

**SONDERAUSBILDUNG IN DER PFLEGE IM
OPERATIONSBEREICH**

16. Februar 2009 bis 16. Februar 2010

ABSCHLUSSARBEIT

zum Thema

Reinraumluftechnik

Wie „REIN“ muss ein OP sein?

vorgelegt von: Manuel Marquardt
LKH Klagenfurt
Unfall/Orthopädie

begutachtet von: DGKS, Tanja Knapp
LKH Klagenfurt
Allgemein- und Herzthoraxchirurgie

05. Dezember 2009

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbst verfasst und alle ihr vorausgehenden oder sie begleitenden Arbeiten eigenständig durchgeführt habe. Die in der Arbeit verwendete Literatur sowie das Ausmaß der mir im gesamten Arbeitsvorgang gewählten Unterstützung sind ausnahmslos angegeben. Die Arbeit wurde in gedruckter und elektronischer Form abgegeben.

Ich bestätige, dass der Inhalt der digitalen Version mit der gedruckten Version übereinstimmt. Es ist mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Die Arbeit ist noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Marquardt Manuel

Ludmannsdorf, 05. Dez. 2009

KURZZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Abschlussarbeit wird versucht, auf das Konzept der Reinraumtechnik, die verschiedenen Raumluftechnischen Anlagen, sowie die Hygiene im OP näher einzugehen. Das Hauptaugenmerk in dieser Arbeit liegt darauf, aufzuzeigen, wie Reinraumtechnik funktioniert. Es soll auch auf die Anwendung dieser Anlagen im LKH Klagenfurt eingegangen werden. Hier werden die bereits bestehenden Anlagen im LKH „alt“ mit den geplanten Anlagen im LKH „Neu“ verglichen.

Raumluftechnische Anlagen sind speziell im OP nicht mehr wegzudenken, da durch diese Systeme die Verbreitung von Keimen und dadurch Infektionen um ein vielfaches verringert bzw. sogar verhindert werden können.

Wir, das Fachpersonal im OP, sowie alle anderen Berufsgruppen, die tagtäglich im sterilen Raum arbeiten, müssen über die raumluftechnischen Anlagen und ihre Wirkung auf uns und den Patienten bestens Bescheid wissen. Denn durch die Unwissenheit des Personals und durch suboptimale Arbeitsweise am OP Tisch kann auch die beste RLT nicht vor der Keimverwirbelung schützen. Deshalb ist es gerade für uns als Fachpersonal so wichtig, technische Gegebenheiten, persönliche Hygiene und Selbstdisziplin so zu vereinen, dass die Keimanzahl im Operationssaal sowie den dazugehörigen Nebenräumen so gering wie möglich gehalten wird. Nur so können wir gewährleisten, uns und den Patienten so wenig wie möglich Keimen auszusetzen.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Komponenten des Raumklimas.....	10
Abbildung 2: turbulenzarme Verdrängungsströmung.....	15
Abbildung 3: turbulente Mischluftströmung	16
Abbildung 4: Beispielbild 1 Klimawartung LKH Klagenfurt	27
Abbildung 5: Beispielbild 2 für Klimawartung im LKH Klagenfurt.....	28
Abbildung 6: Beispielbild 3 für Klimawartung im LKH Klagenfurt.....	29
Abbildung 7: Beispielbild 4 für Klimawartung im LKH Klagenfurt.....	30

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Anm.	Anmerkung
bzw.	beziehungsweise
f/ff	folgende
LKH	Landeskrankenhaus
m/sec	Meter pro Sekunde
ÖNORM	Österreichisches Normungsinstitut
OP	Operation/Operationssaal
RLT	Raumluftechnische Anlagen
TAV	turbulenzarme Verdrängungsströmung
TEP	Totalendoprotetik
USA	United States of America
vgl.	vergleiche

INHALTSVERZEICHNIS

0.0	VORWORT	1
1.0	EINLEITUNG.....	2
2.0	WAS SIND „REINE“ RÄUME?	3
2.1	Reinheitsgrad /Luftqualität.....	3
2.2	Reinheitsklassen /Raumklassen.....	4
2.2.1	Raumklasse H1	4
2.2.2	Raumklasse H2	5
2.2.3	Raumklasse H3	5
2.2.4	Raumklasse H4.....	5
3.0	WARUM WENDET MAN RAUMLUFTTECHNISCHE ANLAGEN AN?... 6	
3.1	Häufig vorkommende Keime im OP und wie die Ausbreitung dieser Keime verhindern werden kann.....	6
3.2	Raumklima und die gesundheitliche Auswirkung der RLT's auf das Personal....	10
4.0	REINRAUMSYSTEME UND IHRE AUFGABEN.....	13
4.1	Strömungsprinzipien für Reine Räume.....	14
4.1.1	turbulenzarme Verdrängungsströmung	14
4.1.2	turbulente Mischluftströmung	16
4.2	Nur-Luft-Anlagen	17
4.2.1	Niedergeschwindigkeitsanlagen	17
4.2.2	Hochgeschwindigkeitsanlagen	18
5.0	HYGIENE UND ANDERE ASPEKTE IM REINEN RAUM.....	19
5.1	Hygiene	19
5.1.1	präoperative Hygiene.....	19
5.1.2	perioperative Hygiene.....	21
5.1.3	postoperative Hygiene	23
5.2	Probleme mit Raumluftechnischen Anlagen.....	23
6.0	VERGLEICH REINRAUMSYSTEME LKH „ALT“ UND LKH „NEU“....	25
6.1	Raumluftechnische Anlagen im LKH „alt“	25
6.2	Raumluftechnische Anlagen im LKH „neu“.....	31
7.0	ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG.....	32
8.0	LITERATURVERZEICHNIS	33

0.0 VORWORT

Im Rahmen der Sonderausbildung in der Pflege im Operationsbereich habe ich mich dafür entschieden, in meiner Abschlussarbeit das Thema Raumluftechnik zu wählen. Da ich selbst schon seit einigen Jahren im OP arbeite, habe ich angefangen, mich mit der Technik und der Hygiene in diesem Bereich zu beschäftigen. Dadurch habe ich erkannt, wie wichtig Raumluftechnik eigentlich in unserem Beruf ist. Jeder erwartet im Krankenhaus – und hier speziell im Operationsbereich – „reine“ Verhältnisse, doch nur Wenige wissen, wie viel Technik und Aufwand dafür notwendig sind, um dem Patienten die bestmögliche und vor allem keimärmste Versorgung bieten zu können. Mich beschäftigen hauptsächlich folgende Fragen: Welche Arten von Raumluftechnischen Anlagen gibt es? Welche Aufgabe erfüllen sie? Wie muss ich mich als OP-Fachpersonal verhalten, um die Wirkung einer Raumluftechnischen Anlage nicht aufzuheben sondern zu unterstützen?

Ich bin der Meinung, dass es nicht nur für den Patienten wichtig ist, in einem keimarmen OP operiert zu werden. Es ist genauso für uns als Pflegepersonal und für alle anderen Berufsgruppen, die im Operationsbereich arbeiten, sehr wichtig, da wir Tag für Tag dort arbeiten. Uns sollte nicht nur die Gesundheit des Patienten am Herzen liegen, sondern vor allem unsere Eigene. Denn nur wenn es dem Personal ermöglicht wird, im bestmöglichen Umfeld zu arbeiten, kann auch der Patient sicher und gut versorgt werden.

Einen besonderen Dank möchte ich Frau Tanja Knapp, OP-Schwester im LKH Klagenfurt, aussprechen, die mir als meine Betreuerin immer mit Rat und Tat zur Seite stand.

1.0 EINLEITUNG

Raumluftechnik ist als ein sehr wichtiger Bestandteil in der Krankenhaushygiene anzusehen. Ohne Raumluftechnische Anlagen könnte in einem OP nicht gearbeitet werden. Reine Räume sind in einem Krankenhaus unumgänglich. Doch was genau sind „reine Räume“ und welche Systeme sind notwendig um einen keimarmen Raum zu erhalten? In dieser Arbeit soll nicht nur diese Frage bearbeitet werden, sondern auch, welche Keime im OP übertragen werden können und wie Raumluftechnische Anlagen (in weiterer Folge auch als RLT's bezeichnet) arbeiten müssen, um diese Keime zu filtern. Weiters wird auf die Hygiene und die gesundheitlichen Auswirkungen von Raumluftechnischen Anlagen eingegangen. Ein wichtiger Aspekt der Arbeit ist es, wie das Fachpersonal im Operationsaal die Raumluftechnischen Anlagen so gut wie möglich unterstützen kann. Welche hygienischen Maßnahmen sind dringend einzuhalten, um einen Nutzen aus den hochmodernen und technisch komplexen Systemen ziehen zu können? Als Beispiel für die Anwendung der Raumluftechnik werden die bereits bestehenden Systeme des LKH Klagenfurt und die geplanten Systeme des LKH „neu“ miteinander verglichen. Welche Neuerungen gibt es und wie werden sich die Systeme des neuen Krankenhauses von denen des Alten unterscheiden?

Da es sich hier um ein sehr komplexes Thema handelt, werden die einzelnen Systeme nur überblicksmäßig beschrieben. Trotzdem wird ein genauer Überblick über die Raumluftechnischen Anlagen und die Auswirkungen auf Patienten und Personal gegeben.

2.0 WAS SIND „REINE“ RÄUME?

Ein Reiner Raum ist ein abgegrenzter Bereich, der über Einrichtungen verfügt, die die Teilchenanzahl der Luft begrenzen. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 18)

Der Reine Arbeitsplatz ist daher ein Arbeitsbereich, der über eine eigene Zufuhr von gefilterter Luft oder gefiltertem Gas verfügt. In diesen Bereichen dürfen keine größeren Teilchenkonzentrationen vorhanden sein, als rechtlich zugelassen sind. Um die Teilchenkonzentration so gering wie möglich zu halten, werden in Reinen Räumen Lüftungs- und Klimaanlage mit speziellen Filtereinrichtungen eingesetzt. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 18f)

2.1 Reinheitsgrad/Luftqualität

Der Reinheitsgrad der Luft ergibt sich aus der Messung der Verunreinigung der Luft durch Partikel. Durch diese Messung des Partikelgehalts der Luft ergeben sie die Reinheitsklassen. Ein Reiner Arbeitsplatz muss daher ständig kontrolliert werden, um den Luftreinheitsgrad bestimmen zu können. Der Grad der Reinheit in einem Reinen Raum ist von bestimmten Faktoren abhängig:

- vom Luftvolumenstrom
- von der Luftgeschwindigkeit
- von der Luftströmung im Raum
- von der Luftführung
- vom Anfall von Verunreinigungen am Reinen Arbeitsplatz
- von der Wechselwirkung von benachbarten Arbeitsplätzen
- von der Qualität der Filter
- von der allgemeinen technischen Ausführung und Anordnung. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 20)

Einen sehr wichtigen Punkt, der sich auch auf die Reinheit der Räume auswirkt darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Sehr oft kommt es zu Verunreinigungen, die durch das Personal oder durch Geräte und Materialien eingeschleppt werden. Um diesen Verunreinigung vorbeugen zu können, bedarf es baulicher, technischer und vor allem erzieherischer Maßnahmen. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 21)

Zusammengefasst bedeutet das, dass das Personal, die eingebrachten Gegenstände sowie Medien sauber, oder besser gesagt rein sein müssen. Werden Vorschriften nicht ernst genommen, oder fehlerhaft angewendet, so kommt es zu Problemen, die auch Raumluftechnische Anlagen nicht lösen können.

2.2 Reinheitsklassen/Raumklassen

Je nach Reinheitsgrad der Luft eines Raumes wird dieser in eine Reinheitsklasse eingeteilt. Diese Reinheitsklasse kennzeichnet die Qualität des Reinen Arbeitsplatzes. Durch den Einsatz von RLTs kann das Niveau der Luftreinheit eines Raumes aufrecht erhalten werden. Durch die Zufuhr von hochgradig gereinigter Luft, sowie durch strömungstechnische Maßnahmen kann die Partikelkonzentration sehr niedrig gehalten werden. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 21)

Entsprechend der hygienischen Voraussetzungen werden 4 Raumklassen unterschieden. Das „H“ hierbei steht für den Begriff „Hygiene oder hygienisch“. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 5)

2.2.1 Raumklasse H1

Hierzu gehört die Operationsschutzzone in Operationssälen. Die Gruppe H1 wird weiters in zwei Untergruppen eingeteilt. Die Raumklasse H1a ist eine Operationszone, für Eingriffe *MIT* Implantation von Fremdmaterial. Im LKH Klagenfurt zählt zum Beispiel der Zentral OP 12, OP 10, OP 11, OP 14 und der Unfall OP 2 zur Raumklasse H1a.

Raumklasse H1b definiert einen OP, in dem *KEINE* Fremdmaterialien implantiert werden. Der Unterschied zwischen den beiden Unterklassen der H1 Gruppe liegt somit darin, ob im Operationssaal Fremdkörper implantiert werden oder nicht. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 5)

In Räumen der Gruppe H1 ist für eine möglichst keimarme Umgebung zu sorgen. Dies kann nur durch den Einsatz einer turbulenzarmen Verdrängungsströmung (TAV) erzielt werden. Eine zusätzliche Anbringung einer Absaugung in Bodennähe unterstützt die Raumluftrömung. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 13)

In diesen Räumen und den dazugehörigen Nebenräumen dürfen bei Nichtbenützung, das heißt keine Person im Raum, die Lüftungstechnischen Anlagen abgeschaltet werden. Es ist jedoch sicherzustellen, dass die Anlagen 30 Minuten vor jeglichen Arbeitsvorgängen in dem Raum wieder eingeschaltet werden. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 15)

2.2.2 Raumklasse H2

Zu den Reinen Räumen der Raumklasse H2 zählen sogenannte Schutzisolierungen. Auch diese Gruppe beinhaltet zwei Untergruppen. Erstens den Reinen Bereich zur Behandlung von Verbrennungen (H2a) und zweitens Reine Räume bzw. Schutzzonen in Bettzimmern zur Sonderbehandlung wie zum Beispiel Knochenmarkstransplantationen (H2b). (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 5)

2.2.3 Raumklasse H3

Die Bezeichnung H3 bedeutet Quellenisolation. Reine Räume der Raumklasse H3 müssen über eine Klappe zum Verschließen der Zuluft- und Abluftleitungen verfügen. Nuklearmedizinische Räume gehören zur Raumklasse H3. Hier dürfen die Lüftungen nur dann abgeschaltet werden, wenn die Voraussetzungen der Raumklasse H1 gegeben sind sowie keine gesundheitsschädlichen Substanzen oder Stoffe freigesetzt sind. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 15)

2.2.4 Raumklasse H4

Alle Räume, die nicht in H1 bis H3 erfasst sind, gehören zur Gruppe der Raumklasse H4. Hierzu zählen zum Beispiel Verwaltungsgebäude, Unterrichtssäle, WC-Anlagen und viele mehr. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 5)

Für Räume der Klasse H4 gilt, wenn sie nicht natürlich belüftet werden können, sind mechanische RLT-Anlagen einzusetzen. Diese dürfen abgeschaltet werden, wenn sich keine Personen im Raum befinden. Ausnahme sind Räume, in denen starke Geruchsbildung auftritt, wie zum Beispiel WC-Anlagen. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 15)

3.0 WARUM WERDEN RAUMLUFTTECHNISCHE ANLAGEN ANGEWENDET?

Raumluftechnische Anlagen sind in der Lage, bestimmte Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten und Luftfeuchtigkeiten in den Räumen einzuhalten und Luftverschmutzung durch den Einsatz von Filtern vorzubeugen. Weil in solchen Räumen die Fenster geschlossen bleiben können, lässt sich auch der Lärm von außen reduzieren. (vgl. Verein deutscher Ingenieure, 1997, S.1)

Ein großer Teil der Gebäude in unserer Gesellschaft sind nicht mit Raumluftechnischen Anlagen ausgestattet. Das ist darauf zurückzuführen, dass in unserer Klimazone nur durch Beheizen oder durch natürliche Belüftung der Räume ein hohes Wohlbefinden erreicht werden kann. (vgl. Verein deutscher Ingenieure, 1997, S. 1)

Es gibt aber eine Zahl von Gebäuden des Gesundheits- und Sozialwesens, in denen medizinische Untersuchungen durchgeführt werden, die mit Klimaanlage, oder besser gesagt RLTs ausgestattet sind. Zu ihnen zählen: Krankenanstalten, Dialysezentren, Ambulatorien, Kuranstalten, Sanatorien und Pflegeeinrichtungen. Weiters verfügen sonstige Gesundheitseinrichtungen wie zum Beispiel ärztliche Ordinationen, in denen Eingriffe am Patienten vorgenommen werden über RLTs. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 6)

Grob gesehen dient die Raumluftechnik dazu, die Raumlufqualität in verschiedenen Bereichen auf einem bestimmten Niveau zu halten. Eine hohe Keimarmut ist in Bereichen, wo invasive (in den Körper eindringende) Eingriffe vorgenommen werden oder Schutzisolationen von Nöten sind, sehr wichtig. Durch eine dynamische Abschirmung mittels turbulenzarmer Verdrängungsströmung kann eine Kontamination kritischer Bereiche über die Luft verhindert werden. (vgl. ÖNORM H 6020 Ausgabe 2007, S. 5)

3.1 Häufig vorkommende Keime im OP und wie die Ausbreitung dieser Keime verhindern werden kann

Mit der Einführung der Asepsis und Antisepsis konnte die Anzahl der postoperativen Infektionen im Wundgebiet drastisch reduziert werden. Doch bis heute ist ein chirurgischer Eingriff mit einem hohen Infektionsrisiko verbunden. Postoperative Infektionen im

Wundbereich stellen mit 15,8% die dritthäufigste nosokomialen Infektionen dar. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S.215)

Wundinfektionen werden durch Mikroorganismen verursacht, die in die Wunde eindringen, sich dort vermehren und immense Schäden anrichten können, indem sie giftige Stoffe erzeugen. Das Infektionsgeschehen ist meist örtlich begrenzt und führt durch Gewebeerstörung zu Wundheilungsstörungen. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 215)

Nicht nur die Keime alleine, sondern auch verschiedenste Risikofaktoren wirken bei der Entstehung von postoperativen Infektionen auf den Körper ein. Hierbei müssen besonders folgende beachtet werden:

- Allgemeinzustand des Patienten
- Alter des Patienten
- Operationsart
- Operationsdauer
- Operationstechnik
- Länge der präoperativen Verweildauer im Krankenhaus

Hohe Stressfaktoren wie zum Beispiel lange Narkosen, Polytraumen und diagnostische Maßnahmen vor, während oder nach einer OP können die Infektionsanfälligkeit weiters steigern. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 215f)

Die meisten Erreger von postoperativen Infektionen sind Bakterien. Selten werden Infektionen auch von Pilzen wie *Candida albicans* verursacht. Die häufigsten Erreger sind:

- *Staphylococcus aureus*
= grampositive Kokken, typischer Eitererreger, verursacht Infektionen wie zum Beispiel: Abszesse, Wundinfektionen, Sepsis (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 9)
- *koagulasenegative Staphylococccen*
= physiologischer Hautkeim, er aber auch entarten kann, zum Beispiel der *Staphylokokkus epidermidis*. Siedelt sich sehr gerne an Implantaten (TEP) an und verursacht die typischen Infektionszeichen (Schmerzen, Rötung, Schwellung,

Funktionseinschränkung) (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 9f)

- *Enterococcus species*
= Darmbakterium, oft resistent gegen Antibiotikatherapie, verursacht hauptsächlich Harnwegsinfektionen, aber auch Wundinfektionen (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 15)
- *Escherichia coli*
= Teil der Darmflora, kann sich sehr schnell teilen, sodass andere Keime keine Chance haben, sich auszubreiten. Außerhalb des Darms ist er jedoch pathogen und verursacht zum Teil schwere Infektionen. (vgl. www.wikipedia.de)
- *Pseudomonas aeruginosa*
= weit verbreiteter Boden- oder Wasserkeim (Nasskeim), sehr häufiger Krankenhauskeim, der die meisten nosokomialen Infektionen hervorruft. Verursacht ein großes Spektrum an Krankheiten, von der zystischen Fibrose bis zur Meningitis. (vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_aeruginosa)
- *Enterobacter species*
= einer der wenigen pathogenen Enterobacterarten, verursacht hauptsächlich Harnwegsinfektionen und Atemwegsinfektionen (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Enterobacter>)
- *Candida albicans*
= Hefepilz, befindet sich bei 75% der Bevölkerung auf der Haut. Wird nur bei immungeschwächten Menschen pathogen und verursacht Mykosen und Infektionen. (vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Candida_albicans)
- *Klebsiella pneumoniae*
= auch Friedländer-Bakterium genannt, physiologischer Darmkeim, der bei immungeschwächten Menschen zu Infektionen kommen kann. Häufiger Erreger für nosokomiale Infektionen. Hinterlässt auf Wunden immer einen schmierigen Film. (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Klebsiella>)
- *Proteus mirabilis*
= pathogener Darmkeim, der aber bei vielen gesunden Menschen im Dickdarm vorkommt und nicht zwingend Symptome verursacht. Bei immungeschwächten Personen kann er Wundinfektionen, Sepsis oder Harnwegsinfektionen hervorrufen. (vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Proteus_mirabilis)

Als Überträger der verschiedensten Erreger während einer OP steht an erster Stelle der Patient selber. Dadurch, dass sich auf der Körperoberfläche massenhaft Keime und Bakterien befinden – ob physiologisch oder pathogen sei dahingestellt – kann es alleine durch unsachgemäße Desinfektion schon zu einer Infektion kommen. (Anm. des Verfassers)

Hierbei stellt die Haut den größten „Risikofaktor“ dar. In der Regel wird zwischen einer „residenten Hautflora“ und einer „transienten Hautflora“ unterschieden. Die residente Hautflora wird auch als Standardflora bezeichnet und umfasst alle hauteigenen Bakterien, die sich ständig auf der Haut befinden. Sie sind normalerweise nicht pathogen, bei immungeschwächten Personen können sie jedoch entarten und pathogen werden. Zu der Standardflora gehören beispielsweise die koagulasenegative Staphylokokken. Die residente Hautflora kann nur durch eine ordentlich durchgeführte Händedesinfektion reduziert werden. Durch alleiniges Waschen reduziert sich die Anzahl der Bakterien auf der Haut kaum. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 135)

Die transiente Hautflora ist die sogenannte Kontakt- oder Anflugsflora. Sie umfasst Keime, die von außen auf die Haut gelangen. Sie siedeln sich vorübergehend auf der Haut an und stammen aus der Umgebung. Diese Keime sind durchaus als Krankheitserreger einzustufen. Zu dieser Keimgruppe gehören zum Beispiel Proteus, Enterobakterien, Pilze oder Viren. Im Gegensatz zu der Standardflora sind transiente Keime bereits durch Waschen zu entfernen. Zusätzlich wird durch eine Desinfektion die Abtötung der Keime erreicht. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 135)

Entstammen die krankheitserregenden Mikroorganismen der körpereigenen Flora, so wird von einer endogenen Infektion gesprochen. Eine exogene Infektion liegt vor, wenn die Ursachen in der Umgebung des Patienten zu suchen sind. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 134)

Oft kommt es durch eine Kontamination von Personal, Geräten, Materialien oder der Luft zu einer Infektion. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 216f)

Wie bereits erwähnt kann einer solchen Kontamination nur durch den Einsatz einer effektiv arbeitenden Raumluftechnischer Anlage und durch erziehungstechnische Maßnahmen des Personals, auf die in einem späteren Abschnitt der Arbeit noch genauer eingegangen wird, entgegengewirkt werden. (Anm. des Verfassers)

Auf die genaue Beschreibung der verschiedensten Raumluftechnischer Anlagen wird in einem späteren Kapitel der Arbeit noch genauer eingegangen.

3.2 Raumklima und die gesundheitliche Auswirkung der RLT's auf das Personal

Die Hauptaufgabe der Klima- und Raumluftechnik ist es, für den Menschen ein angenehmes Raumklima zu schaffen. Der Begriff Raumklima umfasst zwei Komponenten: thermisches Klima und Raumlufqualität. Das thermische Klima wirkt – wie der Begriff schon sagt – auf den Wärmehaushalt des Menschen ein. Die Raumlufqualität umfasst alle anderen Komponenten, die auf den Menschen einwirken. Die Lehre des Raumklimas besitzt interdisziplinären Charakter und umfasst sowohl technische, naturwissenschaftliche und vor allem medizinische Aspekte. Die Ziele der Raumklimalehre sind zum Ersten, die Befindlichkeiten des Menschen so gut wie möglich zu befriedigen, und zum Zweiten, die optimale technische Umsetzung von Ideen und Wissen. (vgl. Rietschel, 1994, S. 125)

Komponenten, die auf das Raumklima wirken:

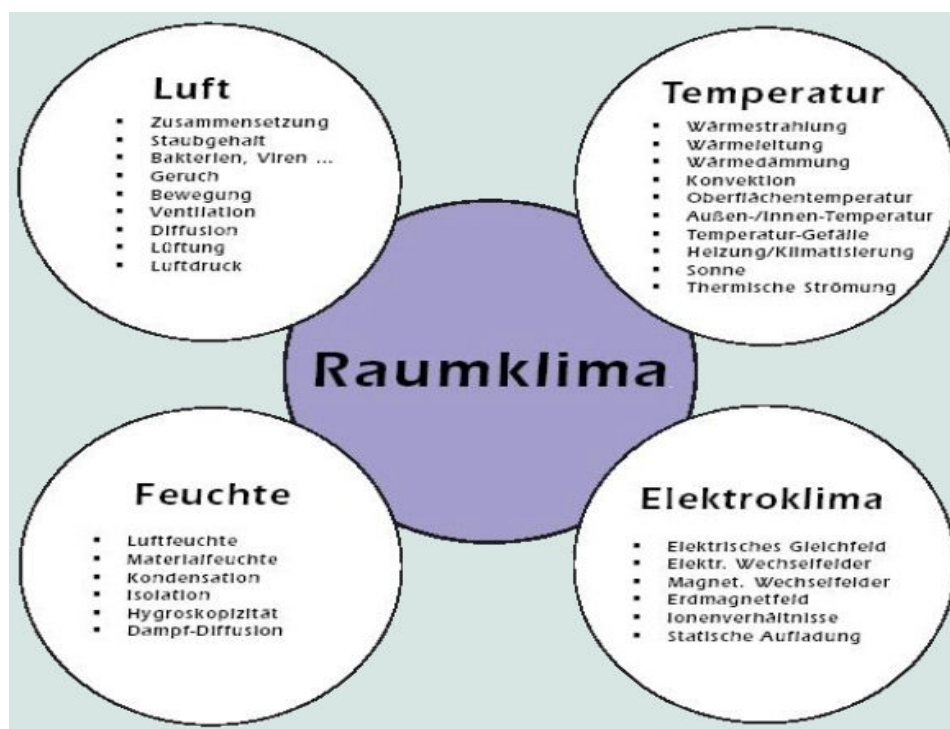


Abbildung 1: Komponenten des Raumklimas

Der Operationssaal und die dazugehörigen Nebenräume sind wie bereits bekannt, klimatisierte Orte. In dieser Arbeit wird immer wieder von Klima, Luft, Temperatur und Luftverunreinigung gesprochen. Wie sich jedoch alle diese Faktoren auf den Menschen, der tagtäglich im klimatisierten Raum arbeitet auswirken, wird im kommenden Abschnitt der Arbeit aus persönlicher Ansicht des Verfassers kommentiert.

Die Luft wird seit jeher als eines der vier Elemente angesehen. Neben Erde, Wasser und Feuer hat die Menschheit auch die Luft immer schon als überlebenswichtig angesehen. Die Menschheit und ihre Lebensräume veränderten sich aber in den letzten Jahrzehnten stetig. Immer mehr Häuser auf engem Raum, immer weniger Natur und immer weniger lebenswichtige Grünpflanzen und Bäume, die unsere Luft natürlich „filtern“ machten es notwendig, sich Gerätschaften und Einrichtungen einzurichten, die auch in Innenräumen ein natürliches Klima erzeugen. Heutzutage gehören Klimaanlage fast schon zu jedem Haushalt und seit Jahren schon serienmäßig in jedes Auto. Egal in welcher Klimazone der Welt sich der Mensch befindet, die Klimaanlage ist sein ständiger Begleiter. Eine Klimaanlage ist grob gesagt die Zusammenarbeit von künstlich erzeugtem Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Temperatur.

Für Menschen, deren Arbeitsplatz sich in einem ständig klimatisierten Raum befindet, kann dies natürlich auch gesundheitliche Folgen haben. Klimaanlage haben nicht nur positive Auswirkungen auf den menschlichen Organismus, sondern auch Negative. Wenn Luftdruck, Temperatur, Luftbewegung oder Luftfeuchtigkeit nicht optimal abgestimmt sind, wird dies vom Menschen oft als unangenehm empfunden. Klimaanlage können zu kalt oder zu warm eingestellt sein und dadurch oft zu Atemwegsbeschwerden der Betroffenen führen. Bei zu hoher Luftfeuchtigkeit kann das Klima leicht als „schwül“ empfunden werden. Wenn nicht eine optimale Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit gewährleistet sind, sinkt die Leistungsfähigkeit und Konzentration der Mitarbeiter im Reinen Raum. Es wird weiters auch beobachtet, dass Menschen, die in klimatisierten Räumen arbeiten oft über Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Kopfschmerzen, Übelkeit und andere Befindlichkeitsstörungen klagen. Durch die Raumluftechnischen Anlagen kann es häufig zu tränenden Augen, Augenjucken, Schnupfen, verstopfter Nase, Husten, Entzündungen an der Haut oder Niesreiz kommen. Dies kommt meist dann vor, wenn die Luftbewegung zu hoch ist. Es gibt verschiedene Faktoren, wie es zu so einer hohen Luftbewegung kommen kann. Erstens durch zu viele Leute im Operationssaal, zu hastigen

Bewegungen während einer Operation oder durch einen zu hohen Druckunterschied zwischen dem OP und den dazugehörigen Nebenräumen.

Generell wird im Operationsaal standardmäßig eine Raumtemperatur von 22 Grad Celsius angestrebt. Die Luftfeuchtigkeit soll zwischen 30% und 70% liegen. Diese Verhältnisse werden vom arbeitenden Personal allgemein als sehr angenehm empfunden. (Anm. des Verfassers)

4.0 REINRAUMSYSTEME UND IHRE AUFGABEN

Reinraumanlagen für die Medizin sind hochwertige technische Einrichtungen, die zur Vermeidung und zur Verringerung der Kontamination des Operations- und Intensivpflegebereichs eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Reinraumtechnik konnte die Anzahl der Luftkeime drastisch erniedrigt werden. Resultierend daraus ist sie auch mitverantwortlich für die Senkung von postoperativen Infektionen. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 156)

Viele Berufsgruppen sind auf ein optimales Reinraumsystem angewiesen. Nicht nur der Mediziner an sich, sondern auch Pharmazeuten, Elektriker, Mechaniker und Pflegepersonen arbeiten tagtäglich mit Raumluftechnischen Anlagen, ohne diese bewusst wahrzunehmen. Dennoch nimmt sie – gerade im medizinischen Bereich – einen enorm hohen Stellenwert ein. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 5)

Da sich Keime insbesondere an Staubpartikeln ablagern können, lässt sich durch eine Filterung der Luft die Zahl der Keime vermindern. Aufbauend auf die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte strebt man heutzutage natürlich danach, Reinraumsysteme immer betriebsfreundlicher und wirtschaftlicher zu machen. Nicht nur durch die steigende Anforderung an Reinheit sind veraltete Klimaanlage nicht mehr ausreichend. Ebenso die Tätigkeit der Menschen im Reinen Raum, verschiedene Druck- und Strömungsverhältnisse in den Räumlichkeiten Transport und Verunreinigungen müssen bei der Planung und Errichtung neuer Anlagen beachtet werden. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 7)

Trotz des Einsatzes der neuesten Technik ist es unabdingbar, hygienische Richtlinien einzuhalten. Die Türen zu den Operationssälen sind stets geschlossen zu halten. Offene Türen heben die Wirkung raumluftechnischen Anlagen auf. Es ist außerdem sehr wichtig, dass die Oberflächen der Ablagen sowie der Gerätschaften in einem OP abriebfest und glatt sind. Dadurch lassen sie sich besser reinigen. An glatten Oberflächen können sich schwerer Keime absetzen als an unebenen. (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Reinraum>) Das Reinigungspersonal des Operationssaales ist dafür zuständig, dass der OP nach jeder Operation ordentlich gereinigt wird (Zwischendesinfektion). Welche Desinfektionsmittel verwendet werden, ist von Krankenhaus zu Krankenhaus unterschiedlich. Zu beachten ist aber stets, dass die Einwirkungszeit des Desinfektionsmittels immer eingehalten wird, da es sonst nicht ausreichend wirken kann. Am Ende eines OP-Programmes wird eine Schlussdesinfektion, je nach Standard des Krankenhauses, durchgeführt.

Auf die weiteren hygienischen Maßnahmen, die wir als Fachpersonal, aber auch alle anderen Berufsgruppen, die sich im Operationssaal befinden, achten müssen, wird im Abschnitt „Hygiene“ noch genauer eingegangen. (Anm. des Verfassers)

4.1 Strömungsprinzipien im Reinen Raum

Prinzipiell wird bei den Strömungen im Reinen Raum zwischen zwei Arten unterschieden. Die turbulenzarme Verdrängungsströmung und die turbulente Mischluftströmung. Grob gesagt liegt der Unterschied darin, dass bei der turbulenzarmen Verdrängungsströmung (laminare Strömung), im Gegensatz zur turbulenten Mischluftströmung, die Luft in Schichten ausströmt, dadurch kommt es zu einer konstanten Strömungsgeschwindigkeit. Zur Darstellung des Unterschiedes zwischen laminarer und turbulenter Strömung hat der Physiker Osborne Reynolds 1883 einen Versuch mit gefärbtem Wasser gestartet. Dabei hat er festgestellt, dass es im Rohrsystem erst ab einer bestimmten Geschwindigkeit zu einer Verwirbelung kommt. Strömungsprinzipien kommen nicht nur in der Technik vor, sondern auch in der Natur. Laminare Strömungen kommen zum Beispiel beim Grundwasser oder im Blutkreislauf vor. (vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Laminare_Str%C3%B6mung)

4.1.1 turbulenzarme Verdrängungsströmung

Das besondere Merkmal der turbulenzarmen Verdrängungsströmung ist der gleichgerichtete Luftstrom in einem abgegrenzten Bereich. Dieser Luftstrom fließt mit einer konstanten Geschwindigkeit und in parallelen Linien. 1960 wurde dieses System erstmals in den USA verwirklicht. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 146)

Bei uns ist diese Variante der Reinraumtechnik als Laminar-Airflow-System bekannt. Ein Raum, der mit einem Laminar-Airflow-System ausgestattet ist, verfügt über Hochleistungsschwebstofffiltern in der Decke oder in einer Seitenwand. Die Luft gelangt mit genau definierter Geschwindigkeit zum Abluftboden oder zur gegenüberliegenden Abluftwand. Die Luft strömt dabei in einem definierten Bereich, mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit entlang einer parallelen Strömungslinie. (vgl. W. Tauscher, 1988 S. 8f) Zwischen den beiden Ebenen stellt sich eine Verdrängungsströmung ein. Die turbulenzarme Verdrängungsströmung wird den höchsten Reinheitsanforderungen gerecht,

weil hierbei eine große Anzahl von Partikeln aus der Luft gefiltert werden kann. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 146f)

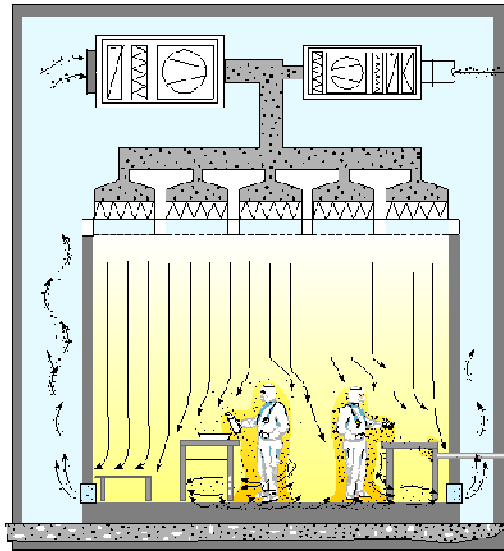


Abbildung 2: turbulenzarme Verdrängungsströmung

Ein Operationssaal ist ein gutes Beispiel, um die turbulenzarme Verdrängungsströmung zu erklären. Die gefilterte und keimarme Luft strömt aus den Deckenfeldern, die sich genau über dem Operationsfeld befinden vertikal nach unten ab. Vom Operationstisch wird sie horizontal abgelenkt, wodurch die Operationswunde vor Verunreinigung geschützt wird. Die Luft umströmt auch das Operationsteam, sodass die von diesem freigesetzten Mikroorganismen in den Hintergrund abgeschwemmt werden. Aus diesem Grund ist es für das Fachpersonal so wichtig, dass alle Instrumente und Gerätschaften, sowie Tassen und das gesamte Operationsteam unter dem Lamina-Airflow-System stehen, um vor Verunreinigung geschützt zu werden. Es muss außerdem darauf geachtet werden, dass sich nur so viele Mitarbeiter, wie unbedingt notwendig, im OP befinden. Um eine große Verwirbelung zu verhindern, sollen hektische und rasche Bewegungen so gut wie möglich vermieden werden. (Anm. des Verfassers)

4.1.2 turbulente Mischluftströmung

Die turbulente Mischluftströmung ist ein weites Prinzip, das zur Erhaltung eines Reinen Raumes eingesetzt wird. Hierbei handelt es sich um ein Verfahren, das Luftqualität und Luftverhältnisse bei minimalen Luftvolumenstrom und minimalen Kosten herstellt und gewährleistet. Das Verfahren ist so gestaltet, dass durch Deckenluftauslässe oder Filterkanäle, die sich direkt in der Decke befinden, Luft, die von einem Schwebstofffilter gereinigt wurde, in den Raum eingeblasen wird. Dadurch erhält man eine gleichmäßige Vermischung von reiner Zuluft und staubbelasteter Raumluft. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 144)

Die Deckenauslässe sind hierbei relativ klein, dadurch wird die Austrittsgeschwindigkeit der reinen Luft höher. Die Luft strömt in unregelmäßigen und turbulenten Bahnen in den Raum. Durch die Verdünnung mit der „partikelfreien“ Zuluft, kommt es zur Reinigung der Raumluft. Der Luftwechsel kann jedoch nicht beliebig hoch eingestellt werden, da es ansonsten zu Zegerscheinungen und den bereits erwähnten gesundheitlichen Problemen für das Personal und den Patienten kommen kann. (vgl. H. G. Kandel, 2006, S.80)

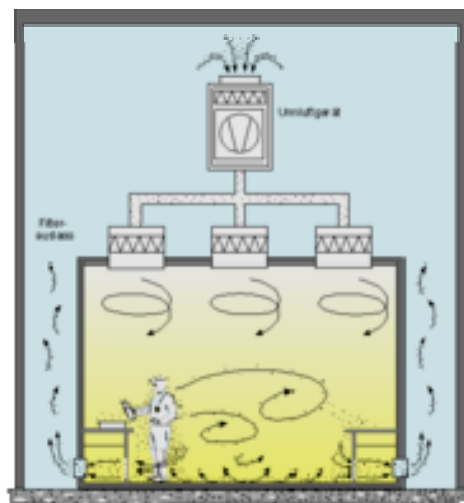


Abbildung 3: turbulente Mischluftströmung

Der entstehende Staub im Reinen Raum kann durch die turbulente Mischluftströmung größtenteils entfernt werden. Es ist aber sehr wichtig, darauf zu achten, dass die Staubausstreuung in einem Raum so gering wie möglich ist. Das Anwenden von speziellen, turbulenzarmen Operationsmethoden, das Tragen von Bereichskleidung, Mund- und Nasenmasken, OP-Hauben und vor allem die strenge Disziplin von allen Mitarbeitern

im Operationssaal sind daher unerlässlich, um eine optimale Luftqualität zu gewährleisten. (vgl. W. Tauscher, 1988, S. 145f)

4.2 Nur-Luft-Anlagen

Nur-Luft-Anlagen dienen neben den üblichen Aufgaben der Lufttechnik, auch zum Abtransport von thermischen Lasten. Da diese Lasten aber nie konstant sind, muss die Leistung je nach Belastung variieren. Hierbei kommt es vor allem auf den Raum, in dem die Anlage zum Einsatz kommt, die Dichte der Luft, die Zu- und Ablufttemperatur der Luft und den Volumenstrom an. Abhängig davon, mit welcher Geschwindigkeit die Luft über die Zuluftkanäle in den Raum strömt unterscheidet man Niedrig- und Hochgeschwindigkeitsanlagen. Luftgeschwindigkeiten von 6 bis 10 m/sec. liegen bei den Niedriggeschwindigkeitsanlagen vor. Die Luft bei Hochgeschwindigkeitsanlagen wird mit bis zu 30 m/sec. beschleunigt und den Raum zugeführt. (Tauscher, 1988, S.52ff)

4.2.1 Niedriggeschwindigkeitsanlagen

Wie bereits erwähnt wird die Luft mit 6 bis 10 m/sec. einem Raum zugeführt. Dadurch wird der Kraftbedarf des Ventilators so gering wie möglich gehalten. Der Nachteil dieser Technik ist es, dass sie durch ihre Größe oft einen enormen Platzbedarf haben. (Tauscher, 1988, S. 54)

Niedriggeschwindigkeitsanlagen sind so ausgerichtet, dass sie verschiedene Räume mit der Zuluft des gleichen Zustandes beliefern. Bei dieser Anlage gibt es meist nur eine Mischkammer, in der die Umluft mit der Außenluft gemischt wird. Diese hergestellte Mischluft wird durch einen Luftfilter gegeben und um einen Vorheizkörper oder einen Kühler geleitet. Zusätzlich wird die temperierte Luft von einem Luftbefeuchter angefeuchtet. (vgl. Tauscher, 1988, S. 54f)

4.2.2 Hochgeschwindigkeitsanlagen

Durch die moderne Architektur und den vermehrten Bau von Hochhäusern ist es in den vergangenen Jahrzehnten zu einem Umdenken im Bezug auf Klimaanlage gekommen. Aufgrund des hohen Platzbedarfes der Niedriggeschwindigkeitsanlagen, benötigt man in den neuen Bauten kleinere Anlagen mit höheren Drücken und Geschwindigkeiten, um alle Räumlichkeiten mit klimatisierter Luft versorgen zu können. (vgl. Tauscher, 1988, S. 57)

Bei den sogenannten Hochgeschwindigkeitsanlagen werden Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 30 m/sec. erreicht. Der Nachteil dieser Anlagen ist es, dass aufgrund der hohen Geschwindigkeit und es daraus resultierenden Drucks, der Geräuschpegel drastisch ansteigt. Deshalb ist es wichtig, vor den Luftauslässen Schalldämpfer anzubringen. Bei der Hochgeschwindigkeitsanlage wird die Raumluft mit dem austretenden Strahl gemischt, wobei eine turbulente Mischlüftung entsteht. So können auch höhere Temperaturdifferenzen zwischen Raum- und Zuluft zugelassen werden. (vgl. Tauscher, 1988, S. 57ff)

Der Unterschied zur Niedriggeschwindigkeitsanlage liegt darin, dass der Ventilator in der Klimazentrale auf die verschiedenen Räume und deren Druckbereiche ausgelegt werden muss. Die Hochgeschwindigkeitsanlage besitzt zwei Zuluftkanäle, wobei einer kalte und einer warme Luft den Raum zuführen. Jeder Raum besitzt einen eigenen Mischkasten, in dem das Mischluftverhältnis individuell eingestellt werden kann. (vgl. Tauscher, 1988, S. 60f)

5.0 HYGIENE UND ANDERE ASPEKTE IM REINEN RAUM

Wie bereits erwähnt, kommt es auch heute noch häufig zu verschiedensten Infektionen im Wundbereich. Um genau diese Infektionen verhindern zu können, ist es wichtig, dass alle Komponenten, die in einem Operationssaal aufeinander treffen, Hand in Hand arbeiten. Nicht nur die technischen Gerätschaften wie zum Beispiel die Raumluftechnischen Anlagen müssen einwandfrei arbeiten, sondern auch die Hygiene im Bereich des OPs sowie den dazugehörigen Nebenräumen ist äußerst wichtig. Um bestmögliche hygienische Verhältnisse schaffen zu können, bedarf es die Risikofaktoren so gut wie möglich auszuschalten. Die Keimübertragung über die Luft ist größtenteils durch den Einsatz von Raumluftechnischen Anlagen abgedeckt. Die weiteren Risikofaktoren wie die Übertragung über die Atemwege, die Haut oder die Kleidung ist von der persönlichen Hygiene der Krankenhausangestellten abhängig. Hier ist die Raumluftechnik voll und ganz auf die Disziplin des Personals angewiesen. (Anm. des Verfassers)

Im folgenden Abschnitt „Hygiene“ wird speziell auf die Aufgaben des Fachpersonals, sowie hygienische Maßnahmen am Patienten eingegangen.

5.1 Hygiene

5.1.1 Präoperative hygienische Maßnahmen

Es ist präoperativ darauf zu achten, dass der Patient ordnungsgemäß auf die bevorstehende Operation vorbereitet wird. Dazu zählt vor allem, dass das Operationsfeld gereinigt, rasiert und desinfiziert wird. Haare gelten als Keimträger und sollten deshalb großzügig entfernt werden. Der Patient darf nur mit einem frischen Patientenhemd den Operationsbereich betreten. Dabei wird er vom Krankenhauspersonal über die Patientenschleuse in den OP gebracht. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 217)

Zu den präoperativen Aufgaben einer sterilen OP-Schwester/Pfleger gehören wie folgt:

Das Bereitstellen von Instrumentencontainer, Zusatzinstrumenten, Abdeckmaterialien und sterile Zusatzmaterialien wie zum Beispiel Handschuhe, Sauger, Drainagen, Verbände, Implantate oder Zusatzmaterial für OP-Geräte. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich ALLE genannten Materialien, sowie der OP Pfleger/Schwester unter dem Lamina-Air-Flow System befinden. (Anm. des Verfassers)

Vor einer Operation ist das sterile Fachpersonal dazu verpflichtet, eine chirurgische Händedesinfektion durchzuführen. Die sterile Schutzbekleidung, sprich steriler Mantel und Handschuhe werden mit Hilfe des unsterilen Beidienstes angelegt. Hierbei ist darauf zu achten, dass keine Kontamination durch den Beidienst selbst oder durch umstehende unsterile Gerätschaften oder Wände entsteht. (Anm. des Verfassers)

Der Instrumentiertisch wird vom sterilen Fachpersonal in die korrekte Position geschoben, wiederum muss darauf geachtet werden, dass keine Kontamination entsteht. Deshalb ist es wichtig, dass genügend Abstand zu Wänden oder Inventar gehalten wird. (Anm. des Verfassers) Die richtige Position ist wichtig, um erstens zeitsparend zu arbeiten und zweitens durch einen geringen Weg vom OP-Tisch zum Instrumentiertisch Verwirbelungen zu vermeiden.

Der Sterilindikator in den Instrumententassen ist vor jeder Operation zu prüfen, denn durch eine nicht sachgemäß durchgeführte Sterilisation der Instrumente kann es zu einer Keimübertragung während der Operation kommen.

Die Desinfektion des Operationsgebietes gehört ebenfalls zu den Aufgaben des sterilen OP-Fachpersonals. Die Desinfektion erfolgt nach krankenhauseigenem Standard und ist stets gewissenhaft und ordentlich durchzuführen. (Anm. des Verfassers)

Zu den Aufgaben eines sterilen Fachpersonals gehört es, das Operationsgebiet steril abzudecken. Dies soll nach folgenden Kriterien geschehen: Das OP-Feld so klein wie möglich, jedoch so groß wie nötig abdecken. Die Abdeckung muss steril, wasserundurchlässig, partikelarm, antistatisch, latexfrei und vor allem eine Bakterienbarriere sein. (Anm. des Verfassers)

Nicht nur das sterile OP-Fachpersonal hat wichtige hygienische Maßnahmen zu beachten. Auch der unsterile Beidienst muss sich an gewisse Richtlinien halten. Zu diesen Richtlinien gehören wie folgt:

Der Beidienst hilft der sterilen Schwester/Pfleger beim Anziehen der sterilen Schutzbekleidung. Weiters öffnet er Sterilcontainer, Sterilgut, Desinfektionsmittel und Medikamente. Er kontrolliert die Sterilindikatoren von außen und reicht dem Operationsteam das Sterilgut zu. (Anm. des Verfassers)

Der Beidienst stellt vor der Hautdesinfektion die OP-Lampen grob ein. Dies erfolgt, um Turbulenzen und Verwirbelungen im OP-Gebiet – während einer Operation - zu verringern bzw. zu vermeiden. Bei der Abdeckung des OP-Gebietes ist die Mithilfe des unsterilen Beidienstes von Nöten. Dabei wird ein Tuch zur Anästhesie angebracht, um eine Barriere zum unsterilen Bereich zu schaffen. (Anm. des Verfassers)

5.1.2 Perioperative hygienische Maßnahmen

Der Operationsbereich gehört zu den Bereichen, in dem der Patient im hohen Maße vor Keimen geschützt werden muss. In diesem Bereich besteht nicht nur die Gefahr, dass Keime eingeschleppt werden, sondern auch, dass Keime während einer Operation freigesetzt werden. Dabei kann der Patient selbst der Überträger von Keimen sein. Nicht nur physiologische Hautkeime, sondern auch Keime, die über die Atemluft, Sekrete, Harn oder auch Blut ausgeschieden werden, können wenn sie in die Operationwunde gelangen, später zu Infektionen führen. Patienten, bei denen eine Infektion bekannt ist, werden daher als Letztes auf das OP-Programm gesetzt. Der Grund dafür ist, dass andere Patienten geschützt werden sollen und die Gefahr einer Keimübertragung auf andere Patienten ausgeschlossen wird.

Der OP darf nur über eine Schleuse betreten werden. Das Personal betritt den Operationssaal über die Personalschleuse, in der die Privat- bzw. Dienstkleidung gegen die sogenannte Bereichskleidung ausgetauscht wird. Für die Bediensteten im Operationsbereich gelten, Schmuck und Uhren, die an den Händen getragen werden abzulegen. Kunstnägel sowie Nagellack sind nicht gestattet. Das Tragen von Kunstnägeln, Nagellack sowie Schmuck ist deshalb problematisch, weil sich hier leicht Keime festsetzen können. Unter Kunstnägeln und Nagellack besteht das ideale Reservoir für die Keimvermehrung. In den Rissen von Kunstnägeln oder Nagellack siedeln sich deshalb Keime an und können auch durch eine Händedesinfektion nur schwer beseitigt werden. (Anm. des Verfassers)

Durch die Durchführung der hygienischen Händedesinfektion vor und nach jedem Patientenkontakt wird der Risikofaktor HAUT so gut wie möglich ausgeschaltet. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 218)

Da Keime auch über die Atemwege freigesetzt werden können, ist vor dem Betreten der Operationssäle erforderlich, einen Mund-Nasen-Schutz (Gesichtsmaske) anzulegen. Mund und Nase sind mit der Maske vollständig zu bedecken. Für uns als OP-Fachpersonal sowie für alle anderen Berufsgruppen, die in Operationssälen arbeiten ist es wichtig, die OP-Haube über die Stirn zu ziehen. Der Kopf der OP-Schwester/Pfleger befindet sich während der Operation direkt über dem OP-Feld. Um die Keimverschleppung zu vermeiden, muss die Stirn – an der wir die größte Keimzahl aufweisen – vollständig bedeckt sein. (Anm. des Verfassers)

Der Wechsel der Maske erfolgt bei Durchfeuchtung, spätestens jedoch nach zwei Stunden. Ein absoluter Hygieneverstoß ist es, nach dem Gebrauch einer Maske, diese herunterhängen zu lassen und sie beim nächsten Eingriff wieder zu verwenden. (Anm. des Verfassers)

Um die Keimverschleppung über die Luft so gering wie möglich zu halten, soll sich die Zahl der Mitarbeiter im Operationssaal auf ein Minimum beschränken. Dies ist notwendig, um Luftturbulenzen durch viel oder hastige Bewegung zu vermeiden. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 219)

Die Raumluftechnischen Anlagen müssen zur Belüftung des Raumes einen 20fachen Luftwechsel pro Stunde gewährleisten. Die gesamte Luft soll vor dem Eintritt in den Operationssaal gefiltert werden. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 219)

Keime, die sich in der Luft befinden, können sich auch auf dem Instrumentarium festsetzen. Deshalb ist es von äußerster Wichtigkeit, dass die Instrumente, die bei einer Operation gebraucht werden, immer erst unmittelbar vor dem Eingriff gerichtet werden, um die bestmögliche Sterilität zu gewährleisten. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 219)

5.1.3 postoperative Hygiene

Zu den Aufgaben des sterilen OP-Fachpersonals gehört es, nach der Operation die kontaminierte OP-Abdeckung zu entfernen. Backhausklemmen und Klettbänder sind auf ihre Vollständigkeit zu prüfen und die Abdeckung – noch mit der Schutzkleidung bekleidet – zu entfernen. Nach dem ordnungsgemäßen Entfernen der benutzten Instrumente und Materialien werden OP-Mantel und Handschuhe ausgezogen. Die Haut bzw. Bereichskleidung muss dabei vor Kontamination geschützt werden. Falls es jedoch trotzdem zu einer Kontamination gekommen sein sollte, wird die Bereichskleidung unverzüglich gewechselt und die betroffenen Hautareale gewaschen und desinfiziert. (Anm. des Verfassers)

Das Hauptaugenmerk der postoperativen Hygiene liegt auf der Beobachtung des Patienten und seines postoperativen Zustandes. Die hygienische-pflegerische Zielsetzung im Bezug auf die Wunde bezieht sich darauf, die Wunde und das Operationsgebiet vor Keimbefall zu schützen, die Keimverschleppung zu vermeiden und eventuellen Keimbefall zu beseitigen. Dies ist wichtig, um eine schnellstmögliche und komplikationslose Heilung des verletzten Gewebes zu gewährleisten. (vgl. Klischies, Kaiser, Singbeil-Grischkat, 3. Auflage, 2001, S. 219)

5.2 Probleme mit RLT Anlagen

Probleme mit Raumluftechnischen Anlagen können nicht nur technischer Natur sein. Auch der Aspekt der gesundheitlichen Einwirkungen oder die Probleme, die im Zusammenhang mit verschiedensten anderen Faktoren entstehen, dürfen nicht außer Acht gelassen werden. (Anm. des Verfassers)

Grundsätzlich sollten Raumluftechnische Anlagen nur dort installiert werden, wo sie wirklich gebraucht werden. In medizinischen Einrichtungen (OP, Intensivstationen), in Kellerräumen und Hochbauten ist der Einsatz von RLT's durchaus vertretbar, da bei den genannten Objekten die Fenster oft nicht geöffnet werden können oder wie im OP und auf Intensivstationen nicht geöffnet werden dürfen. Es wird empfohlen, die Auswahl der RLT Anlagen an die Bedürfnisse der Bauten anzupassen und dementsprechend auszuwählen. Um das Problem der Unwirtschaftlichkeit ausschalten zu können, dürfen keine

überdimensionalen Anlagen eingebaut werden, um Wartungs- und Betriebskosten so gering wie möglich halten zu können. (vgl. Kramer, Heeg, Botzenhart, 2001, S. 157)

Technische Gebrechen an Raumluftechnischen Anlagen sind immer problematisch. Der Ausfall der Anlagen zieht verschiedenste Probleme nach sich. Der Abtransport von Keimen im Operationssaal ist durch die Funktionsstörung der Anlage unterbrochen. Das Fortsetzen von Operationen ist dadurch problematisch. Weiters können Narkosegase nicht mehr ordnungsgemäß abtransportiert werden, was wiederum zu gesundheitlichen Einschränkungen führen kann. Durch eine zu hohe Konzentration der Narkosegase in der Atemluft kann es zu vermehrter Müdigkeit und Konzentrationsstörungen kommen. (Anm. des Verfassers)

Ein weiteres Problem der RLT Anlage ist es, dass sich verschiedenste Keime in Filtern oder Rohrsystemen ansiedeln können. Diese werden dann durch die Zuluft im Raum verteilt. Die Gefahr von vermehrt auftretenden nosokomialen Infektionen ist dadurch sehr groß. Diese Art von Problem kommt durch sachgerechte und regelmäßige Wartung der Klimaanlage so gut wie nicht vor. Trotzdem muss auf die Gefahr der Keimübertragung über die RLT Anlage aufmerksam gemacht werden. (Anm. des Verfassers)

Nicht nur Keime können über die Klimaanlage verbreitet werden, sondern auch jede andere Art von Partikeln. Die Verbreitung von Latexpartikeln in der Raumluf ist nur eines von vielen Beispielen. Im Operationssaal werden – abgesehen vom hypoallergenen Aspekt - aus diesem Grund latexfreie und ungepuderte Handschuhe verwendet. (vgl. Kramer, Heeg, Botzenhart, 2001, S. 158)

Die Auswirkungen auf die Gesundheit, die nicht immer nur positiver Natur sind, wurden bereits im Kapitel „gesundheitliche Auswirkungen“ ausführlich behandelt und daher wird in diesem Abschnitt nicht mehr näher darauf eingegangen. (Anm. des Verfassers)

Abschließend ist zu sagen, dass durch eine gründlich durchgeführte Wartung der Anlagen und durch eine sachgemäße Benützung, viele Probleme und die damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen auf Patient und Personal vermindert und größtenteils verhindert werden können. (Anm. des Verfassers)

6.0 VERGLEICH DER REINRAUMSYSTEME IM LKH „ALT“ UND LKH „NEU“

Im letzten Abschnitt dieser Arbeit wird auf die bestehenden Reinraumsysteme im Landeskrankenhaus Klagenfurt und dem noch im Bau befindlichem LKH „NEU“ eingegangen. Wie arbeiten die bestehenden Raumlufotechnischen Anlagen im LKH „alt“? Auf welchem technischen Standard befinden sich die Anlagen und welche Probleme treten auf? Welche Anlagen sind im LKH „NEU“ geplant oder bereits angebracht? Wie sollen die Anlagen eingesetzt werden und welche Verbesserungen wurden vorgenommen bzw. sind geplant? Alle Informationen, die in diesem Abschnitt der Arbeit verwendet werden, beziehen sich auf Auskünfte der Medizintechnik des LKH Klagenfurt.

6.1 Raumlufotechnische Anlagen im LKH „alt“

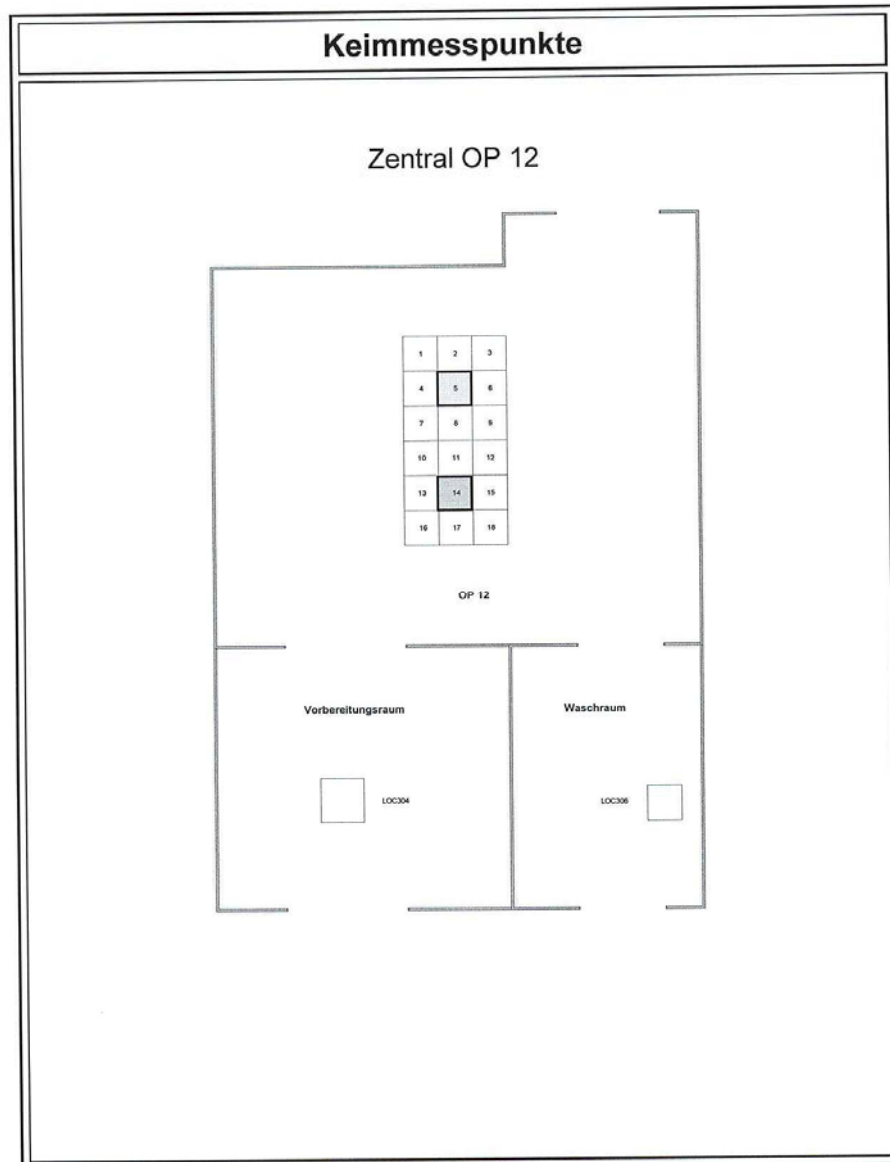
Im LKH Klagenfurt verfügen fast alle Operationssäle im Zentral OP über ein Lamina-Airflow-System. Ebenso die Container OP-Säle der Chirurgie 1 und 2 sowie der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie OP 3 und 4 sind mit diesen Anlagen ausgestattet. Das heißt, die Luft wird mittels turbulenzarmer Verdrängungsströmung von Partikeln gereinigt und so rein wie möglich dem OP zugeführt. Im Zentral-OP verfügen die Operationssäle 7 und 8 – beide urologische Operationssäle – und OP 9 (wird von verschiedenen Abteilungen benützt) über kein Lamina-Airflow System. Im Erdgeschoss ist auch der Unfall OP 1 nicht mit dieser Anlage ausgestattet. Auch die Operationssäle in den älteren Gebäuden des LKH Klagenfurt wie zum Beispiel der Hals- Nasen- Ohren OP, Plastische Chirurgie und Dermatologie sind nicht mit Lamina-Airflow ausgestattet. Sie verfügen über Anlagen mit Schrägluftauslässen, die aber in dieser Arbeit nicht näher beschrieben werden können.

Soweit bekannt gab es in der Vergangenheit nur selten Probleme mit den bestehenden Anlagen. Durch sorgfältige und regelmäßige Wartung und Kontrollen durch die Medizintechnik selbst aber auch durch den Wartungsservice der jeweils zuständigen Firma kann bereits im LKH „alt“ auf einen erfolgreichen und reibungslosen Einsatz von Raumlufotechnischen Anlagen zurückgeblickt werden. Einzig gelegentliche Ausfälle von Motoren oder Ventilatoren können die Funktion der RLT's kurzzeitig stören. Die Fehlermeldungen werden sofort auf einem Monitor angezeigt und der zuständige Medizintechniker hat die Aufgabe, den Fehler – sofern es ihm möglich ist – zu beheben.

Wenn er den Fehler nicht selbstständig beseitigen kann, hat er unverzüglich den Servicedienst der zuständigen Firma zu informieren. Auch das Operationsteam und das OP-Management, sowie die Oberschwester des Zentral OP's müssen über die Störung informiert werden. Das weitere Procedere bzw. die Entscheidung, ob eine Operation trotz Ausfall des Lamina-Airflow weitergeführt wird, wird von allen Beteiligten gemeinsam getroffen. In den meisten Fällen wird aber die Operation abgebrochen, da das Weiterführen problematisch sein kann. Das Risiko der Keimverschleppung ist oft zu groß, sodass sich der Operateur gegen das Weiterführen der OP ausspricht.

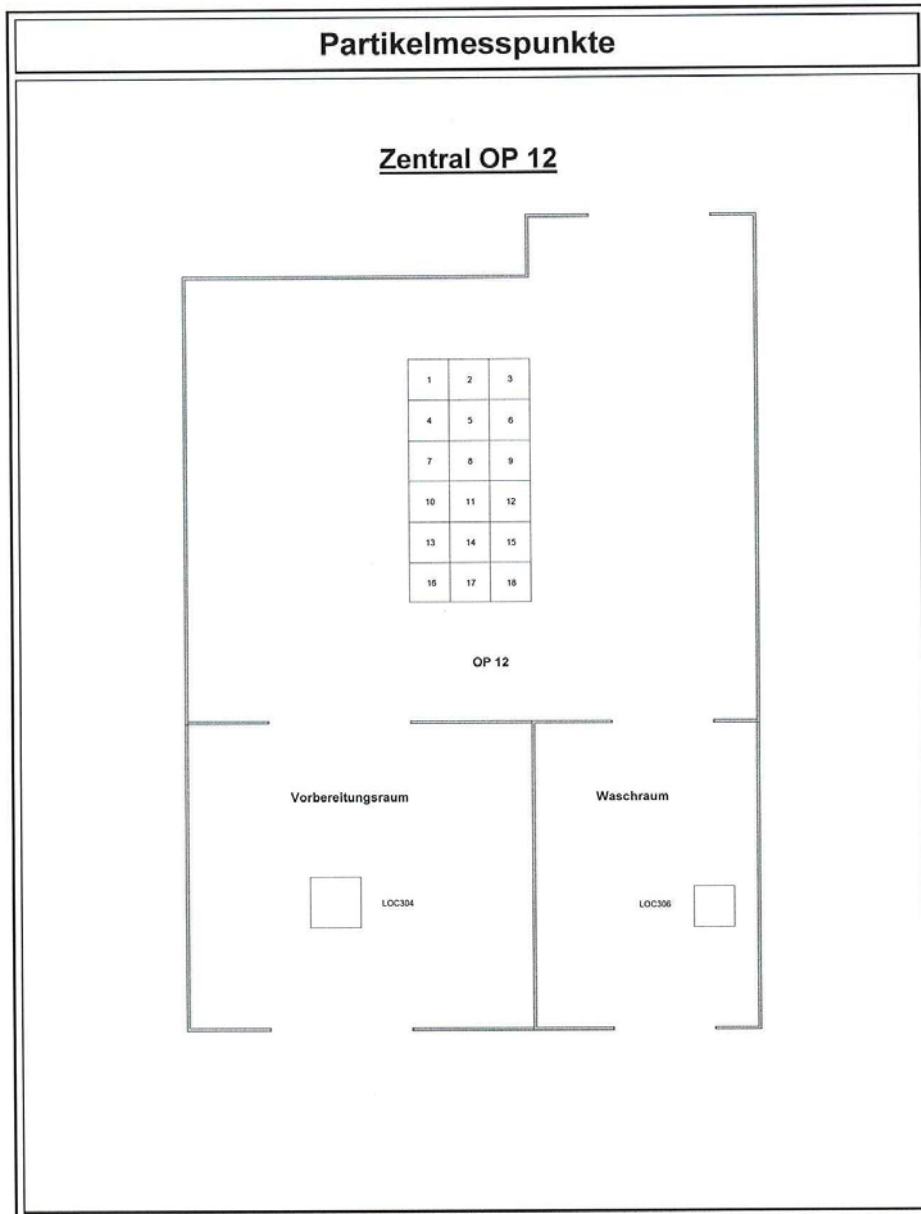
Stromausfälle kommen natürlich auch im LKH Klagenfurt vor. Hierbei verfügt der gesamte OP-Trakt über ein Notstromaggregat, das die Stromversorgung während des Stromausfalls übernimmt.

Im Großen und Ganzen ist das Team der Medizintechnik, sowie das arbeitende Personal im OP Bereich mit den Raumluftechnischen Anlagen zufrieden. Zur Veranschaulichung, wie die Wartung und Prüfung der RLT's vor sich geht und welche Werte erhoben werden, wird ein Prüf- und Wartungsbericht des Zentral OP Nr. 12 beigelegt.



Haslauer ©
Seite 8 von 13

Abbildung 4: Beispielbild 1 Klimawartung LKH Klagenfurt



Haslauer ©
Seite 6 von 13

Abbildung 5: Beispielbild 2 für Klimawartung im LKH Klagenfurt

Zusammenfassung „Solair 3100+“

Instrument Model: SOLAIR 3100+									
Instrument Serial #: 040904002									
Downloaded On: 05.10.2007 11:44:22									
Particle Data: Differential									
Data Duration: 05.10.2007 06:44:24 to 05.10.2007 07:39:27									
Timestamp	Location (Name)	0,3 micron (Counts)	0,5 micron (Counts)	1,0 micron (Counts)	3,0 micron (Counts)	Sample Time (s)	Sample Volume (ft ³)	T (C)	H (RH)
05.10.2007 06:44:24	OP12_1	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:45:50	OP12_2	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:47:10	OP12_3	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:48:28	OP12_4	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:49:48	OP12_5	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:51:03	OP12_6	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:52:19	OP12_7	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:53:35	OP12_8	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:54:50	OP12_9	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:56:05	OP12_10	0	0	0	0	60	1,0		
05.10.2007 06:57:34	OP12_11	0	0	0	0	60	1,0	22,518	52,788
05.10.2007 06:59:53	OP12_12	0	0	0	0	60	1,0	22,942	50,984
05.10.2007 07:01:08	OP12_13	0	0	0	0	60	1,0	23,245	49,180
05.10.2007 07:02:44	OP12_14	0	0	0	0	60	1,0	23,488	47,858
05.10.2007 07:04:29	OP12_15	0	0	0	0	60	1,0	23,670	47,256
05.10.2007 07:05:44	OP12_16	0	0	0	0	60	1,0	23,852	46,174
05.10.2007 07:07:02	OP12_17	0	0	0	0	60	1,0	23,973	45,934
05.10.2007 07:08:15	OP12_18	0	0	0	0	60	1,0	24,155	45,333
05.10.2007 07:10:11	OP12_VOR	0	0	0	0	60	1,0	24,336	45,813
05.10.2007 07:13:14	OP12_WAS	0	0	0	0	60	1,0	24,336	47,737
Average		0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	1,0	23,652	47,906
Maximum		0	0	0	0	60	1,0	24,336	52,788
Minimum		0	0	0	0	60	1,0	22,518	45,333
Standard Deviation		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,607	2,433

Haslauer ©
Seite 12 von 13

Abbildung 6: Beispielbild 3 für Klimawartung im LKH Klagenfurt

Druckverhältnis

OP12

Überdruck



vorhanden

Unterdruck




Luftgeschwindigkeit unter dem Schirm

```

SPEICHERN( 2) 0,14 m/s
SPEICHERN( 3) 0,22 m/s
SPEICHERN( 4) 0,31 m/s
SPEICHERN( 5) 0,24 m/s
SPEICHERN( 6) 0,25 m/s
SPEICHERN( 7) 0,25 m/s
SPEICHERN( 8) 0,23 m/s
    
```

Bemerkungen

Keine Vorkommnisse

Messung durchgeführt von:	Unterschrift:
Novak Johann	
Pribernig Martin	
Haslauer Marco	
Schlager Helmut	
Klagenfurt am:	06.10.2007

Haslauer ©
Seite 13 von 13

Abbildung 7: Beispielbild 4 für Klimawartung im LKH Klagenfurt

6.2 Raumluftechnische Anlagen im LKH „NEU“

Im LKH „NEU“ wird es 14 Operationssäle geben, alle von ihnen werden über ein Lamina-Airflow-System verfügen. Alle Operationsäle sind nach den modernsten Standards ausgestattet und entsprechen der neuen ÖNORM 6020. Die Schirme über den Operationstischen werden wesentlich größer sein als die bisher verwendeten. Der Vorteil hierbei ist es, dass das Operationsteam etwas mehr „Spielraum“ während der Operation hat. Die Bewegungsfreiheit wird wesentlich verbessert, da durch die größeren Schirme mehr Platz geschaffen wird. Wartung und Kontrollen werden wie bisher weitergeführt. Ebenso die Warnsysteme und Notstromaggregate wird es im LKH „NEU“ geben. Das Prinzip wird weiterhin das gleiche sein, einzig die Technik wird besser und moderner sein.

Die Inbetriebnahme der neuen Operationssäle ist genau in einem „Inbetriebnahmeplan“ festgehalten. Dieser Plan kann im Intranet des LKH Klagenfurt begutachtet werden. Die geplante Inbetriebnahme soll im Zeitraum von April bis Juni 2010 erfolgen.

7.0 ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG

Raumluftechnische Anlagen sind im Krankenhausalltag kaum mehr wegzudenken. In beinahe allen Bereichen des Krankenhauses werden diese modernen und technisch komplexen Systeme eingesetzt. Das Ziel des Einsatzes ist es, in verschiedensten Räumlichkeiten – wie zum Beispiel dem OP-Trakt und Intensivstationen – so reine Luftverhältnisse wie möglich schaffen zu können. Durch Normen ist geregelt, was ein reiner Raum ist, welche Auflagen zu erfüllen sind, um zum Beispiel einen Raum der Raumklasse H1 zu erhalten.

Nicht nur Klimaanlage können sich zu der Gruppe der Raumluftechnischen Anlage zählen, auch das sogenannte Lamina- Airflow- System oder turbulenzarme Verdrängungsströmung, oder die turbulente Mischluftströmung finden immer mehr Anwendung in Krankenhäusern. Ihre Aufgabe ist es, die Raumluf von Partikeln und Keimen zu befreien und einen Raum reine Luft zuzuführen. Der Unterschied zwischen den verschiedensten Systemen liegt in ihrem Aufbau und darin, in welcher Form sie die Luft reinigen. Das Wichtige ist aber, dass das Prinzip und das Ziel dieser Anlagen immer das Selbe ist – reine, keimreduzierte Luft. Vor allem im Operationssaal ist es wichtig, die Luft von Partikel zu reinigen. Einerseits um Keimverschleppung und die daraus resultierenden Infektionen so gut wie möglich zu verhindern, und andererseits, um den Menschen, die tagtäglich im Operationssaal arbeiten ein so angenehmes Raumklima wie möglich zu schaffen. Das Verschleppen von verschiedensten Keimen, wie zum Beispiel dem Pseudomonas oder den Staphylococcus aureus, kann durch den Einsatz von Raumluftechnischen Anlagen auf ein Geringes reduziert werden. Es ist jedoch erforderlich, dass sich alle im OP befindlichen Personen- und Berufsgruppen an vorgegebene hygienische Standards halten um den Einsatz dieser Anlagen nicht ad absurdum zu führen. Nicht nur der Operateur selbst hat sich an hygienische Richtlinien zu halten, sondern auch das sterile OP-Fachpersonal und der unsterile Beidienst. Nur durch ein optimales Zusammenspiel von Technik, menschlicher Arbeit und Disziplin kann das Ziel, den Patienten und den Personen, die im OP arbeiten, so wenig Keimen wie möglich auszusetzen. Bisher ist es dem gesamten Personal des LKH Klagenfurt gut gelungen, Raumluftechnische Anlagen effizient einzusetzen. Durch den Einsatz von hochmoderner Technologie und persönlicher Disziplin kann auch künftig der erfolgreiche Weg der Raumluftechnischen Anlagen im LKH „neu“ fortgesetzt werden.

8.0 LITERATURVERZEICHNIS

TAUSCHER W. (1988): Reinraumtechnik, Verlag für chemische Industrie H. Ziolkowsky KG, Augsburg

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1997): Hygiene in der Raumluftechnik, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf

KLISCHIES, KAISER, SINGBEIL-GRISCHKAT (2001): Hygiene und medizinische Mikrobiologie – Lehrbuch für Pflegeberufe, 3. Auflage, Schattauer, Stuttgart

RIETSCHEL (1994): Raumklimatechnik Band 2: Raumluf- und Raumkühltechnik, 16. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg

KRAMER, HEEG, BOTZENHART (2001): Krankenhaus- und Praxishygiene, 1. Auflage, Urban und Fischer Verlag, München

KANDEL H.G. (2006): Verfahrenstechnische Methoden in der Wirkstoffherstellung, Wiley-VCH-Verlag GmbH & CoKG, Weinheim

INTERNETQUELLE

www.wikipedia.de (Zugriffe im Zeitraum vom 14.7.09 – 26.10.09)