WISSEN. KOMPAKT.

Autor: Stefan Leuko

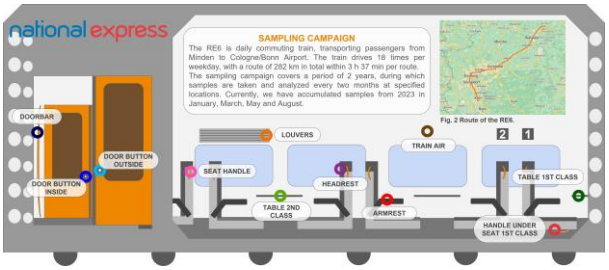
5.2 Mikrobielles Inventar des öffentlichen Nahverkehrs

Thema und Ziel

Wo immer Menschen sind, da sind auch Bakterien (einzellige Lebewesen). Die meisten Bakterien (auch Mikroben genannt) sind für den Menschen harmlos, doch einige Mikroben können Krankheiten verursachen. Daher untersuchen wir im Kontext des Projekts VMo4Orte die mikrobielle Belastung von Oberflächen sowie der Umgebungsluft im ÖPNV, um die Gesundheit der Passagiere zu erhalten.

Die Bestimmung der mikrobiellen Belastung beinhaltet die Überwachung und Beobachtung vorhandener Mikroorganismen. Dies ermöglicht eine Einschätzung der Risiken sowie die Entwicklung und Kontrolle von Gegenmaßnahmen. Im Jahr 2021 veröffentlichte Danko et al. [1] eine Studie, in der die Autoren öffentliche Verkehrsmittel in 60 verschiedenen Städten untersuchten und das mikrobielle Ökosystem bewerteten. In dieser Studie wurde der Begriff "Core Urban Microbiome" geprägt, der aus 31 verschiedenen Mikrobenarten besteht, die an allen untersuchten Orten nachgewiesen wurden [1]. Dies umfasst typische Hautbakterien wie Staphylococcus epidermidis, Cutibacterium acnes sowie Bakterien aus der Umwelt wie Kocuria rhizophilia oder Brevundimonas sp.

Neben den "normalen" Mikroben, die keine Bedrohung für den Menschen darstellen, gibt es auch eine Kategorie von Organismen, die Krankheiten verursachen können: die sogenannten "multi-resistenten" Mikroorganismen. Sowohl in Japan [2] als auch in Guangzhou und Peking [3] könnten in Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs antibiotikaresistente Mikroben nachgewiesen respektive isoliert (Peking) werden. Im Rahmen des Projekts VMo4Orte wurde und wird der Nahverkehrszug der Linie RE6 alle 2 Monate beprobt und das mikrobielle Inventar mittels Next-Generation-Sequencing (NGS) bestimmt.



Quelle: DLR (2024)

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Messkampagne im Regionalzug

Zentrale Forschungsergebnisse

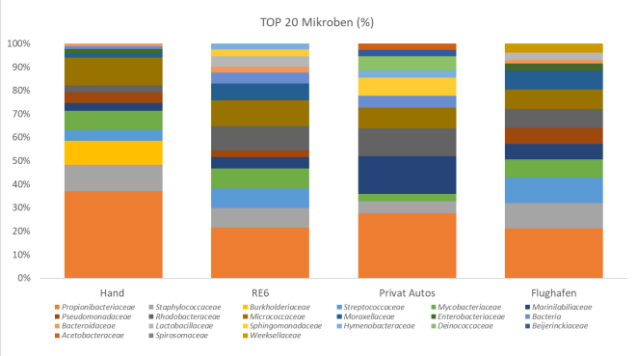
Um einen praktischen Einblick in diese Form der Untersuchung zu geben, wurde der Regionalexpress (RE6) des National Express in Nordrhein-Westfalen beprobt und die mikrobiologische Diversität analysiert. Zu diesem Zweck wurden 10 verschiedene Orte in diesem Zug mittels Tupfer beprobt (siehe oben), die DNA mit Hilfe von kommerziell verfügbaren Kits extrahiert und die Proben mit Hilfe von NGS im Detail analysiert. Mit Hilfe dieser Methode ist es möglich, einen sehr detaillierten Einblick in das mikrobielle Inventar zu erhalten. Die meisten identifizierten Organismen sind human-assoziiert wie z.B. Staphylococcus spp, und Corynebacterium spp.

Mit dieser Methode können auch Organismen nachgewiesen werden, die in kleineren Mengen vorhanden sind und bei verschiedenen Temperaturen sowie Nährstoffbedingungen wachsen. So erhält man einen sehr genauen Einblick in das mikrobielle Inventar und kann ggf. mit den folgenden beschriebenen Maßnahmen die Anzahl der Bakterien etwas verringern.

Gegenmaßnahmen

Eine der ältesten und bekanntesten Maßnahmen zur nachhaltigen Entfernung von Mikroben und Viren ist die Reinigung mit Reinigungsmitteln. Dies hilft, die mikrobielle Belastung zu reduzieren, allerdings werden niemals alle Mikroben und Viren dadurch vollständig entfernt. Um spezifische, häufig frequentierte Umgebungen noch besser zu schützen, sind verschiedene Ansätze denkbar:

1. Antimikrobielle Oberflächen: Antimikrobielle Oberflächen verhindern aktiv die Vermehrung und Verbreitung von Mikroben durch Abtöten bei Kontakt. Das bekannteste antimikrobielle Material ist Kupfer.
2. UV-C und Blaulicht: Eine weitere Desinfektionsmethode ist die Verwendung von UV-C-Strahlung oder Blaulicht. Beide Arten induzierten reaktiven Sauerstoff und töten dadurch die Zellen.
3. Plasma: Plasma ist eine Methode zur Dekontamination, die gleichzeitig Oberflächen und Luft reinigen kann. Der antimikrobielle Effekt von Plasma entsteht durch die Wechselwirkung von geladenen Partikeln (Ionen, Elektronen), ROS, UV-C- und VUV-Strahlung (<200 nm) sowie thermischer Erwärmung



Quelle: DLR (2024)

Abbildung 2: Darstellung der wichtigsten Mikroben der Messungen im Regionalverkehr

Beteiligte Partner

National Express
GoRheinland

Wissen. Kompakt.

Mikroben sind essentielle Bestandteile des menschlichen Körpers sowie unserer Lebensumgebung. Sie begleiten uns überall hin und spielen eine wichtige Rolle in unseren Lebensräumen. Die meisten Mikroben sind für uns nützlich und ungefährlich. Dennoch können bestimmte Viren, Bakterien oder Pilzsporen sowohl bei kranken als auch bei gesunden Menschen Schaden anrichten. Aus diesem Grund ist es notwendig, die mikrobielle Belastung im Nah- und Fernverkehr zu bewerten. Der Ausbruch von COVID-19 hat gezeigt, dass ein Virus jederzeit eine weltweite Pandemie auslösen kann.
Unsere Forschung trägt dazu bei, das alltägliche Mikrobiom im Nahverkehr zu bestimmen und geeignete Maßnahmen zu erforschen um die mikrobielle Belastung zu verringern. Mit innovativen Ansätzen (z.B. neuartige anti-mikrobielle Oberflächen) wollen wir so die Sicherheit für die Passagiere erhöhen.

Weiterführende Referenzen

- Danko, D. et al.: A global metagenomic map of urban micribiomes and antimicrobial resistance. Cell 184 (2021), S. 3376-3393.
- Iwao,Y.; Yabe, S.; Takano, T.; Higuchi, W.; Nishiyama, A.; Yamamoto, T.: Isolation and molecular characterization of methicillin-resistant Staphylococcus aureus from public transport. Microbiol. Immunol. 56 (2012) S. 76-82.
- Cao, T.; Liu, Y.; Li, Y.; Wang, Y.; Shen, Z.; Shao, B.; Walsh, T.R.; Shen, J.; Wang, S.: A public health concern: emergence of carbapenem-resistant Klebsiella pneumoniae in a public transport environment. J. Antimicrob. Chemother. 75 (2020), S. 2769-2772.

Die präsentierten Ergebnisse in diesem „Wissen.Kompakt." sind im Rahmen des DLR-Projekts „Vernetzte Mobilität für lebenswerte Orte (VMo4Orte)" entstanden. Über die Projektlaufzeit von 2022-2024 haben insgesamt 19 DLR-Institute gemeinsam mit Partnern aus Kommunen, Verkehrswirtschaft und Verbänden Mobilität von Personen und Gütern als grundlegende Voraussetzungen für lebenswerte, klimarobuste und wettbewerbsfähige Städte und ihr Umland untersucht. Das Projekt bietet hierzu aus einer systemischen Perspektive und einer inter- und transdisziplinären Expertise Lösungsbausteine als Beiträge zur Transformation des Verkehrssystems.