



## **Wie kann der Kardiotechniker die Luftbläschenbildung während der EKZ beeinflussen?**

**Koch A., Erhardt G., Weil R., Schönburg M., Klövekorn WP.**  
Kerckhoff-Klinik GmbH, Bad Nauheim

Sehr geehrte Damen und Herren, ich möchte Ihnen heute unsere  
Untersuchung zu folgenden Thema präsentieren:



## Warum entstehen Mikrobläschen während der EKZ?

- Druckabfälle
  - veränderte Strömungsgeschwindigkeiten
  - Temperaturänderungen
  - Kavitation
- 
- venöser Blutrückfluss
  - Saugenblut
  - Gabe von Medikamenten und/oder Lösungen
  - undichte Stellen (Konnektoren, 3-Wege-Hähne usw.)

Mikrobläschen in einer extrakorporalen Zirkulation sind unvermeidbar. Einige der Bläschen stammen aus dem im Blut aufgelösten Gas und sind aufgrund veränderter Strömungsgeschwindigkeiten (Übergang Reservoir-Pumpe, Konnektorenverjüngung usw.), Druckabfälle (Start-Stop der Pumpe), Kavitation (hauptsächlich in Zentrifugalpumpen) und Temperaturänderungen (vor allem im Oxywärmetauscher) entstanden (Boyle-Mariott-Gesetz:  $p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$ , Guy-Lussac-Gesetz:  $p_1/T_1 = p_2/T_2$ ). Es handelt sich meistens um Mikrobläschen, die hauptsächlich aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  und Wasserdämpfen bestehen. Andere Bläschen sind in die Zirkulation importiert durch den venösen Blutrückfluss, Saugenblut, die Gabe von Medikamenten und/oder Lösungen, undichte Konnektoren z.B. 3-Wege-Hähne usw. Wird dem Perfusionskreislauf unbeabsichtigt Luft zugeführt, kann eine erhöhte Anzahl von Mikrobläschen am Auslass des arteriellen Filters gemessen werden, was mehrere Minuten andauern kann. Da diese Bläschen aus mehr als 70%  $\text{N}_2$  bestehen, dauert ihre Auflösung sehr lange. Es ist bekannt, dass ein arterieller Filter nicht fähig ist, Luftmikrobläschen effizient zu beseitigen. Kleinere Bläschen gehen ungehindert in die arterielle Linie. Auch Bläschen, die wesentlich größer als die Porengröße des Filters sind, können sich durch den Filter „durchschleichen“.

Der Kardiotechniker hat jedoch mehrere Möglichkeiten durch eine Anpassung seiner Tätigkeit die Bläschenanzahl zu beeinflussen. In dieser kurzen Präsentation möchte ich nur zwei Themen besprechen: Start der HLM und Blutprobenentnahme. In einem Beispiel demonstriere ich auch andere Ereignisse.



## Start der HLM

- Vorspülung mit CO<sub>2</sub>
- Geschwindigkeit des Anfahrens

Trotz einer sorgfältigen Entlüftung ist es nicht möglich, die Luft aus dem HLM-Kreislaufsystem zu beseitigen. Eine CO<sub>2</sub>-Vorspülung kann jedoch maßgeblich diese Restmenge reduzieren. Außerdem bei der Verbindung der venösen Linie mit der Kanüle bleibt oft etwas Luft in der Linie. Diese Luft ist zum venösen Reservoir transportiert und durch die Passage durch die Pumpe, den Oxy und arteriellen Filter wird sie in Luftmikrobläschen umgewandelt.

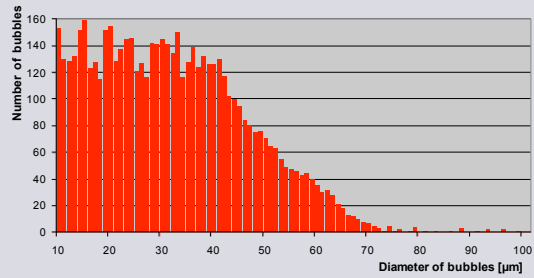
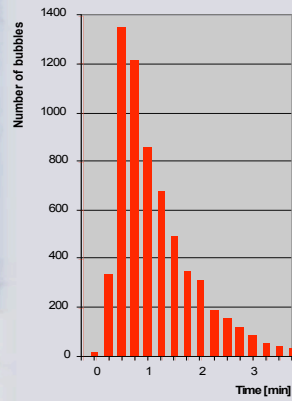
Beim HLM-Start spielt die Anfahrtschwindigkeit eine wichtige Rolle. Je länger dauerte es, bis die HLM den nominalen Durchfluss erreicht, desto weniger die Bläschenanzahl ist und desto kleinere Mikrobläschen entstehen. Diese Unterschiede demonstrieren folgende Folien.



## Start der HLM

Ohne CO<sub>2</sub>-Spülung, schneller Start

5.799 Mikrobläschen



Ein schneller Start (der Nominalfluss von 5,4 L/Min wurde nach 20 Sekunden erreicht) und eine Luftrestmenge in der venösen Linie verursachen eine große Spitze – fast 1400 Bläschen in 15 Sekunden). Die Bläschen wurden durch den arteriellen Filter heftig durchgepresst.

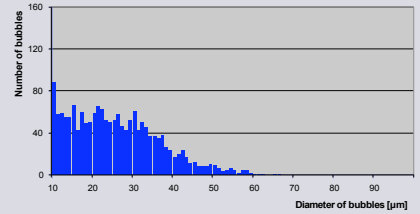
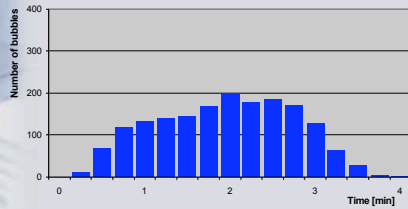
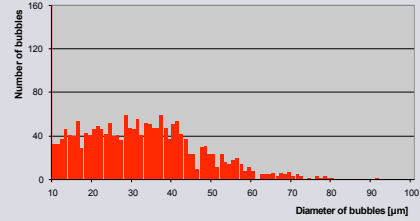
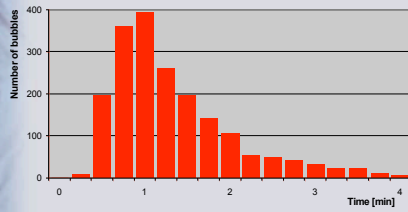


## Start der HLM

### CO<sub>2</sub>-Spülung

1911 Mikrobläschen, schneller Start

1701 Mikrobläschen, langsamer Start



Nach der CO<sub>2</sub>-Spülung wurde die Bläschenanzahl massiv reduziert. Die Anzahl von Bläschen ist ungefähr gleich bei einem schnellen Start (der nominale Durchfluss wurde nach 40 Sekunden erreicht) sowie nach einem langsamen (Nominalfluss wurde nach 2 Minuten erreicht). Der Unterschied besteht in der Anzahl von großen Bläschen: bei dem schnellen Start entstehen auch große Bläschen (>70-80 µm).



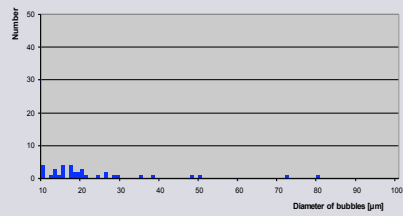
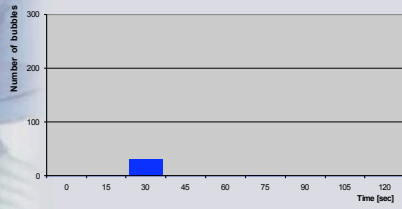
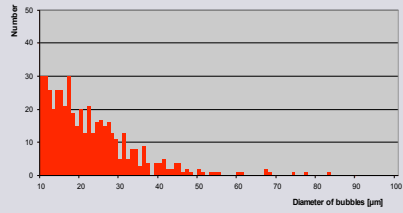
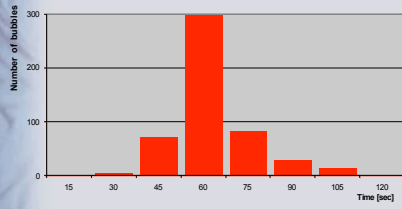
## Blutprobenentnahme

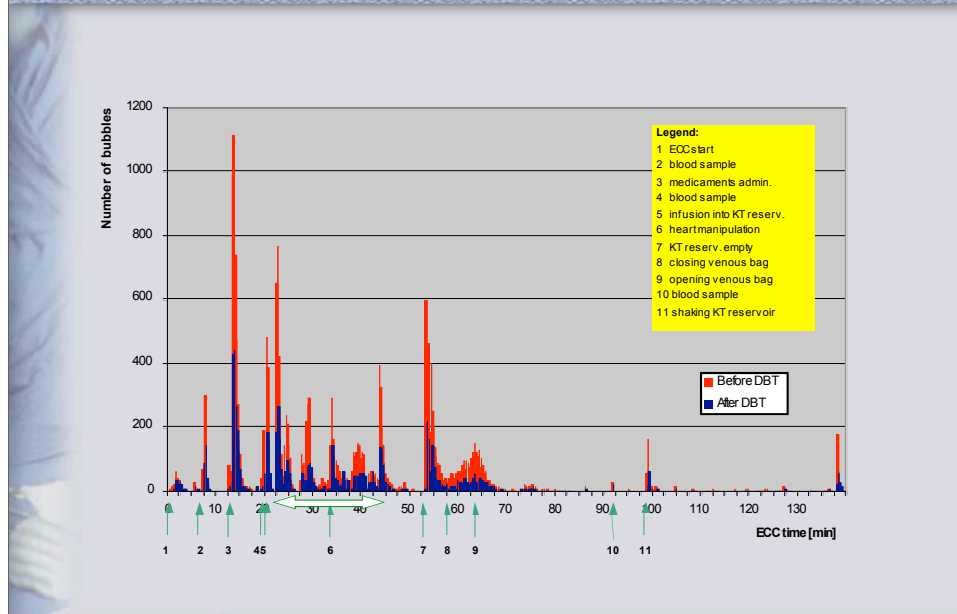
- Ort der Entnahme
- Handhabung

Bei der Blutprobenentnahme sind folgende Punkte entscheidend:

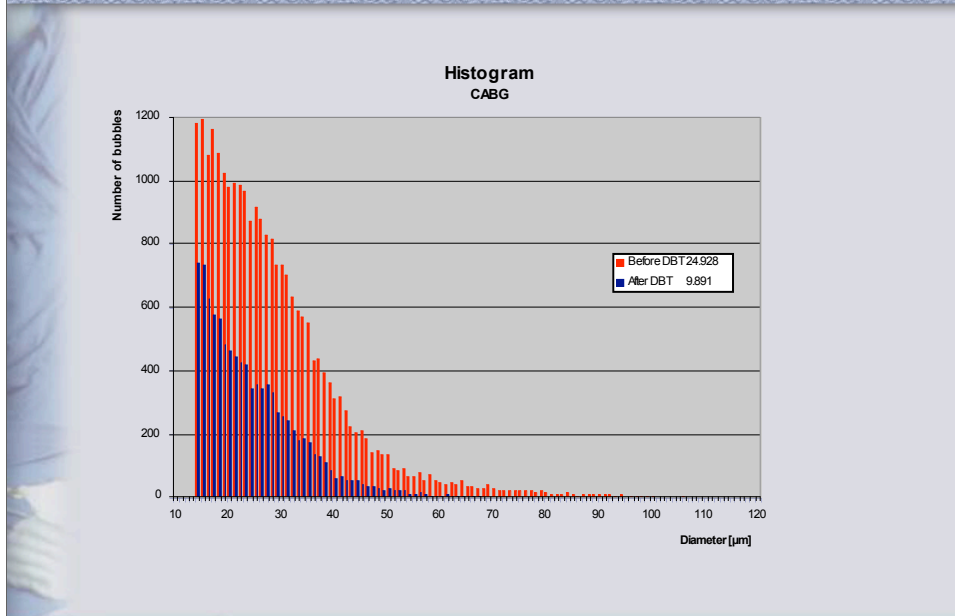


## Blutprobenentnahme





Zum Schluß möchte ich ein Beispiel einer ACVB OP zeigen, bei der eine DBT verwendet wurde (Bläschen vor der DBT:25,000, nach der DBT 9,800). Wichtige Ereignisse: Start der HLM – wenig Bläschen. Die ersten Blutproben (Punkte 2 und 4) wurden nach mehreren „Ansaugungen“ genommen, die Probe 10 sehr vorsichtig und langsam. Infusion direkt in den venösen Beutel (3), ins Kardiotomiereservoir (gefüllt mit 300 ml Blut) (5). Durch Herzmanipulation entstehen viele Bläschen (6). Wenn KT-Reserv. ganz leer ist, entsteht eine massive Bläschen Spitze (7). Wenn danach der venöse Beutel verengt wurde (8), die „Verbleibzeit“ im Beutel (bei Bläschenanwesenheit) kürzer wurde und die Bläschenanzahl in der arteriellen Linie steigt. Wenn der Beutel wieder breiter wurde, die Bläschenanzahl sinkt.



Vor allem große Mikroläschen, die im Gehirn Probleme hervorrufen können, sind stark reduziert.



## Zusammenfassung

Der Kardiotechniker hat Instrumente, die ihm die Möglichkeiten geben, die Anzahl der Mikrobläschen während der extrakorporalen Zirkulation aktiv zu beeinflussen.

Der Kardiotechniker hat Instrumente, die ihm die Möglichkeiten geben, die Anzahl der Mikrobläschen während der extrakorporalen Zirkulation aktiv zu beeinflussen.

Die DBT ist ein probates Mittel, um die Anzahl von Luftmikrobläschen zu reduzieren.