

Belastung von Versickerungsmulden an Metaldachabflüssen am Beispiel eines Zinkdaches

B. Helmreich^{1,*}

¹ Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität München,
Am Coulombwall 3, D-85748 Garching

*Email des korrespondierenden Autors: b.helmreich@tum.de

Kurzfassung Die Oberböden von vier 15 Jahre alten Versickerungsmulden an einem Zinkdach wurden in verschiedenen Schichttiefen und Entfernungen vom Zulauf (Auslauf Fallrohr) beprobt und bezüglich des Zinkgehalts analysiert. Es zeigt sich, dass direkt am Zulauf der Mulde in den ersten 5 cm Tiefe der Zinkgehalt bei bis zu 26 g/kg liegen kann, je nach baulicher Ausführung. Die Verfrachtung des Zinks in tiefere Schichten hängt ebenso von der baulichen Ausführung ab. Ebenso nimmt der Zinkgehalt mit zunehmender Entfernung vom Zulauf ab. Eine Bilanzierung des Rückhalts an Zink über die Jahre zeigt, dass die Zinkfracht komplett durch den Oberboden der Mulden zurückgehalten wurde, jedoch die unterschiedlichen Bereiche der Mulden ungleichmäßig belastet wurden. Es besteht die Gefahr der Verfrachtung in die gesättigte Bodenzone und ins Grundwasser, wenn die Oberbodenschicht zu dünn ausgeführt wird.

Schlagwörter: Dezentrale Regenwasserbehandlung, Metaldachabfluss, Oberboden, Versickerungsanlage

1 EINLEITUNG

Zink wird traditionell im Dach- und Fassadenbau verwendet. Neben der Deckung ganzer Dächer werden Zink-Bleche für Niederschlagsrinnen, Fallrohre und Fassadenverkleidungen eingesetzt. Jedoch wird trotz Ausbildung einer Patina auch noch nach Jahren jährlich durchschnittlich 3,0 g Zink/m² abgeschwemmt (UBA, 2005). Damit sind die resultierenden Niederschlagsabflüsse von Zinkdächern stofflich belastet und müssen vor einer Einleitung in das Grundwassersystem behandelt werden. Insgesamt existieren in Deutschland im Umgang mit der stofflichen Belastung von Dachabflüssen derzeit keine rechtlich verbindlichen Vorgaben (Helmreich et al., 2015). Nach wie vor sind die Abläufe von Metaldachabflüssen in Deutschland nicht unter den Abwasserarten der Abwasserverordnung (AbwV) (AbwV, 2004) verankert. Zur Einordnung der Belastung werden daher häufig die Grenzwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) herangezogen (BBodSchV, 1999). Für die Vorbehandlung vor dem Einleiten in das Grundwasser schlägt das technische Regelwerk DWA-M 153 (2007) eine Behandlung über eine mindestens 30 cm mächtige Oberbodenschicht vor. Planung und Bau einer entsprechenden Versickerungsmulde erfolgt dabei nach DWA-A 138 (2005). Solche Versickerungsmulden wurden in Deutschland bereits vielfach an Metaldächern gebaut, jedoch wird selten kontrolliert, ob die Oberbodenschicht tatsächlich in den geplanten Schichtdicken ausgeführt wurde und ob eine regelmäßige Wartung stattfindet. In der Regel werden die Oberböden trotz langjährigem Betrieb nicht ausgetauscht oder unsachgemäß gepflegt. Ebenso ist zu erwarten, dass die Versickerungsmulden ungleichmäßig mit den Niederschlagsabflüssen und damit mit den Schwermetallkonzentrationen beaufschlagt werden, da das Fallrohr i. d. R. an einem Punkt der Mulde (meist am tiefsten Punkt) entwässert. Versickerungsmulden werden nach DWA-A 138 mit einer Entleerungszeit von 24 Stunden bemessen. Ein kompletter Einstau der Mulde (maximale Einstautiefe 30 cm nach DWA-A 138) erfolgt in den seltensten Fällen, meist werden nur bestimmte Zonen beaufschlagt.

Ziel der Beprobung von vier langjährig betriebenen Versickerungsmulden an einem Zinkdach war, die bauliche Ausführung und den Zustand der Mulden nach 15 Jahren Laufzeit aufzunehmen und die Zinkbelastungen des Oberbodens in Abhängigkeit von der Schichttiefe und von der Entfernung vom Zulauf der Mulde zu vergleichen, um Hinweise für Betrieb und Wartung solcher Anlagen zu geben und ein Gefährdungspotential zum Eintrag von Zink in das Grundwasser zu erkennen.

2 MATERIAL UND METHODEN

An einem 25 Jahre alten Dach aus Titanzink (Dachneigung 10°) wurden vier 15 Jahre alte Versickerungsmulden (siehe Abbildung 1, links), die jeweils den Regenabfluss von 259 m^2 Dachfläche versickern, beprobt. Der Auslauf jedes Fallrohres (Zulauf) trifft dabei zunächst auf eine kreisrunde Fläche aus Pflastersteinen (Durchmesser 2 m), die das Niederschlagswasser gleichmäßig verteilen soll (siehe Abbildung 1, rechts). Die Fallrohre liegen jeweils an den Ecken des Gebäudes Nordost (NO; 109 m^2 Versickerungsfläche), Nordwest (NW; 124 m^2 Versickerungsfläche), Südost (SO; 80 m^2 Versickerungsfläche) und Südwest (SW; 76 m^2 Versickerungsfläche).

Zur Probenahme wurden mit einem Göttinger Bohrstock (Edelstahl; 1,8 cm Durchmesser) ausgehend von der Bodenplatte im Zulauf (siehe Abbildung 1 rechts) in verschiedenen Entfernungen (0 m, 0,5 m, 1,5 m, 3,5 m, 7,5 m, 10,5 m und 14,5 m) Proben des Oberbodens in verschiedenen Schichttiefen (0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm und 15–20 cm) entnommen (insgesamt 256 Proben).

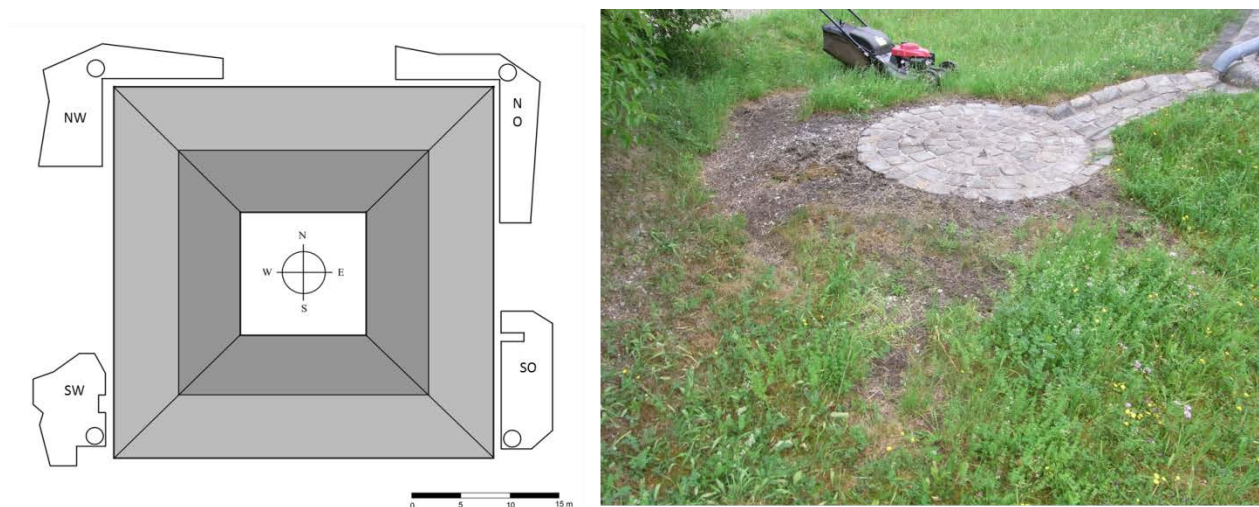


Abbildung 1: links: Skizze Dach und Lage der Versickerungsmulden;
rechts: typischer Einlauf einer Versickerungsmulde

Vor der Analyse wurden gröbere Steine und Blätter ($> 1 \text{ cm}$) entfernt und die Proben 48 h bei 60°C getrocknet, homogenisiert und anschließend mit einer Kugelmühle gemahlen. Danach wurde Zink nach Königswasseraufschluss (DIN EN 13346 S7, 2001) mittels Atomabsorptionsspektrometrie (DIN 38406 E8, 2004) analysiert (Bestimmungsgrenze $20 \mu\text{g/L}$, entspricht 66 mg/kg). Die angegebenen Zinkgehalte sind auf die Trockenmasse bezogen.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Bei der Probenahme hat sich gezeigt, dass die in der Planung vorgesehenen 30 cm Schichtdicke in allen Bereichen – insbesondere in den kritischen Bereichen am Zulauf der Mulde – nicht vorhanden war; in einigen Zonen waren es teilweise sogar weniger als 10 cm. Die maximale Schichtdicke lag bei allen Mulden bei 20 cm. Bereits optisch war zudem zu erkennen, dass die Versickerungsmulden mehrere Tiefpunkte besitzen und es in einigen Zonen aufgrund von starken Unebenheiten in der Mulde nie zur Beaufschlagung mit Dachabfluss kommen kann, andere Bereiche jedoch stark hydraulisch beansprucht werden. Ein Tiefpunkt lag bei allen Anlagen am Zulauf der Mulde, jedoch verlief der Zulauf der einzelnen Mulden unterschiedlich steil.

Ebenso wurden die Flächen der Versickerungsmulden unterschiedlich ausgeführt und diese lagen zwischen 76 m^2 (SW) und 124 m^2 (NW). Damit ergeben sich unterschiedliche Muldenvolumina bei gleicher Anschlussfläche von je 259 m^2 Zinkdach.

Repräsentativ sind in Abbildung 2 die Zinkgehalte der Versickerungsmulden SW und NW in verschiedenen Schichttiefen und Entfernungen vom Zulauf der Mulde dargestellt. Es zeigte sich, dass die Zinkgehalte im Oberboden mit bis zu 26 g/kg direkt am Zulauf SW in der obersten Schicht 0–5 cm am höchsten sind. Bei dieser Versickerungsmulde liegt der Zulaufbereich tief und steigt steiler an als der Zulaufbereich der Versickerungsmulde NW. In der obersten Schicht der Mulde NW sind bis zu 20 g/kg Zink zu finden, jedoch verteilt sich dieser Zinkgehalt großflächiger vom Muldenzulauf als bei SW, da der Zulaufbereich dort flacher ausgelegt wurde, der zulaufende Dachabfluss also gleichmäßiger verteilt werden kann. Entsprechend ist auch in Schichttiefe 5–10 cm der Mulde SW ein höherer Zinkgehalt im Oberboden (15 g/kg) zu finden als bei NW (10 g/kg). Während bei der flacher ausgeführten Mulde NW in der Oberbodenschicht 10–15 cm nur noch 0,45 g/kg Zink im Zulaufbereich gefunden wurden, ist in der steiler angelegten Mulde SW bei 10–15 cm immer noch ein Zinkgehalt von 5 g/kg vorhanden. Die Versickerungsmulde NW besaß keine Schichttiefe 15–20 cm mehr, in der Schichttiefe 15–20 cm der Mulde SW lag der Zinkgehalt bei ca. 0,45 g/kg im Mittel.

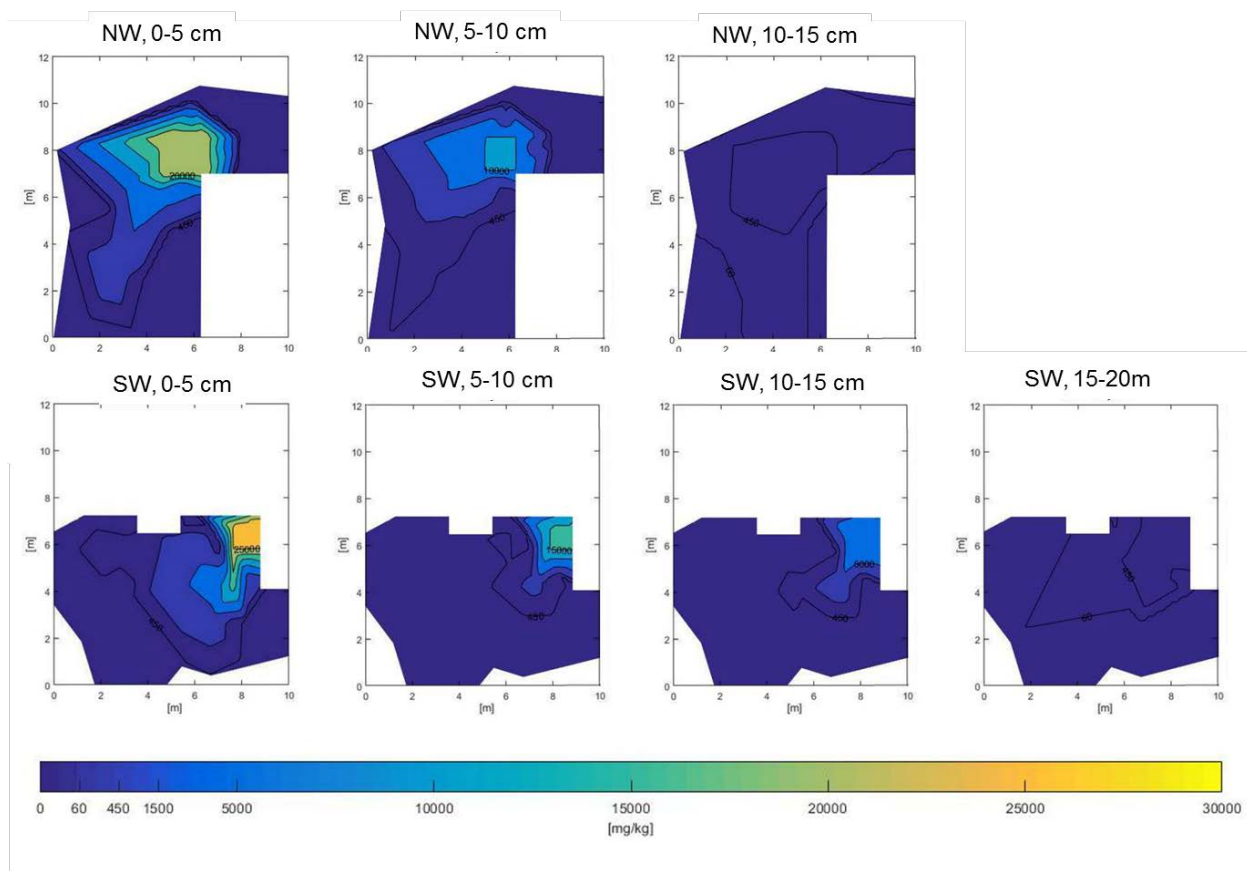


Abbildung 2: Zinkgehalte der Versickerungsmulden NW und SW in verschiedenen Schichttiefen.
Die Werte sind auf die Trockenmasse des Bodens bezogen

Deutlich zu erkennen ist, dass in den Zonen mit hohen Zinkgehalten sich kein Grünbewuchs mehr etablieren kann (siehe Abbildung 1, rechts). Nach DWA-M 153 ist eine Passage durch einen bewachsenen Oberboden wesentlich effektiver als durch unbewachsenen Oberboden. Bewachsener Oberboden wird durch Wurzeln natürlich aufgelockert und führt zu einer Verbesserung des Rückhalts von Stoffen. Dort wird auch klar darauf hingewiesen, dass ein unbewachsener Oberboden nicht allein genügt, um das Grundwasser vor einem belasteten Regenabfluss zu schützen. Ebenso wird durch die Durchwurzelung die Beibehaltung der Durchlässigkeit des Bodens unterstützt. Um die Funktionsfähigkeit des Oberbodens in diesen Bereichen wieder herzustellen, ist eine Entfernung der obersten Schicht je nach Belastung der Mulde zum Schutz des Grundwassers sinnvoll.

In früheren Untersuchungen an dem beprobten Zinkdach wurde eine jährliche Abschwemmrage von Zink von 3,7 g/(m²·a) ermittelt (Schriewer et al., 2008). Basierend auf diesem Wert wurde die theoretische Zinkbelastung aller Versickerungsmulden abgeschätzt. Bei dem Alter von 15 Jahren und einer Gesamtdachfläche von 1036 m² wurde ein Abtrag von ca. 57,5 kg Zink berechnet. Mit dem ermittelten

Volumen der Oberböden der vier Versickerungsmulden (Dichte durchschnittlich $0,83 \text{ g/cm}^3$) und den mittleren gemessenen Zinkgehalten kommt man auf folgende zurückgehaltenen Zink-Mengen: NO 7,9 kg, NW 18,4 kg, SO 15,3 kg und SW 13,1 kg, d. h. es wurden insgesamt etwa 55,1 kg Zink durch die vier Versickerungsmulden zurückgehalten. Dies entspricht in etwa dem berechneten Zink-Abtrag basierend auf der jährlichen Abschwemmrage. Jedoch sieht man hier auch die unterschiedlichen Belastungen der Versickerungsmulden. Die Versickerungsmulde NO wurde am wenigsten beaufschlagt. Grund hierfür könnte die bevorzugte Windrichtung von Westen und ein Baumbestand an der Ecke des Daches sein, der die Dachfläche vor Niederschlag schützt.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Insgesamt war der Zulaufbereich aller vier Versickerungsmulden in der obersten Bodenschicht am stärksten mit Zink belastet. Die Zinkgehalte nahmen mit zunehmender Schichttiefe ab, jedoch wird eine Verfrachtung des Zinks in das Grundwasser mit zunehmender stofflichen und hydraulischen Belastung wahrscheinlich, insbesondere da die Oberbodenschicht nicht mit der geforderten Schichttiefe von 30 cm ausgeführt wurde. Insbesondere in Hinblick auf den Grundwasserschutz sollte ein stärkerer Fokus auf die richtige bauliche Ausführung und die Wartung solcher Anlagen an Metalldachabflüssen gelegt werden, auch in Hinblick auf eine mögliche Einführung der Mantelverordnung in Deutschland, die die Beurteilungswerte drastisch senken wird (Mantel-V, 2015). Es wird empfohlen, eine stofflich stark belastete Oberbodenschicht regelmäßig auszutauschen, damit die Vegetation und somit die natürliche Durchwurzelung des Oberbodens bestehen bleibt, um die Durchlässigkeit des Oberbodens aufrecht zu erhalten. Insgesamt ist zu diskutieren, ob die Passage über Oberböden von Versickerungsanlagen eine ausreichende Wirksamkeit zur Vorbehandlung von Metalldachabflüssen vor dem Einleiten in das Grundwasser – insbesondere in Hinblick auf die neue Mantelverordnung – hat. Nicht zuletzt, weil es eine wenig nachhaltige Verlagerung des Problems darstellt, da der Boden als Schadstoffs Senke verwendet wird.

5 DANKSAGUNG

Dank gilt Frau Vanessa Ebert für die Beprobungen und Auswertungen im Rahmen einer Studienarbeit ihres Masterstudiums „Environmental Engineering“.

6 REFERENZEN

- AbwV (2004): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung) vom 17. Juni 2004 (BGBl. I S. 1108, 2625), zuletzt geändert am 02. September 2014, BGBl. I, S. 1474.
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. Nr. 36 S. 1554), zuletzt geändert am 31. August 2015, BGBl. I, S. 1474.
- DIN 38406 E 8 (2004): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Kationen (Gruppe E) - Teil 8: Bestimmung von Zink - Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Ethin-Flamme (E 8), DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag, Berlin.
- DIN EN 13346 S 7 (2001): Charakterisierung von Schlämmen - Bestimmung von Spurenelementen und Phosphor - Extraktionsverfahren mit Königswasser; Deutsche Fassung EN 13346:2000, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag, Berlin.
- DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, 2005. ISBN: 3-937758-66-6.
- DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, 2007. ISBN-13: 978-3-939057-98-7.
- Helmreich, B., Huber, M., Drewes, J.E. (2015): Schwermetalle in Metalldachabflüssen und Möglichkeiten zur dezentralen Behandlung. gwf Wasser/Abwasser 156 (12), 1238–1245.
- Mantel-V (2015): Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 3. Arbeitsentwurf 23.07.2015.
- Schriewer, A., Horn, H., Helmreich, B. (2008): Time focused measurements of roof runoff quality, Corr. Sci. 50 (2), 384–391.
- UBA (2005): Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden. Forschungsbericht 202 242 20/02. UBA-FB 000824.Umweltbundesamt, Texte 19-05.