

Umweltmedizin und Biosensorik

Smog, Chemikalien in Flüssen, Feinstaub aus Kopiergeräten in Büros - der Mensch ist in seiner Umwelt vielen giftigen Einflüssen ausgesetzt. Umweltmediziner untersuchen die Auswirkungen solcher Einflüsse und versuchen, sie so gering wie möglich zu halten. Molekular- und Zellbiologen, aber auch Biotechnologen sind dabei unverzichtbar. Sie helfen zum einen, die biologischen Wirkungsweisen von Umweltgiften auf zellulärer und molekularer Ebene zu erforschen. Zum anderen entwickeln sie Instrumente, die Umweltgifte frühzeitig detektieren können: sogenannte Biosensoren.



Die Landwirtschaft hat unter der Industrie zu leiden.
© Roger Griffith

Die industrialisierte Gesellschaft hat den Lebensraum des Menschen in vielerlei Hinsicht belastet. Verschmutztes Grundwasser kann sich direkt durch das Trinken oder indirekt über den Umweg der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie auf unsere Gesundheit auswirken. Auch der Boden kann ein Ursprung für Erkrankungen sein: Hundekot an Spielplätzen ist die Infektionsquelle Nummer eins in der Stadt. Schwermetalle und andere Gifte in industriell verschmutzten Äckern gelangen in die menschliche Nahrungskette. Die Luft kann etwa über Smog schädlich werden. Weitere schädliche Einflüsse können Strahlung (zum Beispiel Radioaktivität) oder das Klima (Infektionszunahme wegen Überflutungen) sein. Und hier hört die Umwelt nicht auf.

Das traute Heim und andere Fallen

Lange Zeit hat die Medizin sich auf die schädlichen Einflüsse „unter freiem Himmel“ konzentriert. Die meiste Zeit seines Lebens verbringt der Mensch jedoch im Inneren von Gebäuden. Und auch Wohnungen, Büros oder industrielle Räumlichkeiten können krankmachende Stoffe aussondern, die unsere Zellen schädigen. Ob Passivrauch in Gaststätten, Schimmel in feuchten Wohnungen, Allergie auslösende Katzenhaare oder giftiger Feinstaub aus den Kopierern und Druckern in einem Büro – immer deutlicher wird, dass auch der bisher als sicher erachtete Teil unserer Umgebung unter die Lupe genommen werden muss. Allergien, Krebs, Infektionen mit verschiedenen Erregern (Schimmelpilze, Bakterien, Viren) oder Krankheiten der Lunge durch Staub sind zu beobachten. Aber auch Störungen des Nerven- oder Hormonsystems.



Aus der Luft isolierte Flugasche schwirrt im Rauch von Verbrennungsanlagen oder in Autoabgasen herum und wirkt auf die Zellen in unserer Lunge ein.

© Wikipedia

Untersuchungen an Zellen und Geweben zeigen immer deutlicher, welche Auswirkungen eine Belastung mit Umweltgiftstoffen auf die molekularen Prozesse haben kann. Schwermetalle im Boden oder Grundwasser stören zum Beispiel die Struktur von Enzymen. Chlorierte Kohlenwasserstoffe, die etwa als Lösungsmittel in Lacken und Farben Verwendung finden, können die DNA verändern und so zu Krebs führen. Antibiotika, die durch Verfütterung an Schweine oder Hühner in die menschliche Nahrungskette gelangen, fördern bei menschlichen Bakterienerregern Resistenzen und machen sie damit aggressiver. In Verbrennungsmotoren oder Verbrennungsanlagen entstehende Substanzen (zum Beispiel Dioxine, zu denen auch das Entlaubungsmittel Agent Orange gehört) greifen in zelluläre Signalkaskaden ein, verändern die Aktivität verschiedener Gene und bringen so das Gleichgewicht zwischen wichtigen Enzymen durcheinander. Das kann etwa zu einem Durcheinander im Hormonhaushalt oder im Nervensystem führen.

Aber die Umwelt kann auch positive Auswirkungen auf den Menschen haben: Viele Wissenschaftler suchen in der Natur nach sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, die zum Beispiel das Selbstmordprogramm in Krebszellen auslösen und dadurch das Wachstum von Tumoren verlangsamen können. Ein Beispiel hierfür sind sogenannte Isothiocyanate in Kreuzblütlern wie Rucola.

Die Überwachung der Umwelt

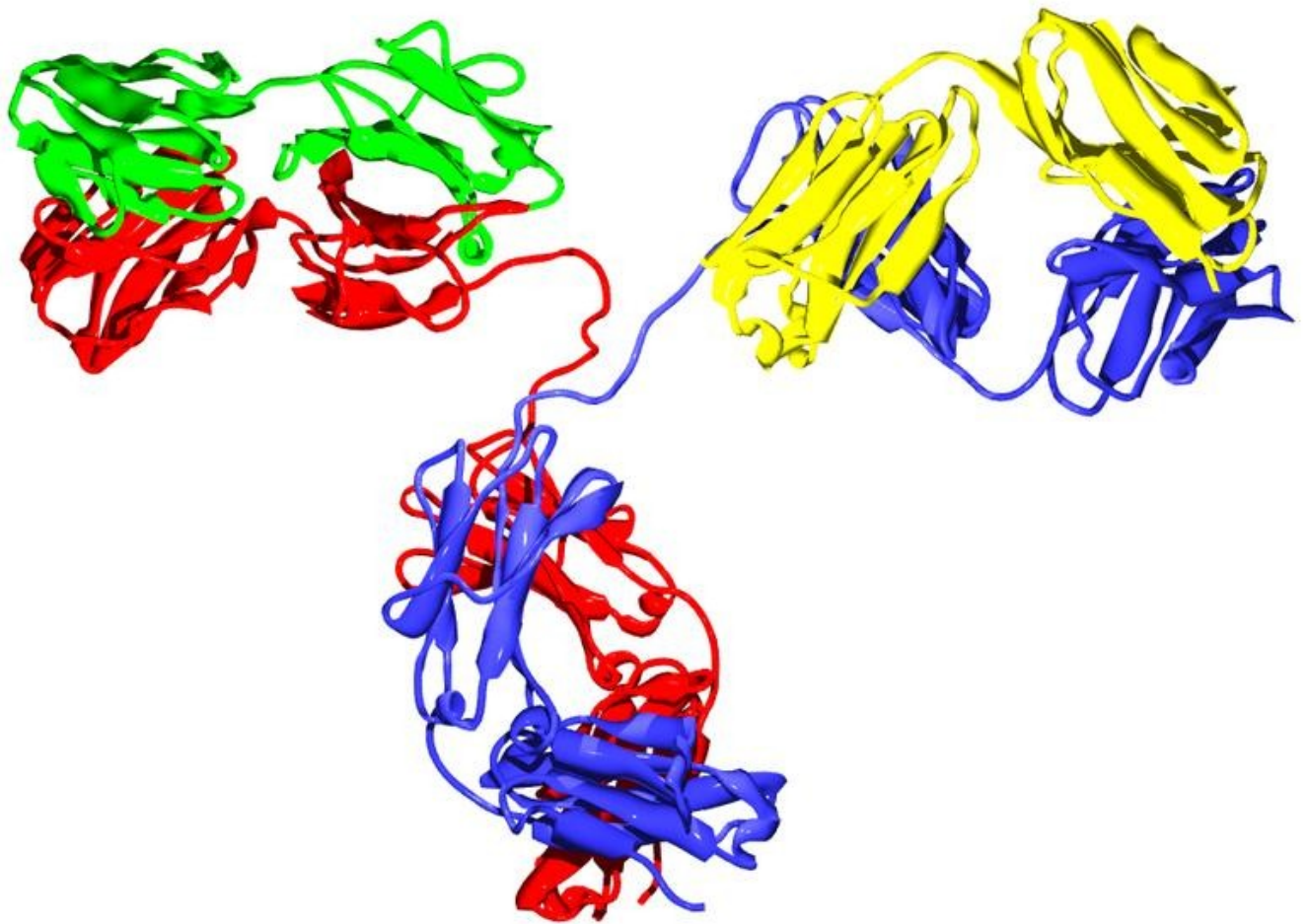
Umweltmediziner können Monitoringverfahren etablieren, die helfen, die Umwelt zu überwachen und krankmachende Einflüsse früh zu entdecken. Ein frühes Beispiel ist der Kanarienvogel, der Minenarbeiter untertage warnte, wenn die Luft zu wenig Sauerstoff beinhaltete. Modernere Verfahren können auch eingesetzt werden, um potenzielle Schadstoffe überhaupt zu erkennen. Denn in vielen Fällen ist die giftige Wirkung von Substanzen überhaupt nicht bekannt. An der Schnittstelle zwischen der Biologie und der Mikrosystemtechnik hat sich in den letzten Jahren die Biosensorik als ein hilfreiches Fachgebiet mit hohem Innovationspotenzial etabliert. Biosensoren sind Messinstrumente, die mit biologischen Komponenten ausgestattet sind. Diese Komponenten interagieren mit einem Umweltgiftstoff und erzeugen daraufhin ein biologisches Signal. Ein eingebauter Transducer wandelt dieses Signal so um, dass es für den Menschen interpretierbar wird.

Wissenschaftler kultivieren heute zum Beispiel Zelllinien, die empfindlich auf Umweltgifte reagieren. Sie zeigen an, ob eine Chemikalie Lebensvorgänge wie Wachstum, Teilung oder Migrationsverhalten stört. Auch die Biotechnologie ist hilfreich: Genetisch veränderte Bakterien können zum Beispiel ein leuchtendes Protein produzieren, wenn sie mit einer hohen Konzentration von Arsen in Berührung kommen. Der Sensor ist in diesem Fall ein Protein, das Arsen bindet und daraufhin die Aktivität eines Gens erhöht, das in dem Bakterium normalerweise Gegenmaßnahmen gegen eine Arsenvergiftung einleitet. Dieses "Schutzgen" ist durch eine genetische Manipulation mit einem "Leuchtgen" (zum Beispiel für das Protein Luciferase) gekoppelt. Bei einer Arsenexposition erhöht sich auch seine Aktivität und die Bakterienzelle beginnt zu fluoreszieren. Mit Hilfe eines Fluoreszenzmikroskops können Wissenschaftler das Signal direkt sehen und aufgrund der Leuchtkraft sogar Aussagen über die Menge des giftigen Schwermetalls treffen.

Sensoren können auch andere Biomoleküle wie Nukleinsäuren, Enzyme oder Antikörper sein. Reagieren sie mit dem entsprechenden Stoff, verändert sich ihre eigene Struktur oder Aktivität. Diese Veränderung können Wissenschaftler dann messen. In vielen Fällen werden solche Moleküle schon heute auf Chips aufgetragen und für Tests verwendet. Der Vorteil von Biosensoren gegenüber chemischen Testverfahren ist bei der Umweltproblematik groß: Trinkwasser-, Boden- oder Luftproben enthalten eine hohe Anzahl verschiedener Chemikalien. Nicht alle diese Stoffe sind giftig. Biosensoren reagieren oft sehr spezifisch auf bestimmte Moleküle und können helfen, die Nadel im Heuhaufen zu finden.

Quellen:

1. Mersch-Sundermann, Volker (Hrsg.): Umweltmedizin; 1999; Georg Thieme Verlag Stuttgart New York
2. Drexler, Hans und Elsner, Peter (Hrsg.): Grundwissen Klinische Umweltmedizin; Verlag Hans Huber; 1. Auflage 2007
3. Bachmann, Till T.: Entwicklung von Einmalsensoren zur schnellen Multianalytdetektion: Acetylcholinesterase- und mikrobielle Biosensoren; 1999, Dissertationsschrift



Antikörper können spezifisch Fremdstoffe binden. Das können Wissenschaftler messen. Das Molekül eignet sich deshalb als Biosensor.

© Tim Vickers

Dossier

24.11.2009

mn

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier



17.03.2021

Epigenetische Schalter in Bakterien als Biosensoren



03.12.2019

Von den Bienen lernen



06.12.2010

Biologische Vorkoster in der Wasserleitung



14.01.2010

Ein Biotest für Umweltgifte
