

6. Zusammenfassung

Die Untersuchung von Wasser und Luft mittels chemisch-analytischer Verfahren liefert qualitative und quantitative Ergebnisse für Einzelstoffe. Die biologische Wirkung auf Organismen wird dabei nicht erfaßt. In der routinemäßigen Überwachung ("Monitoring") von Wasser und Abwasser werden dazu Organismen wie Leuchtbakterien, Algen, Kleinkrebse und Fische eingesetzt.

Beim Vergleich mit höher entwickelten Testorganismen haben sich Bakterien als zum Teil um ein bis zwei Zehnerpotenzen empfindlicher erwiesen. Für die qualitative und quantitative Untersuchung von Luft fehlen solche biologischen Prüfverfahren noch weitgehend.

In der vorliegenden Arbeit sollte *Photobacterium phosphoreum* hinsichtlich seiner Eignung als einfacher Testorganismus zur Untersuchung gasförmiger Einzelstoffe und komplexer Luftproben geprüft werden. Als Meßparameter wurde die Änderung der Lichtabgabe der Testkulturen bei Kontakt mit nachteiligen Stoffen im Vergleich zur Kontrolle (synthetische Luft), benutzt. Zur Prüfung der Gase wurden sowohl Oberflächen- als auch Flüssigkulturen verwendet, wobei sich letztere als deutlich abhängig vom pH-Wert erwiesen. Zur Eingrenzung des Einflusses des pH-Wertes wurde die Flüssigkultur mit Phosphat-Puffer stabilisiert. Die Empfindlichkeit der Testkulturen zeigte eine deutliche Abhängigkeit vom Alter der Kultur.

Es wurden an Oberflächen- und gepufferten Flüssigkulturen folgende Einzelstoffe in verschiedenen Konzentrationen untersucht: Ammoniak, Ethylacetat, Formaldehyd, Kohlenmonoxid, Methan und Schwefeldioxid.

In ähnlicher Weise wurden komplexe Luftproben aus Stallluft, Rohluft, und Tropfkörperabluft einer Tierkörperbeseitigungsanstalt sowie Diesellabgase in verschiedenen Verdünnungsstufen untersucht.

Die minimalen Effektdosen für die Einzelstoffe, die noch eine signifikante Änderung der Lichtabgabe sowohl in Oberflächen- als auch in Flüssigkulturen hervorrufen, sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

	Oberflächen-(ml/m ³) kultur	Flüssigkultur (ml/m ³)
Ammoniak	300	50-500
Ethylacetat	200	20
Kohlenmonoxid	10-100	10-100
Formaldehyd	10	1,7
Methan	--	--
Schwefeldioxid	1-10	1-10

Für die komplexen Gasproben sind die Verdünnungsstufen, die in einer Zehnerabstufung hergestellt wurden und noch eine signifikante Lichtabgabeänderung hervorrufen, ebenfalls im folgenden tabellarisch zusammengestellt.

	Oberflächen- kultur	Flüssigkultur
Stallluft	unverdünnt	unverdünnt
Rohluft	10 ⁻¹	10 ⁻³
Tropfkörperabluft	unverdünnt	unverdünnt
Dieselabgase	10 ⁻²	10 ⁻¹

Die Befunde der Einzelstoffprüfung mit den Flüssig- als auch mit den Oberflächenkulturen stehen in guter Übereinstimmung mit Literaturbefunden für Inhalationsversuche mit Menschen und Ratten. Die minimalen Effektdosen in Tests mit

Bakterien, Protozoen und Fischen liegen um zwei bis drei Zehnerpotenzen über denen, die mit den hier verwendeten Bakterien erhalten wurden.

Die bei üblichem Stallbetrieb auftretenden Höchstmengen an Ammoniak und Kohlenmonoxid von etwa 70 bzw. 500 ml/m³ haben auf die Lichtabgabe der Flüssigkultur einen deutlichen Einfluß.

Rohluft und Dieselabgase zeigen noch bei einer Verdünnung von 10⁻³ bzw. 10⁻² eine signifikant nachteilige Wirkung auf die Lichtabgabe.

Die Flüssigkultur erwies sich bei drei der sechs geprüften Einzelgase und zwei der vier komplexen Luftgemische empfindlicher als die Oberflächenkultur, die lediglich bei der Prüfung der Dieselabgase eine stärkere Veränderung der Lichtabgabe zeigte. Gegenüber den übrigen Einzelstoffen zeigten die beiden Testansätze die gleiche Empfindlichkeit. Bei der Rohluft war die Flüssigkultur empfindlicher. Auf Stallluft- und Tropfkörperabluft reagierten beide Testkulturen in ähnlicher Weise.

Es erscheint daher sinnvoll, beide Testsysteme, evtl. in Verbindung mit weiteren akuten Toxizitätstests, für die schnelle und orientierende Messung von einzelnen Luftinhaltsstoffen und komplexen Luftproben einzusetzen.

Eine Weiterentwicklung des Prüfsystems, z.B. in Richtung einer "Biosonde", wird für möglich gehalten.

Siegberte Omerzu: Testing the effect of different gases on the light emission of *Photobacterium phosphoreum* with agar surface and broth cultures.

7. Summary

The examination of water and air by chemical analytical procedures provides qualitative and quantitative results for single compounds. The results do not supply direct information about the biological effect on living organisms. During routine monitoring of water and sewage sensitive organisms like luminescent bacteria, algae and fishes are used. Also the qualitative and quantitative examination of air utilizes similar test organisms. Bacteria proved to be more sensitive up to one to two tenth potencies in comparison with higher organisms.

In this thesis *Photobacterium phosphoreum* (P.ph.) should be tested with regard to its suitability as test organism for the examination of gaseous single compounds and of complex air samples as well.

As measuring parameter the change of light emission of the test culture in contact with detrimental compounds was utilized with comparison to synthetic air. The effects of the different gases on P.ph. were tested with agar surface cultures and broth cultures. The broth cultures were distinctly influenced by changes of the pH-value. Phosphat buffered broth was used to stabilize the pH-value for the test and also to define the pH-influence.

The sensitivity of the test was also dependant on the age of the cultures.

The following single compounds were tested with surface and buffered broth cultures: ammonia, ethylacetate, formaldehyde, carbon monoxide, methane and sulfur dioxide. In a similar way complex air samples from animal houses, raw and

filtered air from a flaying yard as well as Diesel exhausts in different concentrations were tested.

The minimum effective dosis of the single compounds are summarized in the following table:

	surface culture (ml/m ³)	broth culture (ml/m ³)
ammonia	300	50 - 500
ethylacetate	200	20
carbon monoxide	10 - 100	10 - 100
formaldehyde	10	1,7
methane	-	-
sulfur dioxide	1 - 10	1 - 10

The dilution of the complex gas samples causing a significant effect on the light emission of P.ph. are summarized in the following table:

	surface culture	broth culture
air from animal houses	undiluted	undiluted
raw air from a flaying yard	10 ⁻¹	10 ⁻³
filtered air from a flaying yard	undiluted	undiluted
Diesel exhausts	10 ⁻²	10 ⁻¹

The results of the examination of single compounds with broth or surface cultures correspond well with those of the literature. The minimum effective dosis obtained with fishes are about two to three tenth potencies higher than the dosis for the bacteria used throughout this study.

The maximum amount of ammonia and carbon monoxide of about 70 and 500 ml/m³, respectively, measured in an animal house at normal management would exert a significant influence on the light emission of P.ph. in broth culture.

Raw air from a flaying yard and Diesel exhaust still exert a significant influence at dilutions of 10^{-3} .

The broth culture test proved to be more sensitive for three of the six tested single gases, and two of the four complex air mixtures than the surface culture test which was only more sensitive with Diesel exhausts.

For the other single gases the two tests reacted equally. Raw air of a playing yard was better detected by the broth culture. Air from animal houses and filtered air from a flaying yard were equally detected by both of the test methods.

It seems reasonable to apply the two test methods for rapid screening tests of single air compounds or complex air samples possibly in connection with further acute toxicity tests. It seems that the test system includes the option of further improvement, possibly in the sense of a 'bio probe'.