

Luftzufuhr in den Operationsraum

4804

Stanisław Przydróżny und Józef Bednarski

Im Aufsatz werden Faktoren besprochen, die auf den Luftwechsel in Operationsräumen einen entscheidenden Einfluß ausüben. Besonderes Interesse gilt dem Luftführungssystem, das den erforderlichen Reinheitsgrad der Luft im Bereich des Operationstisches sicherstellen muß. Die Untersuchungen des Luftwechsels wurden an einem Modell des Operationsraumes (Maßstab 1:1,57) durchgeführt. Die Bilder zeigen die Verteilung der Temperaturzunahme im OP-Raum, die Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Standort der Zu- und Abluftöffnungen sowie die Luftmengen.

1. Einleitung

Die Raumlufttechnik im OP-Raum hat 2 grundlegende Aufgaben zu erfüllen:

1. Zutreffende Lufttemperatur und relative Luftfeuchte im Bereich des Operationsteams aufrechtzuerhalten und
2. die erforderliche Hygiene sowie den entsprechenden Luftkeimpegel im OP-Bereich sicherzustellen.

Im Aufsatz wird diese 2. Aufgabe behandelt, die die Raumlufttechnik (RLT) in OP-Räumen zu erfüllen hat.

2. Anforderungen an den Luftwechsel in OP-Räumen

Ob die RLT-Anlage alle Aufgaben bezüglich Sicherstellung eines niedrigen Luftkeimpegels im OP-Tischbereich zufriedenstellend erfüllt, hängt hauptsächlich von der Wirkung des Luftwechsels im OP-Raum ab.

Der Luftwechsel im OP-Raum wird von den folgenden Faktoren beeinflusst:

- Standort der Zu- und Abluftöffnungen,
- Struktur und Richtungen Zuluftströme,
- Temperaturunterschied zwischen Zuluft und der Luft im OP-Raum,
- Verteilung der Wärmequellen und Ausstattung des OP-Raumes.

Zur Einhaltung der geforderten Hygiene sowie des erforderlichen Reinheitsgrades der Luft im Bereich des OP-Tisches bedarf eines dreistufigen Filtersystems der Zuluft – das ist die erste Voraussetzung. Außerdem muß noch eine weitere Voraussetzung erfüllt werden: Sicherstellung

eines entsprechenden Geschwindigkeitsfeldes im Bereich des OP-Tisches, das imstande ist, die von dem OP-Team emittierten Mikroorganismen schnell abzuführen. Weiterhin ist bekannt, daß je Person vom OP-Team sogar bei steriler Schutzkleidung etwa 1500 bis 50000 Mikroorganismen und Staub pro Minute abgegeben werden [2; 3]. Das hängt stark von der Art der Aktivitäten ab und stellt die Hauptquelle für die Luftverunreinigung im OP-Raum dar.

Staub und Mikroorganismen können auch von außen mit der Zuluft der RLT-Anlagen in den OP-Raum gelangen. In Städten und dicht bebauten Siedlungen enthält 1 m^3 mehrere Tausend Organismen und Staub. Man kann annehmen, daß die Keim- und Staubzahl in 1 m^3 Luft, die ein unter besonders günstigen Klimabedingungen befindliches Krankenhaus umgibt, nicht kleiner als 2000 ist. Bei einem dreistufigen Filtersystem mit Endfilter Klasse S läßt sich in 1 m^3 die Luftkeimzahl bis auf 1 bis 3 reduzieren. Diese Luft kann dann dem OP-Raum zugeführt werden.

Soll ein entsprechender Reinheitsgrad der zugeführten Luft trotz der schon erwähnten Mikroorganismenquelle (Operationsteam, Hilfspersonal und zu operierende Person) erreicht werden, so läßt sich dieses Ziel durch einen entsprechend hohen Luftwechsel und eine angemessene Gestaltung des Geschwindigkeitsfeldes der Luft erzielen.

Der Luftwechsel ist so zu gestalten und das Geschwindigkeitsfeld so anzupassen, daß folgende, grundlegende Voraussetzungen erfüllt werden:

1. Der Luftwechsel hat horizontal über dem OP-Tisch geneigt einige Grad von der Horizontalen nach unten geneigt, aber immer in Richtung Kopf des Patienten, stattzufinden. Diese Bewegungsrichtung trägt wirkungsvoll zur Abführung der vom OP-Team abgegebenen Mikroorganismen und Staubpartikel bei. In diesem Fall strömt die Luft ohne Störeinfluß zwischen dem OP-Tisch und der OP-Lampe. Wird die Luft aber vertikal von oben nach unten geführt, so befindet sich ein beträchtlicher Bereich des OP-Tisches im aerodynamischen Schatten der OP-Lampe, dadurch werden Bedingungen für unerwünschte Luftbewegungen geschaffen und das hat zur Folge, daß in diesem Bereich eine beachtliche Konzentration von Keimen herrscht. Diese unerwünschten Erscheinungen, die bei dieser Art Luftführung vorkommen, lassen sich durch den Einsatz schräg angebrachter Luftdüsen in der Zuluftdecke vermeiden.
2. Der Luftstrom, der in den Bereich des OP-Tisches gelangt, soll keimarme/keimfreie Luft enthalten. Außerdem soll er nur dezimiert mit der im OP-Saal befindlichen Luft in Berührung kommen, die durch Keime und

Staub viel ausgeprägter als der, aus den Zuluftöffnungen gelangene Luftstrom, belastet ist.

Die vorgeschlagenen Richtungen des Luftstromes im OP-Tischbereich beruhen auf der Tatsache, daß die wichtigste Keim- und Staubquelle in diesem Bereich das OP-Team ist, das sich um den Operationstisch befindet. Die vom OP-Team gelangenden Verunreinigungen werden von der strömenden Luft mitgeführt; sie bilden einen Streifen, der sich der strömenden Luft anschließt. Die Keimkonzentration ist in diesem Streifen viel höher als im übrigen Bereich des OP-Raumes und als solche darf sie keinesfalls in die Nähe der zu operierenden Person gelangen. Je schneller die Vereinigungen abgeführt werden, desto schneller wird ihre Ausbreitung im Raum unterbunden. Andererseits kommt die keimarme/keimfreie Zuluft auf ihrem Weg in den OP-Raum mit der im OP-Raum verweilenden Luft in Berührung und gelangt in den OP-Tischbereich um so sauberer, je weniger die im OP-Raum befindliche Luft verschmutzt ist.

Die Ausbreitung der vom OP-Team abgegebenen Verunreinigungen wird noch durch die konvektive Luftströmung gefördert und jedes Hindernis auf dem Strömungsweg der Zuluft vergrößert noch die Turbulenzen und fördert die Intensität des Mischvorganges zwischen sauberer Zuluft mit der verschmutzten Luft im OP-Raum.

Die Temperatur der Schutzkleidung des OP-Teams ist höher als die Temperatur der umgebenden Luft. Das ist die Ursache für Entwicklung der konvektiven Luftströmung. Die Luft mit großer Keimkonzentration, gefördert durch die Konvektion, verliert mit der Höhe nach und nach ihre Geschwindigkeit, vermischt sich mit der herabfließenden Zuluft und fällt u. a. auf den Patienten [6].

Diese unerwünschte Erscheinung kann durch entsprechende Geschwindigkeit der Zuluft unterbunden werden. Strömt die Zuluft von oben herab, dann sollen die mittleren Geschwindigkeiten ca. 0,35 m/s nicht unterschreiten. In diesem Fall wird die Luft mit großer Staub- und Keimkonzentration durch die im unteren Teil des OP-Raumes, d. h. am Fußboden befindlichen Abluftöffnungen, abgeführt.

Beim horizontalen Luftwechsel im OP-Tischbereich werden die konvektiven Luftströme schon in der Entstehungsphase unterbunden, vorausgesetzt, daß die horizontale Geschwindigkeit entsprechend groß ist. Die vom OP-Team abgegebenen Keime und Staub werden durch die vorbeiströmende Luft mitgeführt und in Richtung Abluftöffnungen transportiert. Diese Öffnungen sind meist über dem Fußboden in der vertikal zur OP-Tischachse liegenden Wand, hinter dem Kopf des Patienten, verteilt.

3. Luftführungssysteme

Es gibt grundsätzlich zwei Luftführungssysteme im OP-Raum: Herkömmliche und Verdrängungs-Luftführungssysteme.

3.1 Herkömmliche Luftführungssysteme

Diese Systeme werden allgemein verwendet. Charakteristisch für sie ist die Turbulenz der Zuluftströme und der Luftbewegung im OP-Raum. Bei einer turbulenten Bewegung führen die Luftteilchen, auch zugleich Fluktuationsquerbewegung in der Hauptrichtung aus, wodurch der Stoffaustausch zwischen Luftstrom und OP-Raum Luft, die durch Staub und Keime belastet ist, wesentlich zunimmt. Daraus ist zu schließen, daß der Luftwechsel so gestaltet werden muß, daß der Kern oder Luftströme den Bereich des OP-Tisches umspült. Diese Lösung gewährleistet den höchsten Grad der Luftreinheit im Bereich des OP-Tisches.

3.2 Verdrängungs-Luftführungssysteme

Verdrängungs-Luftführungssysteme werden in OP-Räumen oder OP-Kabinen angewendet. Diese Systeme beruhen darauf, daß die keimarme, freie Zuluft von einer Lochdecke, oder von einer Wand in den OP-Raum gelangt. Charakteristisches Merkmal für diese Systeme ist, daß der Luftwechsel durch laminare Luftströmung erreicht wird, ohne Turbulenz. Die Luftgeschwindigkeit soll 0,45 bis 0,55 m/s betragen, was einen hohen Zuluftvolumenstrom für OP-Räume oder OP-Kabinen bedeutet. Im folgenden werden einige Ergebnisse von Luftwechselluntersuchungen bei herkömmlichen Luftführungssystemen angeführt.

4. Untersuchungen an dem Luftführungssystem in OP-Raum (Untersuchungsprogramm)

An der Technischen Hochschule Wroclaw wurden Untersuchungen über den Luftwechsel in OP-Räumen bei wechselbar angeordneten Zu- und Abluftöffnungen durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden am Modell eines typischen OP-Raumes mit Abmessungen 6 m × 6 m × 3,4 m vorgenommen. Es wurde vorausgesetzt, daß das OP-Team aus 9 Personen besteht. Die Leistung der durch das OP-Team samt Patienten entwickelten expliziten Wärme wurde auf 890 W festgesetzt. Zu Untersuchungszwecken wurde angenommen, daß die Beleuchtungswärme 2500 W beträgt (2000 W Allgemeinbeleuchtung und 500 W OP-Lampe). Keine der Trennwände des OP-Raumes bestand aus einer Außenwand.

Das untersuchte Modell des OP-Raumes wurde im Maßstab $S_L = 1:1,57$ ausgeführt. Das Modell war eine isothermische Kammer mit Abmessungen 3,82 m × 3,82 m, Höhe 2,16 m. Das Modell besitzt eine abgehängte Decke, an der Tragkonstruktion befestigt, und verfügte über eine Zuluftdecke. Parallel zu dieser Decke wurden zwei Systeme angeordnet, die die Allgemeinbeleuchtung simulieren sollten, einschließlich Abluftöffnung. In der Stirnwand des Modells (zu Füßen des Patienten) wurde eine große rechteckige Zuluftöffnung angebracht, deren Fläche während der Untersuchungen veränderlich war. In diesem

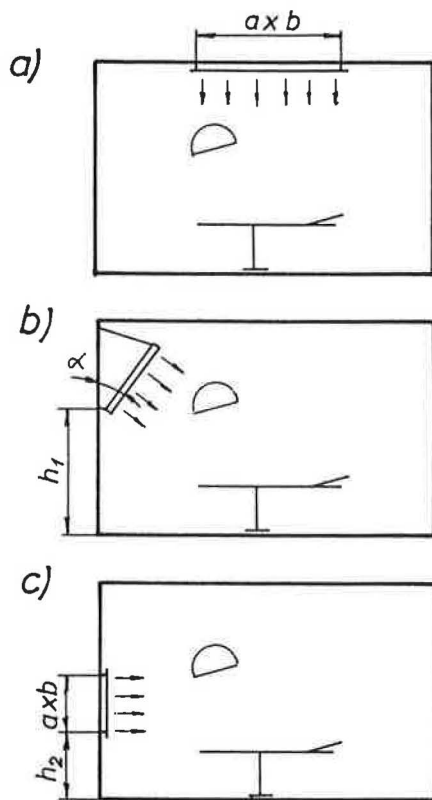


Bild 1. Schema der Zuluftöffnungs-Verteilung in dem OP-Raum: a) Zuluftdecke, b) schräg angebrachte Lochwand $h_1 = 1800$ mm, c) Öffnung in der Wand zu Füßen des Patienten $h_2 = 1200$ mm.

Luftführungssystem wurde auch eine andere Möglichkeit der Luftführung vorgesehen, nämlich durch eine schräg zwischen der Decke und der Wand zu Füßen des Patienten angebrachte Lochwand mit variablem Neigungswinkel. In den zwei gegenüberliegenden Seitenwänden wurden Abluftöffnungen vorgesehen. Die Anordnung der Zuluftöffnungen zeigt schematisch *Bild 1*.

Im Innern des Modells wurde in demselben Maßstab untergebracht:

- Kleiderpuppen des OP-Teams,
- Hilfsgeräte: OP-Tisch und Narkoseschrank,
- OP-Lampe.

Beobachtungen im Innern des Modells und Aufzeichnungen konnten durch ein kleines Fenster in einer Seitenwand vorgenommen werden.

Die RLT-Anlage des Modells bestand aus zu- und abluftseitigen Teilen, die in einem geschlossenen Zyklus arbeiten, d. h. die Luft wurde dem Modell vom Laborraum zu- und abgeführt. Diese Installation machte es möglich, daß die während der Untersuchungen geplante Raumtemperatur im OP-Modell auf dem erforderlichen Niveau durch Kühlung der Zuluft gehalten werden konnte. Die Untersuchungen wurden unter Änderung des zugeführten Luftstromvolumens durchgeführt. Dadurch konnte man den Einfluß des Luftwechsels auf die Veränderung der Temperaturzunahme der Luft im OP-Raum bestimmen.

Wie bereits erwähnt wurde, hatte man in dem Modell des OP-Raumes Systeme eingesetzt, die Wärme-Abgabe der Beleuchtung, der OP-Lampe und der Personen simulieren

sollten. Dieses System, das die Wärme-Abgabe der Menschen simulieren sollte, bestand aus 10 Kleiderpuppen mit eingebauten Heizkörpern unterschiedlicher Leistung, weil einzelne Mitglieder des OP-Teams und der Patient auch unterschiedliche Wärmeabgabe haben, abhängig von den Aktivitäten die im Laufe der Operation ausgeübt werden. Sowohl das Modell des OP-Raumes als auch das der RLT-Anlage wurden nach Angaben zur physikalischen Simulation in der Lüftungs- und Klimatechnik [4; 5] ausgeführt.

4.1 Meßmethoden

An dem Modell des OP-Raumes wurden folgende Untersuchungen und Messungen durchgeführt:

- Zu- und Abluftleistung im OP-Saal,
- Lufttemperatur im Modell und die Zu- und Ablufttemperaturen,
- Luftwechsel im Modell des OP-Raumes.

Zur Messung der Intensität des Luftwechsels des OP-Raum-Modells wurden Meßblenden ISA in den Zu- und Ablaufleitungen eingesetzt.

Die Temperatur wurde mit Nickel-Widerstandsthermometern und Temperatur-Registrier-Geräten ermittelt.

Zur Messung der Temperaturverteilung im OP-Raum wurde das Modell in sechs vertikale Meßflächen unterteilt. Auf jeder Fläche wurde ein auf einer Schiene bewegliches Meßgitter untergebracht. In den Knotenpunkten befanden sich 30 Temperaturfühler. Dieses Meßsystem erlaubte die Luft-Temperatur in 180 Punkten des untersuchten Modellraumes zu überprüfen. Überdies wurden durch ein Meßsystem die Temperaturen der Zuluft, der Abluft und der das Modell umgebenden Luft ermittelt.

Zur Messung der Luftgeschwindigkeit im Modell wurden Anemometer verwendet. 5 Meßsonden wurden untereinander auf einem auf Schienen fahrenden Wagen angeordnet. Diese Schiene wurde nach Bedarf auf einzelne Meßflächen gelegt.

4.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ausbreitung der nichtisothermischen Luftströme im OP-Raum wurden als Diagramme mit der Lufttemperaturzunahme sowie der Ausbreitungsrichtungen und Geschwindigkeitswerte der Luft in vertikalen Flächen der OP-Raumquerschnitte dargestellt.

Der wichtigste Parameter, der für die Analyse der Meßergebnisse benötigt wird, ist die reelle Temperaturzunahme im OP-Raum. Sie erlaubt, die Anordnung der Zu- und Abluftöffnungen im OP-Raum zu beurteilen.

Anhand der Diagramme, die die Temperaturzunahme verdeutlichen sollen, kann man sowohl über die Intensität des Mischvorganges der zugeführten Luft mit der im OP-Raum befindlichen Luft als auch über unerwünschte Zonen, wo keine Luftbewegung stattfindet, Schlüsse ziehen. Die *Bilder 4* und *5* zeigen Untersuchungsergebnisse über die Verteilung der Temperaturzunahme im OP-

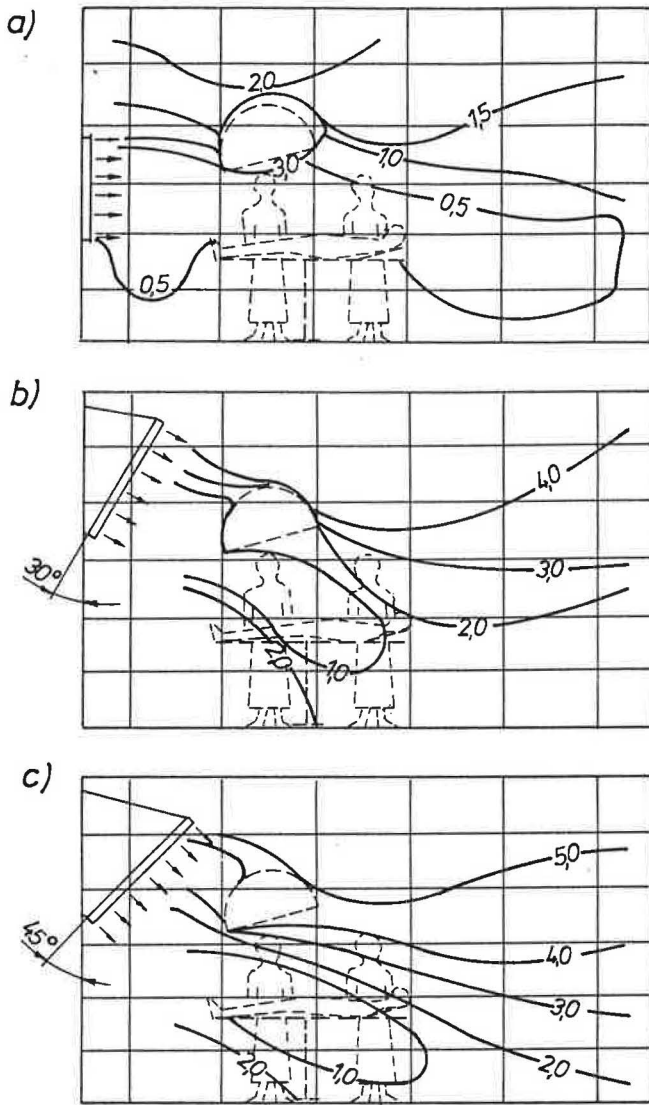


Bild 2. Verteilung der Lufttemperaturzunahme im OP-Raum: a) Luftzuführung durch die Öffnung zu Füßen des Patienten, b) und c) schräg angebrachte Lochwand.

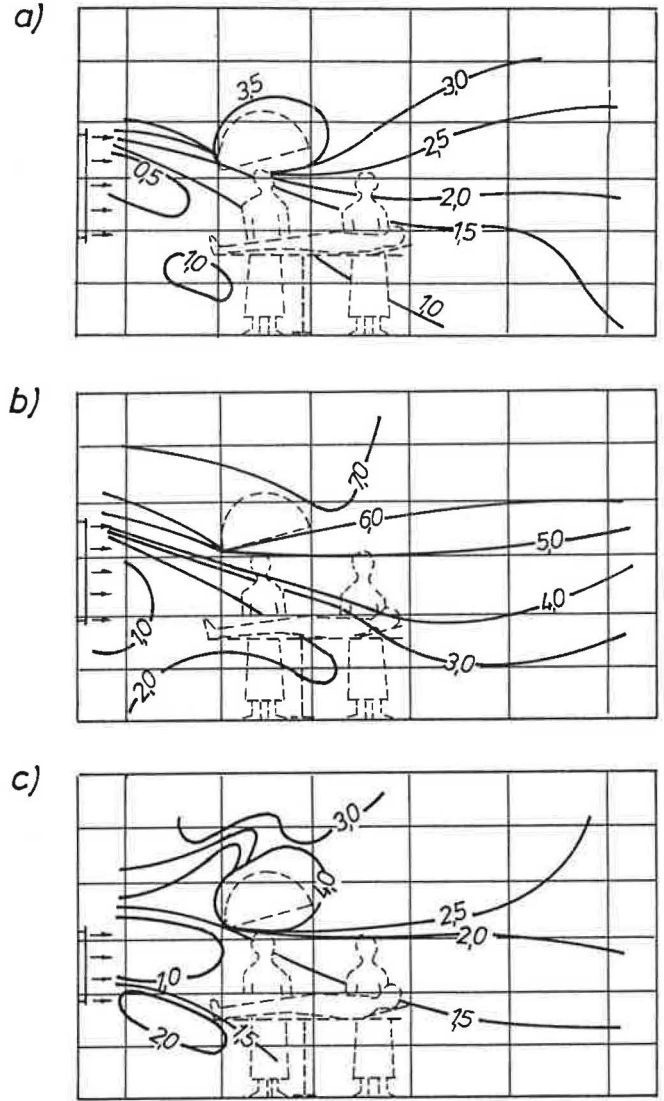


Bild 4. Verteilung der Lufttemperaturzunahme im OP-Raum während der Luftzuführung durch die Öffnung zu Füßen des Patienten: a) und b) Öffnung mit Abmessungen 1100 mm x 1900 mm.

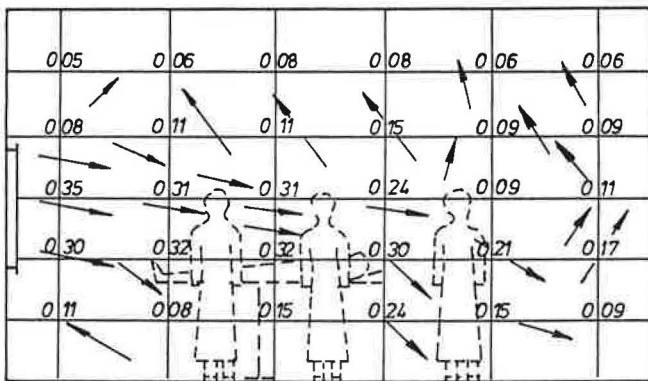


Bild 3. Verteilung der Luftgeschwindigkeit an Meßpunkten im OP-Raum.

Raum. Die in diesen Bildern angegebenen Werte der Lufttemperaturzunahme, und die im Bild 3 dargestellten Werte für die Luftgeschwindigkeit, beziehen sich auf die realen Ausmaße des OP-Raumes.

Bei der in den Diagrammen dargestellten Werte der Lufttemperaturzunahme und der Luftgeschwindigkeit in OP-Raum hat man sich wegen eines vereinfachten Überblicks darauf beschränkt, nur eine längs dem OP-Tisch verlaufende Meßfläche darzustellen.

Die im Bild 2 gezeigten Meßergebnisse wurden für einen Zuluftstrom mit einer Leistung von $V = 0,73 \text{ m}^3/\text{s} \cong (2633 \text{ m}^3/\text{h})$ ermittelt, was einem Luftwechsel im OP-Raum von $\beta = 21,5 \text{ h}^{-1}$ entspricht. Die Luftzufuhr erfolgte durch eine Öffnung mit Abmessungen 1100 mm x 1900 mm (Bild 2a) und für zwei weitere Fälle (Bilder 2b und 2c) durch eine schräg angebrachte Lochwand mit dem Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$ bzw. 45° . Die Luftabführung für die o.a. 3 Fälle erfolgte durch die im unteren Teil des OP-Raumes befindlichen Abluftöffnungen ($0,59 \text{ m}^3/\text{s}$) und durch das Gehäuse für die Allgemeinbeleuchtung (Abluftleuchten) und der OP-Lampe ($0,14 \text{ m}^3/\text{s}$).

Für die Zuluftöffnung (Bild 2a) gilt eine starke Umströmung des OP-Feldes durch die dem OP-Raum zugeführte

Zuluft. Während der Zuführung mit rauchvermischter Luft konnte beobachtet werden, daß der Kern des Luftstromes in die Zone des OP-Tisches gelangt. Die Temperaturzunahme im Bereich des OP-Tisches überschreiten nicht 1 K, was im o. a. Bild zu sehen ist.

Bei diesem Luftführungssystem überschreitet die Luftgeschwindigkeit im Bereich des OP-Tisches nicht mehr als 0,30 m/s (Bild 3).

Wird die Luft dem OP-Raum durch eine schräg angebrachte Lochwand zugeführt, so ist die Temperaturzunahme im OP-Feld höher als beim vorigen Luftführungssystem, z. B. beim Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$ (Bild 2b) etwa 2,5 K und bei $\alpha = 45^\circ$ (Bild 2c) nur 4 K. Außerdem wird bei der Luftzuführung durch eine Lochwand die Zuluft mit der im OP-Raum befindlichen Luft gemischt und gelangt in den Bereich des OP-Tisches.

Eine Verringerung des, dem OP-Raum durch eine zu Füßen des Patienten befindliche Öffnung 1100 mm \times 1900 mm zugeführten Luftstromes, von 0,73 m³/s bis auf 0,63 m³/s bewirkte eine schnellere Zunahme der Lufttemperatur im Bereich des OP-Tisches bis auf 2 K, wie es Bild 4a zeigt. Es muß aber der Hinweis gegeben werden, daß der Zuluftstrom von 0,63 m³/s einem Luftwechsel im OP-Raum von $\beta = 18,4 \text{ h}^{-1}$ entspricht. In dem geschilderten Fall fand die Luftabführung durch Abluftöffnungen im unteren Teil des OP-Raumes (0,49 m³/s) und durch das Gehäuse der Allgemeinbeleuchtung (Abluftleuchten) und der OP-Lampe (0,14 m³/s) statt.

Wird die Luft nicht durch das Gehäuse der Allgemeinbeleuchtung sondern im unteren Teil des OP-Raumes (0,49 m³/s) und durch Öffnungen im oberen Bereich des OP-Raumes (0,14 m³/s) abgeführt, dann nimmt die Lufttemperatur im OP-Feld zu und beträgt mehr als 4 K, wie Bild 4b zeigt.

Eine Verringerung der Zuluftöffnungshöhe von 1100 mm auf 785 mm (Bild 4c) bei demselben Luftvolumen (0,73 m³/s) und derselben Luftabführung bewirkt eine nicht beachtliche Steigerung der Lufttemperaturzunahme im OP-Raum, was man durch einen Vergleich der Bilder 4a und 4c feststellen kann.

Die in Bild 5 gezeigten Ergebnisse der Lufttemperaturzunahme im OP-Raum beziehen sich auf die Luftzuführung durch die Zuluftdecke. Dieses Luftführungssystem zeichnet sich durch eine intensive Vermischung der Zuluft mit der im OP-Raum befindlichen Luft aus, was man besonders deutlich bei der Zuführung der mit Testrauch durchsetzten Luft erkennen konnte. Bei diesem Luftführungssystem ist die Temperaturzunahme im Bereich des OP-Tisches und im ganzen OP-Raum auch klein und beträgt maximal 1 K (Bild 5a) bei einem Zuluftstrom von 0,94 m³/s (dies entspricht einem Luftwechsel $\beta = 27,8 \text{ h}^{-1}$) und bei einer Luftabführung im unteren Bereich des OP-Raumes mit 0,73 m³/s sowie durch das Gehäuse der Allgemeinbeleuchtung (Abluftleuchten) und der OP-Lampe 0,21 m³/s. Wird aber die Luft nicht durch das Beleuchtungsgehäuse sondern im unteren und oberen Bereich des OP-Raumes abgeführt (Bild 5b) dann erhöht sich die Lufttemperaturzunahme bis auf etwa 2 K.

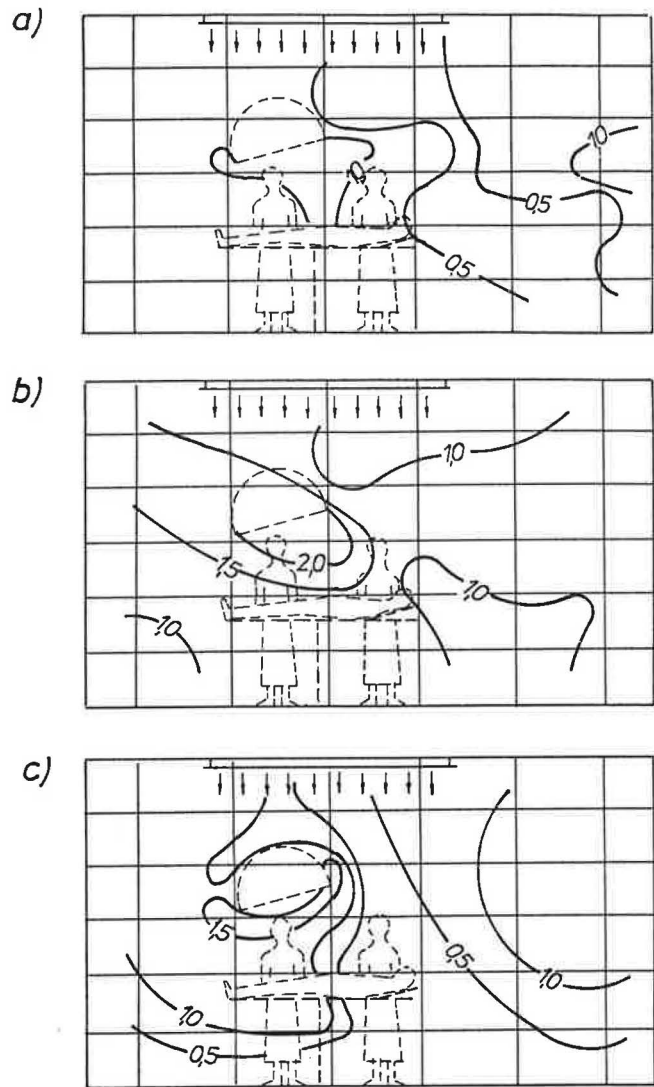


Bild 5. Verteilung der Lufttemperaturzunahme im OP-Raum während der Luftzuführung durch die Zuluftdecke mit Abmessungen 2970 mm \times 1960 mm.

Eine Verringerung des durch die Zuluftdecke dem OP-Raum zugeführten Luftstromes von 0,94 m³/s bis auf 0,74 m³/s (Bild 5c) und die Abführung der Luft durch die im unteren Bereich befindlichen Abluftöffnungen und das Gehäuse der Allgemeinbeleuchtung (Abluftleuchten) bewirken, daß die Lufttemperaturzunahme im OP-Raum nicht beachtlich ansteigt, was durch einen Vergleich der Bilder 5a und 5b festgestellt werden kann.

5. Zusammenfassung

Aus den durchgeführten Untersuchungen geht eindeutig hervor, daß das beste Luftführungssystem im OP-Raum durch das Unterbringen der Zuluftöffnung in der Wand zu Füßen des Patienten erreicht werden kann. Es ist empfehlenswert eine Zuluftöffnung mit einer Höhe von 800 mm bis 1100 mm und etwa 2000 mm Breite zu verwenden. Die untere Kante dieser Öffnung soll sich etwas höher als die Oberkante des OP-Tisches befinden.

Die Luftabführung vom OP-Raum sollte durch Ablauföffnungen am Fußboden und durch das Beleuchtungsgehäuse der Abluftleuchten oder durch die am Fußboden und in der Decke befindlichen Öffnungen stattfinden.

Es ist empfehlenswert den OP-Tisch in Nähe der Wand mit der Zuluftöffnung anzuordnen. Die Entfernung des OP-Tisches von dieser Wand soll 1,5 m nicht überschreiten.

Literatur

- [1] *Bednarski J., Przydróżny, S.*: Optymalizacja wymiany powietrza w salach operacyjnych (Optimierung des Luftwechsels in OP-Räumen). Technische Hochschule Wrocław, I-13, Nr. 35/1977.
- [2] *Duguid, J. P., Wallace, A. T.*: Air infection with dust liberated from cloutning. *Lancet* 1968, S. 845-849.
- [3] *Whyte, W., Robertson, P.*: Some observations on air conditioning in hospitals with special regard to recirculation of the air. *JIHVE*, 10/1970.
- [4] *Jonstone, R. E., Thring, M. W.*: Instalacje doświadczalne, modelowanie i metody powiększenia skali. PWT, Warszawa 1960.

(Untersuchungs-Installationen, Modellieren und Methoden der Maßstabsvergrößerung).

- [5] *Mierzwiński, S., Majerski, S.*: Modelowanie procesów wentylacji. (Modellieren der Belüftungsprozesse). Nowa Technika w Inżynierii Sanitarnej (Neue Technik in der Umwelt- und Klimatechnik), Nr. 2. Arkady, Warszawa 1972.
- [6] *Przydróżny, S., Ferencowicz, J.*: Wpływ sposobu wymiany powietrza na stopień sterylności powietrza w salach operacyjnych. (Einfluß des Luftführungssystems auf den Reinheitsgrad der Luft in OP-Räumen) PZITS, Kraków 206/1975.
- [7] *Renger, P., Pinks, W.*: Messungen von Keimzahlen und aerogenen Ausbreitungswegen in Operationsräumen mit dem Luftführungssystem „Zuluftdecke mit Stützstrahl“. *Hygiene + Medizin*. D-Nr. 16833.
- [8] *Przydróżny, S.*: Systemy klimatyzacji bloków operacyjnych – etap II. (Luftführungssysteme in Operationsblöcken – 2. Etappe), Raport nr R-7/76, I-13, Technische Hochschule, Wrocław 1976 (Reihe: unveröffentlichte Berichte).
- [9] *Bednarski, J.*: Instalacje klimatyzacyjno-wentylacyjne szpitali – etap III część I. Raport SPR-28/81-13 Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1981 (RLT- und Belüftungsanlage in Krankenhäusern); unveröffentlicher Bericht.
- [10] *Przydróżny, S., Bednarski, J.*: Sposób nawiewania powietrza. PL-Patent nr 138497 (Luftführungssystem. Patentschrift Nr.-PL-138497).

Buchbesprechungen

Leonhardt, W., Klopffleisch, R. und Jochum, G.: Kommunales Energie-Handbuch

Karlsruhe: Verlag C. F. Müller 1989. 240 S., zahlr. Abb., Tab., Diagr., Preis: DM 39,80

Die Stadtwerke in Saarbrücken verwirklichen seit 1980 ihr „örtliches Versorgungskonzept 1980-1995“. In diesem Buch wird die Halbzeitbilanz gezogen: Ein Bündel planvoll koordinierter Maßnahmen sichert dort bereits heute den Ausstieg aus Energieverschwendung und Atomstrom.

Nahmhafte Experten aus Praxis und Wissenschaft legen anschließend die wesentlichen politischen, wirtschaftlichen, technischen und juristischen Handlungsmöglichkeiten kommunaler Energiepolitik dar. Es entsteht gleichsam eine inhaltlich begründete „Checkliste“ für den kommunalen Anwender. Ein Muster-Konzessionsvertrag mit dem überregionalen Stromversorger, der den kommunalen Handlungsspielraum sichert, wird vorgestellt.

Koch, R.: Umweltchemikalien.

Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft 1989. 11 Abb., u. 18 Tab., Preis: DM 54,-

Für 130 Stoffe, vorwiegend Pestizide, Drogen, Farbstoffe, aber auch Asbest, Blausäure, Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Chlor, Kupfer, Nickel, Zinn) und

ihre Verbindungen werden nach einem einführenden Kapitel in „Datenprofilen“ jeweils allgemeine Informationen, ausgewählte Eigenschaften (darunter auch die Abbaubarkeit), die Toxizität, Grenz- und Richtwerte für Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz (meist MAK-Wert, TA-Luft-Emissionsgrenzwert und Trinkwassergrenzwert), Umweltverhalten, Abfallbeseitigung, Verwendung und Literaturhinweise angegeben. Den alphabetisch geordneten Darstellungen folgt ein Register, in dem die Stoffe nach aufsteigenden CAS-Nummern sortiert sind. Es wird damit ein für weite Kreise interessantes Nachschlagewerk vorgelegt.

E. L.

Imhoff, Karl und Klaus: Taschenbuch der Stadtentwässerung

München: R. Oldenbourg GmbH 27. Aufl. 1990. 450 S., 166 Abb., 12 Taf., Preis: DM 58,-

Nach 5 Jahren wird die 27. Auflage dieses bewährten Standardwerkes der kommunalen Abwasserentsorgung vorgelegt. Auch diesmal wurde der Grundsatz beibehalten, auf schwierige Formeln und zeitraubende Ausrechnungen zu verzichten. Wo es geht, wurden Erfahrungszahlen aufgeführt, nach denen sich der Leser richten kann.

Gegenüber der letzten, 26. Auflage wurde das Buch in allen Abschnitten verbessert und aktualisiert. Es ist wieder übersichtlich gestaltet und geht auf alle Fragen ein, die im kommunalen Abwasserbetrieb entstehen.

U.