

Die Schwermetallgehalte sind gesunken, aber es bleiben die organischen Mikroverunreinigungen

# Wert- und Schadstoffe im Klärschlamm

Klärschlamm galt lange Zeit als wichtiger Nährstoffträger für die Landwirtschaft. Verunreinigungen mit Schadstoffen und Krankheitserregern stellten seinen Wert aber immer wieder in Frage. Neu entdeckte Mikroverunreinigungen und die vermutete Belastung mit BSE-Erregern bewogen den Bundesrat dazu, die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft definitiv zu verbieten.

Im 19. Jahrhundert bebauten die Bauern ihr Land extensiv. Die damals noch geringen Mengen an Mist und Gülle aus den kargen Viehbeständen vermochten die Ernten nur unwesentlich zu steigern. So war die stinkende, aber nährstoffreiche «Hüsligülle» in der Landwirtschaft sehr begehrt. Für Klärschlamm aus öffentlichen Gruben musste damals bezahlt werden.

## Einst heiss begehrt

In Zürich war der Schlamm noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts so begehrt, dass Marken gekauft werden mussten, die zur Abnahme berechtigten. In den Dörfern sammelten Bauern noch um 1950 Küchenabfälle aus Privathaushalten für die Schweinemästerei und leerten die mit «Hüsligülle» gefüllten Klärgruben, um damit ihre Felder zu düngen.

Durch die aufblühende Industrialisierung nach Ende des Zweiten Weltkrieges verschlechterte sich die Qualität des Klärschlammes aus den kommunalen Klärbecken vielerorts. So erzeugte das grossflächige Ausbringen auf die Wiesen und Äcker massive Geruchsprobleme. Zudem wurde bekannt, dass der

Klärschlamm viele Krankheitserreger aufweisen und durch Schwermetalle massiv belastet sein konnte. Das Milchregulativ schränkte darum die Nutzung der angefaulten Fäkalstoffe auf Wiesland massiv ein. Klärschlamm wurde oft dafür verantwortlich gemacht, dass bei der Käseproduktion unerwünschte Gärungen entstanden und die Produkte verderben.

## Klärschlammbehandlung in Faulbehältern

Um die Geruchsprobleme auf ein ertragbares Ausmass zu reduzieren, begannen die Kläranlagenbetreiber den anfallenden Fäkalschlamm in eigenen Behältern auszufaulen. Klärschlamm sollte künftig weder aus geruchlichen Gründen noch aus ästhetischer Sicht zu Beanstandungen Anlass geben.

Inhaltliche Verantwortung:

Edmund Studiger

Abteilung für Umwelt

Departement Bau, Verkehr und Umwelt

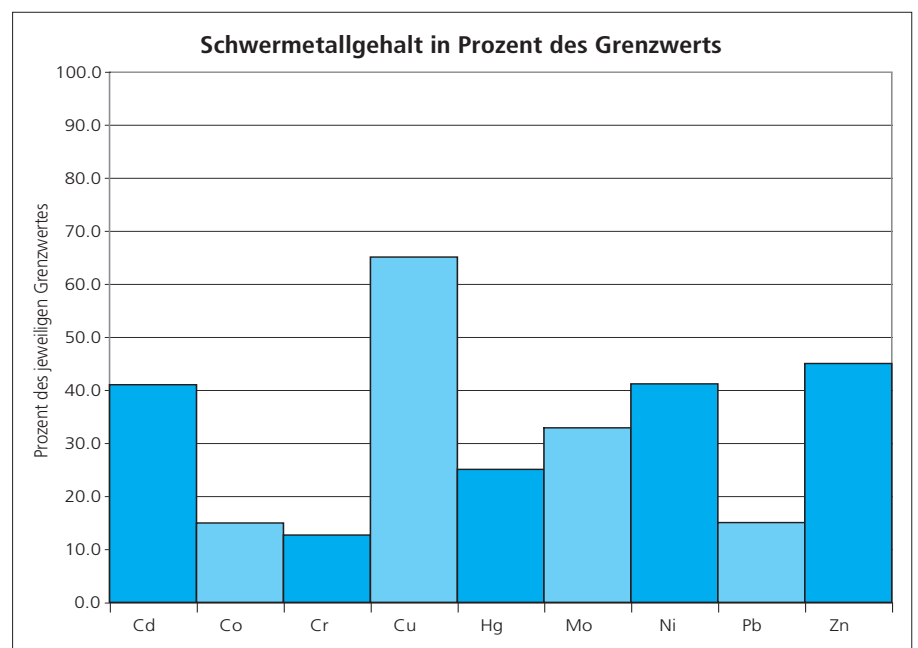
Kanton Aargau

Telefon 062 835 33 60

Edmund.Studiger@ag.ch

Abdruck mit freundlicher Genehmigung von «Umwelt Aargau»

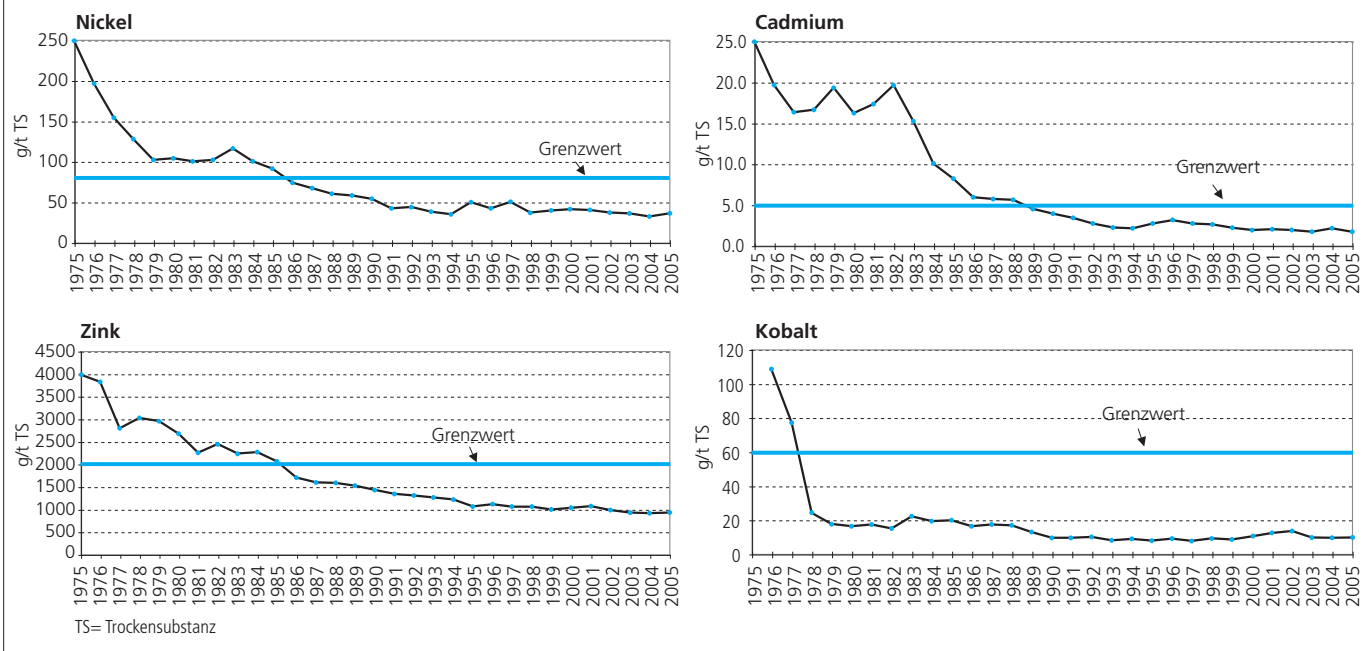
## Stoffe



Die Schwermetallgehalte im Klärschlamm liegen heute alle deutlich unter den zulässigen Grenzwerten. Dank der Einführung von bleifreiem Benzin sind heute auch die Bleigehalte sehr tief.

Quelle: Umwelt Aargau

## Entwicklung der Schwermetalle im Klärschlamm



In den letzten 30 Jahren sind die Schwermetallgehalte des Klärschlammes deutlich unter die Grenzwerte gesunken.

Quelle: Umwelt Aargau

Dies konnte in geschlossenen Faulräumen bei erhöhten Temperaturen und unter Luftabschluss erreicht werden. Die Versäuerung der Fäkalstoffe und die Methangasbildung waren so im Gleichgewicht, was einen schnellen Stabilisierungsprozess begünstigte. Das dabei freigesetzte Methangas konnte zu Verbrennungszwecken und damit zur Wärmeerzeugung im Faulbehälter, in den Betriebsgebäuden oder zur Stromproduktion genutzt werden.

### Verunreinigungen des Klärschlammes

Bei bakteriologischen Untersuchungen wurden in den 60er- und 70er-Jahren des 20. Jahrhunderts Salmonellen und andere Fäkalbakterien nachgewiesen. Der Klärschlamm wies auch überlebende Wurmeier und Pflanzenkeime wie Tomaten- und Leinsamen, Melonen- und Kürbiskerne sowie Unkrautsamen auf. Auf gedüngten Feldern und Äckern wuchsen somit unerwünschte Pflanzen, und das Vieh konnte wegen der Wurmeier krank werden.

Mit dem Aufkommen der Antibabypille in den 1960er-Jahren stellten etliche Viehzüchter angeblich fest, dass viele Muttertiere nicht mehr trächtig wurden. Der ausgebrachte Klärschlamm war mit Hormonen belastet, die zur Unfruchtbarkeit der Kühe führten. Diese Behauptung konnte jedoch nie stichhaltig belegt werden.

Nach dem massiven Bauboom für mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlagen in den 1970er-Jahren entstand eine regelrechte Klärschlammeschwemme. Der Klärschlamm stand nun in Konkurrenz zur Hofgülle, die durch die inzwischen deutlich erhöhten Viehbestände ebenfalls massiv zugenommen hatte. Die Bauern waren nicht mehr bereit, den Klärschlamm umsonst auf den Feldern auszubringen oder gar dafür zu bezahlen. Die Kläranlagenbetreiber mussten nun ihrerseits für die Abnahme von Klärschlamm bezahlen. An einer Tagung in Lupfig Mitte der 70er-Jahre drohte der aargauische Bauernverband gar mit einem Klärschlammboykott, um mit Druck die Reduktion von Subventionen für den Kartoffelanbau zu verhindern.

### Weitere Entsorgungswege

Bereits in den 1970er-Jahren wurde ein Teil des Klärschlammes verbrannt, so etwa die Schlämme mit hohem Anteil aus Chemiebetrieben. Die Verbrennung in Bitumen- oder Zementwerken war eine weitere Möglichkeit, Klärschlamm zu entsorgen. Getrockneter Klärschlamm besitzt etwa ein Drittel des Heizwertes von Kohle. Durch die Verbrennung des Klärschlammes kann der Kohleverbrauch bei der Zementherstellung verringert werden. Unverbrennbares wird bei einer Temperatur von 1450 Grad als Rohstoffersatz in den Zementklinker eingebunden. Nicht so bei der reinen Verbrennung. Dort muss Unverbrennbares als Asche oder Schlacke deponiert werden. Es ist verboten, die Schlacke im Strassenbau zu verwenden.

Eine weitere Entsorgungsmöglichkeit war die Einarbeitung unter das Kompostgut. Um die Qualität des Kompostes nicht zu gefährden, musste diese Nutzung jedoch verboten werden. In Deutschland beispielsweise wurden grosse Mengen an Klärschlamm in Deponien abgelagert oder nach der Kom-

postierung in Zwischendepots als «Humus» auf die Felder ausgebracht. Versuche, den Klärschlamm zu Öl aufzubereiten, gelangen scheinbar. Die Herstellung war jedoch zu kostenintensiv und der Ertrag minimal.

Offensichtlich ebenfalls erfolglos wurde versucht, den Klärschlamm zu einer Art Spanplatten zu verarbeiten oder Ziegelsteine daraus zu brennen.

### Probleme bei der landwirtschaftlichen Nutzung

In den 1970er-Jahren wurden grosse Mengen an Klärschlamm vermehrt auch durch Transportunternehmen auf die Felder ausgebracht. Viele – vor allem gut zugängliche Felder – wurden ungeniert überdüngt. Auch im Winter, wenn der Boden gefroren und damit besser befahrbar war, wurde Klärschlamm verteilt. Nicht selten ist der Schlamm oberflächlich wieder abgeflossen.

Hartnäckig blieb die Absicht bestehen, mit der Rückführung des Schlammes auf die Felder den Düngerkreislauf zu schliessen. Die Düngerbilanz wies für die Schweiz in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts einen Überschuss auf. Zu viel Handelsdünger und Agrarprodukte wurden eingeführt. Der Einsatz von Klärschlamm sollte einen Teil der Importe ersetzen und damit die Bilanz verbessern. Mit dem Klärschlamm konnte jedoch nie mehr als zehn Prozent des Stickstoff- und etwa fünf Prozent des Phosphorbedarfs gedeckt werden.

Mit der 1981 in Kraft getretenen Klärschlammverordnung regelte der Bund erstmals die Ausfuhr auf die Felder. Der Schlamm musste bestimmte Qualitätsmerkmale bezüglich Schwermetallbelastung aufweisen. Durchnässte, schneebedeckte oder gefrorene Böden durften nicht mehr mit Klärschlamm gedüngt werden. Der Boden musste im Gegensatz dazu eine Pflanzendecke aufweisen oder unmittelbar danach bepflanzt oder besät werden. Im Zeitraum von drei Jahren durften nicht mehr als 7,5 Tonnen Klärschlamm-Trockensub-

stanz pro Hektare ausgebracht werden. Auf Futterflächen durfte nur noch keimfreier Schlamm eingesetzt werden. Ferner musste – um die Überdüngung der Böden zu verhindern – der Nährstoffbedarf nachgewiesen werden. Infolgedessen mussten die Abwasserreinigungsanlagen künftig über genügend Stapelvolumen für mindestens drei Monate verfügen, um allen Auflagen gerecht zu werden.

### Verminderung von Krankheitskeimen

Um die Risiken einer Erkrankung des Viehs zu minimieren, förderte der Bund den Bau von Pasteurisierungsanlagen. Durch Hitzebehandlung sollte der Klärschlamm vor Abgabe in die Landwirtschaft keimfrei gemacht werden. Untersuchungen zeigten jedoch, dass pasteurisierter Schlamm nach kurzer Zeit deutlich mehr Krankheitskeime aufweist als vor der Behandlung. Widerstandsfähige Keime vermehren sich im entkeimten Schlamm ungehindert und verunreinigen den Klärschlamm erneut. Die Pasteurisierungsanlagen wurden danach – auf Empfehlung des zuständigen Bundesamtes – alle ausser Betrieb gesetzt, bis ein geeignetes technisches Verfahren ausgereift war.

Die Hygienisierung des Frischschlammes – Wärmebehandlung über längere Zeit – und die anschliessende Methan-gas-Faulung brachten den gewünsch-

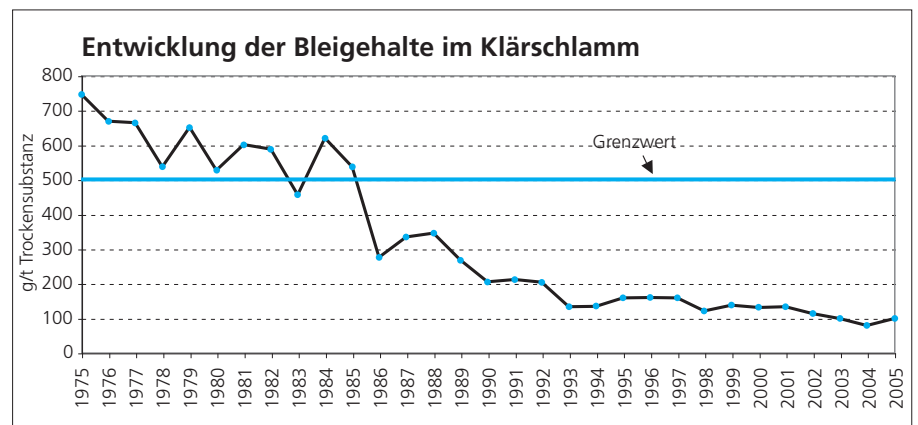
ten Erfolg: Der Schlamm blieb nahezu frei von krankmachenden Keimen. Die Qualität des Schlammes wurde mit dem bakteriologischen Nachweis der noch aktiven Enterobacteriaceen (Fäkalbakterien) überprüft.

### Die Entwicklung der Schwermetallgehalte

Anfänglich bestanden keine einheitlichen Vorschriften über die Qualität des Klärschlammes, und er war oft massiv mit Schwermetallen belastet. Grosse Metallfrachten gelangten so auf Äcker und Felder. Die Vergiftung der Schlämme führte in einzelnen Fällen sogar dazu, dass der Faulungsvorgang gehemmt wurde.

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Landbau, Liebefeld-Bern (FAL), definierte 1975 erstmals Richtwerte für die Schwermetallgehalte. Bei Überschreitung eines oder mehrerer dieser Werte musste der Verursacher eruiert und mit geeigneten Massnahmen die Unterschreitung der Richtwerte gewährleistet werden.

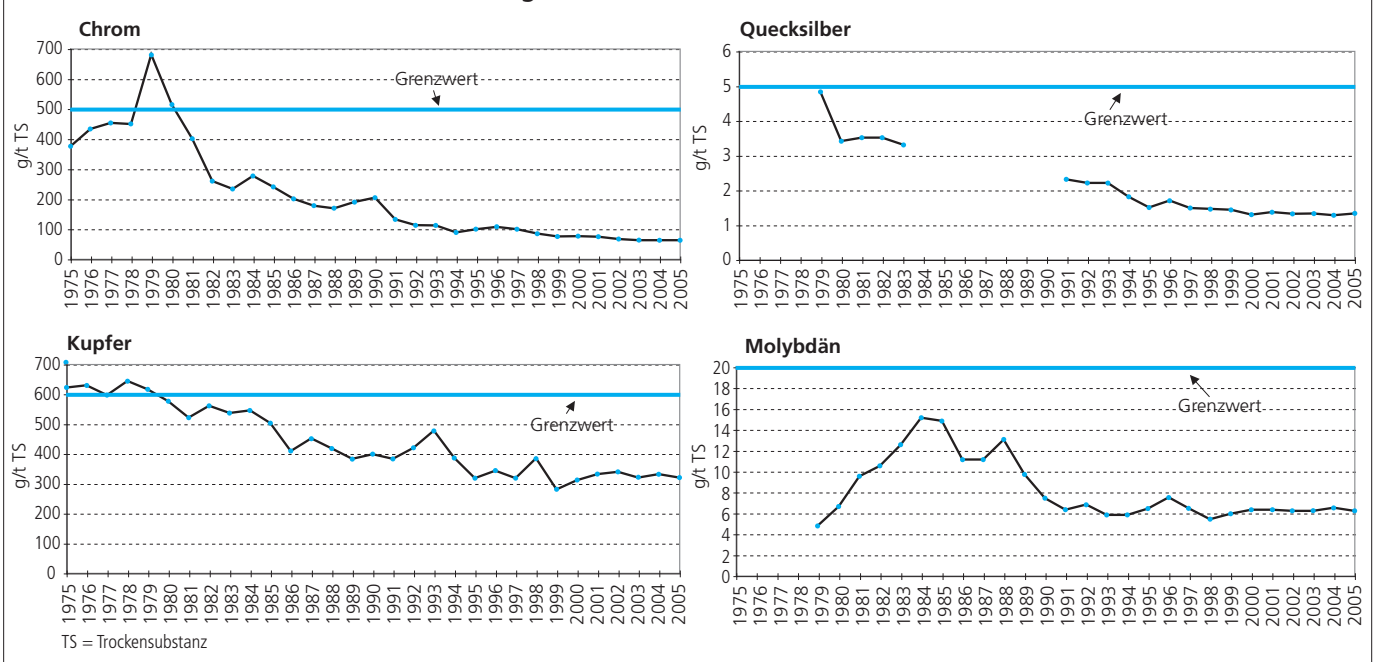
Mit der Klärschlammverordnung von 1981 wurden diese Werte als Grenzwerte verbindlich. Klärschlamm, der diese Anforderungen nicht erfüllte, durfte nur noch während einer Übergangsfrist und in eingeschränkter Menge verwertet werden. Nach dieser vorgegebenen Frist durfte der Klärschlamm nur noch genutzt werden,



**1981 wurde der Bleigehalt im Benzin drastisch gesenkt, dann setzte sich das bleifreie Benzin durch – die folgende Abnahme der Bleikonzentrationen im Klärschlamm sind deutlich zu sehen.**

Quelle: Umwelt Aargau

## Entwicklung der Schwermetalle im Klärschlamm



In den letzten 30 Jahren sind die Schwermetallgehalte des Klärschlammes deutlich unter die Grenzwerte gesunken.

Quelle: Umwelt Aargau

wenn alle Werte den Anforderungen wieder genügten.

Mit der Installation von Vorbehandlungsanlagen in Industrie und Gewerbenamentlich in der Metallveredelung – konnten viele Metallkonzentrationen drastisch gesenkt werden. Heute stammt nur noch etwa die Hälfte der Metallfrachten direkt aus der Industrie. Die restliche Fracht kommt von Installationen (Kupferbleche, feuerverzinkte Bleche und Rohre), Pneu-Abrieb, Verwitterung von Farbanstrichen, Exkrementen (Spurenelemente) und anderen, zum Teil diffusen Quellen.

Bewilligte Erleichterungen verzögerten die Senkung einiger Metallgehalte. So durften Gerbereien weiterhin Chromsalze verwenden, Quecksilber war in der Industrie für die Chlorgewinnung notwendig. Im Laufe der Zeit wurden viele dieser Fabriken geschlossen, und die Probleme lösten sich somit von selbst (siehe Grafiken oben).

Heute liegen die Schwermetallgehalte bei 50 Prozent der geltenden Grenzwerte für die landwirtschaftliche Verwertung oder deutlich darunter. Eindeutlich ist die Entwicklung bei den Bleikonzentrationen: Auf Vorschrift des Bundes wurde 1981 der Bleigehalt im

Benzin drastisch gesenkt auf 0,15 Gramm Blei pro Liter Benzin. Von da an konnte eine deutliche Abnahme des Bleigehaltes im Klärschlamm beobachtet werden. Nach der Einführung von bleifreiem Benzin – maximal 0,013 Gramm Blei pro Liter Benzin – sank der Bleigehalt im Klärschlamm auf etwa 15 Prozent des Grenzwertes ab (siehe Grafik Seite 27).

### Neue Schadstoffe bedeuteten das Aus

1992 wurden die Klärschlammvorschriften in die Stoffverordnung überführt und der Klärschlamm den Düngern gleichgestellt. Die Grenzwerte für die Schwermetalle erfuhren dabei eine Verschärfung. Die Nutzungsmenge wurde von 7,5 Tonnen Trockensubstanz Klärschlamm pro Hektare innerhalb von drei Jahren auf 5 Tonnen reduziert.

Die zunehmenden Fälle von BSE-erkrankten Kühen bewirkten im Jahr 2001, dass Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen mit einem bedeutenden Abwasseranteil aus Schlachthöfen im Einzugsgebiet nicht mehr

landwirtschaftlich genutzt werden durfte.

Georges Chassot zeigte in seiner Dissertation 1995 auf, dass der Klärschlamm eine Senke im Stoffwechsel der Anthroposphäre darstellt. Das heisst, er bindet die Abfallstoffe, die der Mensch durch seine Tätigkeiten verursacht. Aus der Doktorarbeit entstand in der Folge das Projekt SEA (Beobachtung des Stoffwechsels der Anthroposphäre). Am Projekt beteiligten sich verschiedene Institute, der Bund und einige Kantone. Verschiedene chemische Verbindungen aus dem täglichen Gebrauch (Medikamente, Hormone, Waschmittelkomponenten, Duftstoffe, Spritzmittel etc.) konnten im Klärschlamm nachgewiesen werden. Der Begriff der «organischen Mikroverunreinigung» kam auf. Dies und weitere Aspekte führten dazu, dass der Bundesrat im Jahr 2003 auf den 1. Oktober 2006 ein generelles Ausbringverbot von Klärschlamm verfügte. Das Verbot steht im Einklang mit dem Vorsorgeprinzip, das eine Nutzung von Stoffen verbietet, wenn nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Nutzung längerfristig Schäden an Tieren und Pflanzen verursacht.