

Lärmbelastung in Inkubatoren

Detlef Krahe

Bergische Universität Wuppertal, Deutschland, Email: krahe@uni-wuppertal.de

Einleitung

Inkubatoren sollen Frühgeborenen eine Umgebung schaffen, in der sie außerhalb des Mutterleibes soweit heranwachsen können, bis ein stabiler Zustand in normaler Umgebung sichergestellt ist. Dabei ist die Einhaltung z.B. der Temperatur und der Luftfeuchte in engen Toleranzbereichen von lebenswichtiger Bedeutung. Weniger eng, weil scheinbar weniger lebenswichtig, werden die akustischen Bedingungen im Inkubator kontrolliert, obwohl die Lärmbelastung nicht gering ist. Zwar weiß man, dass der Fetus auch im Mutterleib einer akustischen Belastung ausgesetzt ist, doch ist diese ganz anderer Art als die im Inkubator. Diesem Umstand waren eine Reihe von Untersuchungen in der Vergangenheit gewidmet, allerdings mit recht wenigen Konsequenzen für die Konstruktion und den Aufbau von Inkubatoren. Das ist heute weniger akzeptabel als in früheren Zeiten, da heute Feten mit einem Geburtsgewicht von ca. 400 gr. eine Überlebenschance haben, dafür aber mitunter Monate in einem Inkubator liegen müssen. Es ist deshalb geboten, die akustischen Bedingungen im Inkubator unter diesem Gesichtspunkt zu analysieren, zu bewerten und möglicherweise zu verändern. Ziel kann dabei nicht die absolute Ruhe sein, da der akustische Reiz in gewisser Art und in gewissem Maße für die positive Entwicklung des Fetus von Bedeutung ist.

Messungen der Lärmbelastung

Ausgangspunkt der Untersuchungen waren mehrere 24-Stunden-Messungen, die in einer Frühgeborenenstation durchgeführt wurden. Abb. 1a zeigt einen beispielhaften Pegelverlauf $L_{AS}(t)$ über ca. 24 Stunden im Raum, Abb. 1b innerhalb eines Inkubators. Ob der A-bewertete Pegel das bei Frühgeborenen relevante Maß für die Lärmbelastung ist, kann sicherlich angezweifelt werden. In Anbetracht des Umstandes aber, dass die Wissenschaft bisher nicht zwingend zu anderen Empfehlungen gekommen ist, wäre jedes andere Maß in gleicher Weise willkürlich, wobei die A-Bewertung aber den Vorteil einer besseren Vergleichbarkeit mit anderen Lärmsituationen bietet.

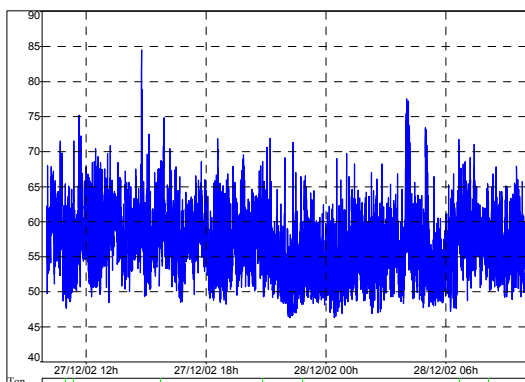


Abbildung 1a: $L_{AS}(t)$ in Raum über 24 Stunden

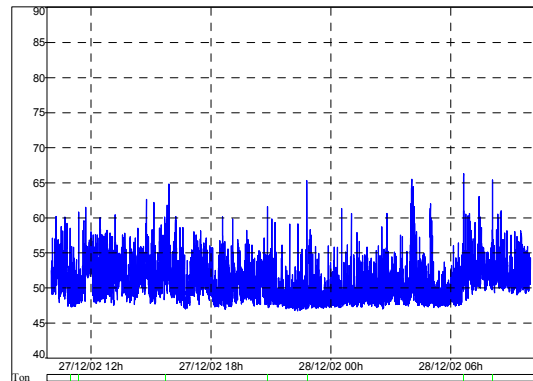


Abbildung 1b: $L_{AS}(t)$ im Inkubator über 24 Stunden

Abb. 1a und b offenbaren Gegebenheiten, die insbesondere die für die medizinische Versorgung Verantwortlichen überraschten: Obwohl die untersuchte Station gerade für ihre schonende Pflege bekannt ist, sind die Pegel ziemlich hoch und lassen in dem 24-Stunden-Verlauf kaum eine Nachtphase erkennen. Dazu kommt noch der Umstand, dass der Inkubator nur in geringem Maße einen akustischen Schutz bietet. Das Bedenkenswerte dieser Situation kann durch folgenden Zahlenangaben untermauert werden: Der L_{Aeq} der lautesten / der leisesten Stunde betrug im Raum 66 / 55 dB(A), im Inkubator 54 / 49 dB(A).

Vergegenwärtigt man sich aber die Situation auf einer Frühgeborenenstation, so ist der relativ gleichmäßig hohe Pegel dann doch nicht so überraschend: Eine Vielzahl von Versorgungs- und Überwachungsgeräten generieren Betriebs- und nicht selten Alarmgeräusche, zum Teil auch der Inkubator selbst. Und im Gegensatz zu einer normalen Intensivstation befinden sich in einem Raum der Frühgeborenenstation deutlich mehr Pflegeplätze, was zudem zu einer höheren Personenfrequenz führt. Sicher sind einige Maßnahmen denkbar, die den Lärm schon in der Entstehung mindern können. Hier soll aber zunächst untersucht werden, inwieweit der Schutz durch den Inkubator gegeben bzw. zu verbessern ist.

Akustische Eigenschaften des Inkubators

Der Inkubator, in dem die Messungen vorgenommen wurden, ist ein häufig eingesetztes Modell, das sich in seiner Konzeption nicht wesentlich von anderen Standard-Modellen unterscheidet. Von daher seien seine akustischen Eigenschaften, die eingehender untersucht wurden, als beispielhaft betrachtet.

Neben den passiven Eigenschaften ist das Eigengeräusch ein wesentliches Merkmal, das durch einen Lüfter und den vom ihm erzeugten Luftstrom verursacht wird. Dieser Luftstrom sorgt für das lebensnotwendige Klima innerhalb des Inkubators. Mit einem permanenten Pegel von 41dB(A) ist

das Geräusch zwar nicht Pegel bestimmend, doch besitzt sein Spektrum eine ausgeprägte Spitze bei ca. 200 Hz, die sich bei einer allgemeinen Senkung der Geräuschbelastung ebenfalls abzusenken lohnte.

Die passiven akustischen Eigenschaften werden durch den Aufbau der Plexiglas-Haube bestimmt. Aus Gründen der Pflege und Hygiene (immer wieder zu hörende Forderungen: verzerrungsfreie Einsicht in den Inkubator, einfache und sichere Säuberung) besteht die Haube aus möglichst wenig gekrümmten Wänden. Bei einer Stärke von 6 mm können großflächig ebenen und damit nachgiebigen Wände den tieffrequenten Schallwellen nur wenig entgegensezten. Aber auch bei höheren Frequenzen zeigt der Aufbau Schwächen. Schall der einmal in den Inkubator eingedrungen ist, wird dort zwischen den Wänden x-fach reflektiert und dabei kaum absorbiert. Dies begünstigt die Ausbildung von ausgeprägten Moden. Abb. 2 verdeutlicht dies. Hier wurde der Inkubator mit einem gängigen Alarmsignal beschallt und der Spektralverlauf außen und innen gemessen.

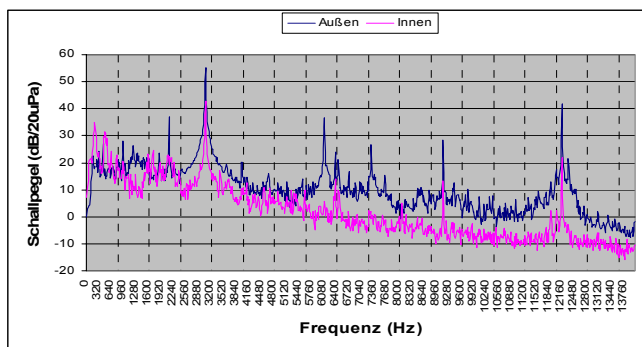


Abbildung 2: Spektrum des Außen- und Innengeräusches bei einem Alarm

Deutlich ist zu erkennen, dass es bei tiefen Frequenzen bisweilen sogar zu einer Verstärkung im Inneren kommt, doch auch bei höheren Frequenzen einige Obertöne nur wenig gedämpft werden. Dabei kommt es partiell zu einem sehr selektiven Verhalten. Während z.B. die Komponente bei ca. 6kHz deutlich gedämpft wird, wird die bei ca. 6,4kHz nur um etwa 10dB gedämpft. Dieses Verhalten ist sehr abhängig davon, aus welcher Richtung der Inkubator beschallt und wo innerhalb des Inkubators gemessen wird. Abb. 3 zeigt in diesem Zusammenhang den Pegel der innerhalb des Inkubators an verschiedenen Stellen gemessen wurde, wenn dieser von der Seite mit einem Pegel von 50dB bei verschiedenen Frequenzen beschallt wurde.

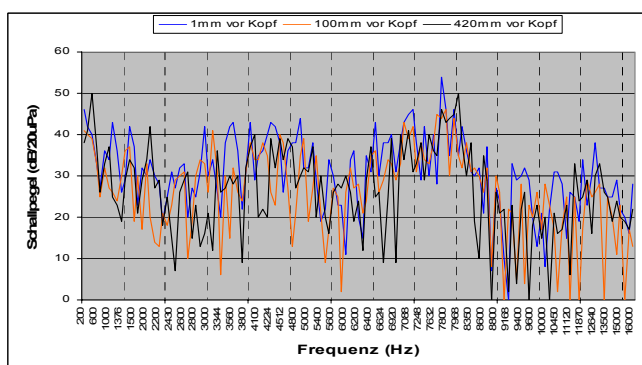


Abbildung 3: Innenpegel an versch. Stellen bei Beschallung mit einem Pegel von 50 dB und variablen Frequenzen

In Abb. 3 sind die Bereiche erkennbar, in denen sich der Innenpegel kaum vom Außenpegel unterscheidet. Die starken Schwankungen einzelner Verläufe innerhalb kleiner Frequenzintervalle lassen auf eine ausgeprägte Modenbildung schließen.

Verbesserung der akustischen Eigenschaften

Im Folgenden werden einige z.T. einfache Maßnahmen zur Erhöhung der Dämpfung durch den Inkubator beschrieben. Zunächst wurden unnötige Öffnungen in der Haube geschlossen. Des Weiteren wurden durch Einbringen von etwas Absorptionsmaterial die Mehrfach-Reflexionen abgebaut. Allein diese beiden einfachen Maßnahmen erbrachten eine deutliche Zunahme der Dämpfung, wie Abb. 4 zeigt. Sie betrug im Mittel 13 dB.

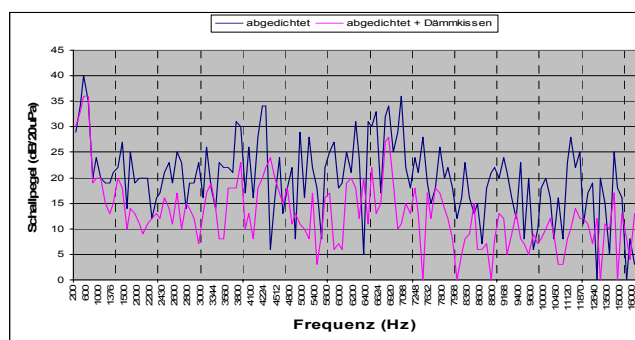


Abbildung 4: Innenpegel bei Beschallung mit einem Pegel von 50 dB und variablen Frequenzen bei abgedichteter Haube allein bzw. mit zusätzlichem Dämmkissen.

Eine etwas aufwändigere Maßnahme, die auf eine Verstärkung der Haubenwand hinauslief, konnte den Innenpegel nochmals deutlich mindern, sodass bis auf sehr tiefe Frequenzen die Dämpfung im gesamten Frequenzbereich auf 30 dB und mehr gesteigert werden konnte.

Weitere Maßnahmen

Neben den apparativ bedingten Geräuschen hat die Handhabung durch das Personal wesentlichen Einfluss auf die Lärmbelastung. Ein unvorsichtiges Ablegen von Gegenständen auf die Haube oder Bewegen der Haube bzw. von Haubenteilen kann Spitzenpegel bis deutlich über 100 dB zur Folge haben. Aber nicht nur die Vermeidung solcher Unachtsamkeiten, sondern ein bewusstes Handeln im Sinne einer gewissen akustischen Hygiene durch z.B.

- rasches Abschalten von Alarmen,
 - Beschränkung der Alarmtöne auf ein Minimum,
 - unnötige Geräusche (Telefonieren etc.) vermeiden,
 - genaues Einhalten von Ruhezeiten
- sollte angestrebt werden. Wenn auch in finanzschwachen Zeiten eher allein auf solche kostengünstige Maßnahmen gesetzt wird, sollten Investitionen in eine verbesserte Ausstattung z.B.
- eine Zentralisierung der Alarme,
 - eine verbesserte Raumakustik,
 - kleinere Räume,
 - ein akustisches Monitoring
- nicht außer Acht gelassen werden. Bei einem wachsenden Anteil von Frühgeborenen wäre dies eine gute Investition in die Zukunft.