

Hygienekontrolle mittels „Hygienechip“ KONTAMIN

Hygienekontrollen nehmen in der medizinischen Behandlung und Versorgung von Patienten, aber auch im nichtmedizinischen Alltag, eine immer wichtigere Rolle ein. Während in Entwicklungsländern wegen der geringen oder gar nicht vorhandenen Hygienestandards mit wachsender Bevölkerungsdichte die Gefahr von Epidemien kontinuierlich ansteigt, besteht in Industrieländern selbst bei hohen Hygienestandards inzwischen eine erhöhte Erkrankungsgefahr durch multiresistente Keime – vor allem für Krankenhauspatienten und das medizinische Personal. Die Zahl dieser Keime nimmt immer weiter zu und durch die missbräuchliche Verwendung von Antibiotika in der Landwirtschaft laufen wir Gefahr, in eine „therapeutische Steinzeit“ zurück zu fallen - diese Gefahr ist immer schwerer in den Griff zu bekommen. Zwar verfügen wir heute über ausgefeilte Labor-Analysetechniken, mit denen innerhalb weniger Tage krankheitserregende Bakterien sicher bestimmt werden können. Für einige Krankheitserreger gibt es inzwischen auch medizinische Schnelltests, die Bakterien in kurzer Zeit nachweisen können. Für Infusionslösungen, Blutkonserven und andere für die Behandlung von Patienten notwendige Flüssigkeiten und deren Applikationssysteme muss man sich derzeit aber mit der vom Hersteller gewährleisteten Sterilität begnügen, weil eine schnelle direkte Kontrolle vor der Anwendung noch nicht etabliert ist. Dies gilt auch für die Brauch- und Kühlwasserversorgung in Krankenhäusern.

Beispielsweise treten in Kühlwasserspeichern und medizinischen Kühlsystemen immer wieder Legionellen auf, die dann mit feinsten Wassertröpfchen in die Luft gelangen und bei entsprechender Wetterlage zum Ausbruch der Legionärskrankheit führen (Ulm 2009, 53 Erkrankte, 6 Tote; Warstein 2013, über 150 Erkrankte, 2 Tote). Auch bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln sind hygienische Produktions- und Arbeitsbedingungen von entscheidender Bedeutung. In Schwimmbädern und Badeseen, im Trinkwasserbereich und selbst bei der Abwasserreinigung sind Hygienekontrollen ebenfalls unerlässlich. Dabei steht nicht immer unbedingt die genaue Bestimmung der Bakterienspezies im Vordergrund. Für einen Schnelltest genügt oft die Anzahl der Keime bzw. deren Dichte in Flüssigkeiten. Hierzu wurde am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik (HNLME) schon vor mehr als einem Jahrzehnt ein so genannter „Hygienechip“ entwickelt, der schnell und in einfacher Weise die elektronische Bestimmung von Keimdichten in Flüssigkeiten ermöglicht (Bild 1). Herzstück dieses Chips ist eine spezielle IDES (Inter-Digitale Elektroden- Struktur).

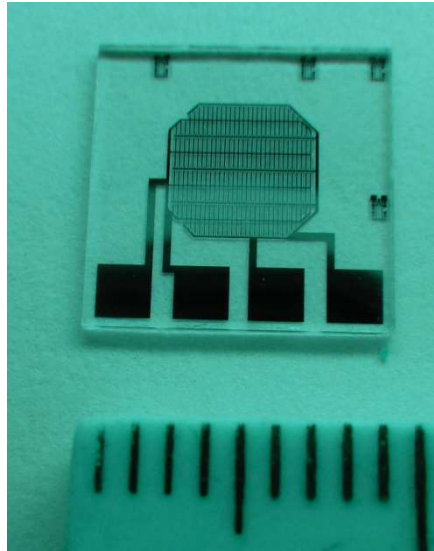


Bild 1: Mikroelektronischer Chip zur Detektion von Keimen in Flüssigkeiten und Aerosolen (Projekt „Kontamin“ des HNLME mit Partnern) [WWG+02].

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Hygienesensors in Dünnschichttechnologie. Auf einem Glassubstrat werden zwei übereinanderliegende, durch eine isolierende Schicht elektrisch getrennte IDES aufgebracht. Jede der elektrisch getrennten vier Leiterbahnstrukturen ist dabei über einen eigenen Kontakt anschließbar.

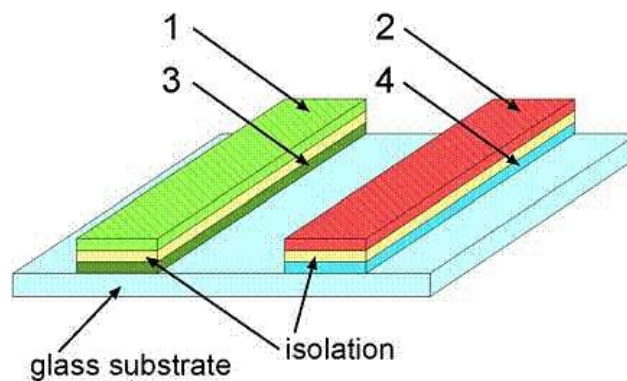


Bild 2: Prinzipieller Aufbau des Sensors: die Metallschichten 1 und 3 sowie 2 und 4 sind jeweils durch eine isolierende Schicht voneinander getrennt.

In einem inhomogenen elektrischen Feld werden auf polarisierbare Mikropartikel – im vorliegenden Fall sind das die Bakterien – dielektrischen Kräfte ausgeübt, welche die Mikroben in Richtung des stärksten Feldgradienten bewegen. Bei geeigneter Formgebung der Elektroden können so die Bakterien aus der zu untersuchenden Flüssigkeit an den Elektroden konzentriert werden (Bild 3) und verändern damit die Impedanz zwischen den Elektroden. Diese Impedanzänderung kann dann unter Zuhilfenahme von Kalibrationslösungen mit bekannter Keimzahl als Maß für die Keimdichte in der Flüssigkeit herangezogen werden.

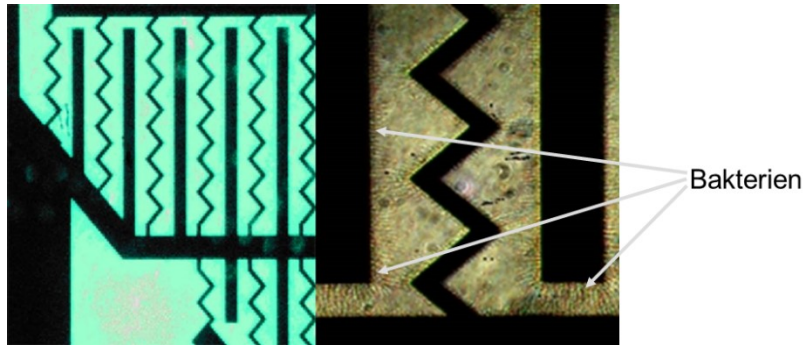


Bild 3: Die Feinstruktur der Elektroden (links) führt zu deutlichen Feldmaxima, die zur Bakterienanreicherung (rechts) genutzt werden.

Weiterentwicklungen dieser Technologie bieten die Möglichkeit, als „Frühwarn“-Detektoren Kontaminationen in fluidischen Systemen, Reinigungs- und Waschlösungen, Aerosolquellen und Wasserversorgungssystemen rechtzeitig zu erkennen und so den Hygienestandard zu erhöhen. So könnte die Gefahr systemischer Verkeimungen in Krankenhäusern verringert, der Antibiotika-Verbrauch eingedämmt und die Qualität von medizinischen Behandlungen stark verbessert werden.