

# Keimausbreitung in einem Behandlungszentrum für Schwerverbrannte

Charlotte Gonzenbach, H. U. Wanner und N. Ganzoni  
 Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Eidg. Technische Hochschule, 8006 Zürich  
 Kantonsspital Schaffhausen, 8200 Schaffhausen

## 1. Einleitung und Fragestellungen

Das Problem des Hospitalismus war mit der Einführung von Antibiotika nicht gelöst – ja es ergaben sich bald neue Schwierigkeiten, die unter anderem darin bestehen, dass gewisse Erreger gegen Antibiotika resistent geworden sind. Das erschwert die wirksame Behandlung von Infektionen erheblich. Umso mehr ist mit allen Mitteln die Keimausbreitung einzudämmen, denn Infektionen jeder Art beeinträchtigen die Heilung des Patienten, verlängern den Spitalaufenthalt und erhöhen die Behandlungskosten.

Beim Auftreten von *Infektionen* kommen folgende mögliche Ursachen in Frage: Der Patient war bereits Träger des betreffenden Keimes bei Spitaleintritt, der Patient wurde während seines Spitalaufenthaltes Keimträger (Nase oder Hals) und infiziert sich anschliessend selber, oder der Patient wurde durch direkten äusseren Kontakt infiziert.

Der häufigste Keimausbreitungsweg ist der *direkte oder indirekte Kontakt*; Keimverschlepper sind in erster Linie Ärzte und Schwestern, dann aber auch Instrumente und Apparate sowie zahlreiche Oberflächen, mit denen Patienten und Personal regelmässig in Kontakt gelangen. Die *Übertragung durch die Luft* scheint ebenfalls eine wichtige Rolle zu spielen. Eine Quantifizierung der möglichen Ausbreitungswege ist ausserordentlich schwierig, da sich diese nur schwer genau nachweisen lassen.

Die Untersuchungen über die Keimausbreitung erfolgten bei Patienten mit *schweren Verbrennungen*. Bekanntlich stellen solche Patienten besonders hohe Anforderungen an die Isolierung. Jede Verbrennungswunde schafft einen geeigneten Nährboden für Bakterien, und die Heilung wird durch Infektionen stark verzögert. Man ist deshalb bestrebt, die Wundbesiedelung möglichst niedrig zu halten und Ausstreuungen von der Wunde, die zu Kreuzinfektionen führen können, möglichst zu verhindern. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden deshalb auch verschiedene Fragen der *Wundbakteriologie* mit einbezogen.

Die Ziele der durchgeführten Untersuchungen waren somit folgende:

- eine geeignete Methode zur quantitativen Erfassung von Bakterien auf Verbrennungswunden zu finden,
- die Wirkung der Lüftung zur Verhinderung der Keimausbreitung zu überprüfen,
- wichtige Kontaktpunkte in einer Isolierstation bezüglich Keimdichte zu untersuchen.

Die Behandlungsstation für Schwerverbrannte am Kantonsspital Zürich (*Ganzoni und Matter [7]*), in welchem die verschiedenen Untersuchungen durchgeführt wurden, ist eine von den übrigen Spitalabteilungen völlig isolierte Abteilung, innerhalb welcher die Patienten einzeln isoliert werden können. Baulich, organisatorisch und klimatechnisch ist die Station so konzipiert, dass die Gefahr von Keimübertragungen – sei es durch

**Personalhygiene, gezielte Desinfektion kritischer Kontaktstellen sowie Isolierung der Patienten in ausreichend belüfteten Räumen gehören zu den wichtigsten Massnahmen zur Verhütung von Infektionen bei schweren Verbrennungen.**

Kontakt oder durch die Luft – auf ein Minimum reduziert wird.

## 2. Quantitative Erfassung von Bakterien auf Verbrennungswunden

Patienten mit grossen Verbrennungswunden bedürfen unter anderem wegen ihrer Anfälligkeit für Infektionen einer ganz besonderen Überwachung. Die anatomische Beschaffenheit, die antibakterielle Wirkung ihrer Sekrete und das Austrocknen der Bakterien an ihrer Oberfläche machen die *gesunde Haut* zu einer ausserordentlich guten Schranke gegen das Eindringen von Bakterien. Eine Verbrennung zerstört diese Schranke und schafft einen geeigneten Nährboden für Bakterien. Eine keimfreie Verbrennungswunde wird nie existieren. Das Bestreben geht vielmehr dahin, die Wundbesiedelung durch geeignete Massnahmen auf einem Minimum zu halten.

Ungeachtet aller Vorsichtsmassnahmen ist die *Verbrennungswunde die Hauptstreuquelle für die Keimausbreitung*. Durch Lokalbehandlung mit antibakteriellen Medikamenten wird eine Einschränkung des Keimwachstums in der Wunde angestrebt. Zur Kontrolle der Behandlung sind quantitative Bestimmungen von Bakterien auf den Verbrennungswunden erforderlich. Es sind dazu verschiedene Verfahren, die auf dem *Abklatschprinzip* beruhen, verfügbar.

Mit einer entsprechenden, nach *Brentano und Gravens [6]* modifizierten Methode zur quantitativen Erfassung der Bakterien auf Verbrennungswunden wurden systematisch Untersuchungen folgender Variablen durchgeführt:

- Streuung zwischen 6 Gazestückchen auf einer Wunde,
- Auflagezeit der Gazestückchen (2 Min. und 5 Min.),
- Grösse der Gazestückchen (2×2 cm und 5×5 cm),
- Schichtdicke der Gazestückchen (2-, 4- und 8schichtig),
- Menge Bouillon, in der die Gazestückchen ausgewaschen werden (25, 50 und 100 ml).

Keine der geprüften Variablen hatte einen signifikanten Einfluss; einzig die mit den 2schichtigen Gazestückchen ermittelten Werte lagen etwas höher als diejenigen der 4- und 8schichtigen. Die ausführlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen sind an anderer Stelle ersichtlich [8].

Für die Praxis wurde folgendes Vorgehen festgelegt: 2schichtiges Gazestückchen von 2×2 cm Grösse,

Auflagezeit 2 Minuten, Auswaschen in 20 ml Bouillon. Auf *eine* Wunde werden mindestens zwei Gazestückchen aufgelegt.

### 3. Luftkeimzahlbestimmungen

In den im folgenden beschriebenen Untersuchungen erfolgten Luftkeimzahlbestimmungen in verschiedenen Räumen einer *Isolierstation* und in verschiedenen *Behandlungsräumen ohne Isolierung*. Dabei sollte abgeklärt werden, welche Unterschiede in den verschiedenen belüfteten Räumen bei vergleichbaren Tätigkeiten bestehen und ob Keime in anliegende Räume verschleppt werden.

Die *konkreten Fragestellungen* der in den einzelnen Räumen durchgeführten Messungen waren die folgenden:

- Wie hoch ist der Luftkeimgehalt in einem leeren Raum unmittelbar nach der Reinigung und Desinfektion?
- Wie hoch ist der Luftkeimgehalt in einem belegten Raum?
- Wie hoch steigt der Luftkeimgehalt während einer Behandlung, und in welcher Zeit werden die Anfangswerte wieder erreicht?
- Gelangen Keime während und nach einer Behandlung in den Korridor?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt der Wunde und dem Keimgehalt der Luft?

Zu diesem Zwecke werden Luftkeimzahlbestimmungen und Wundabklatschproben an folgenden Orten und bei folgenden Bedingungen vorgenommen:

#### a) Isolierstation

Die Messungen erfolgten in einem *Behandlungszentrum für Schwerverbrannte* (Verbrennungsstation). Die ganze Station ist vollklimatisiert und nur durch Schleusen zugänglich. Das Personal trägt eine besondere Kleidung, und die Patienten sind streng isoliert. Probenahmen wurden in leeren und belegten Räumen vorgenommen sowie vor, während und nach einer Behandlung.

#### b) Behandlungsräume ohne Isolierung

Die Messungen erfolgten in einem *Operationssaal* (belüftet), in einer *Intensivpflegestation* (belüftet) und in einem *Patientenzimmer* (natürliche Fensterlüftung). In diesen Räumen werden die Patienten nicht isoliert, und die Räume sind ohne Schleusen zugänglich. Probenahmen wurden vor, während und nach einer Behandlung vorgenommen.

Die Luftkeimzahlbestimmungen erfolgten mit Slit-Samplern (C. F. Casella, London) und mit Sedimentationsplatten. Als Nährboden wurden Blut-Agar (Bebrütung 37° C/1 Tag) und Plate-Count-Agar (Bebrütung

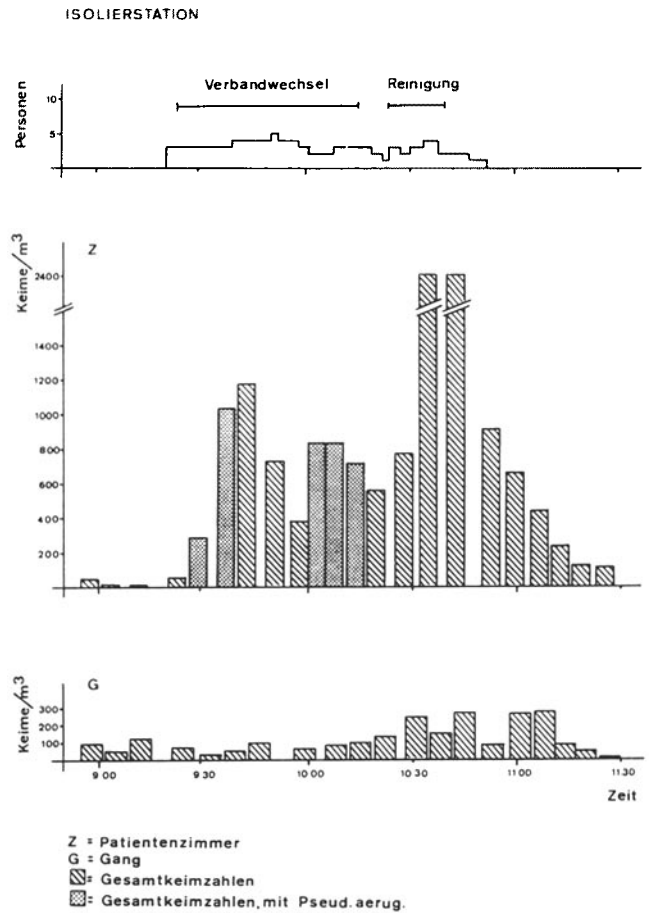


Abbildung 1  
Behandlungszentrum für Schwerverbrannte, Patientenzimmer

22° C/5 Tage) verwendet. Zusätzlich zur Ermittlung der Gesamtkeimzahlen wurden die Kolonien auf den Blutplatten nach folgenden 4 Keimklassen grob typisiert: Hämolytische Staphylokokken («koagulase-positiv» — «koagulase-negativ»), gram-negative Stäbchen und «übrige Keime». Die auf den Plate-Count-Platten ermittelten Gesamtkeimzahlen haben im Hinblick auf die Fragestellung einen genügenden Aussagewert, da hier in erster Linie saprophytäre Keime erfasst werden, welche bei Verunreinigungen in der Raumluft auftreten.

Aus der Vielzahl von Messungen, die im *Behandlungszentrum für Schwerverbrannte* im Verlauf von 18 Monaten durchgeführt wurden, seien einige typische Beispiele herausgegriffen. Die Abbildungen 1 und 2 veranschaulichen den Verlauf des Keimpegels während eines Verbandwechsels in einem Zimmer (ca. 10facher Luftwechsel) und im Bad (ca. 15facher Luftwechsel): nach zum Teil ziemlich hohen Spitzenwerten wurden die Ausgangswerte nach ca. 30 Minuten wieder erreicht; gleichzeitig wurde im anliegenden Korridor vor dem Zimmer bzw. Bad nur ein geringer Anstieg festge-

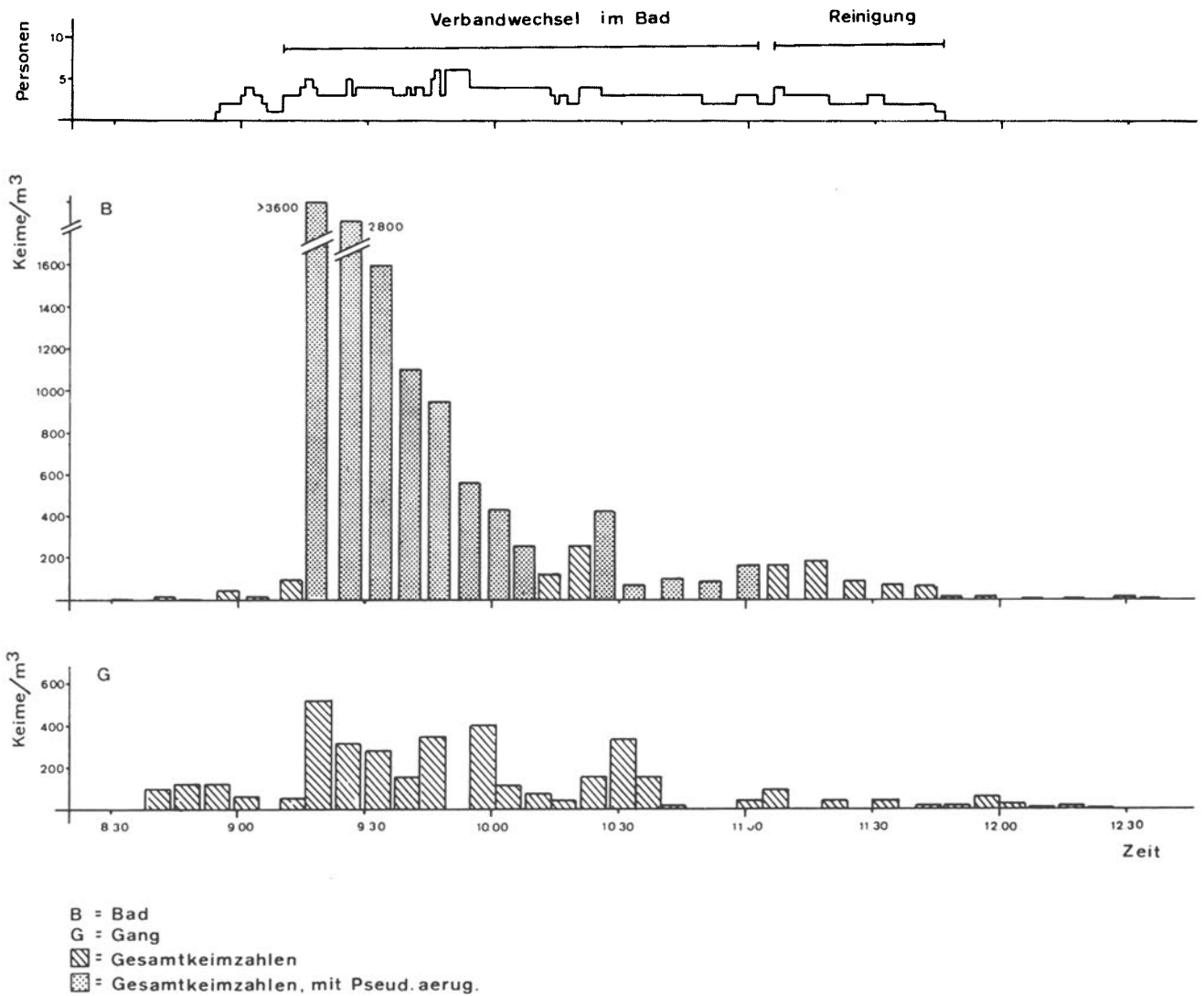


Abbildung 2  
 Behandlungszentrum für Schwerverbrannte, Bad

stellt; Pseudomonas-Keime waren in den Räumen, nicht aber im Korridor nachweisbar.

Wesentlich höhere Keimzahlen traten im *Patientenzimmer ohne Isolierung* (mit natürlicher Fensterlüftung) auf: wie aus der Abbildung 3 ersichtlich ist, stiegen die Werte während des Verbandwechsels sehr stark an und sanken nachher nur langsam ab; ferner waren im Raum und im Korridor bei mehreren Proben *Pseudomonas aeruginosa* nachweisbar.

Eine Relation zwischen Wundkeimzahl eines Patienten und Luftkeimgehalt während eines Verbandwechsels wurde nicht gefunden. *Bourdillon* und *Colebrook* [5] stellten fest, dass Patienten mit grossen Wunden beim Verbandwechsel viele Keime in die Luft abgeben, doch können auch kleine Wunden plötzlich zahlreiche Keime ausstreuen. Auch in der vorliegenden Arbeit wurden beispielsweise stark besiedelte Wunden

gefunden, die überraschend wenig Keime in die Luft abgaben. Es wäre Gegenstand weiterer Untersuchungen, festzustellen, inwiefern die Feuchtigkeit der Wunde bzw. des Verbandes dabei Einfluss nimmt. Trockene Oberflächen dürften eher zur Ausstreuung neigen, da durch geringe Luftströmungen kleinste Partikeln abgelöst werden können. Auch könnte es einen Einfluss haben, wie der Verband von der Wunde gelöst wird.

Während oder unmittelbar nach einem Verbandwechsel wurde, wie auch von *Wormald* [18] sowie von *Barclay* und *Dexter* [4], *Pseudomonas aeruginosa* in der Luft registriert. Diese in der Luft sehr kurzlebigen Keime müssen während des Verbandwechsels ausgestreut worden sein. Dies zeigten insbesondere die Messungen in einem gewöhnlichen Krankenzimmer ohne Belüftungsanlage. Die Ergebnisse sind an anderer Stelle aufgeführt [8].

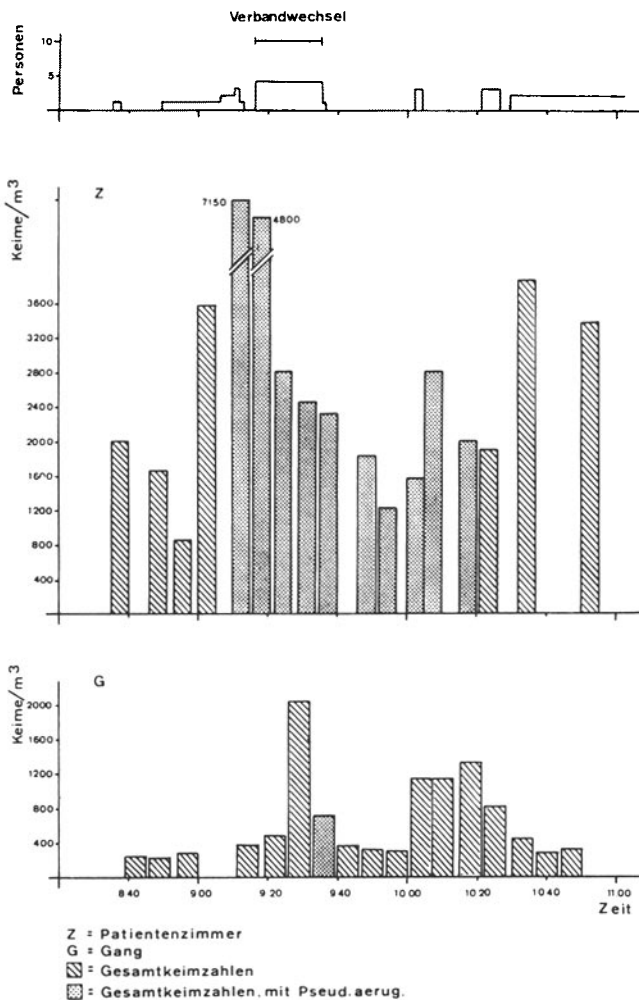


Abbildung 3 Patientenzimmer ohne Isolierung (mit natürlicher Belüftung)

**4. Keimzahlbestimmungen auf Oberflächen**

In den im folgenden beschriebenen Untersuchungen wurden in einer *Isolierstation* (Verbrennungsstation) während einer längeren Zeitperiode an verschiedenen Stellen periodisch *Abklatschproben* vorgenommen. Es sollte abgeklärt werden, ob und in welchem Ausmass häufige Kontaktstellen, von welchen Keime übertragen werden können, kontaminiert sind. Ferner sollte auch die Zweckmässigkeit und der Nutzen von Desinfektionsmassnahmen überprüft werden.

Die *konkreten Fragestellungen* für die beim Personal sowie an verschiedenen Stellen der Verbrennungsstation durchgeführten Untersuchungen waren die folgenden:

- Wie stark ist das *Bad* nach der Benützung durch einen Patienten kontaminiert, und welche Wirkung hat die nachfolgende Desinfektion?
- Wie stark sind häufig berührte Gegenstände (Tür-

Tabelle 1 Behandlungszentrum für Schwerverbrannte Abklatschproben, Stichproben im Verlaufe mehrerer Wochen

Ort	Anzahl Proben	Keime je Platte (25 cm <sup>2</sup> )			
		0 %	1–5 %	6–25 %	> 25 %
Türfalle Zimmer A	25	40	44	12	4
Türfalle Zimmer B	23	35	39	9	17
Telefonhörer	75	23	31	21	25
Lavabo (vorderer Rand)	23	0	22	43	35
Bad vor Reinigung	32	9	16	13	62
Bad nach Reinigung	32	88	12	0	0

fallen, Griffe von Kästen und Lavabos) sowie Böden und Tischflächen kontaminiert?

- Welches sind die Keimzahlen auf den Händen von Personal?

Zu diesem Zweck erfolgten während 18 Monaten periodisch *Abklatschproben* mit «Rodac-Contact-Plates» in den verschiedenen Räumen der Verbrennungsstation. Nährböden, Bebrütungstemperaturen und -zeiten sowie Differenzierungen der Kolonien waren die gleichen wie bei den Luftkeimzahlbestimmungen.

In der Tabelle 1 sind einige Werte der in der Isolierstation ausgeführten Abklatschproben zusammengestellt. Daraus geht hervor, dass häufige Kontaktstellen (Türfallen, Telefonhörer, Lavabo) sehr oft ziemlich stark kontaminiert waren. Das Bad – eine der gefährlichsten Stellen für die Verschleppung von Keimen – war vor der Reinigung immer massiv verunreinigt, nach der Reinigung jedoch praktisch keimfrei; das zurzeit angewendete Reinigungs- und Desinfektionsverfahren erwies sich somit als wirksam. Die Ergebnisse weiterer Abklatschproben sind an anderer Stelle publiziert [8].

**5. Diskussion und Schlussfolgerungen**

Die *Bedeutung der Lüftung zur Verhinderung der Keimausbreitung* geht aus den Resultaten der Luftkeimzahlbestimmungen eindeutig hervor: In belüfteten Räumen ist der Luftkeimpegel während einer Behandlung um ein Vielfaches kleiner als in unbelüfteten Räumen, nämlich ca. 1000 Keime/m<sup>3</sup> gegenüber 7000 Keimen/m<sup>3</sup>. Ferner werden einmal vorhandene Keime rascher eliminiert, und es erfolgt keine Ausbreitung in den Korridor. Zu ähnlichen Feststellungen kamen *Bourdillon* und *Colebrook* [5] sowie *Lowbury* [14], wobei sie unabhängig voneinander den Luftkeimgehalt während und nach einem Verbandwechsel einer Verbrennungswunde bestimmten. Weiter fand *Lowbury* [14], dass in ventilierten Räumen verbundene Wunden weniger zu Infektionen neigten als solche, die in normalen Räumen verbunden wurden.

Von grosser Bedeutung ist der jeweils konstante Keimpegel im Korridor – auch bei starkem Anstieg im

Zimmer. Es gelangen nur wenige Keime aus dem Zimmer in den Gang. Eine Keimausbreitung auf diesem Wege erscheint damit unwahrscheinlich. Diesen Befund bestätigen die Untersuchungen von *Baird* und *Whyte* [3] und von *Laurell* und *Hambraeus* [12]. Beide untersuchten Luftströmungen in *geschlossenen Stationen* in Modellversuchen und kamen zum Schluss, dass hier die Übertragung von Keimen durch die Luft – verglichen mit andern Ausbreitungswegen – von geringer Bedeutung ist.

Dies wird durch die *Resultate der Abklatschproben* bestätigt. Keime wurden an den verschiedensten Orten gefunden, selbst an «sterilen» Wegwerfhandschuhen aus Plastikfolie. Besonders kritische Kontaktpunkte sind: Türfallen, Telefonhörer, die Badewanne und der Operationssaal. Immer wieder wurden Keime auf den Händen des Pflegepersonals gefunden, was darauf zurückzuführen sein dürfte, dass die Vorschriften bezüglich Händedesinfektion nicht eingehalten werden. Türfallen und Telefonhörer sind für Ärzte und Pflegepersonal besonders zu beachten, da Keime dort deponiert und später verschleppt werden. Abhilfe könnte durch geeignete technische Massnahmen geschaffen werden, z. B. automatische Türen, die mit Lichtschranke oder Fusschalter betätigt werden, sowie Telefone, bei welchem zur Beantwortung ankommender Gespräche keine Handgriffe nötig sind. Patientenzimmer, WC und Gang wiesen häufig hohe Keimdichten auf dem Fussboden auf; entsprechend auch die Schuhe von Ärzten und Pflegepersonal. *Ayliffe* et al. [1] zeigten jedoch, dass die Übertragung vom Boden her unbedeutend ist.

Besondere Beachtung gilt dem *Bad* und dem *Operationssaal*, die als Drehscheibe der Kreuzinfektion zu betrachten sind. Die Behandlung aller Patienten im selben Bad erfordert besondere Massnahmen bezüglich Reinigung und Desinfektion. Im Rahmen dieser Arbeit wurden deshalb die hierfür bestehenden Vorschriften überprüft und mit anderen Methoden verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die bestehenden Vorschriften, sofern sie befolgt werden, genügen. Zusätzlich sollten vor der Schlussdesinfektion Mantel und Handschuhe gewechselt werden. Weiter sollten alle gereinigten Oberflächen nur mit *sterilen* Lappen trockengerieben werden.

Es stellt sich die Frage nach dem *Nutzen* der Aufwendungen zur Isolierung infektionsgefährdeter Patienten. Um diese Frage positiv beantworten zu können, müssten kleinere Mortalitätsraten und durchschnittlich kürzere Heilungszeiten festgestellt werden können. Dazu sind aber Erfahrungen über längere Zeiträume erforderlich. Es ist somit verständlich, dass die heute bekannten Arbeiten sich zum Teil widersprechen, da die erfassten Zeitspannen noch zu kurz sind, um gültige Aussagen zu gestatten. Beispielsweise verglichen *Lowbury* et al. [15] zwei verschiedene Formen von Isolierung: den «Plastic-Isolator», der den Patienten vor Kontakt schützt, mit dem Luftvorhang, der den Patienten vor Infektion auf dem Luftwege schützt. In beiden Fäl-

len wurden gute Erfolge erzielt. Dabei zeigte sich, dass gewisse Keime vorwiegend durch die Luft und andere fast ausschliesslich durch Kontakt übertragen werden.

*Lidwell* und *Towers* [13] beobachteten die Häufigkeit von Wundinfektionen auf Isolierstationen mit und ohne Laminar-Flow-Anlagen; trotz weit niedrigerer Luftkeimzahlen im Laminar-Flow-Raum ergaben sich nahezu keine Unterschiede; die Ansteckungen erfolgten vermutlich durch das Personal. *Jameson* [9] verglich Patienten, die in Einzelzimmern (vollklimatisiert, jedes mit einer Schleuse versehen) lagen, mit solchen, die zum Schutz vor Kontakten zusätzlich von Plastikisolatoren umgeben waren. Letztere sollten den Patienten vor Kontakt schützen. Trotz der nahezu «absoluten» Isolierung stellten sich Infektionen ein, die nur als Selbstinfektion erklärt werden können.

Zum selben Schluss gelangten *Sachs* und *Watson* [17] auf Grund einer 4jährigen Studie in einem Verbrennungszentrum; sie beurteilen die Selbstinfektion bedeutend gefährlicher als die Infektion durch die Luft. Auch *McMillan* et al. [16] kamen – auf Grund umfangreicher Untersuchungen in einer Schwerverbranntstation – zum Schluss, dass in den meisten Fällen die Infektionsquelle beim Patienten selber liegt (Selbstinfektion). *Ayliffe* et al. [2] stellten in einer 4jährigen Vergleichsstudie zwischen einem vollklimatisierten Verbrennungszentrum (20facher Luftwechsel pro Stunde) und einem teilklimatisierten (7–10fachen Luftwechsel pro Stunde) eine geringe Reduktion der Wundinfektionen fest.

*Wormald* [18] verglich die Kreuzinfektionsrate in einer alten Verbrennungsstation ohne Lüftung und Klimaanlage mit jener in einem modernen Zentrum mit 6–12fachem Luftwechsel pro Stunde. Trotz geringerem Luftkeimpegel in der neuen Station registrierte er keine Reduktion der Kolonisation der Wunde durch verschiedene Keime. Luftkeimzahlbestimmungen ergaben im Durchschnitt 520 Keime/m<sup>3</sup> (max. 2880 Keime) in der alten und 59 (max. 167 Keime/m<sup>3</sup>) in der neuen Station.

Wie aus den vorherigen Abschnitten hervorgeht, ist eine möglichst lückenlose Isolierung anzustreben, was in der Praxis aber oft nicht realisierbar ist. Dasselbe gilt für die *Desinfektionsmassnahmen* bei infektionsgefährdeten Patienten. Wesentlich ist es, die gefährlichsten Wege der Keimverschleppung zu kennen.

*Kanz* [10] legt das Hauptgewicht der Kreuzinfektion auf den *Kontakt* und findet, eine Luftdesinfektion sei nur an besonders gefährdeten Orten, wie z. B. Operationsälen, gerechtfertigt. In hygienisch-bakteriologischen Umgebungsuntersuchungen, die er während zweier Jahre in einer Nierentransplantationseinheit durchführte, haben sich im wesentlichen drei Punkte herauskristallisiert, welche die Asepsis dieser Einheit gefährden können, nämlich das *Pflegepersonal* bei Vernachlässigung von Vorschriften, der *Patient selbst* (z. B. Hände) und Kontaminationen durch sogenannte «*Nasskeime*», wie *Pseudomonas aeruginosa* und an-

dere gram-negative Keime. Diese möglichen Streuquellen und Kontaminationswege sind durch *gezielte* hygienische Massnahmen zu unterbinden, was oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Die *Hände* sind der wichtigste Verbreitungsweg für Bakterien (Kanz [11]), dessen Bedeutung sich aber durch geeignete Massnahmen, wie konsequente Händedesinfektion, auf ein Mindestmass reduzieren lässt.

Abschliessend kann generell gesagt werden, dass die Keimausbreitung nicht in erster Linie von den getroffenen Massnahmen zu ihrer Verhinderung abhängt, sondern von der absoluten *Disziplin* der Ärzte, Schwestern, Pfleger, des Hilfs- und Reinigungspersonals, wobei die Aufklärung über Sinn und Zweck der bestehenden Vorschriften einen nicht zu unterschätzenden Faktor darstellt. Alle getroffenen Massnahmen bedürfen einer ständigen und strengen Überwachung. Bei der in dieser Arbeit beschriebenen Verbrennungsstation betrifft dies vor allem *Reinigung* und *Desinfektion*, *Personalhygiene* (Hände und Kleidung) und weiterhin die *Lüftung* (Keimfreiheit und Druckverhältnisse).

#### Zusammenfassung

Zur Überprüfung möglicher Keimausbreitungswege erfolgten Luftkeimzahlbestimmungen und Abklatschproben in einem vollklimatisierten Behandlungszentrum für Schwerverbrannte. Methodische Untersuchungen zur quantitativen Erfassung von Bakterien auf Verbrennungswunden (Hauptstreuquelle) ergaben eine grosse Streuung zwischen einzelnen Probenahmen auf derselben Wunde. Die Bedeutung der Lüftung zur Verhinderung der Keimausbreitung wurde durch Luftkeimzahlbestimmungen vor, während und nach einem Verbandwechsel im Zimmer und vor dem Zimmer im Korridor erfasst. Während des Verbandwechsels stieg der Keimpegel im Zimmer an, sank jedoch nach beendeter Behandlung rasch wieder ab. Im Korridor blieb der Keimpegel über die ganze Zeit relativ konstant. Vergleichende Untersuchungen in einem Zimmer mit natürlicher Belüftung zeigten einen stärkeren Anstieg und ein viel langsames Absinken des Keimpegels. Abklatschproben erfolgten an verschiedenen Orten der Station. Am meisten Keime wurden an den Händen von Ärzten und Pflegepersonal, dann aber auch an kritischen Kontaktstellen, wie Türfallen und Telefonhörern, gefunden. Insbesondere wurde die Reinigung und Desinfektion des Bades überprüft. Unerlässlich zur Verhinderung der Keimausbreitung ist – neben baulichen und organisatorischen Massnahmen – die strikte Einhaltung der Vorschriften bezüglich Sterilität und Desinfektion aller Gebrauchsgegenstände sowie die strikte Beachtung der Personalhygiene.

#### Résumé

*Diffusion de germes dans un centre de traitement de personnes gravement brûlées*

Afin d'examiner les possibilités de diffusion de germes, le nombre de germes dans l'air a été déterminé et des cultures de surface ont été faites dans un centre de traitement pour des personnes gravement brûlées, centre entièrement climatisé. Des examens méthodiques de comptage des microbes sur les brûlures (source principale de diffusion) ont montré une grande dispersion entre les différentes épreuves faites sur la même brûlure. L'importance de l'aération pour éviter la diffusion de germes a été constatée en déterminant le nombre de germes dans l'air avant, pendant et après le changement d'un pansement, dans la chambre même et

dans le corridor devant la chambre. Pendant le changement du pansement, le nombre de germes dans la chambre a augmenté, il a pourtant vite baissé de nouveau après le traitement; dans le corridor, il était relativement constant pendant tout le temps. Des essais comparatifs dans une chambre avec aération naturelle ont montré une augmentation plus prononcée, et en même temps le nombre de germes a baissé beaucoup plus lentement. Des cultures de surface ont été faites dans plusieurs endroits de la station. Le plus grand nombre de germes a été trouvé aux mains des médecins et des infirmières, mais aussi aux endroits critiques de contact, tels comme les poignées des portes et les récepteurs de téléphone. Le nettoyage et la désinfection du bain a tout spécialement été examiné. Afin d'éviter la diffusion de germes, il est indispensable – outre des mesures de construction et d'organisation – de se tenir strictement aux instructions concernant la stérilité et la désinfection de tous les objets d'usage ainsi que d'observer l'hygiène personnelle.

#### Summary

##### *Spreading of microorganisms in a burns unit*

In order to examine the possibilities of the spreading of microorganisms, determinations of the number of airborne microorganism and impression plate cultures in a fully air-conditioned burns unit were made. Methodical examinations for the counting of bacteria on burns (main spreading source) showed considerable dispersions between the various samples taken from the same wound. The significance of ventilation to stop the spreading of microorganisms was determined by counting the airborne microorganisms before, during and after changing the dressing of the wound, in the room and in the corridor in front of the room. When changing the dressing, the number of microorganisms in the room increased. However, it decreased rapidly after treatment. In the corridor the number of microorganisms remained relatively constant. Comparative tests in a room with natural ventilation showed a stronger increase and a much lower decrease of the number of microorganisms. Impression plate cultures were made in various spots of the station. The greatest number of microorganisms was found on the hands of doctors and nurses, but also on critical contact spots such as door handles and telephone receivers. The cleaning and disinfection of the bathroom was particularly checked. It is inevitable in order to avoid the spreading of microorganisms – besides taking constructional and organizational measures – to strictly follow the instructions regarding sterility and disinfection of all utensils as well as to observe personal hygiene.

#### Literatur

- [1] Ayliffe G. A. J., Collins B. J., Lowbury E. J. L., Babb J. R. and Lilly H. A.: Ward floors and other surfaces as reservoirs of hospital infection. *J. Hyg. (Camb.)* 65, 515-536 (1967).
- [2] Ayliffe G. A. J., Collins B. J., Lowbury E. J. L. and Wall M.: Protective isolation in single-bed rooms: studies in a modified hospital ward. *J. Hyg. (Camb.)* 69, 511-527 (1971).
- [3] Baird G. and Whyte W.: Air-movement control for treatment and isolation rooms. *J. Hyg. (Camb.)* 67, 225-232 (1969).
- [4] Barclay T. L. and Dexter F.: Infection and cross-infection in a new burns centre. *Brit. J. Surg* 55, 197-202 (1968).
- [5] Bourdillon R. B. and Colebrook L.: Air hygiene in dressing-rooms for burns or major wounds. *Lancet* 1946 i, 561-565, 601-605.
- [6] Brentano L. and Gravens D. L.: A method for the quantitation of bacteria in burn wounds. *Appl. Microbiol.* 15, 670-671 (1967).
- [7] Ganzoni N. and Matter A.: Behandlungszentrum für Schwerverbrannte am Kantonsspital Zürich. *Veska* 2, 68-73 (1971).
- [8] Gonzenbach Ch.: Keimausbreitung in einem Behandlungszentrum für Schwerverbrannte. Diss. ETH-Zürich No. 5235 (1974).
- [9] Jameson B.: Acquisition of infection by patients in two forms of isolation. *Airborne Transmission and Airborne Infection*. Ed. Hers and Winkler, Oosthoek Publishing Company Utrecht, 465-469 (1973).

- [10] *Kanz E.*: Die Asepsis in der Chirurgie in hygienisch-bakteriologischer Sicht. *Helv. Chir. Acta* 36, 462-475 (1969).
- [11] *Kanz E.*: Hospitalismus-Fibel, Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1964.
- [12] *Laurell G.* and *Hambraeus A.*: Measurement of airborne exposure to infection in a burns unit. *Airborne Transmission and Airborne Infection*. Ed. Hers and Winkler, Oosthoek Publishing Company Utrecht, 462-464 (1973).
- [13] *Lidwell O. M.* and *Towers A. G.*: Unidirectional («Laminar») Flow ventilation system for patient isolation. *Lancet* 1972 *i*, 347-350.
- [14] *Lowbury E. J. L.*: Air-conditioning with filtered air for dressing burns. *Lancet* 1954 *i*, 292-294.
- [15] *Lowbury E. J. L.*, *Babb J. R.* and *Ford P. M.*: Protective isolation in a burns unit: The use of plastic isolators and air curtains. *J. Hyg. (Camb.)* 69, 529-546 (1971).
- [16] *MacMillan B. G.*, *Edmonds P.*, *Hummer R. P.* and *Maley M. P.*: Epidemiology of *Pseudomonas* in a burn intensive care unit. *J. Trauma* 13, 627-638 (1973).
- [17] *Sachs A.* and *Watson J.*: Four years' experience at a specialized burns centre. *Lancet* 1969 *i*, 718-721.
- [18] *Wormald P. J.*: The effect of a changed environment on bacterial colonization rates in an established burns centre. *J. Hyg. (Camb.)*, 68, 633-645 (1970).

#### Adressen der Autoren

Dr. *Charlotte Gonzenbach* und PD Dr. *H. U. Wanner*, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie Eidg. Technische Hochschule, Clausiusstrasse 25, CH-8006 Zürich;

Dr. *N. Ganzoni*, Kantonsspital Schaffhausen, CH-8200 Schaffhausen.