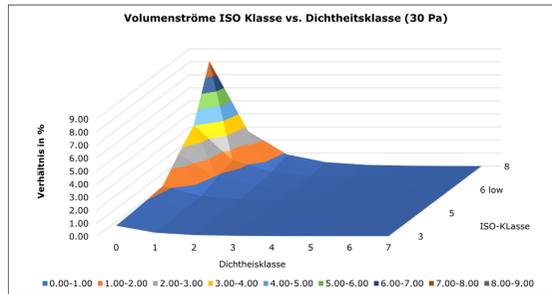


Master-Thesis Building Technologies

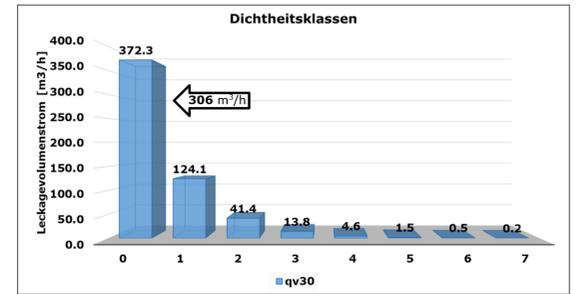
Dichtheit von Reinräumen und Komponenten



Abb. 1: Case Study Reinraum



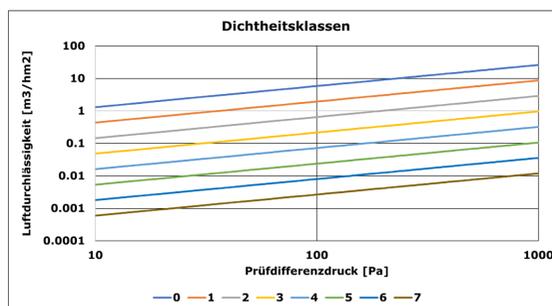
Diagr.1: Relevanz der Dichtheitsklasse



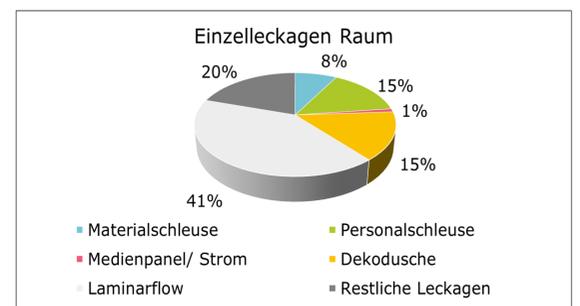
Diagr.2: Dichtheitsklassen für Case Study



Abb. 2: Case Study Reinraum: BlowerDoor



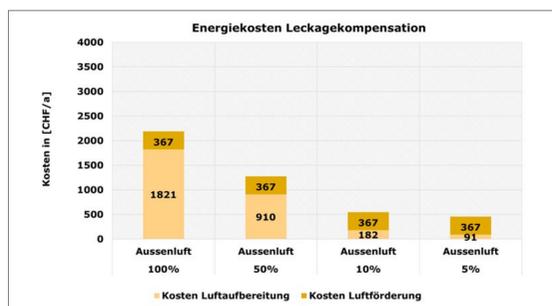
Diagr.3: Dichtheitsklassen allgemein



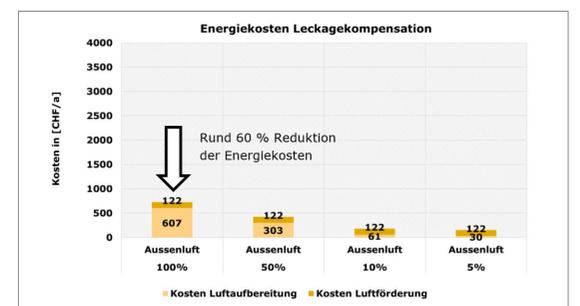
Diagr.4: Verteilung der Einzelleckagen der Case Study



Abb. 3: Case Study Reinraum: Leakage-Finder



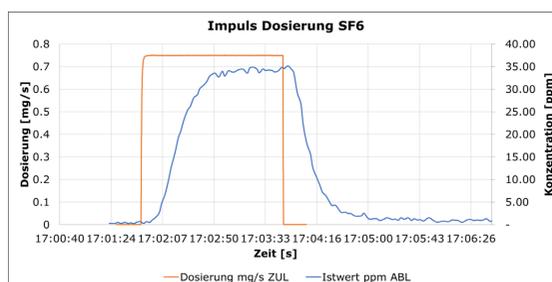
Diagr.5: Energiekosten für die Leckagekompensation – Klasse 0



Diagr.6: Energiekosten für die Leckagekompensation – Klasse 1



Abb. 4: Testmessung Spurengasmethode



Diagr.7: Impulsverfahren



Diagr.7: Abklingmethode

Bestehende Dichtheitsmessverfahren

In der Praxis wird bei der Planung eines Reinraums die Dichtheit aus energetischer Sicht nicht ausführlich genug betrachtet. Zudem gibt es in der Schweiz keine Norm für die Dichtheit in Reinräumen. Dies führt zu teilweise sehr undichten Reinräumen und dadurch zu Problemen bei der Einregulierung der Lüftungsanlage oder zur Verfehlung der Qualifizierung der ISO- oder GMP-Klasse. Für diese Masterthesis wurden an einer Fallstudie diese Methoden angewandt, um Erkenntnisse hinsichtlich der Leckageverteilung auf Einzelkomponenten zu erhalten. Durch die Fallstudie wird ersichtlich, dass die Schleustüren sowie die Laminarflow-Umluft Decke den grössten Teil der Leckage darstellen. Zusätzlich wird analysiert, welchen Effekt Leckagen auf den Energiebedarf des Reinraums haben. Es stellt sich heraus, dass vor allem in den niedrigen ISO-klassifizierten Reinräumen die Leckagen einen hohen Einfluss haben. Durch Verbesserung der Dichtheitsklasse von 0 auf 1 kann bis zu 60 % der Energie, die zum Kompensieren der Leckage benötigt wird, eingespart werden. Bezogen auf den Zuluftenergiebedarf macht diese Reduktion bis zu 30 % aus.

Neue Ansätze mit Spurengas

Die VDI Richtlinie beinhaltet keine Messverfahren für eine kontinuierliche Überwachung der Dichtheit, sie schlägt eine regelmäßige Wiederholung der Dichtheitsmessung vor. Da bei den herkömmlichen Messverfahren für die Gesamtleckage die Lüftungsanlage ausgeschaltet werden muss, muss eine Requalifizierung erfolgen. Diese ist meist mit viel Aufwand und Kosten verbunden. Daher setzt sich diese Masterarbeit mit Messmethoden auseinander, die keinen Stillstand des Betriebes mit sich bringen. Die Überwachung der Dichtheit soll mithilfe von Spurengasen erfolgen. Um zu zeigen, dass Spurengasmessungen für die Dichtheitsbestimmung in Reinräumen anwendbar sind, werden Testmessungen an einem Lehrmodell durchgeführt, die erste Erfolge zeigen.

Mithilfe der Dosierung von Spurengasen lässt sich der Volumenstrom der Zu- und Abluft mit sehr geringer Messunsicherheit bestimmen. Auch kann die Luftwechselrate mithilfe des Spurengases überwacht werden. Durch ein Impulsverfahren kann ebenso die Dichtheit direkt bestimmt werden. Hier stehen jedoch noch Validierungsmessungen aus.

Aus energetischer Sicht ist für jeden Reinraum mindestens Dichtheitsklasse 1 empfehlenswert. Von Vorteil wäre, wenn neben der benötigten Dichtheitsklasse auch die energetische Bewertung in die Risikoanalyse mit einfließen würde.

Marie-Teres Moser

Betreuer:
Prof. Dr. Heinrich Manz
Martin Hämmerle

Hochschule Luzern - Technik & Architektur
Jobst Willers Engineering AG