

Amt für Umweltschutz und Energie  
Bodenschutzfachstelle  
z. Hd. Herrn R. Bono  
Rheinstrasse 29  
4410 Liestal

**Schadstoffe in Böden aus dem Strassenrandbereich  
(Strassenabrand)**  
Kantone Basel-Landschaft und Aargau

Colenco-HOLINGER AG  
Analytiklabor und Beratung  
Frey-Herosé-Strasse 20  
5000 Aarau

Aarau, 30. November 2000  
U2444.1010 - RAM

Tel. 062 823 22 32  
Fax 062 824 73 52

**S Y N T H E S E B E R I C H T**

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch den Strassenunterhalt und Bauvorhaben im Strassenbereich fällt Boden aus dem Randbereich an (Strassenabrand). Dieses Material kann durch Schadstoffe belastet sein. Es stellt sich die Frage, wie dieses Material zu handhaben ist. Insbesondere ist die Frage der Wiederverwendbarkeit oder einer allfälligen Deponierung zu lösen.

In zwei aufeinander abgestimmten Untersuchungen in den Kantonen Aargau [Lit. 3] und Basel-Landschaft [Lit. 2] wurden insgesamt 132 Bodenproben von 57 verschiedenen Strassenabschnitten auf die relevantesten Schadstoffe untersucht und die Ergebnisse ausgewertet. Das Ziel dieser Untersuchungen war, die Grundlage für die Erstellung eines Leitfadens zur Bewirtschaftung des Bodens im Strassenrandbereich der Kantonsstrassen zu erstellen.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), z. T. auch Blei und Zink die relevantesten Schadstoffe sind. Andere Schadstoffe wie Cadmium und Kupfer, treten nur in erhöhten Gehalten auf, falls auch PAK in erhöhten Gehalten vorliegen. Die Schadstoffgehalte variieren von Standort zu Standort erheblich. Die Ergebnisse der Untersuchungen der beiden Kantone decken sich weitgehend. Lediglich beim Blei und beim Zink lagen die Gehalte im Kanton Aargau 50% bis 60% über denen des Kantons Basel-Landschaft (Median 50 cm Abstand vom Strassenrand). Die Ursache für diese Unterschiede ist nicht bekannt.

Die Schwermetallgehalte sind primär vom Verkehrsaufkommen abhängig. Für die PAK-Belastung sind vor allem Art und Zustand der Fahrbahn verantwortlich.

In der Regel nimmt die Schadstoffbelastung mit der Entfernung zur Strasse ab. Im Abstand von mehr als ca. 5 m liegen die Schwermetallgehalte in den meisten Fällen unterhalb der Richtwerte gemäss der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo). Bezüglich der PAK wird der Richtwert auch in grösseren Entfernungen meist überschritten. Die Verfrachtung der Schadstoffe kann durch die Luft (Abgase, Aerosole), an Partikel gebunden (Staub, Splitt) oder durch Wasser erfolgen. Es muss davon ausgegangen werden, dass im Nahbereich (50 cm, 150 cm Abstand vom Strassenrand) insbesondere die Verfrachtung durch Strassenstaub, Splitt und Spritzwasser ausschlaggebend ist.

Die Handhabung von abgeschältem Abbrandungsmaterial richtet sich nach der Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz (in Revision). Strassenabbrandungsmaterial fällt in der Regel in die Kategorie *stark belasteter Boden*. Dieser kann nur in unmittelbarer Nähe des Entnahmeortes ausgebracht werden. Die Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz wird durch die Wegleitung Bodenaushub ersetzt werden. Voraussichtlich wird diese bei zu starker PAK-Belastung nur noch eine umweltgerechte Entsorgung zulassen. Dies wäre jedoch nur bei vereinzelt Standorten relevant.

Die Deponierung von Abbrandungsmaterial in Inertstoffdeponien ist wegen der oft erhöhten Humusgehalte problematisch und muss von Fall zu Fall abgeklärt werden. Eine Ablagerung in einer Reaktordeponie ist in der Regel möglich.

## 1. EINLEITUNG

Durch den Strassenunterhalt (Strassenabbrand) und Bauvorhaben im Strassenbereich fällt Boden aus dem Randbereich an. Im Allgemeinen sind die Strassenränder mit Schwermetallen und organischen Spurenstoffen sowie Benzin und Ölen belastet. Frühere Untersuchungen zeigten in verschiedenen Strassenbereichen sehr unterschiedliche Schadstoffgehalte. Diese Schadstoffe stammen in der Regel von Verbrennungsrückständen der Treibstoffe sowie vom Pneu- und Fahrbahnabrieb. Es stellt sich die Frage, wie dieses Bodenmaterial zu handhaben ist. Insbesondere ist die Frage der Wiederverwendbarkeit oder einer allfälligen Deponierung zu lösen.

In zwei aufeinander abgestimmten Untersuchungen in den Kantonen Aargau [Lit. 3] und Basel-Landschaft [Lit. 2] wurden insgesamt 132 Bodenproben von 57 verschiedenen Strassenabschnitten auf die relevantesten Schadstoffe untersucht und die Ergebnisse ausgewertet. Das Ziel dieser Untersuchungen war, die Grundlage für die Erstellung eines Leitfadens zur Bewirtschaftung des Bodens im Strassenrandbereich der Kantonsstrassen zu erstellen.

## 2. VORGEHEN

Gemäss dem heutigen Kenntnisstand ist die Schadstoffbelastung seitlich der Strassen stark vom Verkehrsaufkommen und von der Art und dem Zustand der Fahrbahn abhängig. In der vorliegenden Untersuchung wurde das Verkehrsaufkommen als Haupteinflussgrösse gewählt. Die Kantonsstrassen wurden in drei Kategorien eingeteilt:

Verkehrsdichte [DTV MFz/24 h]	Kanton Basel-Landschaft	Kanton Aargau
< 2'000	Bennwil (Niederdorf - Bennwil) Hölstein (Hölstein - Diegten) Kilchberg (Kilchberg - Zeglingen) Lupsingen (Lupsingen - Ziefen) Rothenfluh (Rothenfluh - Hemmiken)	Kirchrued - Schmiedrued Rombach - Auenstein Erlinsbach - Saalhöhe Möriken - Niederlenz Ueken - Zeihen
2'000 – 8'000	Ettingen (Ettingen - Aesch) Giebenbach (Giebenbach - Füllinsdorf) Läufelfingen (Buckten - Läufelfingen) Laufen (Laufen - Breitenbach) Therwil (Therwil - Biel-Benken)	Oberentfelden - Kölliken Niederlenz - Wildegg Stilli - Remigen Brunegg - Birr Kleindöttingen - Leuggern
> 8'000	Böckten (Böckten - Sissach) Liestal (Liestal - Bubendorf) Nenzlingen (Grellingen - Zwingen) Pratteln (Augst - Birsfelden) Reinach (Reinach - Therwil)	Lenzburg - Seon Schafisheim - Lenzburg Oberkulm - Zetzwil Entfelden - Suhr Wildegg - Ruppertswil

**Tabelle 1:** Untersuchte Strassenabschnitte in den Kantonen Basel-Landschaft und Aargau.

Ergänzende Parameter wie Hauptwindrichtung, Steigung und Gefälle, Relief, Waldnähe, Humusgehalt sowie andere Fremdeinflüsse wurden bei der Auswertung soweit als möglich berücksichtigt oder deren Einflüsse durch die Wahl der Standorte ausgeschlossen.

Pro Standort wurde im Abstand von 50 cm und 150 cm vom Strassenrand je eine Linienprobe erhoben. Im Kanton Basel-Landschaft wurden zudem Transsekten erhoben. Frühere Untersuchungen ([Lit. 13], [Lit. 6]) zeigten, dass die relevantesten Schadstoffe Blei, Zink, Cadmium, Kupfer und PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) sind. Diese Schadstoffe wurden bei den beiden Untersuchungen berücksichtigt, wobei im Kanton Aargau die Proben im Abstand 150 cm vom Strassenrand lediglich auf die PAK untersucht wurden.

Zusätzlich zur üblichen Qualitätssicherung der Analytik wurden 8 Proben sowohl im Analytiklabor der Colenco-HOLINGER AG als auch im Umweltschuttlabor des Amtes für Umweltschutz und Energie BL auf PAK untersucht. Auf Grund der bekannten Empfindlichkeit dieser Analytik auf geringe methodische Unterschiede sind diese Vergleichsanalysen der Summe PAK zufriedenstellend.

### 3. AUSWERTUNG

Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Strassenabrand in der Regel mittel bis stark humos ist. Die pH-Werte lagen im neutralen bis schwach alkalischen, vereinzelt im schwach sauren Bereich.

Die Streuung der Schadstoffgehalte ist gross. In Tabelle 2 sind die Bereiche der Schadstoffbelastungen bei verschiedenem Verkehrsaufkommen angegeben.

Verkehrsaufkommen [DTV MFz/24 h]	PAK				Totalgehalte	
	Summe PAK [mg/kg TS]		Benzo(a)pyren [mg/kg TS]		Blei [mg/kg TS]	
Abstand	50 cm	150 cm	50 cm	150 cm	50 cm	150 cm <sup>1</sup>
bis 2'000	2 – 508	0.9 – 101	0.2 – 68	0.1 – 13	31 – 195	25 – 38
2'000 bis 8'000	3 – 297	9 – 84	0.3 – 28	0.1 – 9	37 – 339	26 – 143
mehr als 8'000	3 – 197	7 – 73	0.3 – 21	0.7 – 11	11 – 599	52 – 220

Verkehrsaufkommen [DTV MFz/24 h]	Totalgehalte					
	Cadmium [mg/kg TS]		Kupfer [mg/kg TS]		Zink [mg/kg TS]	
Abstand	50 cm	150 cm <sup>1</sup>	50 cm	150 cm <sup>1</sup>	50 cm	150 cm <sup>1</sup>
bis 2'000	0.3 – 1.6	0.4 – 0.7	12 – 67	13 – 66	57 – 189	54 – 93
2'000 bis 8'000	0.3 – 1.4	0.3 – 1.0	16 – 54	14 – 29	57 – 340	51 – 145
mehr als 8'000	0.3 – 2.0	0.4 – 1.3	8 – 128	16 – 40	61 – 538	72 – 183

**Tabelle 2:** Minimale und maximale Schadstoffgehalte im Strassenrandbereich bei verschiedenem Verkehrsaufkommen (n=57 bei Schwermetallen im Abstand 50 cm vom Strassenrand und allen PAK; n=27 bei Schwermetallen im Abstand 150 cm vom Strassenrand).

Die Analyse der gesamten Daten hat gezeigt, dass die Schwermetallgehalte signifikant<sup>2</sup> mit dem Verkehrsaufkommen korrelieren. Für die Interpretation vereinzelter Ausreisser sind Kenntnisse über die Standortgeschichte notwendig. Z. B. hat beim Standort Läfelfingen der Verkehr durch die Eröffnung der Autobahn massiv abgenommen.

<sup>1</sup> wurde nur im Kanton Basel-Landschaft untersucht

<sup>2</sup> Signifikanzniveau 95%.

Die PAK-Belastung ist dagegen nicht vom Verkehrsaufkommen abhängig. Die höchsten Gehalte wurden bei schwach befahrenen Strassenabschnitten nachgewiesen. Für die PAK-Belastung liegt der Zusammenhang mit der Fahrbahn nahe. Die Schadstoffmenge, welche aus der Fahrbahn freigesetzt wird, hängt einerseits vom Schadstoffgehalt (Potential) des Strassenbelags und andererseits vom Grad der Bindung der Schadstoffe an die Fahrbahn ab. Daher sind die folgenden Grössen relevant:

**PAK-Potential:** Das Vorkommen der PAK beschränkt sich auf die Bindemittel. Insbesondere bei den ersten Staubfreimachungen wurde der stark PAK-haltige Teer eingesetzt, während heute sowohl beim Belag als auch bei Oberflächenbehandlungen Reinbitumen eingesetzt wird.

**Zustand und Art des Strassenbelags:** Bei älteren oder stark beanspruchten Belägen ist z. T. die Struktur zerstört (Rillen, Risse, steiniger Belagsabrieb), so dass Schadstoffe leichter freigesetzt werden können. Im Strassenbau und –unterhalt gibt es grob zwei verschiedene Fahrbahntypen:

- **Belag** im eigentlichen Sinn mit einem typischen Aufbau,
- **Oberflächenbehandlung (OB)** zur Staubfreimachung von Kiesstrassen oder zur Verlängerung der Lebensdauer einer Strasse.

Die Untersuchungen im Kanton Aargau weisen auf einen Zusammenhang der PAK-Belastung mit diesen beiden Grössen im Rahmen der üblichen Schwankungen mit vereinzelt Ausreissern hin. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang des PAK-Potentials (eruiert aufgrund von Erfahrungswerten) und der PAK-Belastung im Abstand 50 cm vom Strassenrand. Bei Strassen mit Oberflächenbehandlungen (OB) und „gutem Belag“ variieren die Schadstoffgehalte erheblich. Für die Interpretation dieser Streuung bei gutem Strassenbelag ist für jeden einzelnen Abschnitt die Standortgeschichte zu betrachten. Gesamthaft ist im Abstand 50 cm vom Strassenrand ein schwach ausgeprägter Zusammenhang zwischen dem Zustand des Belages und dem PAK-Gehalt im Bodenmaterial erkennbar.

Bei den meisten Standorten kann eine Abnahme der Schadstoffbelastung mit dem Abstand vom Strassenrand beobachtet werden. Die Untersuchungen im Kanton Basel-Landschaft zeigen, dass im Abstand von mehr als ca. 5 m die Schwermetallgehalte in der Regel unterhalb der Richtwerte gemäss VBBo [Lit. 10] liegen. Bezüglich der PAK wird der Richtwert auch in grösseren Entfernungen meist überschritten.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der beiden Kantone Basel-Landschaft und Aargau decken sich weitgehend. Die Mediane der Schadstoffgehalte unterscheiden sich in den beiden Untersuchungen um maximal 20%. Lediglich beim Blei und beim Zink lagen die Gehalte im Kanton Aargau 50% bis 60% über denen des Kantons Basel-Landschaft (50 cm Abstand vom Strassenrand). Unterschiede im Verkehrsaufkommens können nicht dafür verantwortlich gemacht werden. Es ist nicht bekannt, inwiefern die Topografie, die mittlere Geschwindigkeit, Transportprozesse und der Schwerverkehr dafür verantwortlich sind. Die Schadstoffgehalte im Kanton Aargau streuen etwas weniger stark als im Kanton Basel-Landschaft. Die Ursachen dafür sind nicht klar.

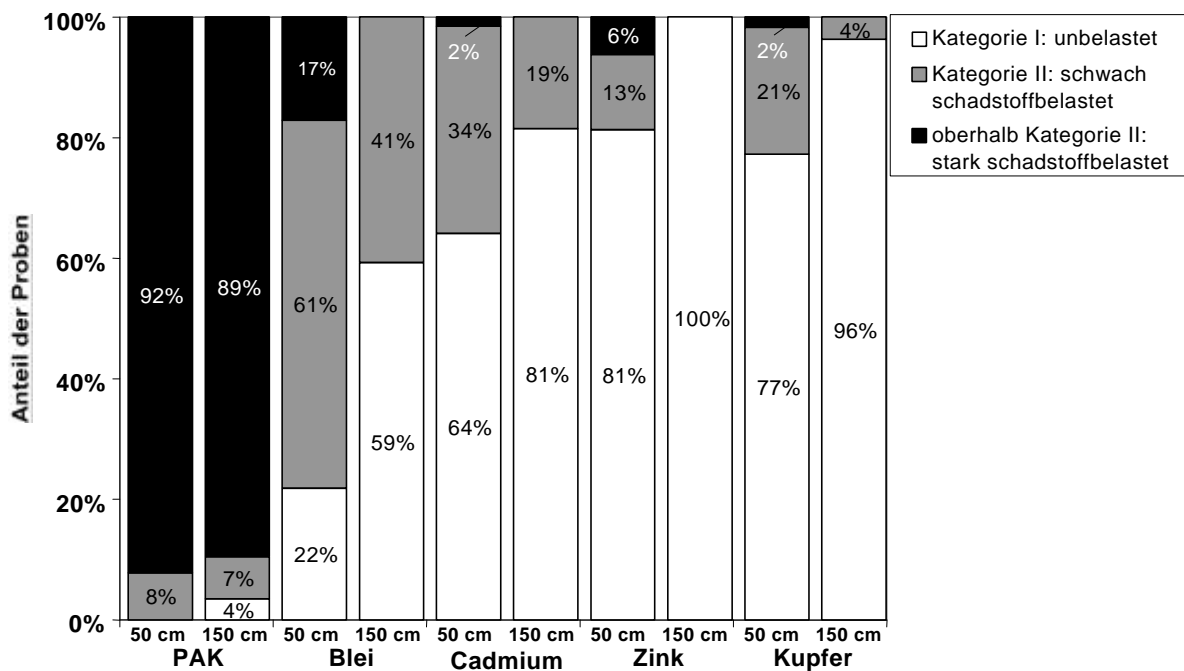
#### 4. BEURTEILUNG DER BODENQUALITÄT ANHAND VON GESETZESGRUNDLAGEN

Zur Beurteilung von Strassenabbrandmaterial sind folgende Gesetzesgrundlagen relevant:

Die **Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz** [Lit. 7] (in Revision) beschreibt die Verwendung von abgeschältem (Ober-)boden. Es ist zu verhindern, dass schadstoffbelasteter Boden unkontrolliert verfrachtet und in der Folge bis anhin unbelastete Standorte verunreinigt werden. Dementsprechend soll auf Böden mit empfindlicher Nutzung nur unbelasteter Boden (Kategorie I) ausgebracht werden. Auf Böden mit weniger empfindlicher Nutzung (zum Beispiel Böschungen entlang von Verkehrsanlagen) kann hingegen auch schwach schadstoffbelasteter Boden (Kategorie II) ausgebracht werden. Stark belasteter Boden soll grundsätzlich nur am Ort seiner Entnahme oder in dessen unmittelbaren Nähe ausgebracht werden, sofern die Schadstoffbelastung dort nachweislich mindestens gleich oder noch höher ist. Die Mitteilung Nr. 4 wird durch die **Wegleitung Bodenaushub** ersetzt werden, welche aber noch in Bearbeitung ist. Diese wird im Gegensatz zur Mitteilung Nr. 4 voraussichtlich eine weitere Kategorie von sehr stark schadstoffbelastetem Boden definieren. Boden dieser Kategorie darf selbst an Ort und Stelle nicht wiederverwendet werden, sondern muss umweltgerecht entsorgt werden. Die in diesem Bericht verwendeten Angaben beziehen sich auf Angaben von Herrn Markus Hämmerli, Geologisches Institut AG (ARV-Tagung vom 3. November 1999).

Bei Abbrandmaterial handelt es sich in der Regel um stark belasteten Boden gemäss Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz (siehe Abbildung 1). Bei der Beurteilung von Abbrandmaterial gemäss Wegleitung Bodenaushub – Änderungen vorbehalten – fällt das Material in der Regel in die Kategorie III, stark belasteter Boden. Rund ein Fünftel des der Strasse nahe gelegenen Strassenabbrands (50 cm Abstand) darf nicht wiederverwendet werden, sondern muss umweltgerecht entsorgt werden. Es sind daher Untersuchungen bezüglich der PAK notwendig.

Die **TVA (technische Verordnung über Abfälle)** [Lit. 9] ordnet den Umgang mit Abfällen. Sie ist bei der Entsorgung von Strassenabbrand massgebend. Bezüglich der Schwermetalle wird der Grenzwert für Inertstoffe nur in Ausnahmefällen und bei Strassen mit mehr als 8'000 Fahrzeugen pro Tag überschritten. Gegebenenfalls sind Eluat-Tests notwendig. Für PAK existiert kein Grenzwert für Inertstoffe in der TVA. Die Anlagebetreiber haben aber in der Regel spezielle Vorgaben bezüglich der PAK-Gehalte. Ob die Deponierung von stark oder sehr stark humosem Abbrandmaterial in einer Inertstoffdeponie möglich ist, ist von Fall zu Fall abzuklären. Eine Ablagerung in einer Reaktordeponie ist in der Regel möglich.



**Abbildung 1:** Einteilung der untersuchten Bodenproben in die Kategorien gemäss Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz [Lit. 7]. Infolge der hohen PAK-Gehalte fallen die meisten Proben in die Kategorie „stark schadstoffbelasteter“ Boden (n=57 bei Schwermetallen im Abstand 50 cm vom Strassenrand und allen PAK; n=27 bei Schwermetallen im Abstand 150 cm vom Strassenrand).

### Colenco-HOLINGER AG

Dr. Ivan Beranek  
Geschäftsführer

Felix Ramisch  
Projektleiter



## ANHANG A – LITERATUR

- [Lit. 1] Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (1995). Die Belastung mit Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) an ausgewählten Strassen im Kanton Zürich. Fachstelle Bodenschutz, Kanton Zürich.
- [Lit. 2] Amt für Umweltschutz und Energie (2000). Schadstoffe in Böden aus dem Strassenrandbereich (Strassenabrand) im Kanton Basel-Landschaft. Bericht der Colenco-HOLINGER AG vom 24. August 2000.
- [Lit. 3] Baudepartement des Kantons Aargau (2000). Schadstoffe in Böden aus dem Strassenrandbereich (Strassenabrand) im Kanton Aargau. Bericht der Colenco-HOLINGER AG vom 6. Oktober 2000.
- [Lit. 4] Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 (Stand 21. Oktober 1997) über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG).
- [Lit. 5] BUWAL (1987). Wegleitung für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden.
- [Lit. 6] BUWAL (1992). Bodenverschmutzung durch den Strassen- und Schienenverkehr in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt.
- [Lit. 7] BUWAL (1993). Mitteilung Nr. 4 zum qualitativen Bodenschutz und zur Verordnung über Schadstoffe im Boden. Verwertung von abgeschältem Oberboden.
- [Lit. 8] BUWAL (1999). Abfall und Altlasten. Richtlinie für die Verwertung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie).
- [Lit. 9] Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 13. Oktober 1998)
- [Lit. 10] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 (Stand am 18. August 1998)
- [Lit. 11] Volkswirtschaftsdepartement des Kantons Solothurn (1994a). Schadstoffbelastung der Böden entlang von Autobahnen. Amt für Umweltschutz. Bericht Nr. 1.
- [Lit. 12] Volkswirtschaftsdepartement des Kantons Solothurn (1994b). Untersuchungen der Schadstoffbelastung von Boden und Vegetation entlang von Kantonsstrassen sowie von Wischgut. Amt für Umweltschutz. Bericht Nr. 6.
- [Lit. 13] Volkswirtschaftsdepartement des Kantons Solothurn (1994c). Schadstoffbelastung des Bodens entlang von Strassen. Amt für Umweltschutz. Bericht Nr. 8 (Synthesebericht).