprobe nachweisbar Quecksilber. Quecksilber ist ein hochgiftiges Metall, das üblicherweise in sehr geringen Konzentrationen in der Umwelt vorkommt. Die in der Bodenprobe gefundenen Metalle stammen entweder aus Rückständen der Plastikproduktion oder aus Additiven wie Füllstoffen, Stabilisatoren, Pigmenten oder Flammschutzmitteln, die den Kunststoff-Formulierungen gezielt beigemischt wurden.

Außerdem enthielten beide Proben des Standorts mehrere halogenierte Flammschutzmittel (FR) wie bromierte Diphenylether (PBDE). Eine der Proben wies diverse PBDE auf, die von hepta- bis dekabromierten Kongeneren reichten. In der anderen Probe wurden eine Reihe von okta- bis dekabromierten Kongeneren nachgewiesen. In beiden Proben wurde das chlorierte Flammschutzmittel Dechloran identifiziert. In einer der beiden Proben fanden sich das bromierte Flammschutzmittel 1,2-Bis(2,4,6-tribromphenoxy)ethan (BTBPE) sowie Decabromdiphenylethan (DBDPE – ein Ersatzstoff für das verbotene DecaBDE).

Die häufigsten Verbindungen der PBDE-Familie wurden bereits durch die Stockholmer Konvention verboten. Hierzu gehören handelsübliche PentaBDE- (2009), OctaBDE- (2009) und DecaBDE-Mischungen (2017). Bromierte Flammschutzmittel wie polybromierte Diphenylether (PBDE) sind als Chemikalien mit endokriner Wirkung (EDCs) bekannt. Sie können das Hormonsystem und die Neuroentwicklung und Intelligenz von Kindern (POP RC 2006, 2007, 2014, 2015, 2016) schädigen. Zu den Weichmachern aus der chemischen Gruppe der Phthalate, die in den Proben nachgewiesen wurden, zählen DEHP und DUP. Bei der Herstellung von Kunststoffprodukten werden diese Substanzen häufig als Additive eingesetzt. Einige Phthalate sind giftig für das Fortpflanzungssystem (Swan 2008, Lyche et al. 2009), erhöhen das Risiko von Allergien und Asthma und wirken sich schädlich auf die Neuroentwicklung von Kindern aus (Jurewicz 2011). Darüber hinaus wurde in einer Probe ein polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff (PAK), 1,6-Dimethyl-4-(1-methylethyl)naphthalin, gefunden. Dieser entstand höchstwahrscheinlich bei der Verbrennung von Plastikmüll. Einige Vertreter der PAK sind als krebserregend bekannt.

Am Standort Sri Cheeding besteht dringender Handlungsbedarf. Um das gesamte Ausmaß der Kontamination durch schädliche Chemikalien in der Deponie in Sri Cheeding bestimmen zu können, sind weitere Untersuchungen des Gebietes erforderlich. Dabei muss die Kontamination des Bodenprofils berücksichtigt werden. Alle Materialien, die schädliche Chemikalien enthalten oder potentiell durch Verbrennen oder Auswaschung bei Regen Chemikalien freisetzen, müssen entfernt werden. Die Deponie muss dekontaminiert werden, die abdeckende Oberschicht sowie die kontaminierten Bodenschichten müssen fachgerecht saniert werden.



## Standort 5: Sungai Muda, Kedah, Proben Nr.9 und Nr.10

Der Sungai Muda (Muda-Fluss) ist der längste Fluss im Bundesstaat Kedah, Malaysia. Er fließt westwärts, durchquert die südlichen Vororte der zweitgrößten Stadt Kedahs, Sungai Petani, und bildet eine natürliche Grenze zum Bundesstaat Penang. Bei Kota Kuala Muda mündet der Muda in die Straße von Malakka. Der Beris-Damm hat die Funktion, den Wasserstand entlang des Muda-Flussbeckens zu regulieren, unter anderem zur Bewässerung von Reisfeldern oder Hochlandpflanzen und für die Wasserversorgung von Haushalten und Industrie.

Die illegale Deponie ist ca. zwei Hektar groß und liegt am Ufer des Muda-Flusses in der Nähe von Sidam Kiri in einem Dorf namens Kampung Kemumbung. Man geht davon aus, dass sie seit 2008 in Betrieb war, seit 2016 hatten sich die Anwohner der Umgebung über den Deponiebetrieb beschwert. Dorfbewohner\*innen der Gegend gaben an, dass zeitweise täglich bis zu 30 Lastwagen auf die Deponie fuhren, um dort Abfall zu deponieren. Am Standort wurde auch importierter Plastikmüll gefunden Ende Juli 2019, kurz vor der Probenahme, schlossen die örtlichen Behörden die Deponie.



*Unregulierte Mülldeponie in der Nähe des Dorfes Kampung Kemumbung am Sungai Muda, Kedah*



Deutscher Plastikverpackungsmüll, der auf der unregulierten Deponie am Sungai Muda gefunden wurden



Flussufer der Mülldeponie am Sungai Muda

An der Uferböschung wurden Wasserproben aus dem Fluss und Proben von der Bodenoberfläche für die chemische Analyse entnommen. Das Greenpeace-Team stellte vor Ort fest, dass Regenwasser Teile der Deponie ausspült. Die Bodenproben wurden dort entnommen, wo Regenwasser direkt in den Fluss fließt. Die am Sungai Muda entnommenen Wasserproben enthielten das Flammschutzmittel TPPO sowie Dibutylsebacat, einen Weichmacher, der in der Kunststoffproduktion eingesetzt wird. Generell besteht die Gefahr, dass bei Regen chemische Verbindungen aus Kunststoffen ausgewaschen werden. In der Bodenprobe wurden keine der gesuchten organischen Verbindungen identifiziert, die Messwerte von Metallen und Metalloiden lagen innerhalb der für unkontaminierte Böden weltweit als 'typisch' bezeichneten Konzentrationen.



Wasserproben vom Fluss Sungai Muda, darunter befindet sich die Probe Nr. 9 (MY 19003)

### Standort 6: Recyclinganlage in Kapar, Klang, Probe Nr.7

In Kampung Bukit Kapar, Klang, gibt es Wohngebiete, Schulen, Fabriken und eine Ölpalmen-Plantage. Die Untersuchungen ergaben, dass das inmitten der Plantage ansässige Recyclingunternehmen Müll aus dem Ausland importiert. Greenpeace-Nachforschungen ergaben, dass die Herkunft des importierten Plastikmülls bis nach Italien zurückverfolgt werden konnte. Einige Abfälle (unter anderem Kunststoffe) wurden an mehreren Stellen außerhalb des Fabrikgeländes in der Plantage abgeladen. An einer Stelle wurde der Abfall während der Feldforschung direkt vor den Augen des Greenpeace-Teams in Brand gesteckt, auf dem Foto sind Feuer und aufsteigender Rauch zu erkennen.



Plastikrecycling-Fabrik in Kapar, Klang. Im unteren Bereich des Bildes ist inmitten der Palmöl-Plantage Rauch aus der Verbrennung gemischter Abfälle, darunter Kunststoffe, zu erkennen



Plastik-Recyclingfabrik in Kapar, Klang, Probe Nr.7 (MY 19001) wurde hier entnommen



Plastikballen, Arbeiter und Maschinen in der Plastik-Recyclingfabrik in Kapar, Klang



*Zaun der Plastik-Recyclingfabrik*



*Probe Nr.7 (MY 19001) stammt aus einem Bach, in ca. drei Meter Entfernung zur Umzäunung der Plastik-Recyclingfabrik*



*Nicht weit von der Umzäunung aber außerhalb der Recyclinganlage deponierter Abfall, der auch Verpackungen aus europäischen Ländern enthält.*



*Plastikmüll aus Italien befindet sich unter dem außerhalb der Recyclinganlage in mitten der Ölpalmen deponierten Abfall*

Die Recyclingfabrik in Kapar, Klang, verarbeitet große Mengen an Plastikmüll und Rohstoffen. Aus einem Bach, der ca. drei Meter vom Zaun der Anlage entfernt liegt, wurden Wasserproben entnommen. Die Laboranalyse ergab keine Hinweise darauf, dass das Wasser durch Schwermetalle oder organische Chemikalien, die bei der Herstellung oder Bearbeitung von Plastik verwendet werden, kontaminiert war.

## POTENZIELLE UMWELT- UND GESUNDHEITSFOLGEN, DIE SICH AUS DEN ERGEBNISSEN ABLEITEN LASSEN

Das Hauptproblem bei der planlosen, unregulierten Entsorgung von Plastikmüll sind die Folgen der Freisetzung von Chemikalien, die dem Plastik beigemischt werden, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen. So enthalten hellrote, gelbe und orangefarbene Kunststoffe häufig Cadmium, während Schwermetalle wie Zinn, Blei, Cadmium oder eine Kombination der Metalle als Additive für Hitze-stabilisatoren genutzt werden (Verma, et. al., 2016; Vivek, 2014). Schwermetalle, polybromierte Diphenylether (PBDE) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind Chemikalien, die aus Plastikmüll freigesetzt werden können. Sie sind teilweise krebserregend und können chronische Krankheiten verursachen. So können beispielsweise Metalle, Metalloide oder PBDE, die im Plastik gebunden vorliegen, durch Verbrennen und durch Verwitterung der Plastikprodukte in Formen überführt werden, die in der Umwelt weit mobiler sein können.

PAK entstehen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen, z. B. wenn Kunststoffabfälle offen verbrannt werden. Sie werden mit dem Rauch freigesetzt und reichern sich besonders in den Brandrückständen an. Werden Kunststoffabfälle, die chlorierte oder bromierte Verbindungen enthalten, verbrannt, können sich die besonders giftigen polychlorierten Dibenzodioxine oder Dibenzofurane bilden. Solche Kunststoffabfälle können PVC-haltige Produkte und Textilien oder Platinen und andere Teile aus elektronischen Geräten sein. Langzeitwirkungen entstehen durch Fragmentierung und Zerkleinerung von Kunststoffabfällen, z. B. durch Verwitterung und UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht. Mikroplastikpartikel und gefährliche Chemikalien werden freigesetzt und kontaminieren den Boden. Falls diese Schadstoffe persistent sind, werden sie im Boden über einen sehr langen Zeitraum absorbiert. Es kann auch zu einer sekundären Verschmutzung nahe gelegener Wasserläufe oder Quellen führen. Diese Schadstoffe, insbesondere toxische Metalle, könnten nicht nur gefährliche Auswirkungen auf den Menschen, sondern auch auf Flora, Fauna und Mikroorganismen haben und schließlich das gesamte umgebende Ökosystem.

In wissenschaftlichen Studien wurde gezeigt, dass die unsachgemäße Handhabung von Plastikabfällen und Elektroschrott schwerwiegende Auswirkungen auf die Umwelt haben. Eine umfassende Untersuchung über Elektroschrott-Standorte in China hat die Exposition der Menschen gegenüber polybromierten Diphenylethern (PBDE) und anderen Schadstoffen durch den Verzehr von lokal produzierten tierischen Lebensmitteln abgeschätzt (Labunska 2017). Die bereits erwähnte

Studie aus Indonesien hat ebenfalls gezeigt, dass Menschen aus Gemeinden in der Nähe von unregulierten Plastikmüll-Deponien toxischen Chemikalien ausgesetzt sind, die auch in die Nahrungskette gelangen (Arnika, Ecoton, IPEN, Nexus3 2019) können.

Die Exposition gegenüber Schwermetallen kann die Gesundheit sowohl von Erwachsenen als auch insbesondere von Kindern gefährden. Schädigungen können durch die zufällige orale Einnahme, durch Einatmen kontaminierter Stäube aus kontaminierten Böden oder durch Hautkontakt entstehen. Pflanzen und Nutzpflanzen können verschiedene Schwermetalle bioakkumulieren, wenn sie in der Nähe von Industriegebieten und verseuchtem Boden angebaut werden. Die Schadstoffe können bei der Aufnahme dieser Nutzpflanzen in den menschlichen Körper gelangen. Exposition gegenüber Schwermetallen kann erhebliche Gesundheitsprobleme verursachen, wie z. B. die Hemmung des geistigen Wachstums bei Kindern, Störungen des Hormonsystems, Reproduktionsstörungen, Schäden an Organen (Leber und Niere), Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sowie verschiedene Krebsarten. Einige dieser Metalle wurden als für den menschlichen Körper nicht essentiell eingestuft und von der US-Umweltschutzbehörde und der Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) in die Top-20-Liste der „gefährlichen Substanzen“ aufgenommen (Wu et al 2018; Khan et al 2016; Rai et al 2019). Einige Substanzen aus der Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe PAK sind hochgradig krebserregend, wirken mutagen und teratogen und wurden mit neurodegenerativen Krankheiten (Alzheimer und Parkinson), Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Bluthochdruck sowie Lungenkrebs in Verbindung gebracht. Es wurde auch festgestellt, dass PAK die Fortpflanzung stören und Wasserlebewesen gefährden (Coxon et al 2018; Dsikowitzky 2011).

Bei der Verbrennung von Plastikmüll entstehen Rauch und Asche-Rückstände, die ein hohes Potenzial haben, die Gesundheit und Umwelt zu schädigen. Hierzu gehören flüchtige organische Verbindungen (VOC), Semi-VOC, Rauch (Feinstaub), partikelgebundene Schwermetalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) und Dioxine (PCDD). Einige dieser Verbindungen sind krebserregend und können in unsere Nahrungskette gelangen. Zu den Schadstoffen, die in der aquatischen Umwelt nachgewiesen werden können, zählt das Flammschutzmittel (FR) Triphenylphosphinoxid (TPPO). Abbauprodukte von TPPO sind beispielsweise für Goldapfelschnecken toxisch und neurotoxisch. Polybromierte Diphenylether (PBDE) sind eine weitere Gruppe bekanntermaßen schädlicher Flammschutzmittel, deren Verwendung inzwischen verboten ist. Nach Freisetzung in die Umwelt können sie sich im Boden und den Sedimenten anreichern und durch Wasser- und Landorganismen aufgenommen werden. Letztlich können PBDE auch in die Nahrungskette gelangen und eine Reihe potenziell toxischer Wirkungen auf den Menschen ausüben. (Labunska et al 2014, 2015 & 2017; Verma, et. al., 2016; Emery, et. al., 2005; Dsikowitzky, 2011; Chea & An, 2018; Verma, et. al., 2016; Christale, et. al., 2018; Lai, et. al., 2019).

# SCHLUSSFOLGERUNG UND EMPFEHLUNGEN

Die Untersuchungen an mehreren unregulierten Deponien in Malaysia zeigen, dass Plastikmüll und zerkleinerte Kunststoff-Abfälle Schadstoffe enthalten, darunter Schwermetalle wie Cadmium und Blei, Metalloide wie Antimon und organische Chemikalien, darunter persistente organische Schadstoffe (POP) wie z. B. bromierte Flammschutzmittel. Diese Stoffe stellen eine potenzielle Gefahr für die Umwelt dar: Greenpeace konnte mit diesen Untersuchungen belegen, dass durch Lagerung, Verarbeitung und/oder Recycling der Kunststoffe die Umgebung an einigen Standorten in Malaysia mit Schadstoffen kontaminiert wurde. Die Ergebnisse des Berichts zeigen, dass sich die Kontamination von ungesicherten Mülldeponien ausbreiten und Gewässer und Fischzucht sowie die umliegenden Plantagen und Böden verschmutzen kann. Dass Schadstoffe aus der ungesicherten Plastikentsorgung in die Nahrungskette gelangen können, zeigte kürzlich ein Bericht von Ecoton, IPEN, Nexus3 und Arnika (IPEN 2019). Beispielsweise enthalten Hühnereier, die in Indonesien in der Nähe von Deponien eingesammelt wurden, aus Plastikabfällen stammende Schadstoffe, die die Gesundheit und Existenzgrundlage der Menschen gefährden können.

Die Ergebnisse der Greenpeace-Untersuchung machen deutlich, dass an den genannten Standorte geeignete Aufräum- und Sanierungsmaßnahmen dringend erforderlich sind. Nur so lassen sich die Ausbreitung gefährlicher Chemikalien und die Bildung noch giftigerer Substanzen durch unregulierte Plastikverbrennung verhindern.

Basierend auf dieser Untersuchung empfiehlt Greenpeace Malaysia folgende Maßnahmen:

## Für die malaysische Regierung:

- **Erstellung eines umfassenden Sanierungsplans**, der die lokalen Gemeinden in die Säuberung und Sanierung der verunreinigten Standorte einbezieht, insbesondere in Gebieten, die zur offenen Verbrennung und illegalen Deponierung importierten Plastikmülls genutzt werden:
  - i) **Das Ministerium für Umwelt und Wasser** sollte weitere Umweltprüfungen in den betroffenen Gebieten durchführen mit dem Fokus auf die mögliche Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Boden und Gewässer.
  - ii) **Das Gesundheitsministerium** sollte Studien zu den gesundheitlichen Folgen durchführen und den Einwohnern, die von der Verschmutzung durch importierten Plastikmüll betroffen sind, medizinische Unterstützung bieten.
  - iii) **Die malaysische Anti-Korruptions-Kommission** sollte ihre Initiative zur Bekämpfung der Umweltkorruption reaktivieren. Das Hauptaugenmerk muss auf der Verschmutzung durch Plastikmüll und der Korruption im Zusammenhang mit der Plastikmüllentsorgung liegen.
- **Die Überarbeitung und Erweiterung des Gesetzes zur Informationsfreiheit** wird die erforderliche Transparenz im Handel mit Plastikmüll ermöglichen. Obgleich sich die Regierung dazu verpflichtet hat, illegale Einrichtungen zu schließen und Plastikmüll in die Herkunftsländer zurückzuschicken, reißt die Beschwerden lokaler Gemeinden über die Verschmutzung durch unregulierte Plastikmüllanlagen nicht ab. Diese Bedenken bezüglich der öffentlichen Gesundheit müssen ernst genommen und das Recht auf vollständige und freie Offenlegung kodifiziert werden. Nur so erhalten die Interessengruppen,

allen voran lokale Gemeinden, NGOs und Medien, Zugang zu wichtigen Informationen lokaler Behörden und der Regierung über den Handel mit Plastikmüll.

- **Der Environmental Quality Act 1974 muss geändert oder durch ein Umweltschutzgesetz ersetzt werden** mit strikten und wirksamen Vorschriften und Regeln, die kompromisslos umgesetzt werden. Strengere Richtlinien, Regeln und Vorschriften müssen durchgesetzt werden, und es müssen Maßnahmen gegen illegale Betreiber ergriffen werden. Eine effiziente Regulierung der Branche sichert die Nachhaltigkeit, bremst die Korruption und schaltet illegale Akteure aus. Die Strafen für Umweltverbrechen müssen verschärft werden, sodass ihre abschreckende Wirkung gewährleistet ist und alle Beteiligten zur Einhaltung der Vorschriften angehalten sind.

#### **Für die Weltgemeinschaft (Plastikmüll importierende und exportierende Länder):**

- **Die Plastikmüllindustrie muss eingehend untersucht werden.** Der Fokus muss dabei auf möglichen betrügerischen und illegalen Praktiken von Exportländern sowie lokalen unregulierten Plastikmüllimporteuren liegen. Zudem müssen sofortige Maßnahmen gegen Unternehmen ergriffen werden, die Plastikmüll wissentlich an nicht lizenzierte Betreiber exportieren.
- **Es müssen neue Gesetze eingeführt werden, die die Kommunalverwaltungen und Recyclingunternehmen dazu verpflichten, Sorgfaltsprüfungen (Due Dilligence) bei Importeuren durchzuführen.** Gemeinden oder Unternehmen, die vor dem Im- und Export keine Due Diligence-Prüfung durchführen, müssen konsequent bestraft werden.
- **Ein globales Abkommen zur Bekämpfung der Plastikflut muss dringend auf den Weg gebracht werden.** Die Regierungen der Plastikmüll exportierenden Länder in Europa, Australien, Neuseeland und den Vereinigten Staaten müssen umgehend ein verbindliches internationales Abkommen zur Lösung der Plastikkrise in Angriff nehmen und umsetzen. Ein Bündnis deutscher Bürgerinitiativen forderte die Bundesregierung kürzlich auf, sich für ein globales Abkommen zur Bekämpfung der Plastikflut einzusetzen (Greenpeace e.V. et al. 2020). Ein solches Abkommen muss alle Aspekte des Lebenszyklus abdecken und den Schutz des Klimas, der Meere und der Biodiversität vorantreiben. Ein erster Schritt wäre, die Staaten, die mit ihrem Müll nachweislich die Umwelt verschmutzen, dazu zu verpflichten, sich an den Maßnahmen und Kosten der fachgerechten Beseitigung und Säuberung der unregulierten Deponien in Malaysia zu beteiligen.
- **Der Plan zur Reduzierung der Plastikflut muss oberste Priorität haben.** Die Nutzung von Einwegkunststoffen muss schrittweise verringert werden. Es müssen klare Reduktionsziele im Einklang mit einem Aktionsplan festgelegt werden, der sich auf die Entwicklung von Alternativen auf Basis von Nachfüll- und Wiederverwendungssystemen sowie die Erhöhung der Recyclingrate konzentriert.
- **Die erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) bei der Produktion von Kunststoffen muss durchgesetzt werden.** Dies geschieht durch Regulation von Unternehmen, die unnötige Einwegverpackungen für Produkte herstellen. Die Unternehmen müssen verpflichtet werden, Produkte von der Wiege bis zur Bahre zu verfolgen, um eine internationale Transparenz der Systeme zur Verwendung, Entsorgung und Wiederverwertung von Kunststoffen zu gewährleisten und zu stärken.

# REFERENZEN

- Alloway, B.J. (1990). Heavy metals in soils. John Wiley and Sons, Inc. New York, ISBN 0470215984
- Arnika, Ecoton, IPEN, Nexus3 (2019): Plastic waste flooding Indonesia leads to toxic chemical contamination of the food chain. [https://ipen.org/sites/default/files/documents/indonesia-egg-report-v1\\_9-web.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/indonesia-egg-report-v1_9-web.pdf)
- ATSDR (2004a) Toxicological Profile for copper. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, September 2004
- ATSDR (2004b) Toxicological Profile for Strontium. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, April 2004
- ATSDR (2005a) Toxicological Profile for nickel. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), The United States Public Health Service, August 2005
- ATSDR (2005b) Toxicological Profile for zinc. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), The United States Public Health Service, August 2005
- ATSDR (2007) Toxicological Profile for Arsenic. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, August 2007
- ATSDR (2012) Toxicological Profile for Cadmium. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2012
- ATSDR (2019) Toxicological Profile for antimony. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, October 2019
- Bahaa-Eldin, E. A. R., Yusoff, I., Rahim, S. Abdul, Wan Zuhairi, W.Y. and Abdul Ghani, M.R.(2008): Heavy Metal Contamination of Soil Beneath a Waste Disposal Site at Dengkil, Selangor, Malaysia, Soil and Sediment Contamination, 17:5,449-466 DOI: 10.1080/15320380802304342; URL: <http://dx.doi.org/10.1080/15320380802304342>
- Behl M, Elmore SA, Malarkey DE, et al. (2013) Perinatal toxicity and carcinogenicity studies of the styrene-acrylonitrile trimer, a groundwater contaminant. *Toxicology*. 314(1):84-94. DOI: 10.1016/j.tox.2013.09.006. <https://europepmc.org/article/med/24060431>
- Chae, Y., & An, Y.-J. (2018). Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. *Environmental Pollution*, 240, 387–395. doi:10.1016/j.envpol.2018.05.008 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117348637/>
- CHEM Trust (2017): No Brainer - The impact of chemicals on children's brain development: a cause for concern and a need for action <https://www.chemtrust.org/wp-content/uploads/chemtrust-nobrainer-mar17.pdf>
- Cooper RG, Harrison AP. The exposure to and health effects of antimony. *Indian J Occup Environ Med*. 2009;13(1):3-10. doi:10.4103/0019-5278.50716 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2822166/>
- Coxon, T., Goldstein, L., & Odhiambo, B. K. (2018). Analysis of the spatial distribution of trace metals, PCB, and PAH and their potential impact on human health in Virginian Counties and independent cities, USA. *Environmental Geochemistry and Health*. doi:10.1007/s10653-018-0172-2 <https://link.springer.com/article/10.1007/s10653-018-0172-2>

Cristale, J., Belé, T. G. A., Lacorte, S., & de Marchi, M. R. R. (2018). The occurrence of flame retardants in landfills: a case study in Brazil. *Environmental Research*. doi:10.1016/j.envres.2018.10.010 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935118305449>

Department of the Environment (DOE) Malaysia (2009). Environmental Quality (Control of Pollution From Solid Waste Transfer Station And Landfill) Regulations 2009 [https://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/01/Environmental\\_Quality\\_Control\\_of\\_Pollution\\_From\\_Solid\\_Waste\\_Transfer\\_Station\\_And\\_Landfill\\_Regulations\\_2009\\_-\\_P.U.A\\_433-2009.pdf](https://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/01/Environmental_Quality_Control_of_Pollution_From_Solid_Waste_Transfer_Station_And_Landfill_Regulations_2009_-_P.U.A_433-2009.pdf)

Department of the Environment (DOE) Malaysia (2015). Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land. Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia. [https://doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/11/Contaminated-Land-Management-and-Control-Guidelines-No-1\\_Malaysian-Recommended-Site-Screening-Levels-for-Contaminated-Land.pdf](https://doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/11/Contaminated-Land-Management-and-Control-Guidelines-No-1_Malaysian-Recommended-Site-Screening-Levels-for-Contaminated-Land.pdf)

Dsikowitzky, L., Nordhaus, I., Jennerjahn, T. C., Khrycheva, P., Sivatharshan, Y., Yuwono, E., & Schwarzbauer, J. (2011). Anthropogenic organic contaminants in water, sediments and benthic organisms of the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 62(4), 851–862. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.02.023 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X11000828>

Emery, R. J., Papadaki, M., Freitas dos Santos, L. M., & Mantzavinos, D. (2005). Extent of sonochemical degradation and change of toxicity of a pharmaceutical precursor (triphenylphosphine oxide) in water as a function of treatment conditions. *Environment International*, 31(2), 207–211. doi:10.1016/j.envint.2004.09.017 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412004001680>

Filella, M., Belzile, N., Chen, Y.W. (2002). Antimony in the environment: a review focused on natural waters II. Relevant solution chemistry. *Earth-Science Reviews* 59: 265-285

Greenpeace e.V., Friends of the Earth Germany (BUND), Heinrich Boell Foundation, Bundesverband Meeresmuellle.V., Deutsche Umwelthilfe DUH, German Ocean Foundation, food & water Europe, Hej-support health environment justice, Green Bauhaus Foundation, Surfrider Foundation Europe, Women Engage for a Common Future WECF, (2020). Ways Out Of The Plastic Crisis, Demands From German Civil Society. [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/leporello\\_weg-aus-der-plastikkrise\\_009\\_eng\\_webversion.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/leporello_weg-aus-der-plastikkrise_009_eng_webversion.pdf)

Greenpeace Malaysia. (2018). The Recycling Myth, Malaysia and the broken global recycling system. <https://storage.googleapis.com/planet4-southeastasia-stateless/2019/04/7c9f822c-7c9f822c-the-recycling-myth-malaysia-and-the-broken-global-recycling-system.pdf>

Greenpeace Research Laboratories. (2019). Greenpeace Research Laboratories Analytical Results 2019-05: Organic contaminants and metals in samples of water, soil, sediment and plastic from waste dumpsites in Malaysia : <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2020/05/GRL-AR-2019-05.pdf>

Heng, K. C. (2019). After 'The Recycling Myth' Report: Updates from the Field. Greenpeace Malaysia. <https://www.greenpeace.org/malaysia/story/1272/after-the-recycling-myth-report-updates-from-the-field/>

Jurewicz, J. and W. Hanke (2011). "Exposure to phthalates: Reproductive outcome and children's health. A review of epidemiological studies." *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 24(2): 115-141

Khairiah, J., Habibah, J., Ahmad Mahir, R., Maimon, A., Aminah, A. and Ismail, B.S.: Studies on Heavy Metal Deposits in Soils from Selected Agricultural Areas of Malaysia: *Adv. Environ. Biol.*, 3(3): 329-336, 2009

Khan, S., Munir, S., Sajjad, M., & Li, G. (2016). Urban park soil contamination by potentially harmful elements and human health risk in Peshawar City, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration*, 165, 102–110. doi:10.1016/j.gexplo.2016.03.007 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674216300668>

- Labunska, I, Harrad, S., Wang, M., Santillo, D., Johnston, P. (2014) Human Dietary Exposure to PBDEs Around E-Waste Recycling Sites in Eastern China, *Environmental Science Technologie* 48 (10)
- Labunska, I, Abdallah, MAE, Eulaers, I, Covaci, A, Tao, F, Wang, M, Santillo, D, Johnston, P & Harrad, S 2015, 'Human dietary intake of organohalogen contaminants at e-waste recycling sites in Eastern China', *Environment International*, 74, 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.020>
- Labunska, Iryna (2017). Environmental contamination and human exposure to PBDEs and other hazardous chemicals arising from informal e-waste handling. University of Birmingham. Ph.D.
- Lyche, J. L., A. C. Gutleb, A. Bergman, G. S. Eriksen, A. J. Murk, E. Ropstad, M. Saunders and J. U. Skaare (2009). "Reproductive and developmental toxicity of phthalates." *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 12(4), 225-249.
- Mosbergen, D. (2019). She Wanted Her Town To Breathe Clean Air. She Got Death Threats Instead. HuffPost. [https://www.huffpost.com/entry/malaysia-jenjarom-activists-plastic-recycling\\_n\\_5c99e86ce4b0d42ce3606110?fbclid=IwAR3lw2k6FPiB8yO3IPpac6YdbzkNFzviMwMhJK39nxfmcBgmQCwpaqpKuE](https://www.huffpost.com/entry/malaysia-jenjarom-activists-plastic-recycling_n_5c99e86ce4b0d42ce3606110?fbclid=IwAR3lw2k6FPiB8yO3IPpac6YdbzkNFzviMwMhJK39nxfmcBgmQCwpaqpKuE)
- Nambiar, P. (2019). Kedah govt seals off huge illegal dumpsite along Sungai Muda. FMT News. <https://www.freemalaysiatoday.com/category/nation/2019/07/28/kedah-govt-seals-off-huge-illegal-dumpsite-along-sungai-muda/>
- Nelson L.S. Lai, Karen Y. Kwok, Xin-hong Wang, Nobuyoshi Yamashita, Guijian Liu, Kenneth M.Y. Leung, Paul K.S. Lam, James C.W. Lam. (2019). Assessment of organophosphorus flame retardants and plasticizers in aquatic environments of China (Pearl River Delta, South China Sea, Yellow River Estuary) and Japan (Tokyo Bay). *Journal of Hazardous Materials*, 371, 288-294. doi:10.1016/j.jhazmat.2019.03.029. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389419302845>
- POP RC (2006). Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1, Stockholm Convention POPs Review Committee. POP RC (2006a). Risk profile on perfluorooctane sulfonate, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5, Stockholm Convention POPs Review Committee: 34.
- POP RC (2007). Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6, Stockholm Convention POPs Review Committee.
- POP RC (2014). Risk profile on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE), UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 58
- POP RC (2015). Risk profile on short-chained chlorinated paraffins, UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 47.
- POP RC (2016). Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds, Stockholm Convention POPs Review Committee, UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 34
- Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K.-H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*, 125, 365–385. doi:10.1016/j.envint.2019.01.067 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018327971>
- Salomons, W. and Forstner, U. (1984). *Metals in the hydrocycle*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3540127550
- State Environmental Protection Administration (SEPA). (1995). *Environmental Quality Standards for Soils*. China. GB. 15618–1995.

Swan, S. H. (2008). Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans. *Environ Res*, 108(2), 177-184.

Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., & Gowda, A. N. S. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 701–708. doi:10.1016/j.proenv.2016.07.069 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187802961630158X>

Vivek P.P. 2014. Sustainable model of plastic waste management. *International Journal of Chem Tech Res*. 07(01), pp 440-458. [http://sphinxsai.com/2015/ch\\_vol7\\_no1/6/\(440-459\)%20014.pdf](http://sphinxsai.com/2015/ch_vol7_no1/6/(440-459)%20014.pdf)

Wu, S., Zhou, S., Bao, H., Chen, D., Wang, C., Li, B., ... Xu, B. (2018). Improving risk management by using the spatial interaction relationship of heavy metals and PAHs in urban soil. *Journal of Hazardous Materials*. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.09.094 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389418308884>