

## **Antibiotika-Rückstände in Abwässern und Wirtschaftsdüngern – Eintragspfade, Effekte und Mitigationsstrategien –**

Robert Kreuzig

Technische Universität Braunschweig

Institut für Ökologische und Nachhaltige Chemie

Hagenring 30, 38106 Braunschweig

T. 0531/391-5962, e-mail: [r.kreuzig@tu-bs.de](mailto:r.kreuzig@tu-bs.de)

### **Zusammenfassung**

#### **Antibiotika als Mikroschadstoffe**

Antibiotika sind in der Human- und Veterinärmedizin zur Kontrolle bakterieller Infektionskrankheiten essentiell. So belief sich in Deutschland in 2016 die Antibiotika-Abgabe auf jeweils ca. 700 t. Die Wirkstoffe aus einer Vielzahl unterschiedlicher Wirkstoffklassen werden in Mensch und Tier metabolisiert, so dass bis zu 90 % eines Wirkstoffes als Phase I- oder Phase II-Metaboliten oder als unveränderte Ausgangsverbindung wieder ausgeschieden werden. Entsprechend ihrer Anwendungsmuster gelangen so Antibiotika-Rückstände mit Abwässern in Kläranlagen bzw. mit Wirtschaftsdüngern in Böden von Acker- und Grünlandflächen. Diese umweltchemischen und ökotoxikologischen Aspekte gewinnen durch das gleichzeitige Auftreten von antibiotika-resistenten Bakterien noch an Relevanz, so dass sich die Frage nach effizienten Mitigationsstrategien stellt.

#### **Humanantibiotika in Abwässern**

Mit kontaminierten Abwässern gelangen Antibiotika-Rückstände und andere polare Mikroschadstoffe in kommunale Kläranlagen, die heute üblicherweise mit 3 Reinigungsstufen ausgestattet sind. In der mechanischen Reinigungsstufe werden Feststoffe, Sand und ggf. Öl abgetrennt. Im Belebungsbecken erfolgt der Abbau organischer Makroverunreinigungen sowie die Nitrifikation/Denitrifikation des Abwassers, sofern der alternierend oxische/anoxische Betrieb in den einzelnen Kläranlagen technisch realisiert werden kann. In der 3. Reinigungsstufe folgt die Phosphatfällung. Je

nach Anlagentechnik werden anfallende Überschussschlämme schließlich der anaeroben Stoffumwandlung unter Biogasgewinnung im Faulturm zugeführt.

Rückstandsanalytische Untersuchungen von Zuflüssen und Abflüssen haben bereits in den 1990er Jahren verdeutlicht, dass kommunale Kläranlagen nicht ausreichend für eine effiziente Mikroschadstoff-Elimination ausgelegt sind. So lassen sich für Humanpharmaka 3 verschiedene Konzentrationsprofile (ng/L bis µg/L) feststellen: Höhere Konzentrationen im Zufluss von z.B. Ibuprofen als im Abfluss der Kläranlage deuten auf einen teilweisen Abbau dieses Analgetikums hin. Gleichbleibende Konzentrationen des Antikonvulsivums Carbamazepin weisen dessen Persistenz aus. Für Sulfamethoxazol werden teilweise höhere Rückstandskonzentrationen im Abfluss als im Zufluss der Kläranlage gemessen, da dieses Sulfonamid-Antibiotikum vom Menschen zu 50-70 % als der Phase II-Metabolit Acetyl-Sulfamethoxazol ausgeschieden wird, der unter den Milieubedingungen des Belebungsbeckens wiederum in die Ausgangsverbindung zurückgebildet wird. Die im gereinigten Abwasser vorgefundenen Rückstandssituationen verdeutlichen damit die Notwendigkeit einer 4. Reinigungsstufe, wie z.B. Ozonung, Aktivkohle(bio)filtration, insbesondere wenn das gereinigte Abwasser in hydroponischen Systemen einer landwirtschaftlichen Wiederverwertung, z.B. für den Anbau von Salat, zugeführt werden soll. Hier ist besonders zu beachten, dass Abwasser neben Antibiotika-Rückständen auch anderen Mikroschadstoffe, wie z.B. kationische Tenside,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ , beinhaltet, die einen Selektionsdruck für Resistenzen auslösen können.

### **Veterinärantibiotika**

Im AiSG-Projekt <sup>1</sup> zeigte die Auswertung von Antibiotika-Anwendungsmustern in 25 Schweinemast- und Schweinezuchtbetrieben in Niedersachsen von 2011-2013, dass 34 Antibiotika aus 12 Wirkstoffklassen Anwendung fanden. Sofern Antibiotika aus den Stoffklassen der Fluorchinolone, Pleuromutiline, Sulfonamide oder Tetracycline zur Behandlung größerer Tiergruppen eingesetzt wurden, waren Rückstände in verschiedenen Schweinegülle teilweise in höheren Konzentrationen (mg/kg TS) nachzuweisen, die auch durch die bis zu 6-monatige Güllelageung nicht vollständig eliminiert

---

<sup>1</sup> AiSG-Projekt: Antibiotika in Schweinegülle: Entwicklung von Strategien für Güllbehandlungsverfahren zur gleichzeitigen Verminderung der Güllbelastung mit Antibiotika und Antibiotika-Resistenzgenen (BMELV/BLE, FKZ 2810HS032, 2011-2014).

wurden. Damit einhergehend konnten auch Resistenzgene und mobile genetische Elemente oftmals in hohen Abundanzen detektiert werden.

Selbst nach anaerober Stoffumwandlung von Gülle und anderen Gärsubstraten in Biogasanlagen ließen sich mit der Gülle eingetragene Antibiotika-Rückstände noch in den Gärresten nachweisen. Festgestellte Konzentrationsabnahmen können dabei teilweise auf Abbau, aber auch auf Festlegung in der Feststoffmatrix der Gärreste zurückgeführt werden. Auf jeden Fall muss hier auch ein Verdünnungseffekt durch den Einsatz anderer Gärsubstrate, wie z.B. Maissilage, in Betracht gezogen werden. Damit ist schließlich zu konstatieren, dass durch die anaerobe Stoffumwandlung in Biogasanlagen eine vollständige Elimination von Antibiotika-Rückständen und Antibiotika-Resistenzgenen nicht sichergestellt werden kann. Das gilt auch für Gülle- bzw. Gärrest- Behandlungstechnologien, wie z.B. Separation und Trocknung. Die effektivste Strategie zur Verminderung von Antibiotika-Rückständen und Antibiotika-Resistenzgenen kann sich damit nur auf die Optimierung der konventionellen Tierhaltung mit einem verminderten Einsatz von Antibiotika konzentrieren.

Der Einsatz belasteter Wirtschaftsdünger führt damit auch zu Einträgen von Antibiotika-Rückständen und Antibiotika-Resistenzgenen in Böden von Acker- und Grünlandflächen. So zeigte sich im AiGBP-Projekt <sup>2</sup>, dass sich nach Ausbringung von Schweinegülle mit Tetracyclin-Rückständen bis 480 mg/kg TS Gülle auch Rückstände in der 0-30 cm-Bodenschicht bis 220 µg/kg TS Boden sowie eine Verlagerung bis in 90 cm Bodentiefe nachweisen ließen. Eine Aufnahme von Tetracyclin-Rückständen und Antibiotika-Resistenzgenen in Maispflanzen der untersuchten Ackerfläche konnten allerdings nicht festgestellt werden.

Von besonderer Bedeutung sind die bereits zu beobachtenden Minimierungsmaßnahmen der Antibiotika-Anwendung unter dem Gesichtspunkt, dass im Nordwesten Niedersachsens jährlich so hohe Mengen an Wirtschaftsdüngers anfallen, dass diese unter Berücksichtigung des Boden- und Grundwasserschutzes vor Ort nicht mehr im vollen Umfang als organische Bodendünger ausgebracht werden können. Deswegen bietet sich die Verbringung von Wirtschaftsdüngern in überwiegend ackerbaulich geprägte Regionen an, um dort die Vorteile der Humuszufuhr, Verbesserung der Phosphorsalden und die Substitution stickstoffhaltiger Mineraldünger zu nutzen. In diesem

---

<sup>2</sup> AiGBP-Projekt: Antibiotika in Schweinegülle: Untersuchung zum Pfad Gülle – Boden – Pflanze (BMEL/BLE, FKZ 2814HS001, 2014-2015).

Zusammenhang soll das QuWiN-Projekt <sup>3</sup> zu einer Versachlichung der Diskussion über die Fragen beitragen, in welchem Ausmaß auch Wirtschaftsdünger, wie Schweine-, Rindergülle, Geflügelmiste und Gärreste, mit Antibiotika-Rückständen aus den Überschussregionen in die Ackerbauregionen verbracht werden und ob diese zu einer Belastung dortiger Böden führen können.

### **Fazit**

In Human- und Veterinärmedizin verabreichte Antibiotika zählen heute aufgrund der von diesen ausgelösten Antibiotika-Resistenzen zu den meist beachteten Mikroschadstoffen, für die es bis heute weder in kommunalen Kläranlagen noch in landwirtschaftlichen Betrieben effektive Eliminationstechnologien gibt. Deswegen sind die mittlerweile angelaufenen Maßnahmen zum verminderten Antibiotika-Einsatz von entscheidender Bedeutung.

---

<sup>3</sup> QuWiN-Projekt: Erarbeitung von Qualitätsstandards für die Wirtschaftsdüngerverbringung in Niedersachsen: Problemstoffe Antibiotika (MU Nds./NLWKN, 2017-2020).