

# So ein Mist



*Sie sind Segen und Fluch. Antibiotika bekämpfen in der Tierhaltung Infektionen und bringen Bakterien zugleich dazu, Resistenzen gegen sie zu entwickeln. Mit der Gülle können sie auf Böden, Pflanzen und schließlich den Menschen übergehen.*

**H**umanmediziner schlagen seit Jahren Alarm: Immer mehr Antibiotika erweisen sich in der Behandlung von Patienten als wirkungslos. Die Mediziner führen dies auch auf den breiten Einsatz der gleichen Wirkstoffgruppen in der Landwirtschaft zurück. In Zuchtbetrieben und auch in der Geflügelhaltung gehören Antibiotika bei Infektionen im Stall zur Standardtherapie. Das Problem: Die Substanzen werden von den Tieren wieder ausgeschieden. 160 Millionen Hühner in Deutschland produzieren jährlich stattliche 1,2 Millionen Tonnen Hühnermist. Der landet in der Regel mitsamt seiner Antibiotikarückstände und antibiotikaresistenten Mikroorganismen auf dem Misthaufen. Die Hühnerfäkalien werden dann als Dünger auf die Felder ausgebracht oder von den Landwirten als Substratbeimischung in Biogaslagen zur Stromerzeugung verwendet. Was in diesen als Gärrest übrig bleibt, verteilen die Betriebe ebenfalls als Nährstofflieferant auf dem Acker.

Bisher gibt es kaum Erkenntnisse, ob und wie sich die unerwünschten Bakterien im Geflügelmist reduzieren lassen. An dieser Lücke setzt ein Projekt des Leibniz-Instituts für Agrartechnik und Bioökonomie

(ATB) in Potsdam an. Die Wissenschaftler beobachten, wie sich die antibiotikaresistenten Keime im gelagerten und vergärten Hühnermist unter unterschiedlichen Bedingungen entwickeln. Probleme bereiten hier insbesondere resistente Erreger aus der Familie der Extended-Spektrum-Beta-Laktamase-Bakterien, kurz ESBL. Sie siedeln im Darm und sind gegen den Wirkstoff gleich mehrerer Antibiotika immun. Sie vermehren sich rasch und streuen die Resistenz innerhalb des Bakterienstamms. „Das ist ein Evolutionsprozess, der rasant abläuft“, sagt Prof. Dr. Thomas Amon, der das Projekt am ATB leitet. Es ist Teil des EsRAM-Forschungsverbundes (Kasten, S. 16), der sich der Bekämpfung der resistenten Bakterien bei Mastgeflügel auf vielen Ebenen widmet. Anhand spezieller Versuchsanordnungen wollen die Potsdamer herausfinden, unter welchen Lager-, Mischungs- und Temperaturbedingungen die problematischen Keime aus dem Geflügelmist möglichst getilgt werden können. „Wir müssen die Verbreitungsketten der Keime hemmen“, sagt Thomas Amon.

Für ihre Versuche ließen sich die Wissenschaftler von kooperierenden Geflügelbetrieben unbelasteten Festmist anliefern und setzten ihm Kulturen von





Werden Nutztiere mit Antibiotika behandelt, landen resistente Bakterien über den Mist der Tiere auch auf unseren Feldern. Hier können sie von den Pflanzen aufgenommen werden und gelangen durch den Verzehr in den menschlichen Darm. Die Folge: Einige Antibiotika wirken nicht mehr, wenn sie dringend gebraucht werden.

resistenten Bakterienstämmen zu. In einer ersten Phase führten sie dann Laborversuche in Bioreaktoren durch. Nun folgt darauf aufbauend der Praxistext mit Kompost und Vergärungsversuchen.

Die Veterinärmedizinerin Corinna Thomas ist am ATB für die Durchführung des Projekts verantwortlich. Als Simulation einer Biogasanlage füllte sie den Geflügelmist in Mini-Fermenter und ließ das Substrat 35 Tage lang bei drei verschiedenen Temperaturen ohne Sauerstoff vergären. Jede ihrer Ausgangsproben enthielt eine bestimmte Anzahl Keime zweier antibiotikaresistenter *E. Coli*-Stämme. „Die gelten als repräsentativ für diese Bakterienart“, sagt sie.

Das Ergebnis ihrer regelmäßigen Analyse der Mikroorganismen: Je höher die Temperatur, desto schneller verschwanden die antibiotikaresistenten Keime aus der Gärmischung. Bei 37 Grad dauerte es immerhin 35 Tage, bis keine dieser Bakterien mehr nachweisbar waren. Bei 42 Grad sank der Zeitraum bereits auf etwa eine Woche. Noch nicht einmal einen Tag überlebten die unerwünschten Mikroorganismen in einer 55 Grad heißen Umgebung. Das klingt nach einem einfachen Erfolgsrezept: Man muss die Biogasanlage nur kräftig anheizen. Aber: „Bei hohen Temperaturen wird gerade bei der Zugabe von stickstoffhaltigem Hühnermist vermehrt Ammoniak freigesetzt. Das kann den Vergärungsprozess hemmen“, sagt Corinna Thomas. Auch in den Kompostlaborversuchen

sank die Zahl der resistenten Bakterien deutlich und rasch von allein. Hier experimentierten die Forscher mit der Zusammensetzung des beigefügten Substrats. Besonders rasch verringerten sich die Keime in den trockenen Varianten der Versuchsanordnung. Neben der Temperatur spielten dabei bei der Kompostierung noch andere Faktoren eine Rolle, sagt Thomas Amon: „Der pH-Wert, der Feuchtigkeitsgehalt der Mischung und die Wetterbedingungen, unter denen der Mist gelagert wird, beeinflussen ebenfalls

---

*»Wir brauchen Haltungssysteme, die für Tiere, Menschen und die Umwelt gleichermaßen gut sind.«*

---

das Ergebnis.“ Noch kennt niemand die perfekte Formel.

Dass sich die resistenten Bakterien in beiden Versuchsanordnungen so drastisch reduzierten, stimmt die Forscher zwar optimistisch. Dennoch sieht Thomas Amon keinen Grund zur Entwarnung: „Wir wissen erst ansatzweise, was die Entwicklung der Resistenzen hemmt, und das auch nur bei Mist von Mastgeflügel.“ Es sei möglich, dass die Bakterien im Schweinekot anders

auf die gleichen Bedingungen reagieren. Zudem ist ihm eines wichtig: Selbst wenn es gelänge, Resistenzen aus der Gülle zu tilgen, müsse das Ziel dennoch sein, Antibiotika am Anfang der Kette zu vermeiden, statt an deren Ende – also im Mist. Dazu bedürfe es einer Tierhaltung in den Ställen, die den Einsatz der Medikamente stark verringern kann: „Wir brauchen Haltungssysteme, die für Tiere, Menschen und die Umwelt gleichermaßen gut sind“, bringt Amon den One-Health-Ansatz auf den Punkt.

Dem stimmt Professor Dr. Kornelia Smalla vom Julius Kühn-Institut (JKI) zu. Die Mikrobiologin erforscht seit den 90er-Jahren das Vorkommen und die Übertragbarkeit von Antibiotikaresistenzgenen in Agrar-Ökosystemen. Auf die Felder gelangen die Antibiotika und Resistenzen nicht nur durch die Gülle, sondern auch durch als Dünger verwendete Klärschlämme, die von Menschen aus verschiedene Antibiotika enthalten.

Was die Landwirtschaft betrifft, seien Güllelager die Hotspots der bakteriellen Evolution, sagt Kornelia Smalla. Hier finden Bakterien eine nährstoffreiche Umgebung, in der sich Resistenzgene besonders gut entwickeln. „Jedes Bakterium besitzt die Fähigkeit dazu“, betont sie. Es aktiviert diese Eigenschaft allerdings nur wenn nötig. „Der Schlüssel ist der Selektionsdruck, dem Bakterien ausgesetzt sind“, so Kornelia Smalla. Je mehr Antibiotika in der Human- und Tiermedizin eingesetzt werden, desto stärker werden die vorhande-

*»Die Überzeugung, dass die Umwelt eine große Rolle bei den Antibiotikaresistenzen in der Humanmedizin spielt, hat sich erst langsam durchgesetzt.«*

nen Resistenzgene auf den sogenannten Plasmiden mobilisiert. Auf diesen kleinen mobilen Einheiten tragen Bakterien genetische Informationen und können diese blitzschnell übertragen. Ohne die Konfrontation mit dem Antibiotikum würde den Mikroorganismen also schlicht der Grund fehlen, eine Resistenz zu entwickeln. Anpassen als Überlebensstrategie: Da verhalten sich die Mikroorganismen genau so, wie Darwin es in seiner Evolutionstheorie beschrieb.

„Es ist spannend, wie Bakterien auf die Veränderung ihrer Bedingungen reagieren und sich anpassen“, sagt Kornelia Smalla. Die Mikroorganismen gehen dabei unter dem Selektionsdruck zwei Wege. Sie können ihre Resistenz durch einen vertikalen Transfer an die nächste Generation weitergeben und so die Gemeinschaft stärken. Oder sie reichen durch einen horizontalen Gentransfer mithilfe der besagten Plasmide genetische Informationen an andere bereits existierende Organismen weiter. Metalle, die dem Futter bei-

gesetzt werden, und Desinfektionsmittel, die in der Gülle enden, scheinen die Bildung von Antibiotikaresistenzen über Co-Selektion zusätzlich anzukurbeln.

Ist der Dünger mitsamt der Antibiotikarückstände und bereits gebildeten Resistenzen erst auf dem Acker verteilt, setzt sich der Transfer fort. Die Mikroorganismen gehen von der Gülle auf die Erde über. Zwar unterscheiden sich Bakteriengemeinschaften in Gülle und im Boden: Güllebakterien können nur kurz im fremden Terrain überleben. Doch die Zeit reicht aus, um die Plasmide mit ihren Resistenz-Informationen an die Artgenossen im Boden und auch in Pflanzen zu übertragen. Im Labor beobachtete die Wissenschaftlerin einen sehr raschen Plasmidtransfer zwischen nicht resistenten und resistenten Bakterien in einem mit Gülle in Kontakt gebrachten Boden. Wie rasch und intensiv dies geschieht, hängt von vielen Faktoren ab, denen Kornelia Smalla und ihre Kollegen weiter auf den Grund gehen. Da Tausende verschie-

dene Bakterienstämme mit unterschiedlichen Eigenschaften existieren, ist die Antwort vielfältig. Die Bakterienart spielt in diesem Zusammenspiel ebenso eine Rolle wie die physikalischen und chemischen Eigenschaften des im Stall verabreichten Antibiotikums sowie das Klima. Was man bereits weiß: Im wurzelnahen Bodenbereich, der Rhizosphäre, stehen Boden, Pflanzen und Mikroorganismen in einem besonders intensiven Austausch. Hier besteht nun die Gefahr, dass grünes Blattgemüse und Salat die resistenten Mikroorganismen des Bodens nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in ihrem Inneren aufnehmen. So können die resistenten Bakterien in die Pflanzen und durch den Verzehr in den menschlichen Darm gelangen und dort im Fall einer Antibiotikatherapie eventuell eine Resistenz gegen den Wirkstoff befördern. Der Kreislauf von der Tier- und Humanmedizin schließt sich.

„Die Überzeugung, dass die Umwelt eine große Rolle bei den Antibiotikaresistenzen in der Humanmedizin spielt, hat sich erst langsam durchgesetzt“, sagt Kornelia Smalla. Wie Thomas Amon vom ATB plädiert sie dafür, bei der Lösung des Problems an dessen Wurzel anzusetzen und nicht erst auf dem Hof oder Acker. „Man kann den horizontalen Gentransfer im Boden ja nicht einfach unterbrechen“, sagt sie. Denn für Bakterien liege es in ihrer Natur, sich anzupassen und ihre Informationen weiterzureichen. Also müsse man den Selektionsdruck verhindern und weniger Antibiotika in den Ställen, aber auch in der Humanmedizin einsetzen. „Dies ist die Stellschraube, an der wir drehen müssen“, betont Kornelia Smalla.

## EsRAM

Die Abkürzung steht für „Entwicklung stufenübergreifender Reduktionsmaßnahmen für antibiotikaresistente Erreger beim Mastgeflügel“. Neben der koordinierenden Freien Universität Berlin sind das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB), die Universität Leipzig, die Justus-Liebig-Universität Gießen und das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) beteiligt. Die Partner des Forschungsverbundes arbeiten unter anderem an Maßnahmen zur Keimreduktion von Mist, Handlungsparametern, Hygienemaßnahmen, Fütterungsschemata sowie der Optimierung bestehender Verfahren für die Schlachtung und Verarbeitung von Mastgeflügel. EsRAM wird durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Dauer von drei Jahren mit insgesamt 2,46 Millionen Euro gefördert.