

Dr. F. Trösch, 20.3.2025

# Erste minimal-invasive Operation am Aortenbogen ohne Herz-Lungen-Maschine in Bremen

**Das Team des Aortenzentrums am Rotes Kreuz Krankenhaus Bremen hat erstmalig eine minimal-invasive, endovaskuläre Operation am Aortenbogen durchgeführt. Diese komplizierte Operation erfolgt in Deutschland nur in sehr wenigen Kliniken, die große Erfahrung und die technischen Voraussetzungen für diese komplexen endovaskulären Gefäßoperationen an der Hauptschlagader haben.**

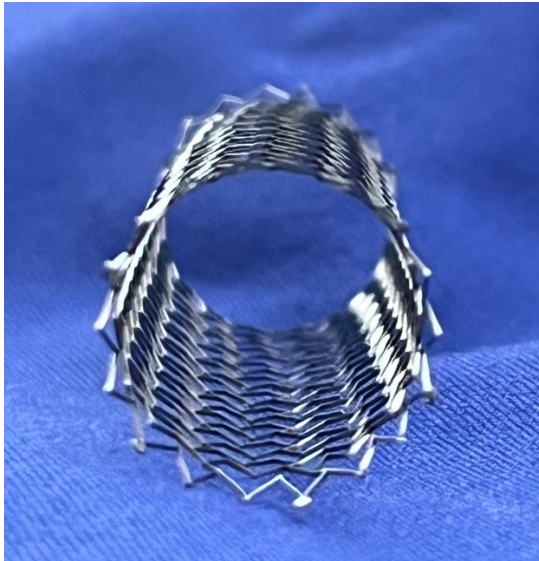
## Endovaskuläre, minimal-invasive Gefäß-Operationen

Erweiterungen der Hauptschlagader (Aorta) können unbehandelt zu einer Ruptur führen. Durch diesen Einriss in der Gefäßwand kommt es zu einer massiven, lebensbedrohlichen Blutung. Abhängig von dem Durchmesser und der Ausdehnung des Aneurysmas wird nach nationalen und internationalen Leitlinien eine vorbeugende Operation empfohlen, um eine spätere Ruptur zu verhindern.

Im Bereich der Bauchschatgader werden diese Operationen heute überwiegend minimal-invasiv (endovaskulär) durch Implantation von Stentgraft-Systemen durchgeführt. Die verwendeten Stentgrafts sind im Unterschied zu normalen Stents (die bei Einengungen/Stenosen von Blutgefäßen eingesetzt werden) mit einer Gefäßprothese ummantelt und damit blutundurchlässig (Abb. 1). Stentgrafts stehen in verschiedenen Konfigurationen, Längen und Durchmessern zur Verfügung.

Häufig werden mehrere Stentgrafts miteinander verbunden, um eine längere Gefäßstrecke abzudecken. Stentgrafts haben durch ihr Metall-Gitter eine Radialkraft. Dadurch dehnen sich die Stentgrafts bis zum maximal erreichbaren Durchmesser auf. Lediglich Einengungen im Gefäßlumen führen dazu, dass sich der Stentgraft nicht komplett entfalten kann. Werden 2 Stentgrafts mit passendem Durchmesser (meist darf eine Größe Unterschied sein) mit ausreichender Überlappung ineinandergeschoben und anschließend mit einem Ballonkatheter aufgedehnt entsteht, in der Regel eine blutdichte Verbindung. Falls die Verbindung nicht unmittelbar dicht ist, gibt es technische Möglichkeiten das zu erreichen.

Abbildung 1

**Stent** (nicht ummantelt)**Stentgraft** (ummantelt)

Auch Operationen an der Brustschlagader werden mittlerweile überwiegend in dieser minimal-invasiven Technik durchgeführt. Die Stentgrafts sind in verschiedenen Längen und einem Durchmesser von bis zu 46 mm erhältlich und in großen Gefäßzentren wie am Rotes Kreuz Krankenhaus in Bremen in großer Auswahl für Notfall-Operationen immer vorrätig.

**Operationen am aufsteigenden Teil der Hauptschlagader (Aorta ascendens) und am Aortenbogen** sind seit vielen Jahrzehnten eine Domäne der Herzchirurgie.

Die Aorta ascendens entspringt als 5-7 cm langes Gefäß mit einem Durchmesser von etwa 2,5 bis 3,5 cm aus der linken Herzkammer, welche das Blut in den Körperkreislauf pumpt. Zwischen der linken Herzkammer und der Aorta ascendens dient die Aortenklappe als Ventil. Dieses verhindert, dass das Blut aus der aufsteigenden Hauptschlagader zurück in die linke Herzkammer fließt. Direkt oberhalb der Aortenklappe entspringen die Herzkranzgefäße (Koronararterien) aus der Aorta ascendens. Diese versorgen die Herzmuskulatur mit sauerstoffreichem Blut.

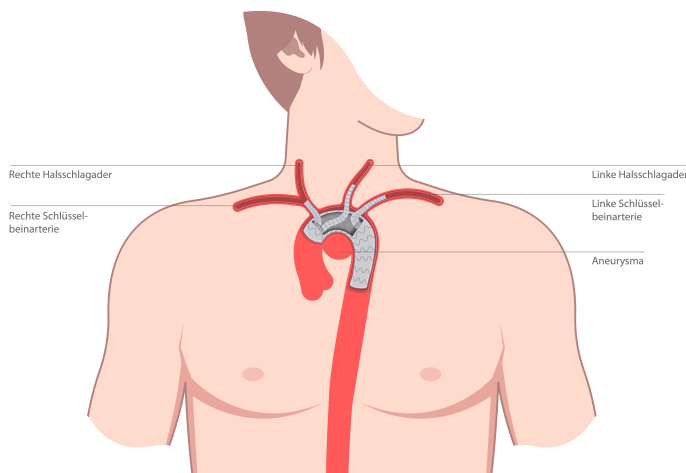
Der Aortenbogen bildet im Verlauf eine Kurve von etwa 180 Grad und mündet dann in die absteigende Brustschlagader (Aorta descendens). Diese geht später in die Bauchschlagader über.

Im Aortenbogen entspringen in der Regel 3 sehr wichtige Blutgefäße aus der Hauptschlagader (s. Abb. 2 unten). Als erstes Gefäß entspringt rechts der Truncus brachiocephalicus, der die rechte Halsschlagader (Arteria carotis rechts) und die Schlüsselbeinschlagader rechts (Arteria subclavia rechts) abgibt.

Als zweites Gefäß entspringt die linke Halsschlagader (A. carotis links) und als 3. Gefäß die linke Schlüsselbeinschlagader (A. subclavia links) aus dem Aortenbogen.

Die Halsschlagadern versorgen das Gehirn mit Blut, die Schlüsselbeinschlagadern gehen in die Armschlagadern über.

Abb.2



Der Aortenbogen ist bei jedem Menschen unterschiedlich gekrümmt und in allen 3 Ebenen unterschiedlich gedreht. Dadurch ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten, bei der Versorgung mittels Stentgrafts. Diese müssen deshalb häufig patientenindividuell und millimetergenau nach Auswertung einer Computertomographie angefertigt werden.

**Herzchirurgische Operationen an der Aorta ascendens und am Aortenbogen** werden seit mehreren Jahrzehnten routinemäßig an vielen Herzzentren durchgeführt.

Über eine Längseröffnung des Brustbeins erfolgt ein Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine (HLM). Dies ermöglicht das Herz während der Operation mit einer speziellen Flüssigkeit (Kardioplegie) stillzustellen und die Hauptschlagader nach abklemmen der Gefäße zu eröffnen.

Die Blutversorgung des Körpers und die Sauerstoffanreicherung des Blutes werden während der Operation durch die HLM übernommen. Unter Einsatz von Medikamenten (Heparin) wird das Blut während der HLM-Zeit nahezu ungerinnbar, damit sich keine Blutgerinnsel bilden, die schwere Durchblutungsstörungen oder einen Schlaganfall auslösen können.

Bei einem Aneurysma des Aortenbogens muss besonders auf die Blutversorgung des Gehirns geachtet werden. Alle Halsschlagadern, welche das Gehirn mit Blut versorgen entspringen aus der Hauptschlagader im Aortenbogen. Wird dieser eröffnet, ist eine normale Blutversorgung des Gehirns nicht mehr möglich, da das Blut aus dem Gefäß herausfließt und somit kein Blutdruck aufrechterhalten werden kann. Die nachfolgenden Organe werden nicht mehr durchblutet.

Früher wurden die betroffenen Patienten bei diesen Operationen künstlich bis auf eine Körpertemperatur von minimal 18° Körpertemperatur abgekühlt. Dann wurde der Kreislauf komplett abgestellt.

Bei einer Körpertemperatur von beispielsweise 25 °C beträgt der Sauerstoffverbrauch der Organe nur noch etwa 25% vom Ausgangswert, der bei einer normalen Körpertemperatur von 37°C bei 100% liegt. Deshalb ist es möglich, den Kreislauf für eine absehbare Zeit still zu stellen, da die Organe dann nur eine geringe Aktivität haben und wenig Sauerstoff verbrauchen.

Dieses Verfahren ermöglicht, den Aortenbogen im kompletten Kreislaufstillstand zu eröffnen und eine Gefäßprothese einzunähen, um ein Aneurysma zu behandeln.

Durch modernere Techniken ist es heute möglich, das Gehirn während der Operation isoliert über die Herz-Lungen-Maschine mit Blut und Sauerstoff zu versorgen. Der Blutfluss im Körper bleibt während dieser Operation jedoch unterbrochen, da die Hauptschlagader eröffnet werden muss. Dieses neuere Verfahren hat durch die kontinuierliche Blutversorgung des Gehirns ein deutlich niedrigeres Risiko für den Patienten gegenüber früheren Operationen im Hinblick auf Schädigungen des Gehirns und der Organe.

Durch den Stillstand des Körperkreislaufs und abkühlen und aufwärmen des Körpers kommt es jedoch zu einer Vielzahl von schwerwiegenden Komplikationsmöglichkeiten.

Dennoch handelt es sich heute um eine herzchirurgische Routine-Operation, die in verschiedenem Ausmaß relativ häufig durchgeführt wird.

Insbesondere bei älteren Patienten und Patienten mit schweren Begleiterkrankungen ist eine Operation manchmal aufgrund des sehr hohen Operationsrisikos nicht möglich. Das Operationsrisiko wird dann höher eingeschätzt als das Risiko bei einem unbehandelten Krankheitsverlauf. Deshalb hat man nach einer Operationsmethode gesucht, welche eine Operation ohne Herz-Lungen-Maschine ermöglicht, ohne den Brustkorb zu eröffnen.

Daher wurden in der Vergangenheit spezielle Stentgrafts entwickelt, um auch diesen Patienten eine schonendere Operationsmethode anbieten zu können.

**Die minimal-invasive Behandlung des kompletten Aortenbogens**, d.h. einschließlich der Abgänge für die Hals- und Armschlagadern bds. ist eine hochkomplexe Operation, die trotz der kleinen Zugangswege schwerwiegende Komplikationen, wie z.B. einen Schlaganfall auslösen kann. Größere Langzeiterfahrungen zum Vergleich der offenen und minimal-invasiven, endovaskulären Operationsmethoden gibt es noch nicht.

Der endovaskuläre, kathetergestützte Eingriff wird nur von sehr erfahrenen OP-Teams an wenigen Kliniken in Deutschland durchgeführt.

Über kleine Hautschnitte in der Leiste, am Hals und ggf. unterhalb des rechten Schlüsselbeins werden Schleusensysteme in die freigelegten Schlagadern (Arterien) eingeführt. Der Stentgraft-Hauptkörper wird über die Leistenschlagader eingeführt und im Aortenbogen millimetergenau unter Röntgendurchleuchtung und Kontrastmittelgabe freigesetzt. Als Leitschiene für das Einführungssystem des Hauptkörpers dient ein Metalldraht, der von der Leistenschlagader aus bis in die linke Herzkammer vorgeschoben wird.

Die exakte Platzierung und Freisetzung des Hauptkörpers im Aortenbogen ist technisch sehr anspruchsvoll. Außerdem ist eine nachträgliche Lagekorrektur nicht möglich, weshalb für diese Operation sehr viel Erfahrung bei endovaskulären Aorten-Operationen notwendig ist. Anschließend werden über die Zugangsschleusen in den Halsschlagadern und die eingewechselten Drähte (als Leitschiene) zusätzliche Stentgrafts eingebracht und diese mit den dafür vorgesehenen Anschlussöffnungen im Hauptkörper verbunden. Hierbei werden die Stentgitter in dem Stentgraft mit einem Ballonkatheter aufgedehnt, so dass eine blutdichte Verbindung in der vorgesehenen Öffnung am Hauptkörper entsteht.

Für die Operation ist eine sehr effektive Blutverdünnung notwendig, damit ähnlich wie bei der offenen Operation keine Blutgerinnsel entstehen, die in das Gehirn fließen und dort einen Schlaganfall auslösen können.

Die Entscheidung welches Operations-Verfahren angewendet wird, erfolgt nach gemeinsamer Betrachtung des Falls durch Herzchirurg:innen und Gefäßchirurg:innen.

In der Regel werden die Patienten zuerst in einer herzchirurgischen Klinik vorgestellt. Falls die offene herzchirurgische Operation wegen schwerer Begleiterkrankungen oder bereits vorbestehenden Operationen als zu risikoreich angesehen wird erfolgt eine gefäßchirurgische Beurteilung.

Nach Absprache mit einem spezialisierten Hersteller wird dann ggf. ein patienten-individuell angefertigtes Stentgraft-System hergestellt.

Als Grundlage für diese Maßanfertigung dienen Daten, die im Rahmen der Kontrastmittel-Computertomographie erhoben werden.

Abb.3

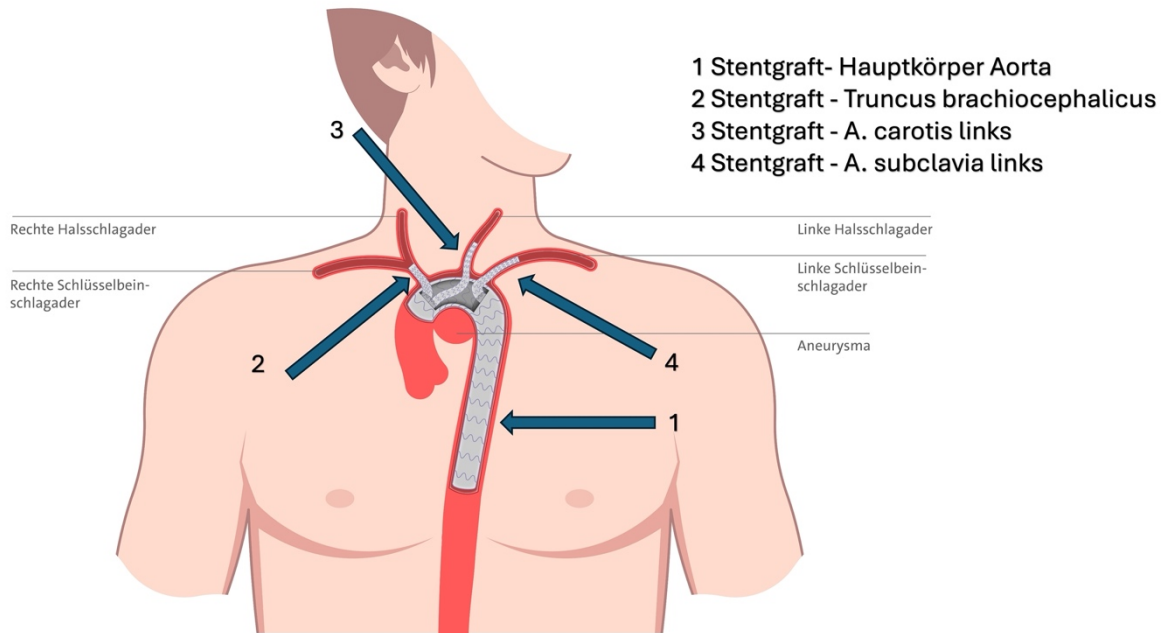


Abbildung 3 zeigt einen implantierten (eingesetzten) Stentgraft in den Aortenbogen eines Patienten. Stentgraft 1 ist der Stentgraft Hauptkörper, der über die Leistenschlagader bis in den Aortenbogen vorgeschoben und millimetergenau platziert wird. Die Stentgrafts 2-4 werden anschließend über die Hals- und Schlüsselbeinschlagadern vorgeschoben und mit dem Hauptkörper wie o.g. verbunden.

© Dr. med. Frank Trösch

Klinik für Gefäßmedizin