

Automatisierung des Lebenszyklus chirurgischer Instrumente

Diplomand



Jan Schmid

Ausgangslage: Der Kreislauf chirurgischer Instrumente von der Aufbereitung über die sterile Lagerung bis zur Bereitstellung im Operationssaal ist personal- und ressourcenintensiv. In der Schweiz werden jährlich über 720'000 Operationen durchgeführt, wobei pro Eingriff schätzungsweise 50 Instrumente bereitgestellt werden müssen. Trotz dieses Volumens ist die Automatisierung in diesem Bereich noch wenig verbreitet, was unter anderem auf die grosse Varianz der eingesetzten Instrumente zurückzuführen ist. Hinzu kommt, dass heute jeweils ein gesamtes Instrumentenset geöffnet wird, unabhängig davon, welche Instrumente tatsächlich verwendet werden. Nicht benötigte Instrumente durchlaufen dennoch den vollständigen Aufbereitungsprozess, was zu unnötigem Verschleiss, erhöhten Kosten und einem grösseren ökologischen Fussabdruck führt. Ziel dieser Masterarbeit ist es, den Lebenszyklus chirurgischer Instrumente mithilfe von Automatisierung effizienter, nachhaltiger und sicherer zu gestalten. Im ersten Teil wird ein Gesamtkonzept für den automatisierten Instrumentenkreislauf entwickelt. Im zweiten Teil wird die technische Machbarkeit eines Teilsystems in Form eines Prototyps erarbeitet.

Ergebnis: In der Konzeptentwicklung wurden drei Grobkonzepte erarbeitet und mittels einer Nutzwertanalyse anhand technischer, regulatorischer, ökonomischer, ökologischer und organisatorischer Kriterien verglichen. Das Sterilgatekonzept erzielt die höchste Bewertung in der Nutzwertanalyse und wurde deshalb für die weitere Entwicklung ausgewählt. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass nicht benötigte chirurgische Instrumente während eines Eingriffs in einem mobilen Roboter steril verbleiben und erst bei Bedarf einzeln ausgeschleust werden.

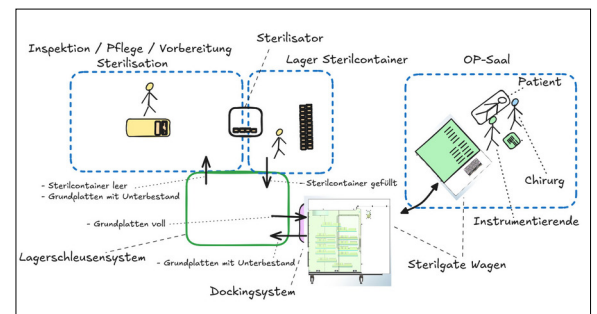
Der aufgebaute Prototyp realisiert die Sterilbarriere für den Innenraum sowie die Instrumentenschleuse mit integrierter Lift zur sterilen Bereitstellung einzelner Instrumente. Die Verifikation der Teilsysteme erfolgte mit pragmatischen Mitteln. Differenzdruckmessungen belegen die Funktionsfähigkeit der Druckregelung und Aerosolveruche mit einer Nebelmaschine zeigen, dass bei den ermittelten Betriebsparametern von 30 Pascal Überdruck und zwei Sekunden Luftreinigung der Instrumentenschleuse kein Rauch im Innenraum detektiert werden konnte. Die Ausschleusedauer der Instrumentenschleuse wurde mit 1,45 Sekunden gemessen. Die Reinigungsdauer der Instrumentenschleuse nach dem Ausschleusevorgang betrug 3,2 Sekunden.

Fazit: Das Sterilgatekonzept bietet hohe klinische, ökologische und ökonomische Vorteile gegenüber dem Stand der Technik. Es kann Vorbereitungs- und Stillstandszeiten reduzieren und die

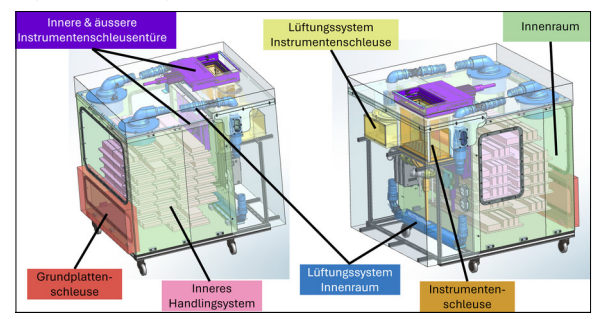
Nachverfolgbarkeit verbessern. Durch weniger Aufbereitungszyklen sinken Wasser- und Energieverbrauch, während die Lebensdauer der Instrumente steigt.

Die Verifikationsergebnisse geben ein positives Bild der Funktionsfähigkeit des Prototyps und belegen die technische Machbarkeit der Kernfunktionen. Die kurze Ausschleuse- und Reinigungsdauer der Instrumentenschleuse bildet eine gute Grundlage für eine hohe Geschwindigkeit des Gesamtsystems. Bis zu einem zertifizierten Medizinprodukt ist es jedoch ein weiter Weg. Aspekte wie die Reinigbarkeit und Sterilisierbarkeit des Gesamtsystems sowie zertifizierte Partikelmessungen müssen in weiteren Entwicklungsschritten adressiert werden.

Minimum Viable Product für das Sterilgatekonzept Eigene Darstellung



Module Sterilgate (Die Entwicklung der Grundplattenschleuse und inneres Handling sind nicht Teil der Masterarbeit) Eigene Darstellung



Verifikation mit Nebelmaschine Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Yves Zimmermann

Korreferent

Dr. Nico Zimmermann,
TRUMPF Lasertechnik SE

Themengebiet

Mechanics &
Automation, Medical
Engineering