



---

**Der Stellenwert von Decken mit  
turbulenzarmer Verdrängungs-  
strömung (TAV) in Operationsräumen**

Seite 2

---

## IMPRESSUM

### Redaktion und für den Inhalt verantwortlich:

Prim. Assoc. Prof. Dr. Christoph Aspöck  
Universitätsklinik für Hygiene und Mikrobiologie  
Karl Landsteiner Privatuniversität, Universitätsklinikum St. Pölten

Namentlich gekennzeichnete Artikel sind die persönliche und/oder wissenschaftliche Meinung des Verfassers und müssen daher nicht mit der Meinung des für Inhalt und Redaktion Verantwortlichen übereinstimmen.

### Wissenschaftlicher Beirat:

Univ.-Prof. Dr. Franz Allerberger, Wien, Univ.-Prof. Dr. Horst Aspöck, Wien, Univ.-Prof. Dr. Andrea Grisold, Graz, PD Dr. Markus Hell, Salzburg, Univ.-Prof. Dr. Alexander M. Hirschl, Wien, Univ.-Prof. Dr. Walter Koller, Wien, Univ.-Prof. Dr. Cornelia Lass-Flörl, Innsbruck, Univ.-Prof. Dr. Regina Sommer, Wien, Ass.-Prof. PD DI Dr. Miranda Suhomel, Wien, Univ.-Prof. Dr. Günther Wewalka, Wien, Univ.-Prof. Dr. Birgit Willinger, Wien

**Herausgeber:** Mag. Wolfgang Chlud

**Verlag und Korrespondenzadresse:**

**UNIVERSIMED**

MEDIZIN IM FOKUS  
Cross Media Content GmbH

**Geschäftsführung:** Dr. med. Bartosz Chłap, MBA  
1150 Wien, Markgraf-Rüdiger-Straße 6-8  
Tel.: 01/876 79 56, Fax: 01/876 79 56-20

schülke +

# Der Stellenwert von Decken mit turbulenzarmer Verdrängungsströmung (TAV) in Operationsräumen

Für Chirurgen stehen postoperative Infektionen – neben Blutungen und kardiopulmonalen Zwischenfällen – an vorderster Stelle möglicher Komplikationen. Daher wird mit erheblichem Aufwand alles versucht, entsprechende Risikofaktoren zu vermeiden oder zumindest so gering wie möglich zu halten. Dies geschieht durch so unterschiedliche Maßnahmen wie die präoperative chirurgische Händevorbereitung, das Tragen von sterilen chirurgischen Handschuhen und Anlegen steriler Schutzkleidung, die Verwendung steriler Instrumente, die Durchführung einer präoperativen Hautantiseptik, die systemische Antibiotikagabe innerhalb von 120 bis 60 Minuten vor Hautschnitt, das intraoperative Spülen mit Antiseptika oder den Einsatz entsprechender antimikrobiell behandelter Prothesen einschließlich der Verwendung von antimikrobiellem Nahtmaterial bei ausgewählten Operationsindikationen. Die organisatorisch wohl am meisten komplexe Maßnahme stellt jedoch die mechanische Be- und Entlüftung in Operationsräumen dar, auch, weil sie bereits bei der Errichtungsplanung und vor dem Bau von Operationseinheiten festgelegt sein muss.

## Partikel, Bakterien und Filter

Bakterien können über Partikel, die in der Luft schweben, in das Operationsgebiet eindringen, sich auf sterilen Operationsinstrumenten ablagern und dort verbleiben. Aus diesem Grund wurden, insbesondere vor der breiten Verfügbarkeit von Antibiotika, bereits in den 1960ern und 1970ern entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Diese zeigten, dass postoperative Infektionen bei Eingriffen an braditrophem Gewebe oder mit Implantation von Fremdkörpern geringere Bakterienzahlen in Wunden [1] und geringere Infektionsraten [2] aufwiesen, wenn zusätzlich zu anderen Maßnahmen die Raumluft mittels Hochleistungs-Partikelfilter (High Efficient Particulate Air – HEPA-Filter) filtriert und turbulenzarm über das Operationsfeld eingebracht wurde. In der Folge wurden Operationsräume regelhaft durch großflächige turbulenzarme Luftströmung, horizontal oder vertikal zum OP-Tisch mechanisch belüftet. Seit den 1980ern haben sich immer mehr turbulenzarme Strömungen etabliert, wo in einer definierten Fläche mehrfach gefilterte partikelfreie Luft aus der Decke genau über dem OP-Tisch ausströmt und partikelhaltige Luft am Boden verdrängt.

Moderne Operationsräume mit komplexen medizinischen Inventaren benötigen jedenfalls eine Behandlung der Raumluft hinsichtlich maximal tolerierbarer Staubbelastung, Raumtemperatur und relativer Luftfeuchte. Dazu kommen die Notwendigkeit der mechanischen Entlüftung und Ableitung von unerwünschten

Gasen (Wärmelast, verbrauchte Atemluft, CO und CO<sub>2</sub>, evtl. Narkosegase) sowie arbeitsklimatische Anforderungen für das Personal. Zusätzlich zu Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wird partikelgefilterte (in der Regel nach einer 2-stufigen Grob- und Feinfiltration) Luft mittels HEPA-Filter noch von den kleinsten Partikeln mit Größen unter 0,5 µm befreit in den Operationsraum eingebracht und strömt turbulenzarm über das Operationsfeld. Dadurch sollen die im Raum durch Personal und Gerätschaften von außen eingebrachten Partikel nicht auf kritische Flächen aufgebracht werden können.

Die Herausforderung an diese Raumluftventilationstechnologie ist die Verhinderung von Verwirbelungen, weil dadurch diese Partikel aus der Umgebung des Operationsraumes in das Operationsfeld oder auf den Instrumententisch vertragen werden können. Als kritische Stellen haben sich dabei die Grenzflächen von TAV-Decken erwiesen, und zwar aus zweierlei Gründen: Zum einen entsteht an jedem Winkel eine kleine Turbulenzverwirbelung, wobei sich diese mit der Anzahl der Winkel zwar vermehren, strömungsrelevant aber reduzieren. Daher haben sich TAV-Decken von rechteckigen Formen zu den heutigen Achtecken bis Kreisflächen entwickelt. Zum anderen wurde es mit der Zunahme des chirurgischen Instrumentariums zunehmend schwieriger, dieses zur Gänze innerhalb der Schutzzone unterzubringen. Durch ständige Vergrößerung der TAV-Decken und Weiterentwicklung zu Vieleckformen bis hin zum Kreis haben sich die heutigen Formen der TAV-Decken mit Durchmessern von 2,7–3,2 m etabliert. Die Relevanz der entsprechenden Größe der TAV-Decke wurde von Diab-Elschahawi et al. [3] untersucht. Dabei wurde während 80 orthopädischer Operationen die Bakterienzahl am Instrumententisch in Operationsräumen mit 518 x 380 cm oder 380 x 120 cm großen TAV-Decken oder bei Operationen in Räumen ohne TAV-Decke verglichen. Die Zahl an Bakterien am Instrumententisch korrelierte linear mit absteigender Größe der TAV-Decke. Diese Studie zeigt zunächst, dass mit entsprechend ausgeführten TAV-Decken ein kontaminationsfreier Zustand an kritischen Flächen im OP erreicht werden kann. Sie belegt aber zusätzlich, dass Vergleiche von Studien ohne technische Angaben über die Bauart von TAV-Decken schwierig zu interpretieren sind.

## Einfluss auf Infektionsraten

Bei all dem technischen und finanziellen Aufwand sind evidenzbasierte Daten, die eine entsprechende Reduktion von Wundinfektionen durch eine konkret beschriebene Be- und Entlüftungstechnologie belegen, trotzdem nach wie vor spärlich. Zwischen 1982 und 1985 veröf-

fentlichten Lidwell und Lowbury eine Serie von Studien [4–6]. In ihrer 1983 publizierten Untersuchung verglichen die Autoren die Zahl an Bakterien pro m<sup>3</sup> Luft in 30 cm Entfernung zur Operationswunde während 8046 operativer Gelenkersatz-Eingriffe in 19 Gesundheitseinrichtungen mit und ohne TAV-Belüftung. Das Ergebnis dieser Studie zeigte eine lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bakterien/m<sup>3</sup> Luft, der Anzahl an Bakterien in der Wunde und dem Entwickeln einer postoperativen Wundinfektion.

Der direkte Vergleich von Eingriffen einerseits mit und andererseits ohne TAV-Decken im selben OP-Setting ist organisatorisch heute kaum möglich und ethisch schwer umsetzbar. Die aktuellen Vergleiche beziehen sich daher auf Zeiträume vor und nach der Etablierung der TAV-Decken oder auf Vergleiche zwischen Einrichtungen mit und Einrichtungen ohne TAV-Decken. Dadurch ist es allerdings nicht einfach möglich, Infektionen mitbeeinflussende Faktoren zu kontrollieren. Valide, allerdings historische Daten liegen letztlich nur für Eingriffe aus der Orthopädie, der Herz-Thorax-Chirurgie und der Neurochirurgie vor. Für alle Übrigen liegen keine gut untersuchten Daten für die Effektivität von TAV-Decken vor.

Mit der Zeit häufen sich allerdings auch Stimmen, welche TAV-Decken sogar als kritisch [7] bis kontraproduktiv [8] einschätzen. In einer 2008 publizierten retrospektiven Kohortenstudie [9] war beim Vergleich von 14 (turbulent belüfteten) bzw. 30 (mit TAV belüfteten) OPs mit 99 bzw. 242 Hüft-Totalprothesen (HTEP) die Rate für postoperative Wundinfektionen nach HTEP bei Einsatz von TAV signifikant höher. Die Datenbasis dieser Studien stammt allerdings aus den im Rahmen von Infektions-Surveillance (Krankenhausinfektions-Surveillance-System, KISS) gemeldeten postoperativen Wundinfektionen an das Deutsche Nationale Referenzzentrum für nosokomiale Infektionen aus den Jahren 2000–2004 von 63 chirurgischen Abteilungen. Da zu den gemeldeten Wundinfektionen zum Meldezeitpunkt zunächst keine Angaben zu den OP-Lüftungssystemen vorlagen, wurde die Art der Lüftungssysteme im Nachhinein erfragt, wobei auch offen blieb, ob zum Zeitpunkt der Operation die TAV-Decken funktionsfähig waren. Die Stichprobe der in die Studie eingegangenen Eingriffe ist allerdings sehr hoch, sodass diese [9] und andere [8] Autoren empfehlen, bei Neubau von Operationsabteilungen auf die Installation von TAV-Decken zu verzichten. Manche Autoren gehen auch so weit, einen Rückbau bestehender TAV-Decken zu empfehlen [10].

Das Spannungsfeld der aktuellen Diskussion verdeutlicht sich in den widersprüchlichen Empfehlungen aktueller internationaler Richtlinien. So empfiehlt die Weltgesundheitsbehörde WHO [11], keine TAV-Decken zur Reduktion des Risikos von postoperativen Wundinfektionen bei arthroplastischen Operationen einzusetzen („conditional recommendation, low to very low quality

of evidence“), die amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) besprechen TAV-Decken überhaupt nicht in ihren aktuellen 2017 Richtlinien [12], und das deutsche Robert-Koch-Institut [13] stellt aktuell fest, dass sich aus der Nutzung von TAV-Decken kein eigener infektionspräventiver Effekt ergibt, dass aber Operationsabteilungen mit raumluftechnischen Anlagen regelmäßig zu warten sind und dem technischen Standard entsprechen müssen.

### Rechtliche Aspekte

Bei Neubauten oder substanziellen Umbauten stellt sich daher zunehmend die Frage, inwieweit TAV-Decken für die mechanische Belüftung von Operationsräumen relevant sind oder ob man von dieser Technologie abrücken soll bzw. muss, vor allem unter dem Eindruck alternativer Systeme (Temperatur-kontrollierte Luftströmung, Opragon-Technologie, Magnetfeld-Technologie, HEPA-Filtration in Kombination mit Niedertemperatur-Plasmafeld-Partikelbehandlung, Novaerus-Technologie). In Österreich beschreibt die ÖNORM H 6020:2015, in Deutschland die DIN 1946-4 die technischen Vorgaben für die Errichtung, den Betrieb und die Wartung raumluftechnischer Anlagen. In der ÖNORM H 6020:2015 sind die entsprechenden Raumkategorien und die damit verknüpften technischen Ausführungsvoraussetzungen beschrieben (Tabelle 1).

Das führt dazu, dass landläufig die Meinung vorherrscht, die ÖNORM H 6020 würde für operative Eingriffe den Einbau der TAV-Decken (H1a, H1b) verpflichtend vorschreiben. Dies ist allerdings aus zwei Gründen nicht der Fall: Zum einen lässt die ÖNORM H 6020 durchaus Spielraum für andere Varianten zu, denn operative Eingriffe können durchaus auch in einem Operationsraum nach H2c oder H4 durchgeführt werden. Zum anderen ist die ÖNORM H 6020 kein Gesetz und ein Abgehen von der Norm ist mit entsprechender fachlicher Begründung im Kontext mit den in einem Operationsraum vorgesehenen operativen Eingriffen möglich und zulässig.

Vor allem aber gibt die ÖNORM H 6020 Bauherren Rechtssicherheit und erleichtert die Beschreibung technischer Forderungen im Rahmen von Ausschreibungs- und Vergabeverfahren. Mit Hilfe der Norm kann so eine komplexe Materie für den Anwender, der sich bei Einhalten aller technischen Vorgaben auf ein rechtskonformes Vorgehen verlassen kann, einfacher bewältigt werden. Dies setzt die Latte für eine alternative bauliche Umsetzung hoch und verlangt verständlicherweise besonders gute Argumente und sehr detaillierte Angaben bei individuellen Ausschreibungsverfahren. Im Falle eines Rechtsstreites müsste dann sehr präzise begründet werden, warum von der Norm Abstand genommen wurde. Vor diesem Weg und den damit verbundenen juristischen Konsequenzen schrecken verständlicherweise sowohl Bauherr, errichtende Firmen, Betreiber und Behörden zurück.

## Conclusio

Bei Beachtung aller Umstände kann in der aktuellen Situation empfohlen werden, bestehende TAV-Decken weiter zu nützen, dabei allerdings strikt auf die Einhaltung der Funktion und erforderlichen Wartungskontrollen zu achten.

Bei Neubauten soll der Spielraum, den die ÖNORM H 6020:2015 bietet, fachlich besser und gezielter genutzt werden, als es im Rahmen vieler Bauprojekte derzeit passiert. Wenn beispielsweise laparoskopische Cholezystektomien oder ophthalmologische Eingriffe in einem Raum geplant sind und von einem Sachverständigen für Hygiene für diesen Raum eine Zuordnung in die Raumklasse H2c erfolgt, so wären dann die technischen Ausführungen entsprechend den Anforderungen für diese Raumklassen zu gestalten. In diesem Fall ist keine TAV-Decke vorgegeben, in solchen Räumen können dann jedoch z.B. keine HTEP implantiert werden.

Wesentlich ist es somit, klare Vereinbarungen über die Art und das Ausmaß der geplanten operativen Eingriffe festzulegen, um die tatsächlich erforderliche technische Ausbaustufe eines Raumes für operative Eingriffe baulich umsetzen zu können. Bei Neubauten gibt es durchaus gute Argumente, in bestimmten chirurgischen Disziplinen von TAV-Decken abzugehen, allerdings muss dies finanziell nicht zwangsläufig der günstigere Weg sein.

*Univ.-Prof. Dr. Ojan Assadian, Universitätsklinik für  
Krankenhaushygiene und Infektionskontrolle  
der Medizinischen Universität am AKH Wien, und  
Christoph Aspöck*

## Literatur

- [1] Charnley J, Eftekhari N.: Postoperative infection in total prosthetic replacement arthroplasty of the hip-joint. With special reference to the bacterial content of the air of the operating room. Br J Surg 1969; 56: 641-9
- [2] Clark RE, Amos WC, Higgins V, Bemberg KF, Weldon CS.: Infection Control in cardiac surgery. Surgery 1976;79:89-96.
- [3] Diab-Elschahawi M, Berger J, Blacky A, Kimberger O, Oguz R, Kuelpmann R, Kramer A, Assadian O.: Impact of different size laminar flow versus no laminar flow on bacterial counts in the operating room during orthopaedic surgery. Am J Infect Control 2011; 39: e25-9
- [4] Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D.: Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: a randomised study. Br Med J 1982; 285: 10-4
- [5] Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D.: Airborne contamination of wounds in joint replacement operations: the relationship to sepsis rates. J Hosp Infect 1983; 4: 111-3
- [6] Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, Blowers, Lowe D.: Extended follow-up of patients suspected of having joint sepsis after total joint replacement. J Hyg Camb 1985; 95: 655-64
- [7] Weinstein RA, Bonten MJM.: Laminar airflow and surgical site infections: the evidence is blowing in the wind. Lancet Infect Dis 2017; 17: 472-3
- [8] Bischoff P, Zeynep Kubilay N, Allegranzi B, Egger M, Gastmeier P.: Effect of laminar airflow ventilation on surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. Lancet Infect Dis 2017; 17: 553-61
- [9] Brandt C, Hott U, Sohr D, Daschner F, Gastmeier P, Rüden H.: Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the rate of orthopaedic and abdominal surgery. Ann Surg 2008; 248:695-700
- [10] Gastmeier P, Breier AC, Brandt C.: Influence of laminar airflow on prosthetic joint infections: a systematic review. J Hosp Infect 2012; 81: 73-8
- [11] World Health Organization. Global Guidelines for the prevention of surgical site infection. WHO, Geneva, 2016.
- [12] Berrios-Torres SI, Umscheid CA, Bratzel DW et al.: Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. JAMA Surgery 2017; 152: 784-91
- [13] Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut – Prävention postoperativer Wundinfektionen. Bundesgesundheitsbl 2018; 61: 448–73

Einteilung	Anwendungsbereich		Verwendung	Schutzzone
H1	Operations- schutzzone	H1a	OP-Saal für Eingriffe an Knochen und großen Gelenken mit Implantation von Fremdmaterial, neurochirurgische Eingriffe am ZNS, offene Thoraxchirurgie	TAV, >8m <sup>2</sup> Fläche
		H1b	OP-Saal für andere operative Eingriffe	TAV, 6–8 m <sup>2</sup> Fläche
H2	Schutzisolierung	H2a	Schutzzone in Verbrennungseinheiten	Objekt- und anlagenspezifisch
		H2b	Schutzzone in Sonderbehandlung (z.B. Knochenmarktransplantation)	Keine vertikale TAV erforderlich
		H2c	Eingriffsraum für Sonderfälle (z.B. interventionelle Angiografie, Eingriffe am Innenohr, minimal invasive Eingriffe)	Keine TAV erforderlich
H3	Quellenisolierung		Isolierzimmer für Patienten mit übertragbaren Erkrankungen	Keine TAV erforderlich
H4	Andere Räume		Alle anderen medizinisch genutzten Räume (Patientenzimmer, Behandlungsräume, OP-Nebenräume, etc.)	Keine TAV erforderlich

Tabelle 1.: Einteilung der Raumklassen nach hygienischen Anforderungen, modifiziert nach ÖNORM H 6020:2015