

## Intensiv-Messstelle Bruchsal-Forst. Rückrechnung der durchschnittlichen Jahresbilanzen 1975 bis 2001

Im folgenden Beitrag werden die mittleren Jahresbilanzen für Stoffe im Oberboden an der Intensiv-Autobahnmessstelle Forst dargestellt. Die Jahresbilanzen wurden aus gemessenen Stoffgehalten rückgerechnet. Es handelt sich im Ergebnis, wie in der Buchhaltung, um jährliche „Gewinne und Verluste“. Auch der Begriff Vorratsänderung ist üblich.

Datengrundlagen der Berechnung sind die in U72 ermittelten Medianwerte von Stoffgehalten. Die Rückrechnung erfolgt aus Transektuntersuchungen und sofern vorhanden aus Wiederholuntersuchungen der Jahre 1995 bis 2001 (siehe Kasten) der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU).

Bei Pb waren vor 1992 bis in über 10 m vom Fahrbahnrand noch deutliche Gewinne zu verzeichnen und danach Verluste. Bei As, Cu, Sb, Zn, PAK und PCB deuten die Daten an, dass die jährlichen Gewinne ab 1992 zugenommen haben. Bei Cr, Ni und Co deuten die Daten an, dass seit 1992 keine Gewinne durch Einträge des Verkehrs mehr stattfinden.

### Zwischenfazit

Im unmittelbaren Nahbereich bis 10 m am Straßenrand der Autobahn lässt sich die Rückrechnung der Jahresbilanzen aus Bodentransekt- und -wiederholuntersuchungen gut anwenden, da die Stoffgehaltsunterschiede mit der Entfernung bzw. die jährlichen Stoffeinträge hier relativ hoch sind.

### Weiteres Vorgehen

Die Rückrechnung liefert eine Schätzgröße für die Plausibilisierung der Stoffflussbilanzen [U952] und die anschließenden Abschlussbilanzen. Die hier dargestellten mittleren Jahresbilanzen werden dort gemeinsam mit den Stoffflussmessungen sowie verkehrsbedingten und quellenübergreifenden Emissionsfrachten diskutiert. Schließlich sollen die mittleren Jahresbilanzen auch zur Absicherung künftiger Prognosen helfen.

**Datengrundlage** [aus U72-M111 entnommen; wegen der besseren Übersicht wurden nicht alle Transekt- und Wiederholbeprobungskombinationen dargestellt]

- 1 **Boden-Transektvergleich** ((Median des Stoffgehaltes in X m) - (Median des minimalen Stoffgehaltes in > 10 m)) / Autobahnbetriebsjahre [a] = mittlere jährliche Zu-/Abnahme [mg/(kg a)]
- 2 **Wiederholuntersuchung** ((Median des Jahres X) - (Median des Jahres 1992)) / Autobahnbetriebsjahre [a] = mittlere jährliche Zu-/Abnahme [mg/(kg a)]

### **Jahresbilanzberechnung**

$$X \text{ [mg/kg a]} \times 1.000 = X \text{ [g/ha a]}$$

(Mächtigkeit: 0-10 cm und Dichte: 1 kg/dm<sup>3</sup>)

### **Anmerkungen**

- 1 Die durchschnittlichen Jahresbilanzen entsprechen der Summe aus Depositionsfracht in 0 m Höhe (aus Abgasen, Reifen-, Bremsen- und Betonautobahnabrieb) + Pflanzenakkumulation (0-3 m Gras, ab 10 m Wald) - Abbau - Ausgasung - Sickerverluste - Pflanzenaufnahme aus dem Oberboden.
- 2 Jahresbilanz = 0 bedeutet lediglich, dass Stoffeinträge und Austräge (z.B. mit Sickerwasser) im Gleichgewicht stehen; also nicht, dass keine Einträge vorhanden sind!
- 3 Die Autobahn wurde 1934 mit 2 Fahrstreifen, 1965 der 3. Streifen und 1975 der Standstreifen (3,5 m) errichtet. Für die Kalkulation wurde angenommen, dass die vor 1975 kontaminierten Böden überbaut bzw. abgetragen wurden (1976 = 1. Autobahnbetriebsjahr). Die jährlichen Einträge werden geringfügig unterschätzt, wenn der heutige Randstreifen 0-3 m ehemals bei 3,5-6,5 m lag.
- 4 Im Bereich 0-10 m ist der Boden-pH über 7,0 und ab 10 m unter pH 3,5. Die Schwermetallauswaschung ist in 0-10 m sehr gering (Ausnahme Pb wg. hoher historischer Einträge) und ab 10 m sehr hoch. Auf die pH-sensiblen, mobilen Elemente (z.B. Cd, Pb, Zn) wurde bei der Darstellung des Transektes verzichtet um Fehlinterpretationen zu vermeiden.
- 5 Die vorliegende Datenauswertung ist auf die Oberböden 0-10 cm beschränkt, da die Unterböden erst an 2 Terminen (1998 und 2001) untersucht wurden (vgl. U722-MDBW1101-J98 ff). Wegen der anthropogenen Bodenschichtungen sind die Profile im Bereich 0-10 m ohnehin nicht wie gewohnt interpretierbar. Auflagehorizonte sind erst ab 10 m (Wald) vorhanden.
- 6 Die Historie des Oberbodens im Bereich 0-10 m ist nicht geklärt. Daher ist nicht auszuschließen, dass auch Substratunterschiede (z.B. bei Ca) mitverantwortlich für die ansonsten naheliegenden Entfernungsabhängigkeiten sind.
- 7 Die dargestellten Bilanzen sind erste Schätzungen! Zwar wurde mit der Basis der Mediane und durch die Vergrößerung der Klasseneinteilung eine statistisch möglichst robuste, von Ausreißern weitgehend unbeeinflusste Datengrundlage gewählt, aber es ist nicht auszuschließen, dass die Daten nach vorliegen weiterer Erkenntnisse nachberechnet werden müssen.
- 8 „Bestimmungsgrenzen“ für das Verfahren können derzeit nicht angegeben werden. Ein Rückblick auf die Ausgangsdaten bis hin zu den Jahreseinzeluntersuchungen erlaubt einen Einblick in die Datenqualität und vertiefte Interpretationen.
- 9 Die Bilanzen 14-18m aus der Wiederholuntersuchung 1992-2001 wurden mit „-“ belegt, wenn die Zwischenuntersuchungsergebnisse 1995 bzw. 1998 den Trend nicht bestätigen.

Gewinne und Verluste (-) in der Bodenschicht 0-10 cm an der Autobahn A5

		*0-10 m	0-3 m	5-10 m	14-18 m	Zeitbezug	Berechnungsgrundlage
Fe	g/ha a	140.000	250.000	100.000	42.000	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
Mn	g/ha a	8.200	9.000	8.000	1.000	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
Ca	g/ha a	320.000	400.000	300.000	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
K	g/ha a	18.500	25.000	16.000	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
Mg	g/ha a	51.000	66.000	45.000	5.000	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
As	g/ha a	100	150	80	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		220	260	200	170	1992-2001	Wiederholmessung
Cd	g/ha a	20	35	13	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		5	33	-	-	1992-2001	Wiederholmessung
Cr	g/ha a	290	520	190	80	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung uneinheitlich
Co	g/ha a	67	92	56	12	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		0	~0	~0	-	1992-2001	Wiederholmessung nahezu konstant
Cu	g/ha a	1.100	2.400	600	50	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		1.200	3.400	260	-	1992-2001	Wiederholmessung
Cu <sub>mob</sub>	g/ha a	15	30	9	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		6	40	-8	-	1992-2001	Wiederholmessung
Ni	g/ha a	210	350	150	40	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		0	~0	~0	-	1992-2001	Wiederholmessung
Pb	g/ha a	6.500	10.000	5.000	<3.500	1975-1992	Boden-Transektuntersuchung
		<3.500	<3.500	<3.500	-	1992-2001	Wiederholmessung
Sb	g/ha a	48	120	15	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		130	260	77	-	1998-2001	Wiederholmessung
Tl	g/ha a	-	-	-	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung
Tl <sub>mob</sub>	g/ha a	0,1	0,17	0,06	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung [noch nicht erfolgt]
Zn	g/ha a	3.900	7.600	2.300	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		3.800	9.500	1.300	-	1992-2001	Wiederholmessung
Rh	g/ha a	0,04	0,09	0,02	-	1990-1995	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	(1990 Emissionsbeginn)
Pd	g/ha a	0,08	0,07	0,08	-	1990-1995	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	(1990 Emissionsbeginn)
Pt	g/ha a	0,28	0,57	0,16	-	1990-1995	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	(1990 Emissionsbeginn)
PAK 16	g/ha a	1.300	2.800	610	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		2.400	5.100	1.300	-	1992-2001	Wiederholmessung
Naphthalin	g/ha a	-	-	-	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	1992-2001	Wiederholmessung
Acenaphthylen	g/ha a	19	41	9	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		35	87	13	-	1992-2001	Wiederholmessung
Acenaphten	g/ha a	2	-	-	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		2	-	-	-	1992-2001	Wiederholmessung
Fluoren	g/ha a	11	30	5	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		24	60	10	-	1992-2001	Wiederholmessung
Phenanthren	g/ha a	93	230	40	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		207	500	90	-	1992-2001	Wiederholmessung
Anthracen	g/ha a	38	90	15	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		47	120	15	-	1992-2001	Wiederholmessung
Fluoranthen	g/ha a	230	500	110	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		453	1.000	220	-	1992-2001	Wiederholmessung
Pyren	g/ha a	154	330	80	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		277	560	160	-	1992-2001	Wiederholmessung
Benzo(a)anthracen	g/ha a	112	240	60	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		195	390	110	-	1992-2001	Wiederholmessung

\* Datengrundlage: LFU; Plausibilisierung und Auswertung: UMEG; -: keine Messdaten vorhanden oder Datenpaar nicht interpretierbar (z.B. da Wiederholmessungen nicht konsistent; Medianunterschied ist deutlich innerhalb der Fehlerstreuung [z.B. 5-10%]); für eine überschlägige Berechnung der Bilanz 0-10 m wurde der Bereich 0-3 m mit 30% und den Bereich 5-10 m mit 70% gewichtet.

Gewinne und Verluste (-) in der Bodenschicht 0-10 cm an der Autobahn A5

		*0-10 m	0-3 m	5-10 m	14-18 m	Zeitbezug	Berechnungsgrundlage
Chrysen	g/ha a	110	230	60	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		223	440	130	-	1992-2001	Wiederholmessung
Benzo(b)fluoranthen	g/ha a	118	250	60	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		196	340	130	-	1992-2001	Wiederholmessung
Benzo(k)fluoranthen	g/ha a	58	130	30	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		77	140	50	-	1992-2001	Wiederholmessung
Benzo(a)pyren	g/ha a	108	220	60	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		208	400	120	-	1992-2001	Wiederholmessung
Indeno(1,2,3-cd)pyren	g/ha a	81	180	40	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		187	410	90	-	1992-2001	Wiederholmessung
Dibenz(a,h)anthracen	g/ha a	14	30	10	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		17	25	15	-	1992-2001	Wiederholmessung
Benzo(g,h,i)perylen	g/ha a	59	120	30	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		113	220	70	-	1992-2001	Wiederholmessung
Coronen	g/ha a	-	-	-	-	1975-1992	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	1992-1998	Wiederholmessung
Summe PCB 6	g/ha a	8	13	6	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		18	30	14	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 52	g/ha a	-	-	-	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 101	g/ha a	1	1	1	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		1	1	1	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 138	g/ha a	5	8	4	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		12	19	9	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 153	g/ha a	1	2	1	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		3	5	2	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 180	g/ha a	1	2	1	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		2	4	1	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCB 118	g/ha a	-	-	-	-	1975-2001	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	1992-2001	Wiederholmessung
PCDD/F ng I-Teq/kg	µg/ha a	120	260	60	-	1975-1998	Boden-Transektuntersuchung
		-	-	-	-	-	Wiederholmessung

\* Datengrundlage: LfU; Plausibilisierung und Auswertung: UMEG; -: keine Messdaten vorhanden oder Datenpaar nicht interpretierbar (z.B. da Wiederholmessungen nicht konsistent; Medianunterschied ist deutlich innerhalb der Fehlerstreuung [z.B. 5-10%]); für eine überschlägige Berechnung der Bilanz 0-10 m wurde der Bereich 0-3 m mit 30% und den Bereich 5-10 m mit 70% gewichtet.

**Impressum**

Herausgeber UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg

Titel Intensiv-Messstelle Bruchsal-Forst. Rückrechnung der durchschnittlichen Jahresbilanzen 1975 bis 2001

Ausgabe Oktober 2003

Kennung U79-M111 (ehem. U951-MDBW1101-de)

© Nachdruck und Versand bei Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet

Bezug ab Juli 2009 <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/> ID Umweltbeobachtung U79-M111