

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 84 (1966)
Heft: 3

Artikel: Einwirkung abgelagerter Müllasche und Müllkompostes auf das Grundwasser
Autor: Wolfskehl, Otto / Boye, Erich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68816>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Einwirkung abgelagerter Müllasche und Müllkompostes auf das Grundwasser

Von **Otto Wolfskehl**, Traisa bei Darmstadt und **Erich Boye**, Darmstadt

DK 628.191:628.496

1. Einleitung

Über die Einwirkung abgelagerter Müllasche bzw. Müllkompostes auf das Grundwasser bestehen unterschiedliche Auffassungen. In der nachfolgenden Arbeit wird versucht, anhand vergleichender chemischer Analysen die grundsätzlichen Unterschiede zu zeigen.

2. Problemstellung

A. Andres behauptet in [1], die Ablagerung von Müllkompost sei für das Grundwasser unbedenklich im Gegensatz zur Ablagerung von Müllasche. Diese Behauptung ist nur dann richtig, wenn der Müllkompost lege artis in dünner Schicht auf landwirtschaftlich genutztem Gelände verteilt wird, so, dass alle Ionen, die aus ihm vom Regen herausgelöst werden, sofort von der Vegetation aufgenommen werden. Die Behauptung stimmt jedoch keinesfalls, wenn der Müllkompost auf Halde abgekippt wird, wie es in letzter Zeit bisweilen empfohlen wurde für den Fall, dass der Kompost nicht oder nicht restlos abgesetzt werden könnte. Die Gefährdung des Grundwassers durch Kompost- und Aschehalde soll anschliessend anhand der angestellten Laborversuche verglichen werden.

A. Andres schreibt: «Die in den Abfällen in vielerlei Form enthaltenen Salze – deren Mengen natürlich in sehr starkem Mass von den erfassten Gewerbe- und Industriebetrieben abhängen – können das Oberflächen- und Grundwasser erheblich beeinflussen und es für den direkten menschlichen Gebrauch wie für gewerbliche Nutzung mehr oder weniger unbrauchbar machen. Diese Salze sind in den Abfällen weitestgehend an organische Stoffe gebunden. Wird die organische Substanz aber verbrannt, so bleiben die Salze in ungebundener Form zurück. In den Verbrennungsschlacken sind sie also durch Wasser auswaschbar, während sie im Kompost nach wie vor an organische Substanz gebunden bleiben. Die Ablagerung von Verbrennungsschlacken muss daher nach § 34 Abs. 2 WHG auf grössere Schwierigkeiten stossen als die Ablagerung von Müll, denn es ist infolge der leichten Salzlöslichkeit Veränderung der Grundwassereigenschaften zu befürchten. In ordnungsgemäss hergestelltem Kompost sind die Abfälle zu einer «harmlosen organischen Erde» geworden.»

In Wirklichkeit liegen die Dinge jedoch genau umgekehrt! Die Salze sind nämlich in den Abfällen *nicht* in chemischem Sinn an organische Stoffe gebunden. Sie sind entweder adsorbiert oder okkludiert, aber nicht gebunden. Adsorption und Okklusion sind physikalische Erscheinungen. Sie bedingen, dass die Salze nur schwach festgehalten werden und von Wasser ausgewaschen werden können, entweder direkt oder nach den Gesetzen der Osmose.

Wenn die organischen Stoffe mit ihren Salzen aber Hitzeeinwirkung (Müllverbrennung: bei zweckmässiger Konstruktion und ordnungsgemässen Betrieb $> 800^\circ\text{C}$) in Gegenwart von Sauerstoff ausgesetzt werden, findet bei den meisten Salzen eine grundlegende chemische Umwandlung statt, die bis zu wasserunlöslichen Verbindungen führen kann. Vor allem bindet bei diesen Temperaturen die Kiesel-

säure entsprechende Mengen von Mg- und Ca-Oxyden und den Oxyden anderer Metalle unter Bildung unlöslicher, glasartiger Substanzen. Sie sind verwandt bzw. vergleichbar mit den in allen Böden vertretenen Feldspatmineralien.

Besonders interessant ist auch das Verhalten von $\text{Cr}(\text{OH})_3 + x\text{H}_2\text{O}$ in einer Feuerung in Gegenwart von Sauerstoff. Diese Verbindung ist in den Neutralisationsabschlämmen der galvanischen Industrie vorhanden, deren für das Grundwasser gefahrlose Beseitigung vielerorts problematisch ist. Es ist anzustreben, die genannte Verbindung in Cr_2O_3 umzuwandeln, das unter atmosphärischen Bedingungen nicht löslich, also für das Grundwasser ungefährlich ist. Diese Aufgabe kann eine Müllverbrennungsanlage übernehmen, wenn sie zweckmässig konstruiert ist und richtig betrieben wird (s. Tabelle 3).

3. Durchführung der Versuche

3.1 Extraktion von Müllasche und Müllkompost mit destilliertem Wasser

Es wurden 50 g Müllasche aus Lausanne fein gemahlen und zehnmal mit kaltem, destilliertem Wasser je 6 Stunden lang extrahiert, indem das Gut im Wasser mit einem Rührwerk ständig gerührt wurde. Entsprechend wurden 94 g Müllkompost (1 Jahr alt) mit einem Aschegehalt von 53 %, also gleiche Aschemengen, ebenfalls in gleicher Weise zehnmal mit kaltem, destilliertem Wasser extrahiert. Der Müllkompost stammte aus der Anlage Bad Kreuznach. Diese jeweils 10 Eluate wurden auf ihre Alkalität, ihren pH-Wert, ihre Gesamthärte, KMnO_4 -Verbrauch, Abdampf- und Glührückstand, sowie auf die wichtigsten Ionen untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

3.2 Extraktion von Müllasche und Müllkompost mit kohlendioxid gesättigtem destilliertem Wasser

Hierzu wurden die gleichen Mengen Asche bzw. Kompost wie oben unter 3.1 angegeben wieder zehnmal mit kaltem, destilliertem Wasser je 6 Stunden lang unter den gleichen Bedingungen wie unter 3.1 angegeben extrahiert, doch wurde jetzt während diesen Extraktionen gasförmige Kohlensäure eingeleitet. Die Müllasche wurde selbstverständlich vorher wieder fein aufgemahlen. Die Eluate wurden wieder untersucht und die Ergebnisse in Tabelle 2 zusammengefasst.

3.3 Bestimmung der Entwässerungskurve von wasserhaltigem Chrom-3-Hydroxyd

Das Chromhydroxyd wurde durch Fällung von Chromalaunlösung $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ mit verdünntem Ammoniak, Auswaschen des Niederschlages mit destilliertem Wasser bis zur Sulfationfreiheit und Trocknen im Trockenschrank bei 100°C hergestellt. Die Substanz wurde nun in Elektrooefen bei verschiedenen Temperaturen bis zur Gewichtskonstanz erhitzt und der Gehalt an Cr_2O_3 bestimmt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich in Bild 1. Die Wasserlöslichkeit der bei verschiedenen Temperaturen behandelten Chromhydroxyde ist in Tabelle 3 und Bild 2 dargestellt.

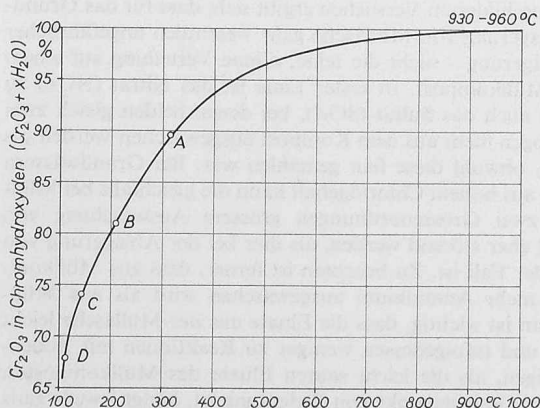


Bild 1 (links).

Dehydratisierung von Chromhydroxyd

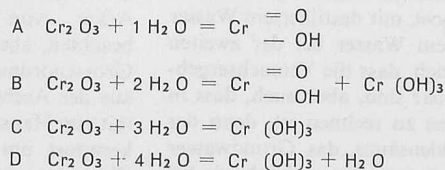


Bild 2 (rechts).

Wasserlöslichkeit von Chromhydroxyd bei verschiedenen Dehydratisierungsstufen

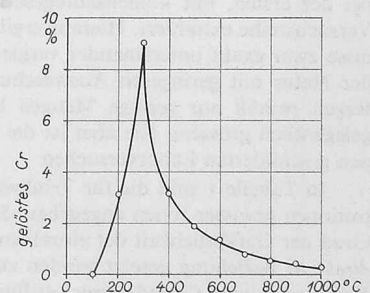


Tabelle 1. Extraktion von Müllasche und Müllkompost mit destilliertem Wasser

Benennung	Einh.	Extraktionen																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
Alkalität p-Wert ¹⁾		2,3	0	0,2	0	0,1	0	0,05	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alkalität m-Wert ²⁾		8	2,5	1,7	2,5	1,1	2	0,8	1,7	0,7	1,7	0,7	1,6	0,7	1,7	0,8	1,4	0,6	1,2	0,8	1,2
pH		8,8	6,6	8	6,6	8	6,6	8	6,3	8	6,3	7,5	6,3	7,2	6,3	7,3	6,3	7	6,3	7	6,3
Gesamthärte	° dH	9,3	72	3,4	29	2,6	15	2,5	7,6	2,2	6,2	2,1	4,1	1,9	4,1	1,9	3,8	1,5	3,4	1,5	3,4
K Mn O ₄ -Verbrauch	mg/l	26	1620	19	948	7	540	4	191	3	89	3	64	2	45	2	30	2	26	2	21
Abdampfrückstand	mg/l	360	2682	140	832	86	448	82	280	76	259	76	220	64	208	52	164	52	134	52	126
Glührückstand	mg/l	101	1893	94	584	76	336	71	192	66	166	66	124	64	96	52	32	52	24	52	20
CaO	mg/l	73	564	28	241	22	123	21	56	19	40	18	33	14	29	14	23	12	21	12	19
MgO	mg/l	14	112	4	35	3	19	3	15	2	15	2	13	2	11	2	9	2	8	2	8
Fe ⁺⁺⁺ 3)	mg/l	0,1	0,4	0,7	0,4	0,8	0,4	0,5	0,3	0,6	0,3	0,8	0,4	0,8	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,5	0,3
Mn ⁿ , Cu ⁿ , Cr ⁿ , Pb ⁿ 3)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ni ⁿ , PO ₄ ⁿ	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al ⁱⁱⁱ	mg/l	1,0	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0
Ba ⁿ 3)	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SiO ₂	mg/l	2,5	12,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	5	2,5	5	2,5	5
NO ₃ ⁻ 3)	mg/l	< 1	280	< 1	12	< 1	5	< 1	3	< 1	3	< 1	3	< 1	3	< 1	3	< 1	3	< 1	3
NO ₂	mg/l	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
NH ₃ 3)	mg/l	0,1	1	0,1	0,75	0	0,75	0	0,13	0	0,1	0	0,1	0	0,05	0	0,05	0	0,05	0	+
NH ₄	mg/l	0,106	1,06	0,106	0,79	0	0,79	0	0,134	0	0,106	0	0,106	0	0,053	0	0,053	0	0,053	0	0,053
SO ₄ ⁻ 3)	mg/l	22	1136	13	420	6	151	2	94	0	30	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0
Cl ⁻ 3)	mg/l	3	200	2	180	2	130	2	98	2	30	2	10	1,2	4	1,2	3	1,1	2	1,1	2

S = Müllasche aus Lausanne

K = Müllkompost aus Bad Kreuznach

1) Phenolphthalein-Alkalität

2) Methylorange-Alkalität

3) Die zulässigen Mengen im Trinkwasser in mg/l sind:

Stoff:	Fe ⁱⁱⁱ	Mn ⁿ	Cu ⁿ	Cr ⁿ	Pb ⁿ	Ba ⁿ	NO ₃	NH ₃	SO ₄	Cl ⁻
Deutschland [2]:	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1	—	100	0,5	250	350
USA [5]:	0,3	0,05	1	0,05	0,05	1	45	—	250	250

Tabelle 2. Extraktion von Müllasche und Müllkompost mit kohlesäuregesättigtem, destilliertem Wasser

Benennung	Einh.	Extraktionen																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S	K
Alkalität m-Wert ¹⁾		11	23,8	4	20	2,4	18	1,1	17	1	14	0,9	12,4	0,9	9,4	0,9	5,5	0,9	5	0,9	4,5
pH		5,8	6,6	5,8	6,6	5,5	6,6	5,6	6,3	5,8	6,3	6	6,1	5,8	6,1	5,8	6,1	5,5	6	5,5	5,8
Gesamthärte	° dH	35	135	12	80	5,3	69	3,1	59	2,4	49	1,8	42	1,8	31	1,6	24	1,5	14	1,5	11
Abdampfrückstand	mg/l	686	4915	320	1661	146	1520	140	1311	132	1184	126	964	111	812	95	694	78	421	68	266
Glührückstand	mg/l	414	3160	216	1254	111	924	104	810	96	689	91	518	88	398	84	294	76	186	68	102
CaO	mg/l	320	1070	101	700	46	616	25	529	18	440	14	389	10	294	7	212	7	129	7	98
MgO	mg/l	21	216	14	78	5	52	4	43	4	36	4	24	3	12	3	8	2	8	2	7
Fe ⁱⁱⁱ	mg/l	8	0,6	7	0,4	6,5	0,4	6,5	0,4	6,5	0,4	6,5	0,3	4	0,3	4	0,4	4	0,3	3	0,3
Cu ⁿ , Cr ⁿ , Pb ⁿ , Ni ⁿ	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SiO ₂	mg/l	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	2,5	5
Mn ⁿ	mg/l	0,45	0	0,3	0	0,2	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

S = Müllasche aus Lausanne

K = Müllkompost aus Bad Kreuznach

1) Methylorange-Alkalität

4. Diskussion der Versuchsergebnisse

Bei den geschilderten Laborversuchen wurde die Müllschlacke schärferen Bedingungen ausgesetzt, als sie in der Natur vorhanden sind. Die Schlacke wurde nämlich einerseits fein aufgemahlen und damit das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen ungünstig verändert, andererseits wurde sie, wie auch der Kompost, mit destilliertem Wasser bei der ersten, mit kohlesäuregesättigtem Wasser bei der zweiten Versuchreihe extrahiert. Hieraus ergibt sich, dass die Versuchsergebnisse zwar exakt untereinander vergleichbar sind, aber auch, dass in der Natur mit geringeren Auswaschungen zu rechnen ist, denn der Regen enthält nur geringe Mengen Kohlenensäure, das Grundwasser gelegentlich grössere. Nie aber ist die Konzentration so hoch wie bei den geschilderten Laborversuchen.

In Tabelle 1 sind die für Trinkwasser zulässigen Höchstkonzentrationen gewisser Ionen angegeben. Sie dienen dem Hinweis auf den Grad der Gefährlichkeit der einzelnen Ionen. Sie dürfen jedoch *nicht direkt* in Beziehung gesetzt werden zu den Eluaten, da sie ja in der Natur noch vom Grundwasser verdünnt werden.

5. Folgerungen

5.1 Folgerungen für das Grundwasser

Aus den geschilderten Versuchen ergibt sich, dass für das Grundwasser die Ablagerung von Müllasche ganz wesentlich ungefährlicher ist als die Ablagerung – nicht die feine, dünne Verteilung auf einem Acker – von Müllkompost. In erster Linie ist das Nitrat (NO₃⁻) zu beachten, aber auch das Sulfat (SO₄⁻), bei denen beiden gleich zwei Grössenordnungen mehr aus dem Kompost ausgewaschen werden als aus der Asche, obwohl diese fein gemahlen war. Bei Grundwässern mit von Hause aus hohem Chloridgehalt kann die gleichfalls bei Müllkompost um zwei Grössenordnungen grössere Auswaschung von Chloriden weit eher störend werden, als dies bei der Ablagerung von Müllschlacke der Fall ist. Zu beachten ist ferner, dass aus Müllkompost zehnmal mehr Ammonium ausgewaschen wird als aus Müllasche. Weiterhin ist wichtig, dass die Eluate aus der Müllasche leicht alkalisch sind und infolgedessen weniger zu Reaktionen mit Bodensubstanzen neigen, als die leicht sauren Eluate des Müllkompostes. Inwieweit dieser Gesichtspunkt von Bedeutung ist, hängt jeweils ganz

