Die Wirkungen von Streusalz auf die Umwelt

Autor(en): **Michelsen, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **29 (1972)**

Heft 1

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-782435

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Dr.-Ing. chem. E. Michelsen, EAWAG, Dübendorf

Die Wirkungen von Streusalz auf die Umwelt

Die nachstehenden Ausführungen beruhen auf Untersuchungen und Erhebungen in den Jahren 1965 bis 1969. Unter Verzicht auf Prognosen über die Entwicklung betreffen sie einen Teilaspekt des Gesamtproblems. Entsprechend der Aufgabenstellung im Gewässerschutz interessieren insbesondere die Auswirkungen im Wasser und im Boden und die Gesichtspunkte im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb von Kanalisationen und Kläranlagen. Das allgemeine Korrosionsproblem im Zusammenhang mit der Verwendung von Streusalz wurde bewusst ausgeklammert, weil es über den Begriff Umwelt in seinem derzeitigen Verständnis hinausführt. Andere Teilgebiete des Umweltschutzes, wie zum Beispiel die Lufthygiene, sind im Zusammenhang mit Streusalz irrelevant.

Nach den Angaben des Eidgenössischen Statistischen Amtes wurden 1965 bis 1967 jährlich je nach Witterung rund 30 000 bis 60 000 Tonnen Streusalz verbraucht, um das kantonale Strassennetz offenzuhalten. Dazu kommen die statistisch nur zum Teil erfassten Salzmengen, die innerorts benötigt werden. Eine Stadt wie Zürich verbrauchte beispielsweise 1965 bis 1967 rund 2000 Jahrestonnen, bei Extremwerten von 1500 und 2500 Jahrestonnen, und 1968 bis 1970 4000 bis 5000 Tonnen pro Jahr [1].

Neben Kochsalz (NaCl) werden erhebliche Mengen Chlorcalcium ($CaCl_2$) verwendet. So betrug das Verhältnis NaCl : $CaCl_2$ im Kanton Graubünden 1965 bis 1968 1 : 0,8 bis 0,9 [2].

Bei der Beurteilung des Problems der Verschmutzung der Gewässer stellt sich in erster Linie die Frage nach dem Anteil dieser Salzmengen an der Gesamtsalzfracht der Vorfluter. Da die letztgenannte nicht für alle Flüsse bekannt ist, wurden stellvertretend die Verbrauchszahlen [3] herangezogen (vgl. *Tabelle 1*). Dabei ist der Vorbehalt anzubringen, dass der Gesamtsalzverbrauch auch Anteile umfasst, die nicht zum Abfluss gelangen (z. B. aus der Kochsalzelektrolyse).

Unter der Annahme, dass praktisch alles Streusalz und die überwiegende Menge des Gesamtsalzverbrauches (Viehsalz, Farbstoffindustrie) im Verlauf eines Jahres in die Vorfluter gelangt, lässt sich der Anteil Streusalz an der jährlichen Salzfracht auf rund 20 bis 25 % schätzen. Der höhere Wert entspricht dabei einem grob geschätzten Anteil von 15 % des Gesamtsalzverbrauches, der nicht zum Abfluss gelangt (Rohstoff für Alkalielektrolyse, u. a.).

Weitere Anhaltspunkte ergeben sich aus dem Gang der Chloridfrachten in den Vorflutern. Mit gewissen Einschränkungen (wasserlösliche Chloride der Erdalkalien und Schwermetalle) entsprechen sie im allgemeinen den Kochsalzfrachten. Insbesondere langfristige Veränderungen können deshalb mit einiger Wahrscheinlichkeit auf salzhaltige Schmelzwässer zurückgeführt werden. So verminderte sich beispielsweise die Chloridfracht im Rhein an der Landesgrenze bei Kembs im dritten und vierten Quartal 1967 um rund 17 bzw. 34 % (s. *Tabelle 2*). Als Streusalz gerechnet ergibt sich ein geschätzter Anteil von 18 bis 24 % an der jährlichen Chloridfracht.

Der Vergleich mit den Chloridfrachten bei Emmerich/Lobith zeigt, dass die Schweiz mit rund 5 % an der Chloridfracht im Unterlauf beteiligt ist. Für den Streusalzanteil wären dann analog 1 bis 1,25 % einzusetzen.

Es stellt sich weiter die Frage nach dem Verbleib und den Wirkungen von Streusalz im Anschluss an das Ausbringen. Dabei sollen insbesondere die Verhältnisse in der Schweiz berücksichtigt werden. Vereinfachend soll vorerst angenommen werden, dass ausschliesslich Natriumchlorid verwendet wird.

Nach einer Salzung fanden sich im Hauptsammelkanal der Stadt Zürich 70 mg/l Chlorid und nach 72 Stunden 100 mg/l. Nach Abzug des Erfahrungswertes von rund 45 mg Cl/l in streusalzfreiem Abwasser und unter Berücksichtigung des Abwasseranfalls von rund 310 000 m^3 pro Tag errechnet sich für die Beobachtungsperiode eine Streusalzfracht von insgesamt rund 84 Tonnen. Da gleichzeitig im Einzugsgebiet des Sammlers rund 120 bis 135 Tonnen Salz ausgebracht wurden [5], betrug der auf den Strassen und in den Ablaufschächten zurückgehaltene Anteil rund 34 %. In guter Uebereinstimmung mit dieser Schätzung ergaben zwei Stichproben im Schmelzwasser aus frisch gesalztem Schnee von einer verkehrsreichen Strasse 9300 mg Cl/l und im Schmelzwasser am Strassenbord 6150 mg Cl/l.

Tabelle 1. Beziehung zwischen Streusalzverbrauch und Gesamtsalzverbrauch (nach dem Statistischen Jahrbuch der Schweiz, 1970)

	1 Streusalzverbrauch [1] t	2 Gesamtsalzverbrauch t	Anteil Streusalz am Gesamtsalzverbrauch %
1965	56 590	220 360	26
1966	31 580	197 080	16
1967	46 420	210 420	22
Mittel	44 860	209 290	21

[1] Nur Kantonsstrassen

Tabelle 2. Chloridkonzentrationen und Chloridfrachten im Rhein bei Kembs (Landesgrenze) und bei Emmerich / Lobith (Unterlauf) in den Quartalen 1967 [1]. *Nach den Zahlentafeln der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins vor Verunreinigung* [4]

	Kembs			Emmerich/Lobith		
	mg/l	kg/s	%	mg/l	kg/s	%
I. Januar–März	9,9	10,3	100	69	249	100
II. April–Juni	8,1	10,2	99	74	187	75
III. Juli–September	6,3	8,5	83	72	141	57
IV. Oktober–Dezember	10,4	6,8	66	79	156	63
Jahresmittel	8,6	9,0	—	72	183	—

[1] Mittelwerte aus 6 bis 7 Bestimmungen pro Quartal

Die oben aufgeführten Chloridgehalte sind gleichzeitig Höchstwerte. In der Regel ist mit wesentlich kleineren Chlorid- bzw. Salzgehalten zu rechnen. So wurden im Winter 1968/69 von der EAWAG, dem Gewässerschutzamt Aarau und dem Gewässerschutzamt St. Gallen [6] an verkehrsreichen Strassen übereinstimmend 960 bis 990 mg Cl/l, im Schmelzwasser aus dem übrigen Siedlungsgebiet 140 bis 520 mg Cl/l bestimmt (vgl. auch *Tabelle 3*). Auf Ueberlandstrassen ist je nach Lage und Verkehrsdichte mit Salzgehalten der Schmelzwässer von rund 70 bis 500 mg Cl/l zu rechnen. Das Salz kann jedoch hier von Schnee und Eis an den Strassenrändern teilweise zurückgehalten werden. In Gebieten mit dauerndem Winterfrost kann es sich zudem bei wiederholtem Streuen im Altschnee anreichern. So enthielt eine Schmelzwasserprobe von der Autobahn (N 13) 420 mg Cl/l. Im benachbarten Schnee-Eis-Gemisch wurden 92 mg Cl/l bestimmt. Eine nach drei Wochen erhobene Probe Altschnee enthielt aber 170 mg Cl/l Schmelzwasser.

Diese Restmengen Streusalz dürften erst bei nachhaltigem Tauwetter, zum Beispiel im Frühjahr, zum Abfluss gelangen. Im Gebiet der N 13 enthielt das ablaufende Wasser am Strassenbord beispielsweise nach 30 Stunden Regen noch 22 bis 44 mg Cl/l. Unter diesen Witterungsbedingungen ist meist auch der Boden frostfrei und kann erhebliche Salzmengen zurückhalten. Die vegetationslosen, weiss verfärbten Strassenborde sprechen in dieser Beziehung eine deutliche Sprache. Es lässt sich abschätzen, dass die Trockensubstanz des Bodens an diesen Stellen 0,1 bis 1 % Cl enthält (*Sorauer* 1969) [7].

In diesem Zusammenhang ist die Zusammensetzung des Salzes (Kochsalz und/oder Chlorcalcium) von Bedeutung, weil sie die Struktur und die Fertilität des Bodens wesentlich beeinflusst. Mit steigendem Gehalt an umtauschbarem Natrium bzw. steigendem Natriumkoeffizienten [8] nimmt die Kulturfähigkeit ab. Insbesondere aber wird die Struktur eines Bodens zerstört. Der anfänglich verkrustete Boden wird nach dem Auswaschen der Salze strukturlos, das heisst er verliert die Fähigkeit, Krümel zu bilden, und wird leichter erodiert. Grössere Mengen Calciumchlorid erhöhen die Alkalinität des Bodens und erniedrigen seine Fertilität wie Natriumchlorid. Gleichzeitig wird jedoch die Krümelbildung begünstigt. Calciumchlorid ist daher weniger schädlich als Natriumchlorid.

Wo salzhaltiger Schnee wiederholt direkt mit immergrüner Vegetation (Nadelbäume) in Berührung kommt, wie zum Beispiel im Bereich von Schneeschleudern, wird diese ebenfalls geschädigt und kann sogar eingehen.

Die Wirkung von abgeschwemmtem Salz auf die Kanalisation und auf die Konstruktionselemente von Abwasserreinigungsanlagen kann praktisch vernachlässigt werden [9].

Als Schädlichkeitsgrenzen für Wasserorganismen finden sich in der Literatur die folgenden in der *Tabelle 3* zusammengefassten Angaben:

Aus den weiter oben aufgeführten Chloridwerten für Schmelzwässer errechnen sich Salzkonzentrationen von 100 bis maximal 700 mg/l bei Ueberlandstrassen und 230 bis maximal 10 000 mg/l für Schmelzwasser aus Siedlungen. Eine direkte Schädigung der Wasserorganismen in Kläranlagen und Vorflutern ist daher unter den untersuchten Bedingungen nicht zu erwarten. Sofern Wirkungen auf die Biozönose überhaupt nachweisbar sind, wird ihnen voraussichtlich keine praktische Bedeutung im Vergleich mit anderen Faktoren zukommen.

Von Bedeutung ist hingegen, dass die salzhaltigen Schmelzwässer wie auch der abgeführte Schnee von Verkehrsadern und aus Siedlungsgebieten erhebliche Mengen Mineralöl (57 bis 600 mg/l), Reifenabrieb und nachweisbare Mengen Blei (2 bis 8 mg/l) enthalten. Schnee aus Siedlungsgebieten enthält in der Regel zusätzlich erhebliche Mengen Russ. Der Gesamtanteil an organischen und anorganischen Schmutzstoffen entspricht dem Gehalt von Abwasser oder ist sogar grösser. Entsprechende Angaben finden sich in *Tabelle 4*. Das Schmelzwasser und der abgeführte Schnee von stark befahrenen Strassen und Plätzen sollten deshalb grundsätzlich in den Zulauf einer mechanisch-biologischen Kläranlage abgeleitet bzw. abgekippt werden. *Abraumschnee gehört nicht an Bach-, Fluss- oder Seeufer oder gar direkt in das Wasser. Das Eidgenössische Amt für Gewässerschutz empfiehlt, abgeführten Schnee auf den Allmenden zu deponieren. Gegebenenfalls kann er auch an anderen abgelegenen Stellen — nicht aber in Bachtobeln — ausserhalb von Grundwasserschutzzonen gestapelt werden. Das Entwässerungssystem dieser Plätze sollte an eine Kläranlage angeschlossen sein.* In diesem Zusammenhang interessieren Versuche mit Schneeschmelzanlagen, die vom Kantonalen Gewässerschutzamt St. Gallen [6] und anderen ausgeführt wurden.

Tabelle 3. Schädlichkeitsgrenzwerte für Kochsalz und Chlorcalcium nach Liebmann [10]

	Kochsalz (NaCl) mg/l	Chlorcalcium ($CaCl_2$) mg/l
Belebtschlamm	9 000	20 000
Tropfkörperrasen	10 000	—
Selbstreinigung der Vorfluter	10 000	—
Fische	7 000—15 000	7 000—12 000
Fischnährtiere	4 000—11 000	1 300—14 000

Zusammenfassung

Aus den Verbrauchszahlen und dem Gang der Chloridfrachten im Rhein wurde der Anteil von Streusalz an der gesamten Salzfracht der Vorfluter auf 18 bis 25 % geschätzt. Auf die jährliche Salzfracht bezogen, ergab sich ein Anteil des gesamten Chloridanfalls von 5 % an der Chloridfracht im Unterlauf des Rheins, entsprechend einem von Streusalz verursachten Anteil von rund 1 bis 1,25 %.

Aus dem Mittelland fliessen rund zwei Drittel des ausgebrachten Salzes innerhalb von 72 Stunden mit dem Schmelzwasser ab. In Gebieten mit dauerndem Winterfrost kann sich das Salz im Schnee anreichern. In der Folge entstehen örtlich versalzte unfruchtbare und strukturlose Böden, die die Erosion be-

günstigen können. Nadelbäume im Bereich von Schneeschleudern können bei wiederholter Bestäubung mit salzhaltigem Schnee absterben.

Im Wasser sind unter den untersuchten Bedingungen keine direkten Schädigungen der Organismen durch den Salzgehalt der Schmelzwässer zu erwarten. Hingegen enthalten Schmelzwässer von verkehrsreichen Strassen bis zu 8 mg/l Blei und erhebliche Mengen organischer Anteile (100 bis 600 mg/l), in Siedlungsgebieten ausserdem auch Russ. Wo die Möglichkeit besteht, sind schmelzwasserhaltige Strassenabläufe und Schmelzwasser von Abraumschnee deshalb mechanisch-biologisch zu reinigen.

Die wesentlichen Gesichtspunkte für die Wahl geeigneter Stapelplätze für Abraumschnee werden zusammengefasst und Versuche mit Schneeschmelzapparaten erwähnt.

Literatur

[1] Mitgeteilt vom Kant. Salzamt, Zürich.

[2] Mitgeteilt vom Kant. Strassenbauinspektorat, Chur.

[3] Eidg. Statistisches Amt, Statist. Jahrbuch der Schweiz 1970 (Basel), S. 148, 154.

[4] Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung. Zahlentafeln der physikalisch-chemischen Untersuchung 1967.

[5] Mitgeteilt vom Strasseninspektorat der Stadt Zürich.

[6] Untersuchungsbericht der EAWAG, 1969, unveröffentlicht; *Märki, E.*, Jahrbuch der chem. Industrie 1969, S. 95; Untersuchungsbericht des Kant. Gewässerschutzamtes, St. Gallen, unveröffentlicht (1970).

[7] *Michelsen, E., Pavoni, M.*, Abwasserschäden bei Pflanzen, in: *Sorauer, P.*, Handb. der Pflanzenkrankheiten Bd. I, 4. Teil (Berlin 1970), S. 182ff.

[8] *Zeller, A.*, Wasser und Abwasser, S. 21 (1965), cit. *Sorauer, P.*, loc. cit.

[9] Mitgeteilt vom Klärwerk Werdhölzli der Stadt Zürich; s. auch allg. Fachlit., z. B. *Kirk, R. E., Othmer, D. F.*, Encyclopedia of Chem. Technology, Vol. 3, 495 (1949).

[10] *Liebmann, H.*, Handb. der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. II (München 1960), S. 417.

Tabelle 4. Schmelzwasseranalysen von Schneeproben (1968/69, nach Angaben der Kantonalen Gewässerschutzämter Aarau und St. Gallen)

Probe Nr. Provenienz [1]		1 Werkhof ohne Verkehr	2 Stadt	3 Ueberlandstrasse	4 Ueberlandstrasse mit Hauptverkehr	5 Ueberlandstrasse mit Hauptverkehr	6 Neuschnee Stadt	7 Neuschnee Stadt	8 Altschnee Stadt	9 Schmelzwasser Pr. 8 aus Maschine	Vergleich [2] Abwasser Stadt Zürich	Grenzwerte für Vorfluter gemäss den Eidg. Richtlinien vom 1. 9. 1966
Trockenrückstand	mg/l	14	1035	1905	13932	5547	655	1820	1700	1050		20—30 [3]
Glühverlust	mg/l	8	217	316	5067	1508	185	340	590	340		—
	%	57	21	17	36	27	28	19	35	32		—
El. Leitfähigkeit	Mikro-Siemens	—	—	—	—	—	1780	2900	320	420		—
Kaliumpermanganatverbrauch	mg $KMnO_4$/l	20	570	425	2300	1300	—	590	600	430	150—690	90
Biochemischer Sauerstoffbedarf	mg O_2/l	6	35	—	2040	88	—	—	85	62	25—230	30
Chlorid	mg Cl/l	(0,5)	140	78	28	980	—	960	—	—	20— 70	—
Gesamtphosphor	mg P/l	1	3	3,8	5	2,5	—	—	—	—	1,5— 4	0,65 [4]
Kjeldahl-Stickstoff	mg N/l	0,4	5	2	6,6	19	—	—	—	—	9— 33	—
Blei	mg Pb/l	0,0	6	2	5	8	—	—	—	—	—	1
Kohlenwasserstoffe												
a) Petrolätherextrakt	mg/l	0	200	200	600	160	57	123	122	108	—	10
b) Tetrachlorkohlenstoffextrakt	mg/l	—	—	—	—	—	—	—	102	91	—	—
c) chromatographiert an Alox	mg/l	—	—	—	—	—	—	—	31	26	—	—

[1] Die Proben 1 bis 5 wurden vom Kantonalen Gewässerschutzamt Aarau, die Proben 6 bis 9 vom Kantonalen Gewässerschutzamt St. Gallen, zum Teil in Zusammenarbeit mit der EAWAG, analysiert

[2] Nach *Wuhrmann* u. a. (*K. Wuhrmann*, Schweiz. Z. Hydrol. *15*, 34—37 [1953])

[3] Gesamte ungelöste Stoffe

[4] Bei Einleitung in Seen