

Ökosystem Innenraum – Neue Einblicke und biotechnologische Anwendungen

Indoor Microbiology – New Insights and Biotechnological Applications

Stefan Liebming

Ökosysteme sind durch die Koexistenz und Interaktion einer Vielzahl unterschiedlicher Organismen gekennzeichnet. Mikroorganismen tragen einen wesentlichen Teil zur Aufrechterhaltung eines stabilen Gleichgewichts bei. Wird dieses Gleichgewicht durch äußere Einflüsse gestört, kann es zur Ausbreitung von Krankheitserregern kommen. Innenräume werden durch neue molekularbiologische Methoden und Erkenntnisse zunehmend als eigene Ökosysteme wahrgenommen. In einem dreijährigen Projekt wurde die Reinraummikrobiologie studiert und neue Möglichkeiten für ihre Kontrolle wurden entwickelt. Diese neuen Konzepte, basierend auf biologischer Kontrolle und lichtinduzierter Desinfektion, können z. B. auch zur Kontrolle von Krankheitserregern in medizinischen Einrichtungen genutzt werden.

Wir schreiben das Jahr 2009, wo zu Beginn eines Projekts des RCPE (Research Center Pharmaceutical Engineering) die Idee geboren wurde, neue Wege in der Reinraummikrobiologie zu gehen sowie neue Konzepte für Sterilität zu entwickeln. Drei Jahre später kann man auf eine Erfolgsgeschichte zurückblicken, die sich in vier Patenten und der Gründung eines „Spin off“ zusammenfassen lässt.

Am Institut für Umweltbiotechnologie wird unter der Leitung von Gabriele Berg seit Jahren erfolgreich an der Charakterisierung mikrobieller Gemeinschaften natürlicher Ökosysteme geforscht. Mikroorganismen nutzen eine Vielzahl an biochemischen Wegen, um miteinander zu kommunizieren, aber auch, um ihr Umfeld zu kontrollieren. Dabei wurden Erkenntnisse gewonnen, die sich auch auf Innenräume übertragen lassen. So konnte im Rahmen des Projekts gezeigt werden, dass Bakterien aus dem Steirischen Ölkürbis neben Pflanzenschädlingen auch Keime wie

Ecosystems are characterized by the coexistence and interaction of a variety of different organisms. Microorganisms contribute significantly to the maintenance of a stable equilibrium. The disturbance of that balance by external influences can lead to the spread of pathogens. Through molecular methods and their findings, indoor environments are increasingly perceived as ecosystems in their own right. In a 3-year project, the microbiology of clean rooms was studied and new possibilities to control them were developed. These new approaches based on biological control and light-induced disinfection can also be used to control pathogens in sensitive areas, such as medical facilities.

It was in 2009, at the beginning of a project of the RCPE (Research Center Pharmaceutical Engineering), that the idea of studying clean room biology and developing new concepts for sterility was born. Three years later, we can look back on a success story that is reflected in four patents and the creation of a spin-off.

Research on the characterization of microbial communities of natural ecosystems has been conducted for years at the Institute for Environmental Biotechnology under the direction of Gabriele Berg. Microorganisms use a variety of biochemical pathways to communicate with each other as well as to control their environment. The evidence obtained is also applicable to interior spaces. During the project “Innovative concepts in clean room technology” it was shown that bacteria isolated from the Styrian oil pumpkin could also dramatically inhibit not only pests but also the growth of human associated pathogens, such as methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). The inhibition is based on the antimicrobial activity of volatile organic compounds produced by antagonistic microorganisms. Chemical



Stefan Liebming ist Senior Researcher am an der TU Graz beheimateten RCPE. Die aktuelle Forschungsarbeit umfasst die biologische Kontrolle von Mikroorganismen in Reinräumen im Zuge des Projekts „Innovative Konzepte in der Reinraumtechnologie“.

Stefan Liebming is a senior researcher at the RCPE. Current research includes the biological control of microorganisms in clean rooms as part of the project “Innovative concepts in clean room technology”.



© Ortner Reinraumtechnik

Abb. 1/ Fig. 1

Abb. 1: Die lichtinduzierte Desinfektion eröffnet neue Wege in der Entkeimung von Oberflächen.

Fig. 1: Light-induced disinfection opens new possibilities for the decontamination of surfaces.

den Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA), die beim Menschen schwere Krankheiten hervorrufen, in ihrem Wachstum hemmen. Die Hemmung basiert zum Beispiel auf der antimikrobiellen Wirkung von flüchtigen Verbindungen, die von antagonistisch wirksamen Mikroorganismen produziert werden. Die chemische Auswertung über Headspace GC-MS führte zur Identifikation von neuen Wirkstoffen, die nachweislich zur Abtötung von Pathogenen beitragen. In Zeiten zunehmender Resistenzen von Mikroorganismen gegenüber Antibiotika stellen diese Organismen eine vielversprechende Ressourcenquelle für neue Wirkstoffe dar.

Die Reinraumumgebung ist das zentrale Betätigungsfeld der Projektpartner Josef Ortner (Ortner Reinraumtechnik GmbH, Villach) und Carsten Moschner (Dastex GmbH, Muggensturm). Ihr Anspruch an das Projekt war, neben der Entwicklung neuer Entkeimungsmethoden, auch die Verbesserung von aufwendigen Prozeduren. Hierbei stand die Entwicklung einer Bekleidung in Kombination mit einer Personenschleuse, die den Wechsel zwischen unterschiedlichen Reinraumklassen ermöglicht, im Fokus. Die größte Herausforderung bestand darin, Keime an der Oberfläche in kürzester Zeit zu eliminieren. Textilien mit diesem Leistungsprofil waren bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht verfügbar. Im Zuge intensiver Recherche stieß die Arbeitsgruppe rund um Stefan Liebming (RCPE) auf eine Lösung aus dem

analysis based on headspace GC-MS led to the identification of new active substances which proved to kill pathogens. In an age of increasing antibiotic resistance of microbes, these organisms are promising resources for new drugs.

The clean room environment is the main area of activity of the project partners Josef Ortner (Ortner Reinraumtechnik GmbH, Villach) and Carsten Moschner (Dastex GmbH, Muggensturm, Germany). What they sought from the project was the development of new decontamination techniques and the improvement of established procedures. The aim was to develop new clean room garments in combination with a personnel lock that would allow switching between different clean room classes without changing the clean room suite. The biggest challenge was to prevent cross-contamination, which includes the transmission of microorganisms from one area to another. Germs on surfaces were to be eliminated immediately. Textiles with this antimicrobial performance were not yet available at this time. In the course of intensive research, the working group around Stefan Liebming (RCPE GmbH, Graz) found a solution in the field of photobiology, which is called light-induced disinfection. The principle is based on the activation of photoreactive substances by visible light, which leads to a disruption of bacterial cells by the degradation of cell components such as lipids, proteins and nucleic acids. This effect occurs within minutes and



Abb. 2/ Fig. 2
© Stefan Liebming

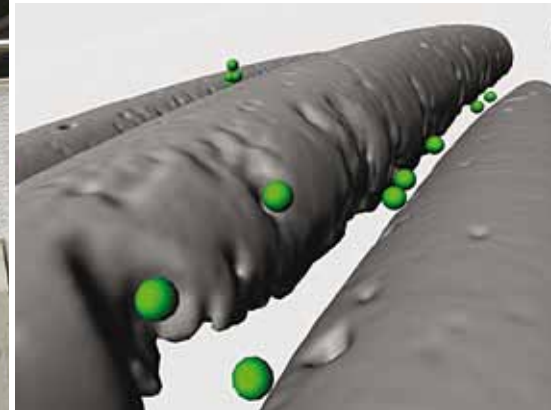


Abb. 3/ Fig. 3
© Institut für Umweltbiotechnologie

Bereich der Photobiologie, die lichtinduzierte Desinfektion. Das Prinzip beruht auf der Aktivierung von photoreaktiven Substanzen durch sichtbares Licht, wodurch im Endeffekt bakterielle Zellbestandteile wie Lipide, Proteine und Nukleinsäuren zerstört werden. Diese Wirkung tritt innerhalb von Minuten ein und erfasst Bakterien, Pilze und Viren. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass die Entstehung von Resistenzen durch den Wirkmechanismus ausgeschlossen werden kann. Nach intensiver Forschungsarbeit ist es nun gelungen, textile Gewebe zu produzieren, die innerhalb von Minuten eine starke antimikrobielle Wirkung entfalten. In Kombination mit Schleusen, die mit einem innovativen Lichtmanagement auf Basis modernster LED-Technologie ausgestattet sind, bringt dieses Konzept ganz neue Perspektiven für die Planung und den Betrieb in der Reinraumtechnik. Diese fruchtbare Kooperation der wissenschaftlichen und industriellen Partner wurde 2011 mit dem „science2business award“ gewürdigt. Aber nicht nur im Reinraum haben die mikrobiellen Gemeinschaften eine große Bedeutung: Der Mensch verbringt über 90 % seiner Zeit in Innenräumen, in ständiger Koexistenz mit Mikroorganismen. Die im Projekt entwickelten Strategien zur Erhaltung und Förderung eines gesunden Umfeldes auf andere Bereiche wie Medizin oder Lebensmittelindustrie zu übertragen, ist das Ziel von Stefan Liebming und seinem Team „bio2clean“ in den kommenden Jahren.

covers a variety of microorganisms, such as bacteria, fungi and viruses. Another advantage of this method is that resistance can be excluded due to the multi-target mechanism. After intensive research it is now possible to produce textile fabrics which develop a strong antimicrobial effect within minutes. In combination with personnel locks, which are equipped with an innovative light management based on LED technology, this concept brings new perspectives for the design and operation of clean rooms. In 2011, this fruitful cooperation between the academic and industrial partners was honored with the Science2business Award.

However, microbial communities are not only important in clean rooms: people spend over 90% of their time indoors, coexisting with microorganisms. The preservation and promotion of healthy environments in areas of medicine and industry based on biological control of microorganisms in indoor environments will be brought to fruition by Stefan Liebming and his team “bio2clean” in the next few years.

Abb. 2: Innenräume beherbergen komplexe mikrobielle Gemeinschaften.

Fig. 2: Indoor environments harbor complex microbial communities.

Abb. 3: Komplexe Strukturen textiler Gewebe (grau) begünstigen die Anheftung von Bakterienzellen (grün) und erschweren dadurch die Entkeimung.

Fig. 3: Complex structures of textile fabrics (gray) favor the attachment of bacterial cells (green) and hinder decontamination.