

U N D A U S S E R D E M



5 GENETIK & ÖKOLOGIE
3 ÖKOTOXIKOLOGIE
2 ANALYTIK
1 GENETIK

6 KIESABBAU
5 UFERFILTRATE
4 BUCHENWÄLDER
3 BERGBAUFOLGE
2 KALTES PLASMA
1 ASTHMA-SENSOR

4 SCHWERMETALLE
3 SOZIOLOGIE
2 PROJEKTBEREICHE
1 SEKTIONEN
5 LANDNUTZUNGSÄNDERUNG
6 SUPER-BAKS

7 GEWÄSSERSCHUTZ
1 UFZ-ÜBERBLICK
6 MIKROORGANISMEN
5 KATALYSATOREN

5 ORGANISATION
1 EINFÜHRUNG

2 FAUSTREGELN
3 LINDAN
4 GEMEINSCHAFTS-EINRICHTUNGEN
2 BIOINDIKATOREN
1 EINFÜHRUNG

MINI-ABHÖRGERÄT FÜR EINEN GUTEN ZWECK

Automatischer Bronchitis-
Asthma-Langzeitsensor

P. Krumbiegel*, G. Despang*, H. Fischer*, G. Fritsch*,
D. Kießling*, W. Riedel*, C.-M. Westendorf* und A. Wilde*

*Sprecher der 8 Mitgliedsorganisationen des sächsischen
Konsortiums »Bronchitis-Sensor«

Die Herausforderung

Die Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle untersucht, wie die menschliche Gesundheit durch die Umwelt beeinflusst wird. Ein wichtiger Aspekt ist dabei der Einfluss von luftgetragenen Schadstoffen auf den Atemtrakt, der sich in allergischen Erkrankungen der Atemwegsorgane (Asthma, Bronchitis) äußern kann. Bisher existierten für eine ortsunabhängige Langzeitüberwachung entsprechender Risiko-Personen noch keine Geräte, die solche Messgrößen ohne aktive Mitwirkung des zu untersuchenden Menschen liefern. Nicht nur für umweltepidemiologische Studien und umweltmedizinische Untersuchungen, sondern auch für die arbeitsmedizinische und die allgemeinmedizinische, insbesondere pädiatrische Diagnostik (Kinderheilkunde), besteht hier eine Marktlücke.

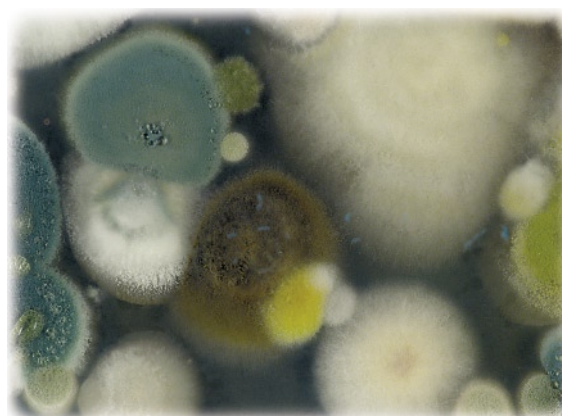
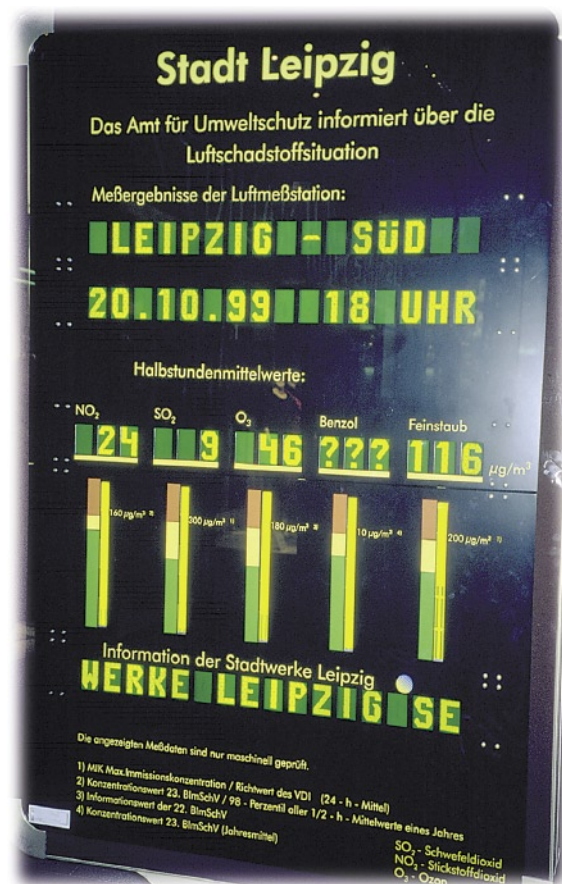


Bild 1: Smogsituation über Leipzig (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)

Bild 2: Leuchttafeln informieren die Leipziger Bürger über die aktuelle Luftschadstoffsituation in verschiedenen Stadtteilen (Foto: Reinart Feldmann, UFZ)

Bild 3: Immer mehr Allergene, die mit der Atemluft aufgenommen werden, wie z.B. Pollen, Hausstaub oder Sporen der hier abgebildeten Schimmelpilze, machen dem Allergiker und Asthmatiker zu schaffen. (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)



Bild 4: Das bekannte und altbewährte Stethoskop des Arztes (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)

Ein steiniger Weg

Am Beginn stand der Gedanke, dem altbekannten Stethoskop des Arztes ein ähnlich kleines Gerät an die Seite zu stellen, bei dem nicht das Ohr des Arztes krankhafte Geräusche der Atmungsorgane wahrnimmt, sondern ein Mini-Computer. Damit sollte es möglich werden, eine Person auch außerhalb der Arztpraxis oder des Krankenhauses auszukultieren, auf gut deutsch: abzuhören. Schon lange ist bekannt, dass vor allem umweltbedingte Atemstörungen oft dann auftreten, wenn kein Arzt zugegen ist, z. B. nachts oder kurz nach dem Aufwachen oder unterwegs. Zwischen einer entsprechenden zu Beginn des Jahres 1993 geborenen Idee und der Bereitstellung produktionsreifer, marktgerechter Muster war ein steiniger Weg zurückzulegen, der nicht nur aufwärts führte.

Nach der Ablehnung eines Antrags auf Forschungsförderung entschloss sich das UFZ zu einer Anschubfinanzierung von Forschungsarbeiten, die später zusätzlich durch das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) finanziert wurden. Das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme Dresden und die Leipziger Universitätskinderklinik waren dabei von Anfang an die ersten Kooperationspartner des UFZ.

Als ein erstes – zwar tragbares, aber noch viel zu großes – Muster vorlag, wurde aus mehreren Bewerbern um eine spätere Produktion ein damals führendes deutsches Unternehmen der Medizintechnik ausgewählt, dessen Inhaber

und Geschäftsführer die Zusammenarbeit energisch vorantrieb. Infolge plötzlicher akuter Erkrankung des Inhabers wurde dieses Unternehmen jedoch an einen Mischkonzern verkauft, für den der Sensor außerhalb seiner Interessensphäre lag.

Durch diesen Rückschlag sowie durch zunächst nicht erwartete Probleme bei der Miniaturisierung des Musters ließen sich die Akteure nicht entmutigen. Weitere, auf Einzelprobleme spezialisierte Partner mussten gewonnen werden. Das UFZ setzte nochmals Forschungsmittel ein und vermittelte außerdem eine Übergangsförderung durch das SMWK. Aus dem Fraunhofer-Institut kam der Vorschlag, ein Forschungs- und Entwicklungs-Konsortium zu gründen.

Das Konsortium

Das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit sowie die Sächsische Aufbaubank mussten durch die bis 1997 vorliegenden Ergebnisse und durch die Beachtung weiterer Voraussetzungen davon überzeugt werden, die Entwicklung des Geräts bis zur Produktionsreife zu fördern. Als wichtiger Schritt erwies sich die Gründung eines entsprechenden Konsortiums, das alle Forschungs- und Entwicklungspartner und die künftigen Produzenten, sämtlich sächsische Institutionen und Firmen, einschließt.

Gemäß einer Definition im Duden ist ein Konsortium »*ein vorübergehender, loser Zweckverband von Geschäftsleuten oder Unternehmen zur Durchführung von Geschäften, die mit großem Kapitaleinsatz und hohem Risiko verbunden sind*«.

Mit der Abstimmung entsprechender Vertragstexte formierte sich im Januar 1999 ein Gremium, das die sächsischen Fördermittel beantragte. Außerdem mussten die Konsorten Risikobereitschaft zeigen, indem sie Eigenmittel einsetzten. Zudem wurden über ein Unternehmen, das am weltweiten Vertrieb interessiert ist, Drittmittel bereitgestellt. Die Leitung der Konsortiumsarbeit wurde dem UFZ übertragen. Ein solch anspruchsvolles Unternehmen kann natürlich nur Erfolg haben, wenn die jeweils besten Spezialfirmen an den vielen Teilaufgaben mitwirken. Zum Glück ist es gelungen, diese Spezialisten in Sachsen ausfindig zu machen und zur Mitarbeit im Konsortium zu gewinnen. Bildlich gesprochen war mit der Gründung des Konsortiums nach erfolgreichem Aufstieg eine Hochebene erreicht.



Bild 5: Die Konsortiumsteilnehmer bei der Begutachtung der ersten Chips im Mai 2000

Die Mühen der Ebene

Jedes Konsortiumsmitglied hatte eigenständige Aufgaben zu lösen, die jeweils eine Herausforderung bedeuteten. Zum Teil waren völlig neue Wege zu beschreiten. Es mussten Risiken eingegangen werden, und trotz auftretender Probleme galt es die vorgegebenen Termine einzuhalten. Die einzelnen Konsorten steuerten folgende Teilschritte zum Gesamtprojekt bei:

- Das UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle übernahm die Gesamtkoordinierung des Projektes, die Untersuchungen zum Sensor-Haut-Kontakt sowie umweltmedizinische Erprobung,
- das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme Dresden entwickelte Schaltkreise und Chips,
- die Firma FAN Fischer Analysen-Instrumente Leipzig war für die Anwender-Software und PC-Oberfläche verantwortlich,
- die Kinderklinik der Universität Leipzig wurde mit der vorklinischen und klinischen Erprobung beauftragt,
- das Kunststoff-Zentrum in Leipzig entwarf das Design der Kapselung sowie der Grundplatte und produziert diese,
- die Gesellschaft für Signalverarbeitung und Mustererkennung GmbH Dresden feilte an der Signalverarbeitung, der Fremdgeräusch-Kompensation und dem PC-Trainingsprogramm,
- das Institut für Akustik und Sprachkommunikation der

TU Dresden entwickelte die Mikrofon-Schaltungen, SMT & Hybrid GmbH Weissig übernahm die Gesamtschaltung, die Leiterplatte und die Endmontage.

Alle Beteiligten waren sich darüber im Klaren, dass der Ausfall eines Partners das Scheitern des Gesamtprojektes bedeuten konnte. Bereits mangelnde Termintreue konnte das Projekt gefährden, da die Einzelaufgaben nicht nur parallel bearbeitet wurden, sondern weil in bestimmten Etappen der eine Konsortpartner vom Ergebnis des anderen abhängig war.

Was zum Beispiel ist zu tun, wenn sich in einer verhältnismäßig späten Entwicklungsphase herausstellt, dass der Platzbedarf der Energiequelle wesentlich größer ist als ursprünglich kalkuliert, die Grundfläche und die Höhe der



Bild 6: Produktion der ersten Kapselungen im Leipziger Kunststoff-Zentrum (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)



Bild 7: Kritische Musterung der ersten Kapselungen (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)

Sensorkapsel aber nicht mehr verändert werden sollen? Auch wenn die drängenden oder beschwichtigenden Attacken des Chefkoordinators nicht immer erfreuten: Die Mühen der Ebene wurden gemeinsam getragen. Die ganz unterschiedlich organisierten Konsorten wuchsen zu einem Team zusammen, das einen gemeinsamen Nenner hatte: die Aussicht auf ein auf dem Markt erfolgreiches Produkt.

Nur durch diese Konstruktion konnte das Gesamtprojekt bisher zum Erfolg geführt werden. Der bisherige Einsatz aller Mitarbeiter und die Termintreue fast aller Konsorten haben sich gelohnt. Auch das Durchfechten entsprechender eigener Patentansprüche gehörte zu den Mühen der Ebene. Erst im Jahre 1999 wurde auf die gemeinsam von der Fraunhofer-Gesellschaft und dem UFZ eingereichten Schutzrechte sowohl das US-Patent als auch das Europäische Patent erteilt.

Bild 8: Stufen auf dem Weg der Miniaturisierung des Bronchitis-Asthma-Sensors: a) In der ersten Entwicklungsstufe bestand der Sensor noch aus zwei Teilen: dem Mikrophon, mit Gurt am Oberkörper befestigt, und dem Aufzeichnungsggerät, in der Hosentasche »versteckt« oder am Gürtel fixiert. (Foto: Norma Neuheiser, UFZ)



Bild 8 b) Auch in der nächsten Phase setzte sich der Sensor noch aus diesen beiden Teilen zusammen, jedoch schon wesentlich kleiner. (Foto: Doris Böhme, UFZ)



Bild 8 c) Klein, kompakt und relativ unauffällig setzt der Sensor in seiner endgültigen Form und Funktionalität der Bewegungsfreiheit (und dem Bewegungsdrang) betroffener Patienten keine Grenzen. Der Minicomputer ist nur 2 cm hoch, hat einen Durchmesser von 4 cm und wird mittels Klebefolie auf dem Brustkorb befestigt. (Foto: Reinart Feldmann, UFZ)



Das Ergebnis

Inzwischen liegt der automatische Langzeitsensor als Produktionsmuster vor. Er ist nur 2 cm hoch und misst 4 cm im Durchmesser. Mittels einer Klebefolie wird der Sensor auf dem Brustkorb befestigt und nimmt über ein Mikrofon die Atmungsgeräusche aus dem Brustkorb auf. Nach entsprechenden Filterungen wird nur das beim Ausatmen auftretende Giemen als krankhaftes Geräusch aufgezeichnet, das nach weiterer Signalbearbeitung als Einzelereignis gegen die Uhrzeit registriert und gespeichert wird. Die notwendigen Einzelfunktionen sind auf einem Chip konzentriert.

Nach ein oder zwei Tagen wird der Sensor vom Arzt wieder abgenommen und am Arztcomputer ausgewertet.

Dieser Mini-Sensor soll es Mediziner und Umweltepidemiologen ermöglichen, durch ortsunabhängiges Langzeit-Abhören des Brustkorbs frühzeitig Veränderungen in der Lungenfunktion zu erfassen und bestimmten Belastungssituationen oder Aktivitäten im Alltag des Patienten gegenüberzustellen.

Mit der Markteinführung wird 2001 gerechnet.

English Abstract

Bugging in a good cause: automatic long-term sensor for bronchitis and asthma

P. Krumbiegel*, G. Despang*, H. Fischer*, G. Fritsch*, D. Kießling*, W. Riedel*, C.-M. Westendorf* und A. Wilde*

The challenge

The Department of Exposure Research and Epidemiology at the UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle investigates environmental effects on human health. One important aspect is the impact of airborne pollutants on the airway which is sometimes reflected in allergic diseases of the respiratory organs, such as asthma or bronchitis. Previously, no portable instruments were available for the long-term monitoring of corresponding risk persons which could detect symptoms without the active assistance of the person involved. This was a gap in the market which needed to be filled – not only for studies into environmental epidemiology and environmental medicine, but also for diagnosis in industrial and general medicine, especially for children.

A difficult birth

Work began with the idea of augmenting the familiar doctor's stethoscope with an equally small instrument in which the pathological noises of the respiratory organs are detected by a micro-computer instead of the doctor's ears. This enables a person to be 'auscultated' outside the doctor's surgery or hospital – in other words, the patient is being 'bugged'. This approach is essential as it has long been known that breathing problems caused by environmental effects often occur when the doctor is not present, such as during the night, shortly before waking up, or when the patient is out and about. Nevertheless, the birth of this relatively simple idea back in 1993 was followed by a thorny process of development before a prototype ready for production and distribution could be presented.

*Speakers of 8 member organisations of the Saxon consortium »Bronchitis Sensor«.