



Ev Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge, Berlin
Abt. für Gefäßchirurgie

Untersuchungen zur Hämodynamik von av-Gefäßanschlüssen

H. Scholz, K. Petzold, U. Lorenz, J. Zidane und U. Krüger



Ein Av-Gefäßanschluß verursacht unphysiologische hämodynamische Bedingungen in Arterie und Vene:

- **Flußvolumen und Charakteristik,**
- **Druck,**
- **Schwirren,**
- **Oszillationen.**



Biologische Reaktionen

- 1) **Arterie → Dilatation und Elongation des prox. Schenkels,**
- 2) **art. Anastomose → Zellproliferationen,**
- 3) **Vene → Dilatation, Wandhypertrophie,**
- 4) **ven. Anastomose → Zellproliferationen.**

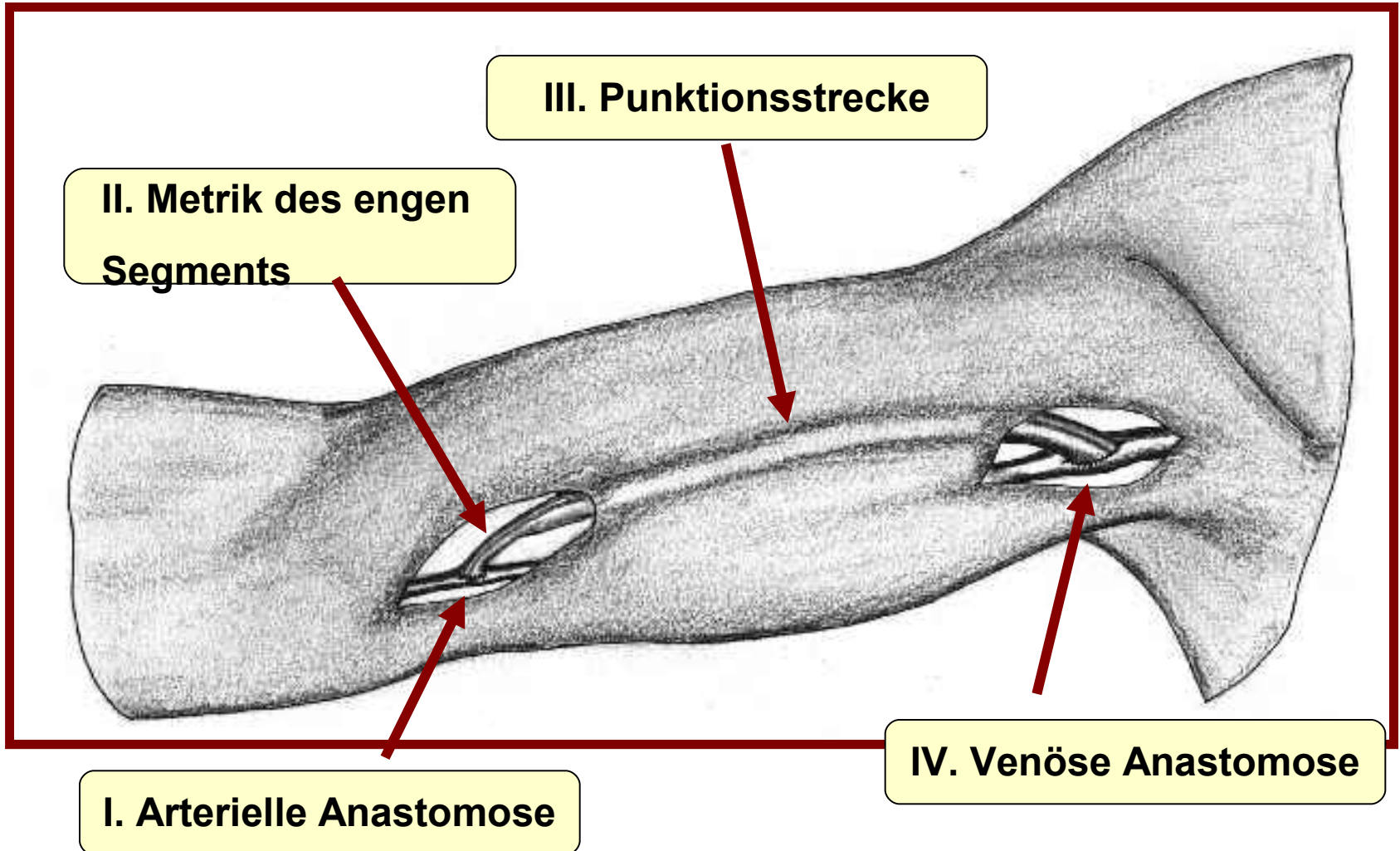


Untersuchungsmethoden

1. Untersuchungen am künstlichen Kreislauf

**2. Numerische Simulation der
Blutströmung**

3. Klinik



I. Arterielle Anastomose

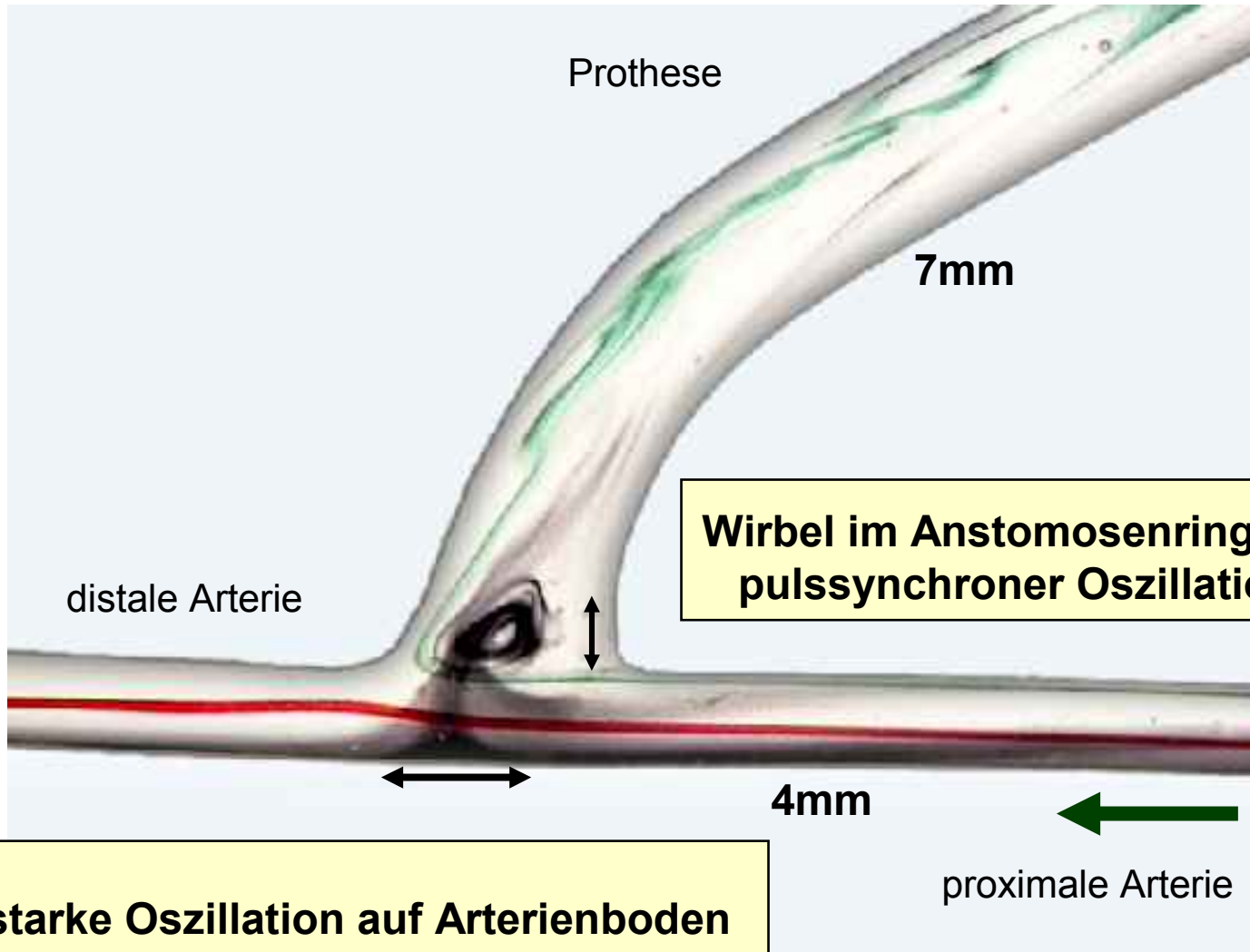
Fragestellung:

enges Prothesensegment

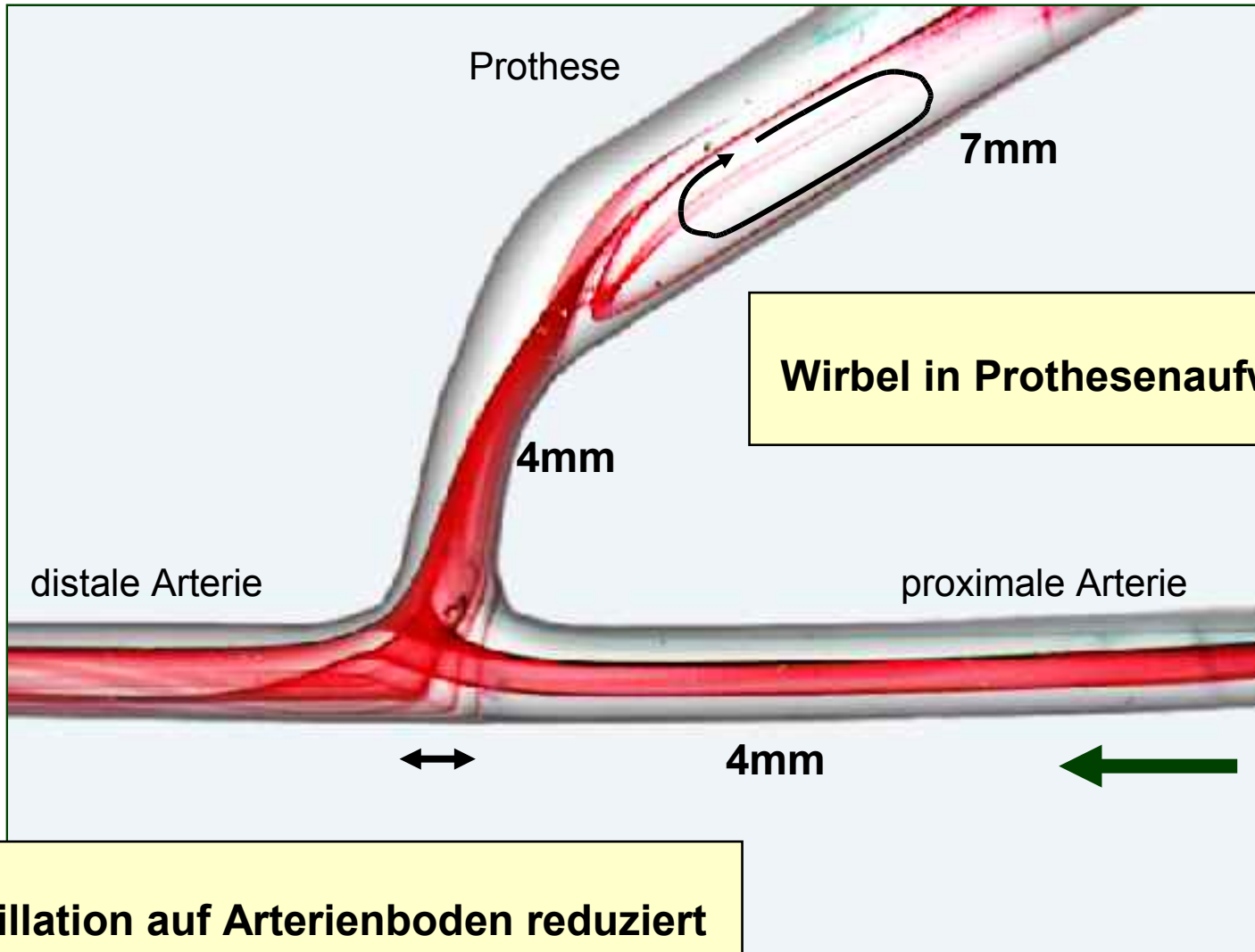
ja / nein ?



I. ohne enges Segment, $Q = 100 \text{ ml/min}$



I. mit engem Segment, Länge 10 mm, $Q = 100 \text{ ml/min}$



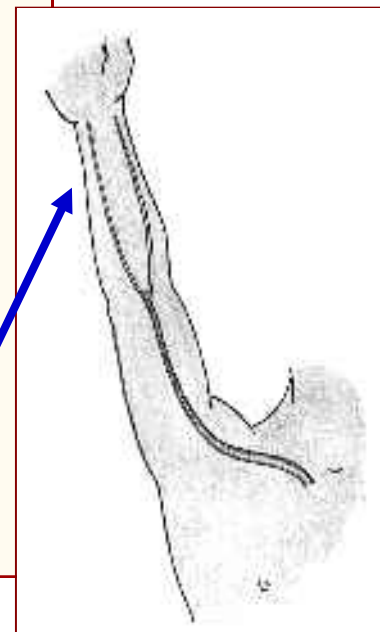
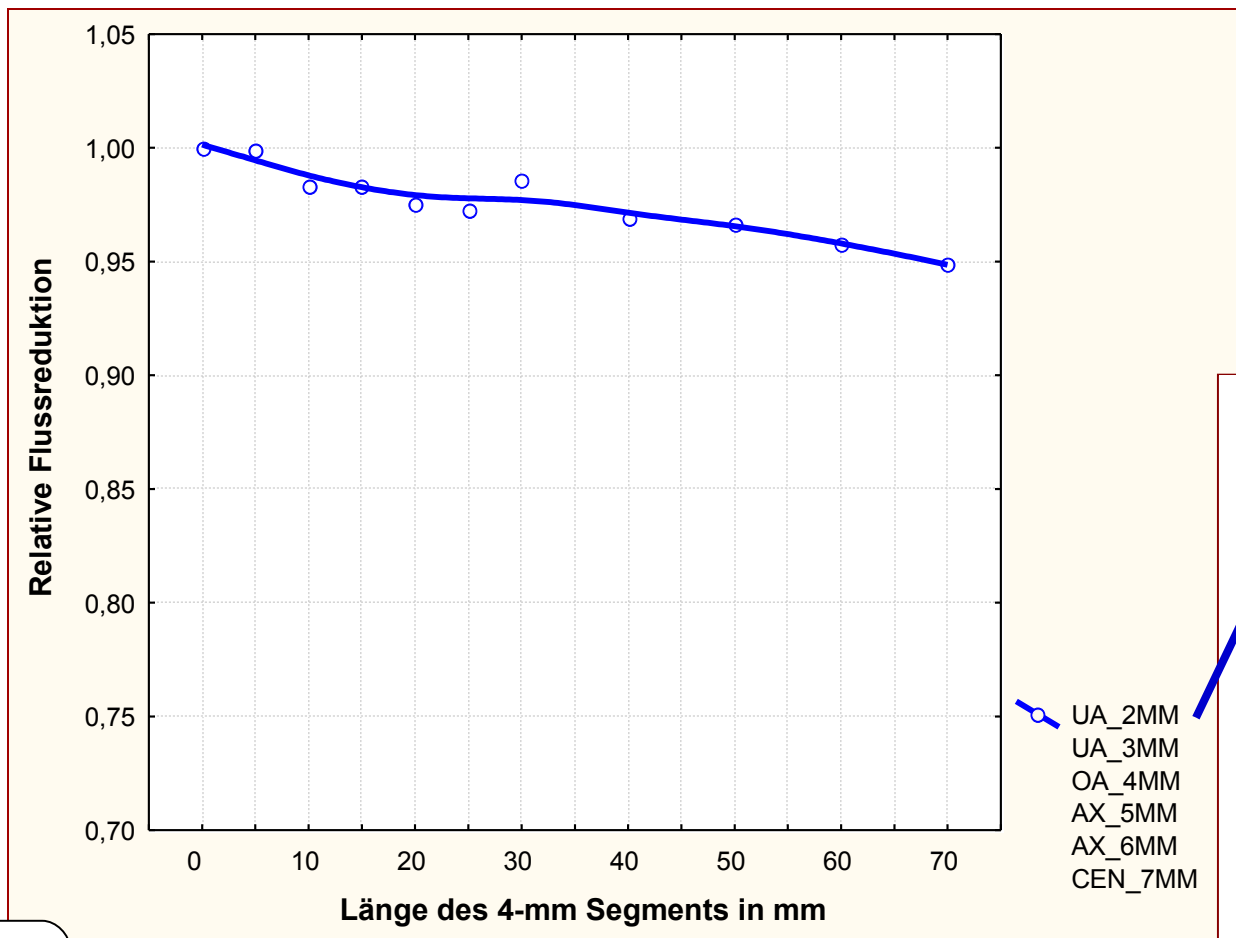


II. Metrik des engen Segments

Fragestellung:

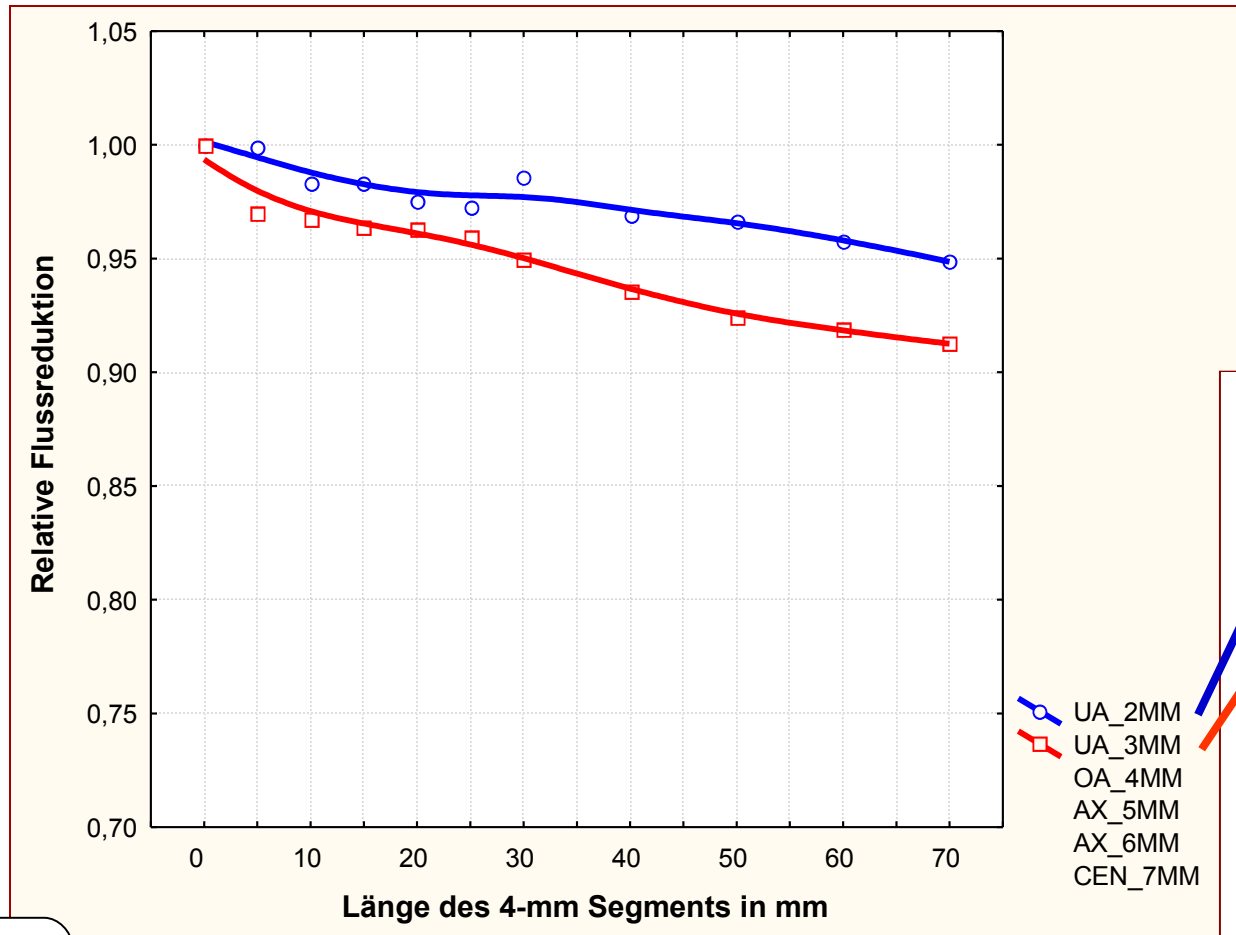
**Einfluß des engen Segments
auf das Flussvolumen**

II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment

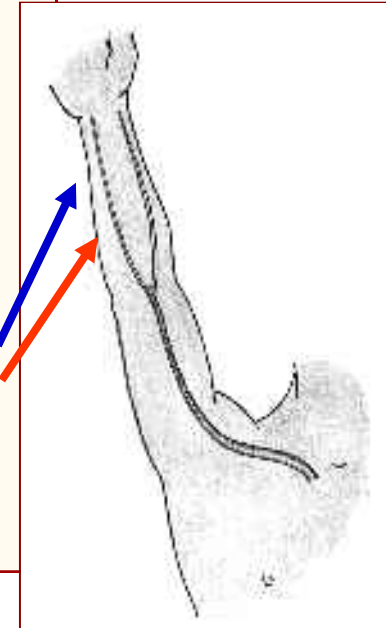


**Mitteldruck
100 mmHg**

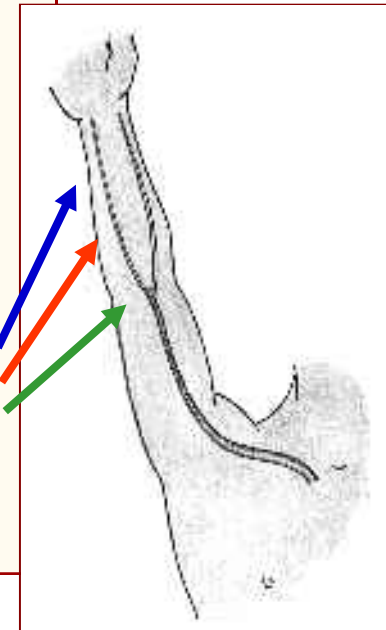
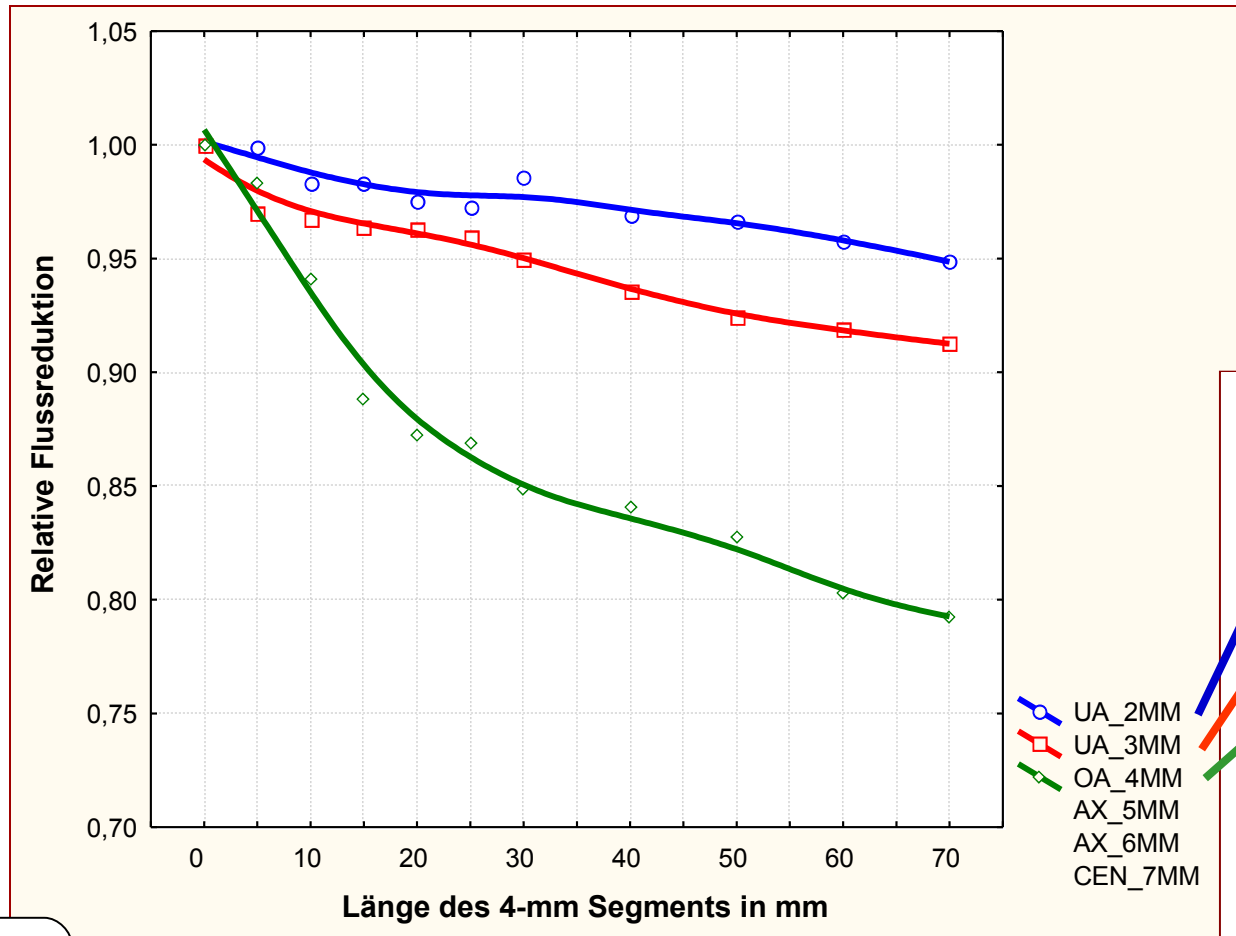
II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment



Mitteldruck
100 mmHg

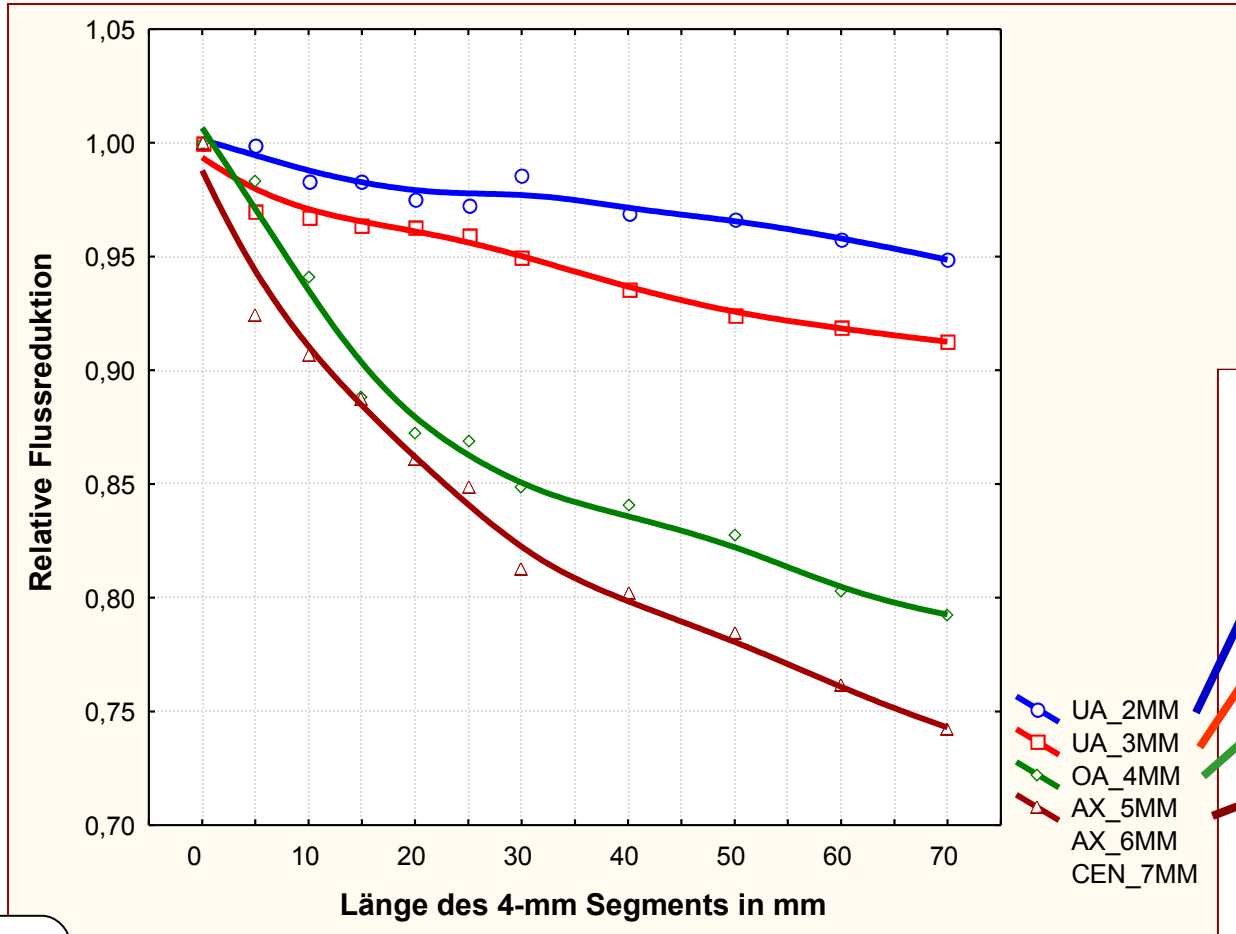


II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment

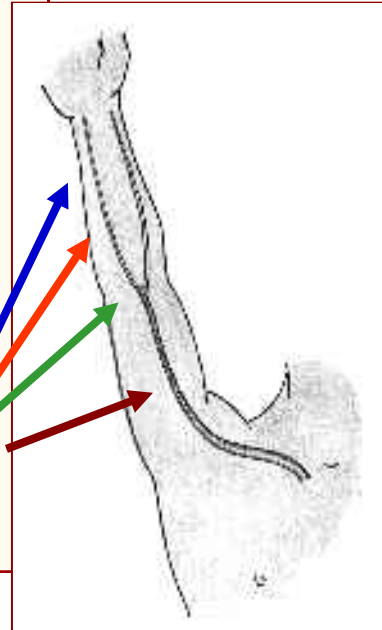


Mitteldruck
100 mmHg

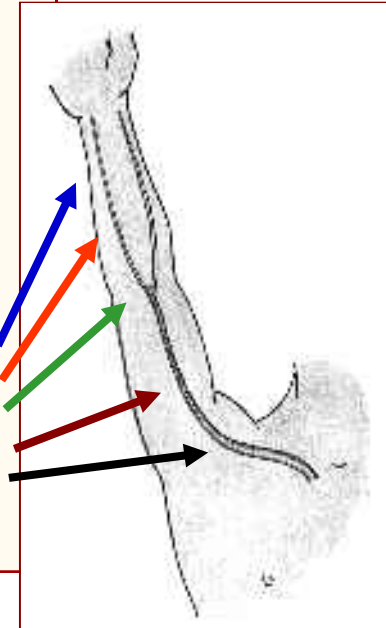
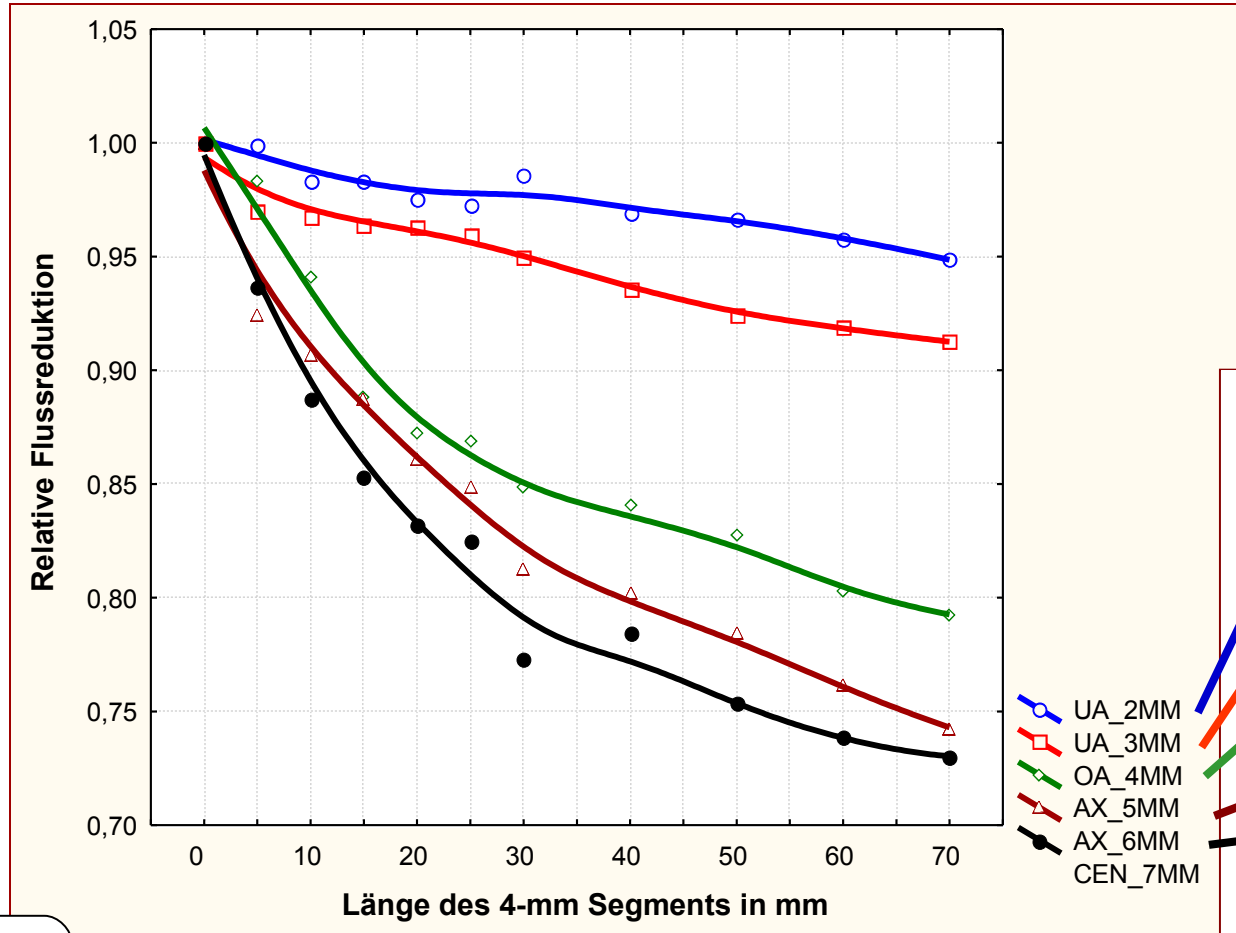
II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment



Mitteldruck
100 mmHg

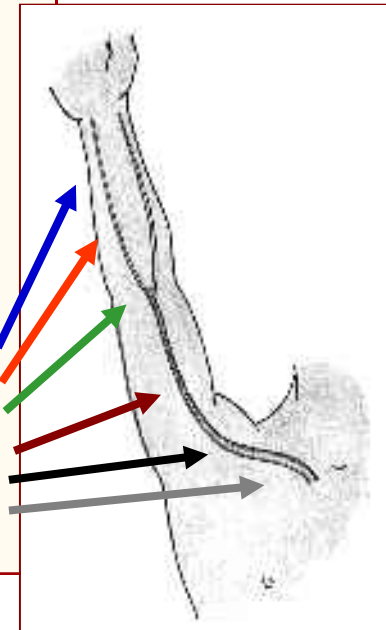
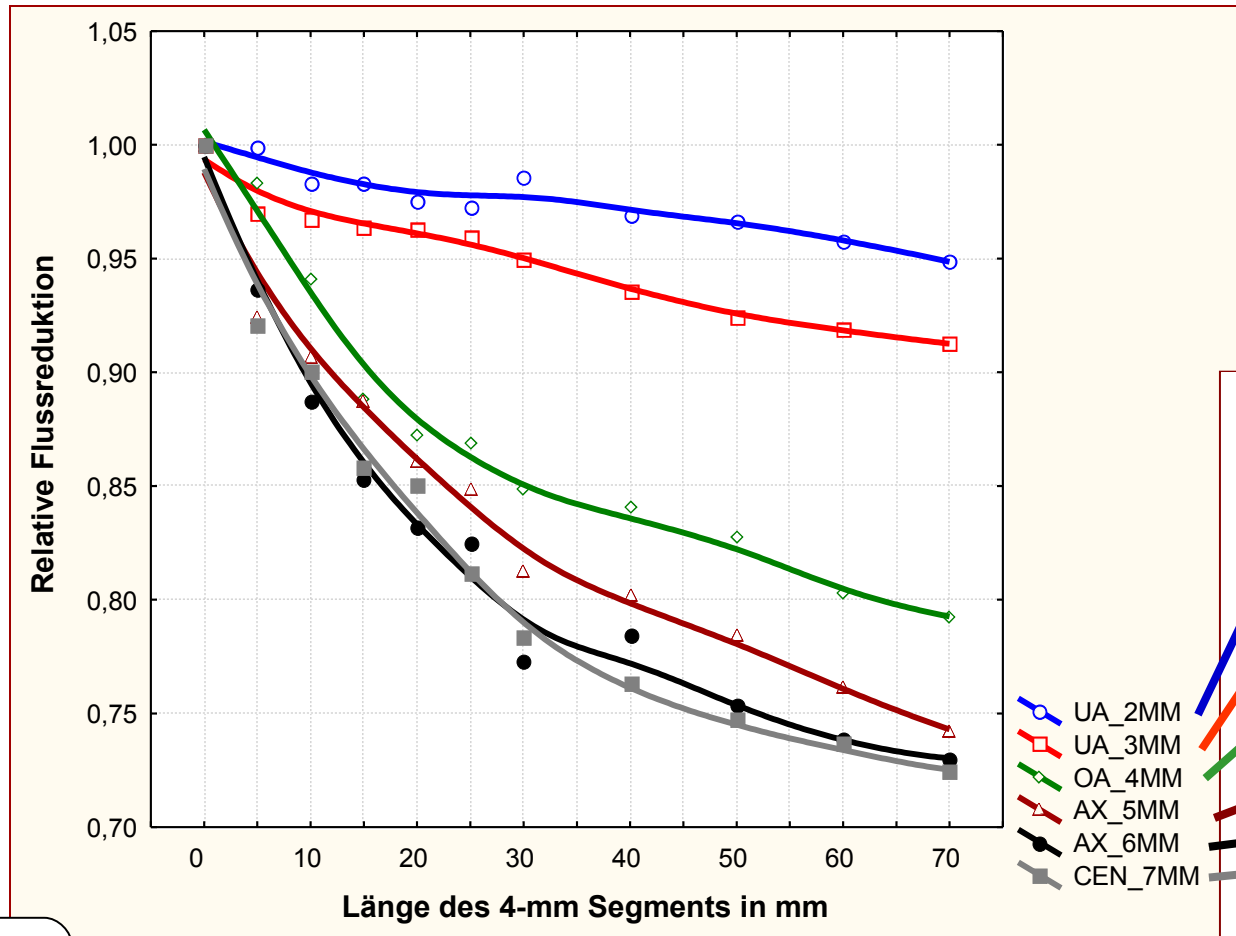


II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment



Mitteldruck
100 mmHg

II. Einfluß der Segmentlänge auf die relative Flussrate - 4mm Segment



Mitteldruck
100 mmHg

Einfluß von

- Durchmesser
- Länge
- Form

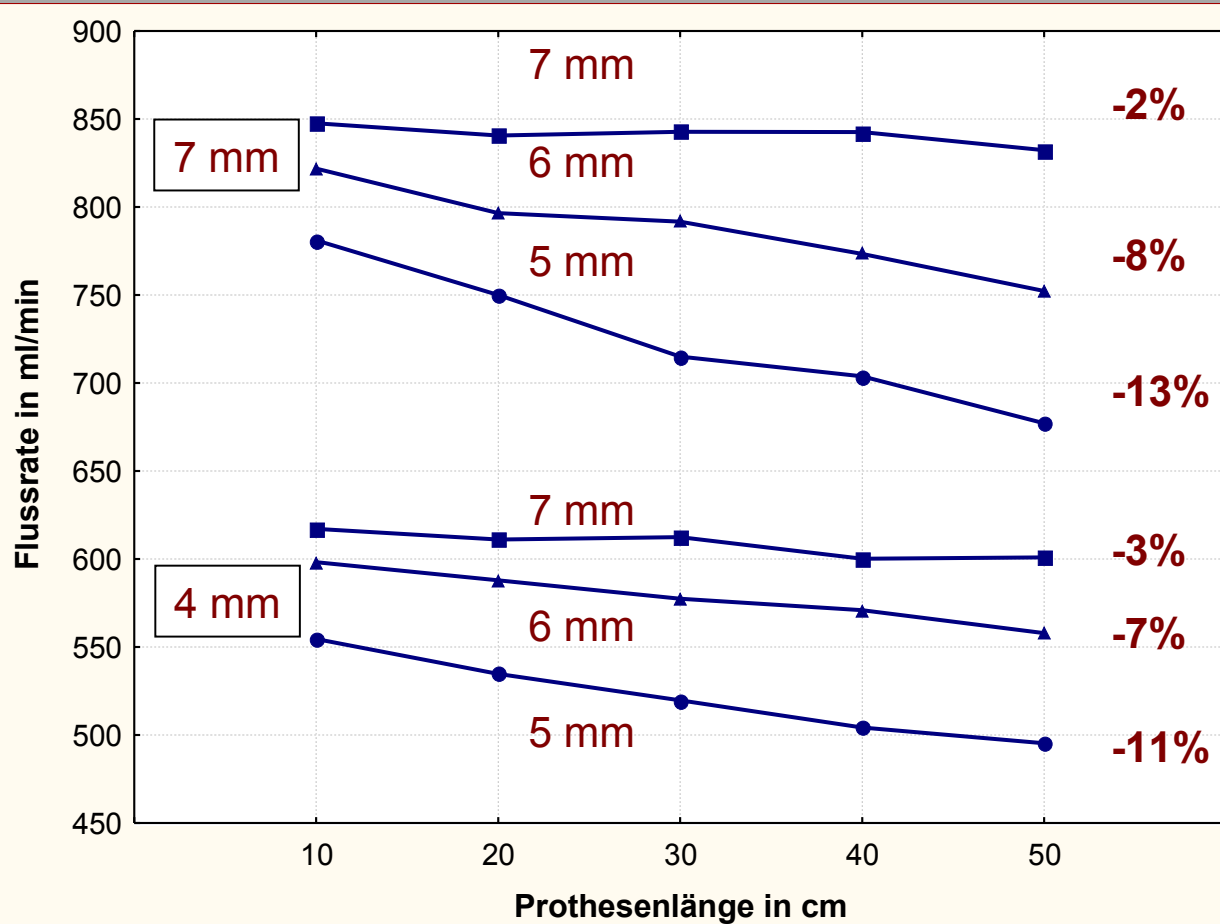


III. Punktionssegment: Länge

*Arterien-
Durchmesser*

*Prothesen-
Durchmesser*

*Abnahmen der
Flowrate*





III. Punktionssegment: Form

Einfluß der Form des Interponates:

Die Form des Interponates (gerade oder schlingenförmig) hat keinen wesentlichen Einfluß auf das Flußvolumen.

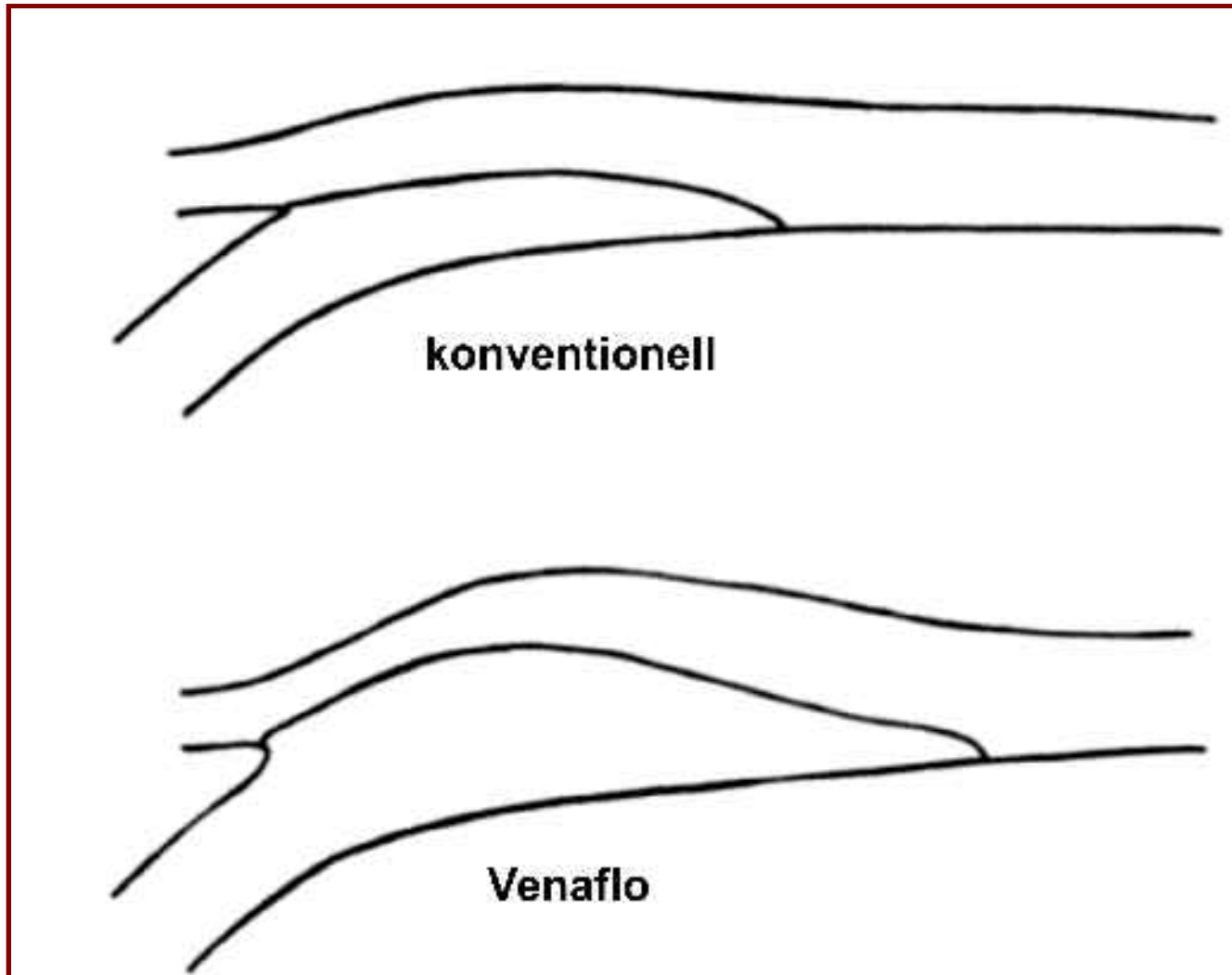


IV. Venöse Anastomose

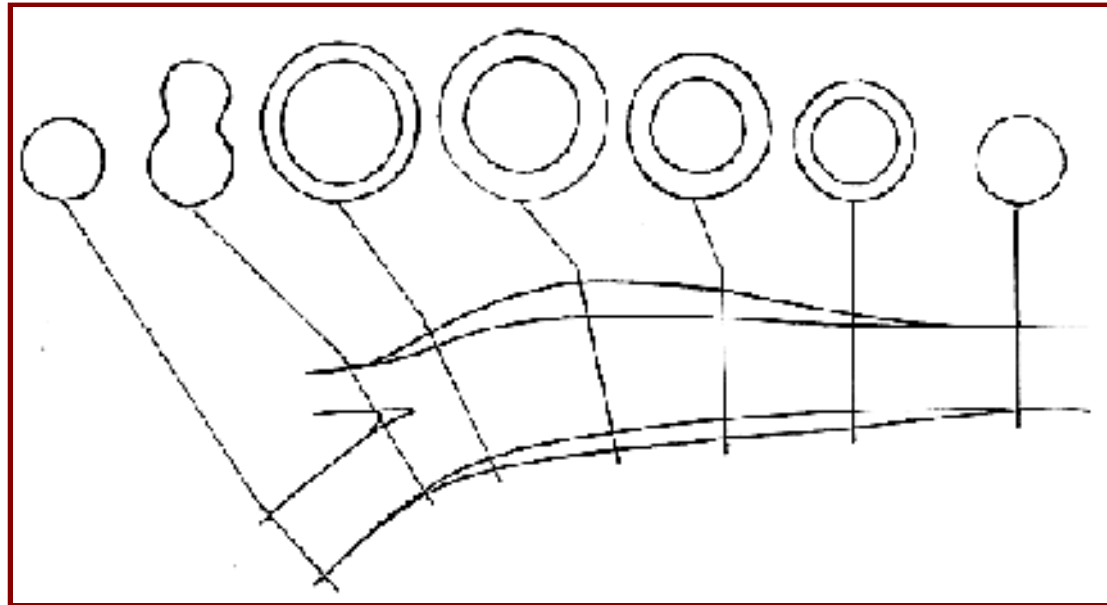
Fragestellung:

Einfluß der Form der venösen Anastomose

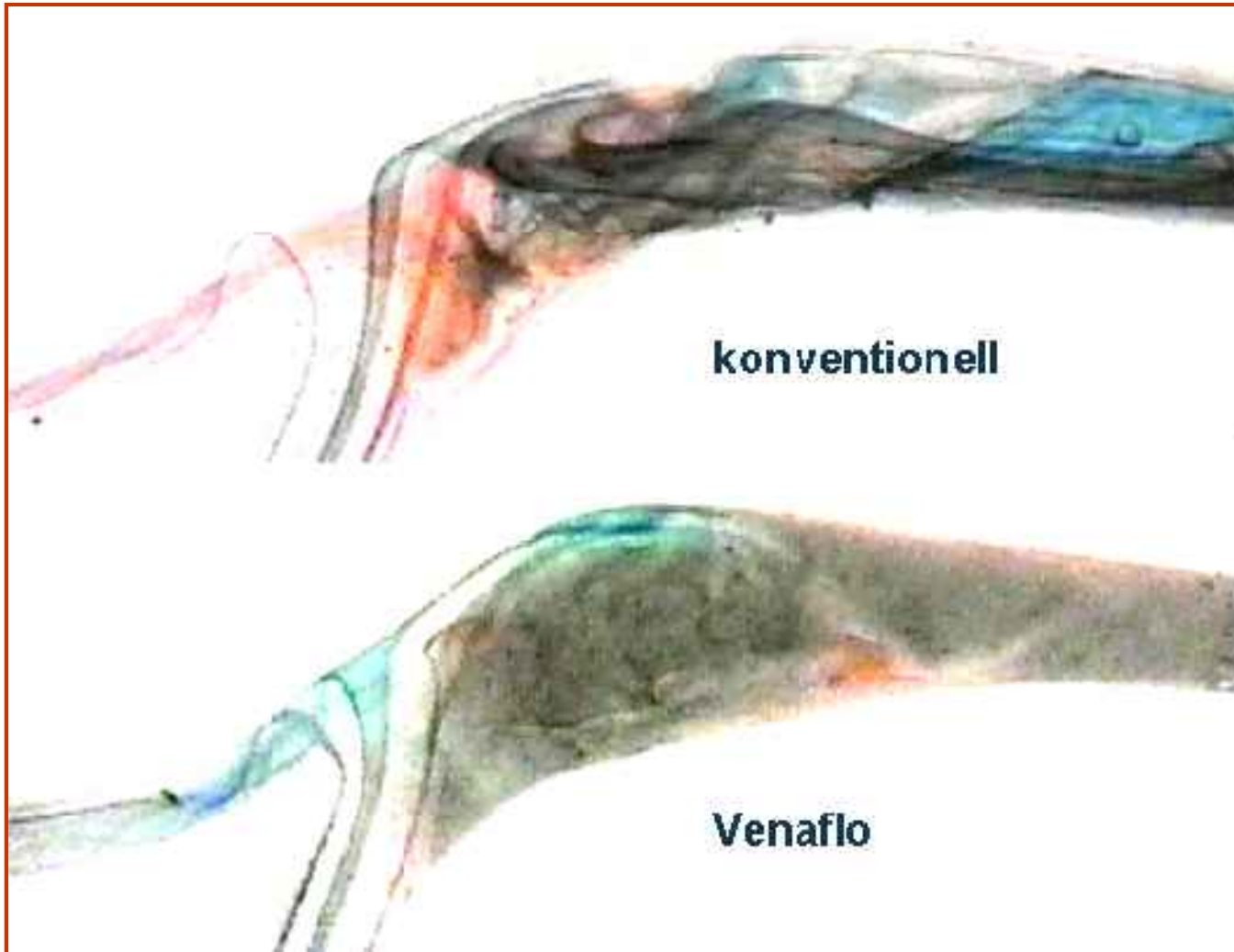
IV. Formgebung



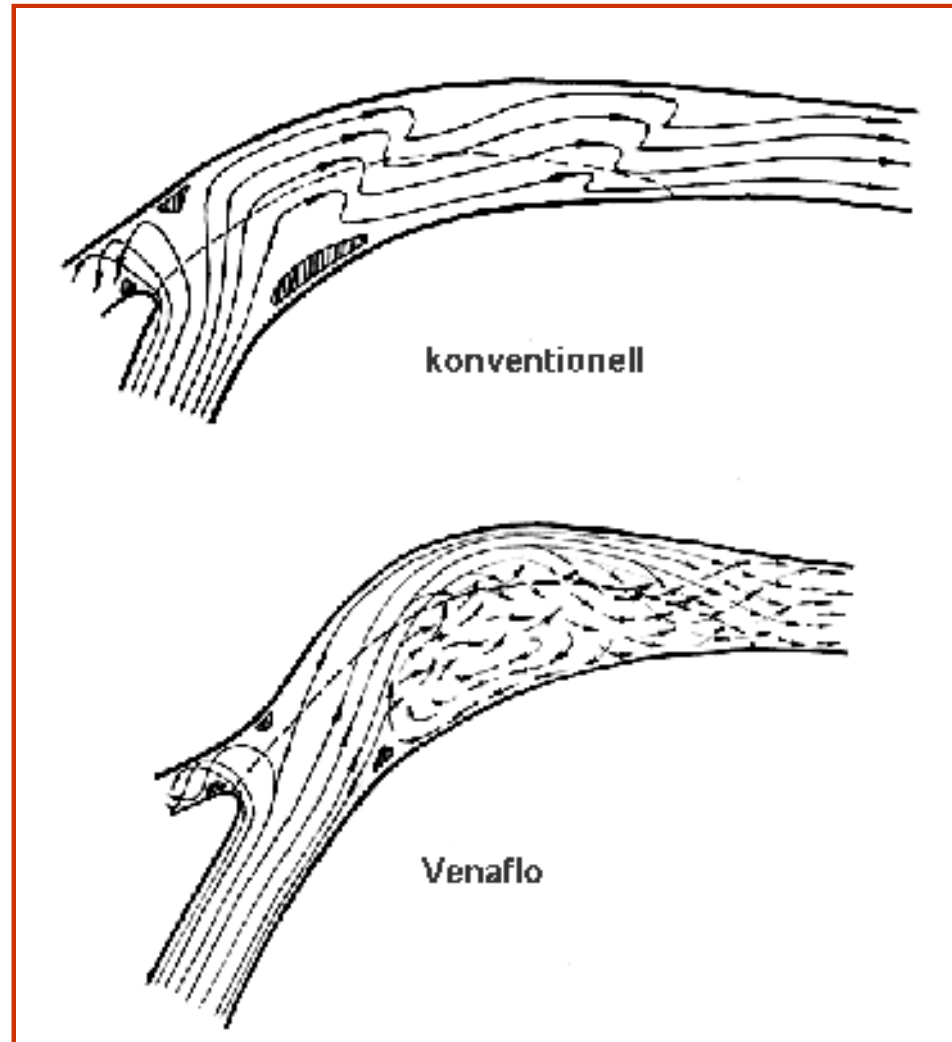
IV. Formgebung



IV. Strömungsmuster



IV. Strömungsmuster, stilisiert



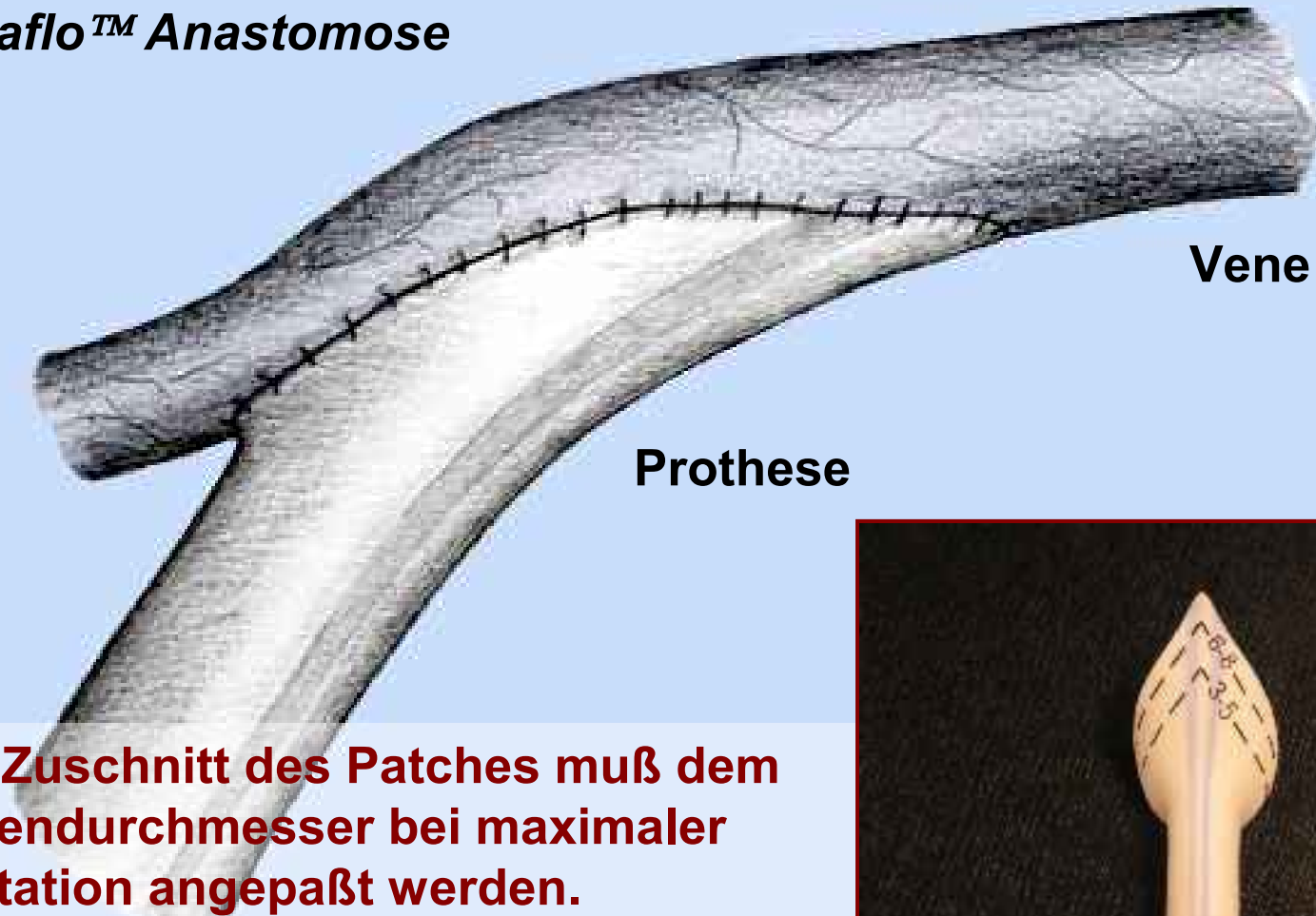


IV. Wandscherung

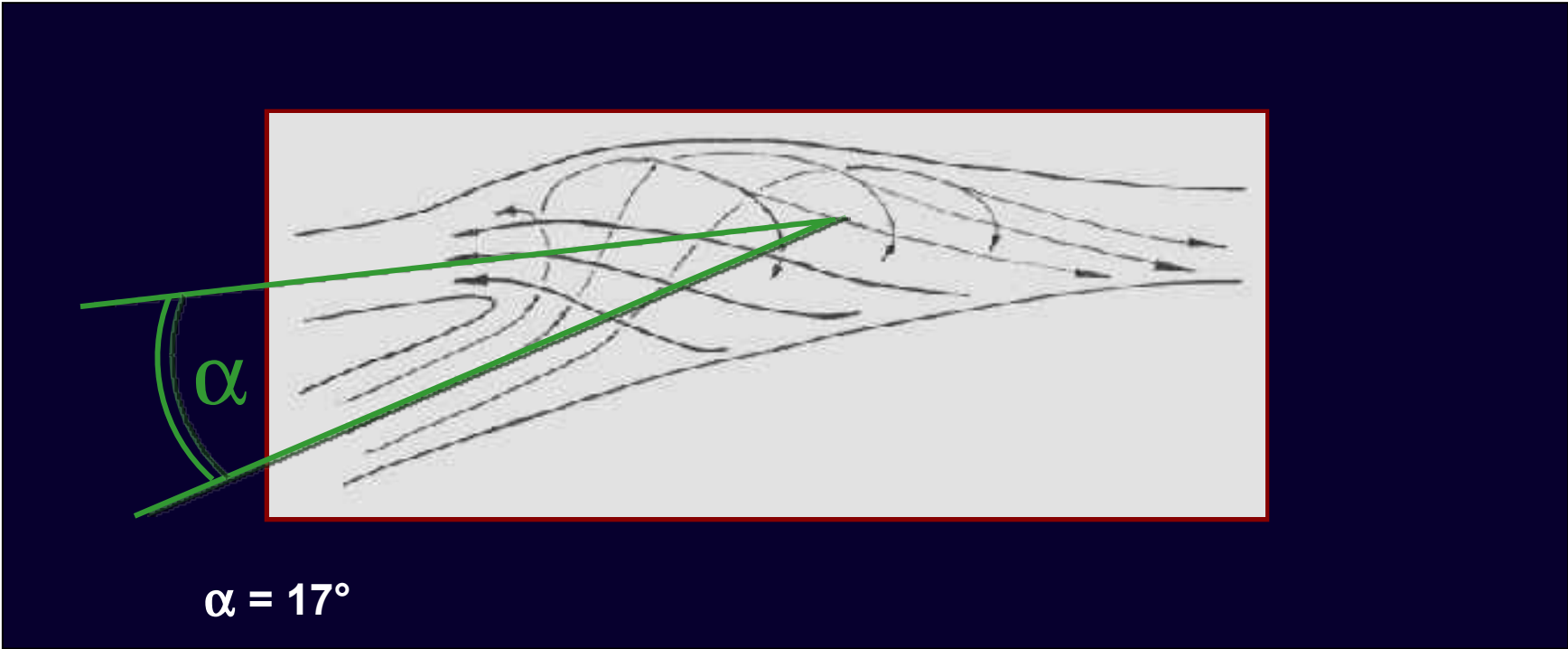
Standardanastomose

Venaflo

Seitenansicht der bulbosförmigen VenaflorTM Anastomose



IV. Winkel

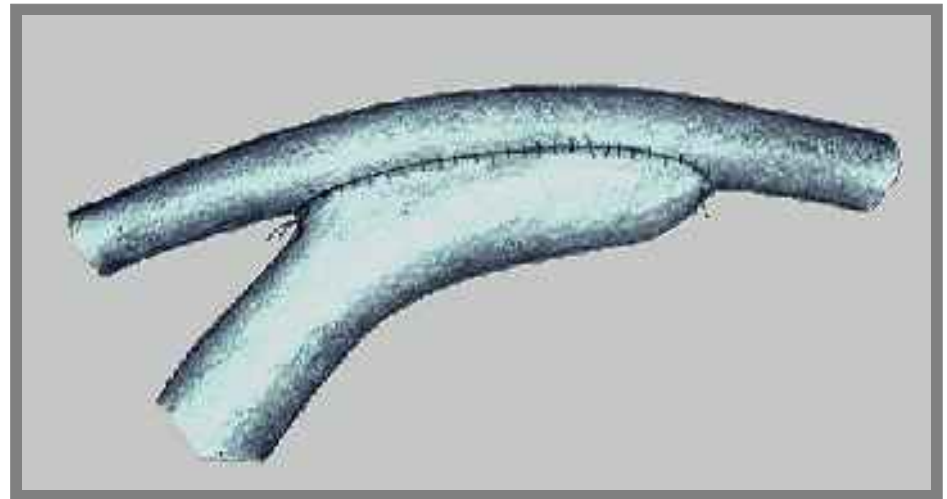


IV. Häufige Fehler (1)

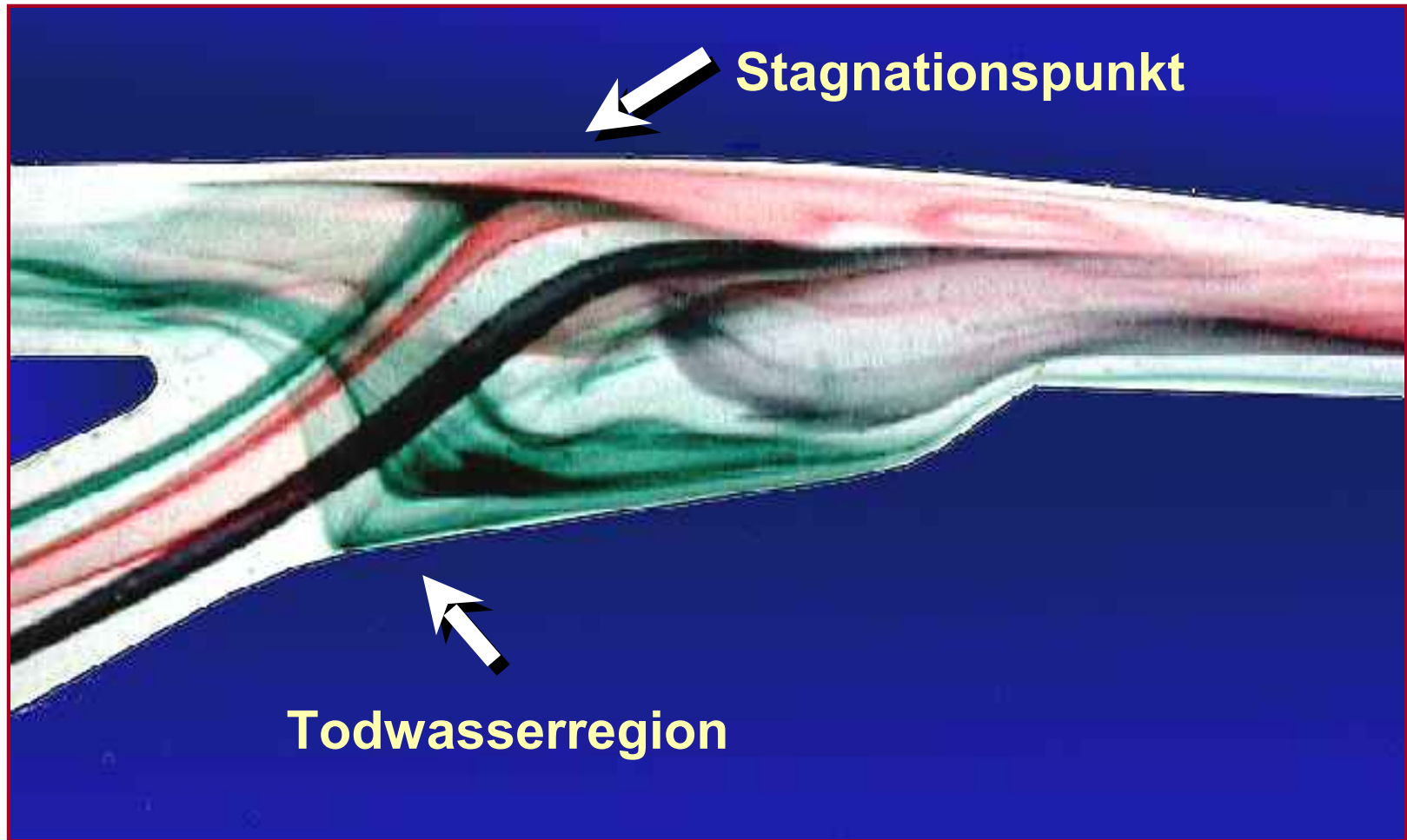
Verwendung eines nicht zugeschnittenen bzw. zu stumpf zugeschnittenen Patches.

Damit geht die angestrebte bulbusförmige, harmonisch spitz auslaufende Konfiguration verloren.

Folge ist das prominente "haubenförmige" Aufsitzen des Patches auf der Vene ("hooded graft").



IV. Vermeidung einer "hooded" Anastomose



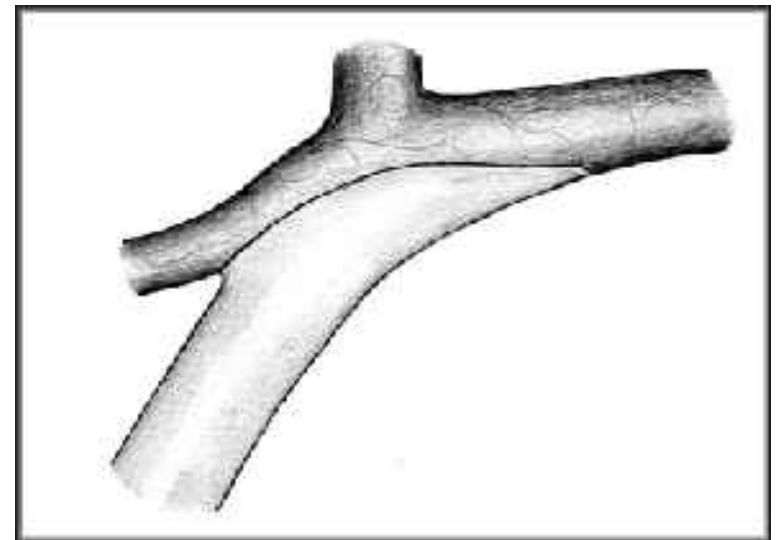


IV. Häufige Fehler (2)

Fortbestehen eines venösen Seitenastes an der äußeren Venenwand.

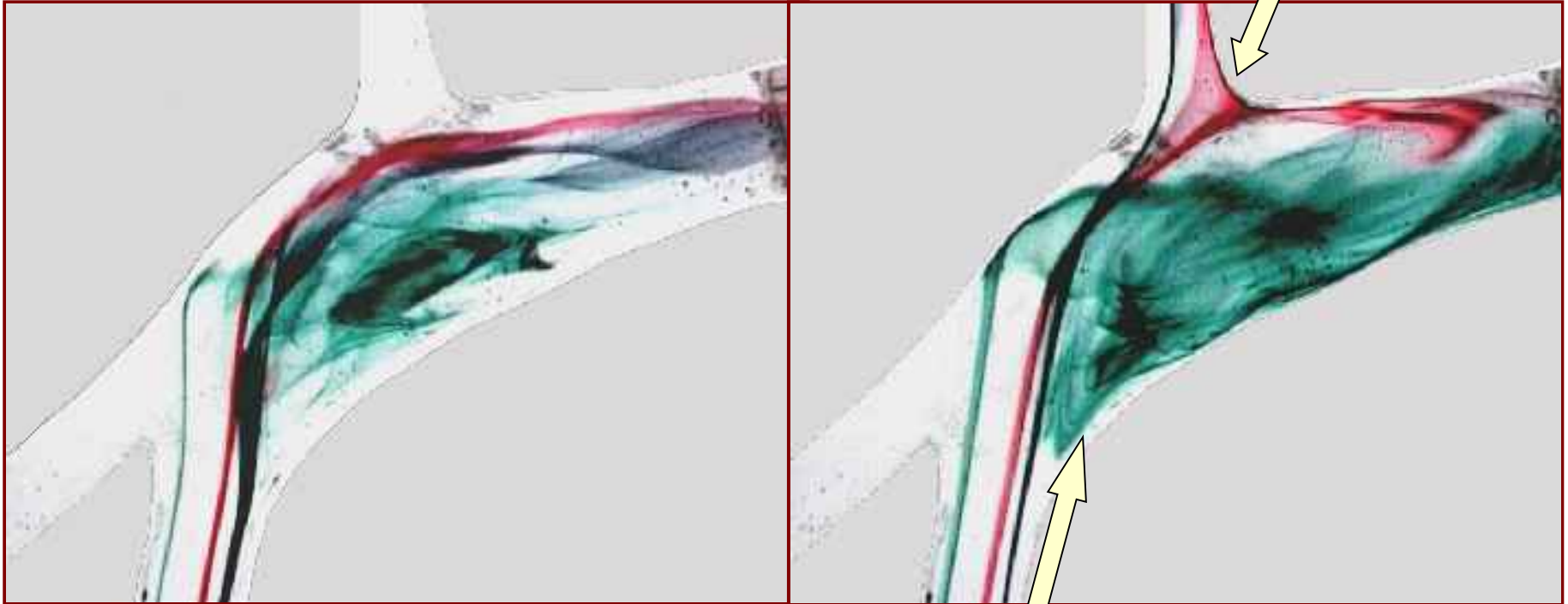
Folge:

- Herausbildung von Todwasserzonen,
- vermehrte Druckbelastung der Venenwand an der Gabelung.



IV. Seitenastligatur ?

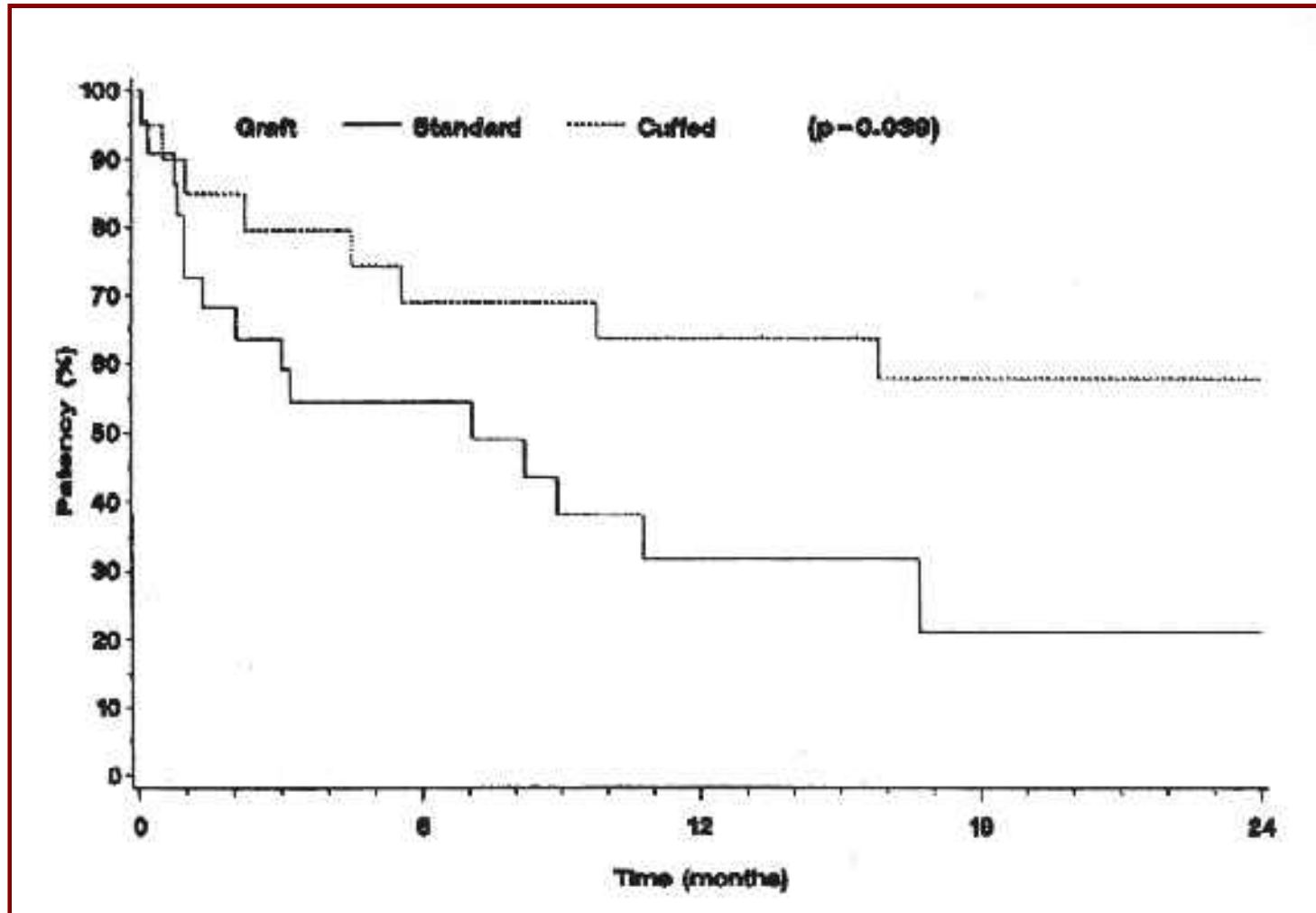
Staupunktbildung mit Druckerhöhung



Todwasserregion



IV. Offenheitsraten



Nyberg SL et al.: Improved Long-term Patency With A Cuffed PTFE Graft For Hemodialysis Access. 29th Annual VEITH Symposium, New York, 2002.

Effekte der bulbusförmigen venösen Anastomose:

1. **Besserer Auswascheffekt,**
2. **beruhigter Ausstrom,**
3. **geringere Druckbelastung auf Venenboden,**
4. **niedrigere Wandschubspannung (shear stress).**

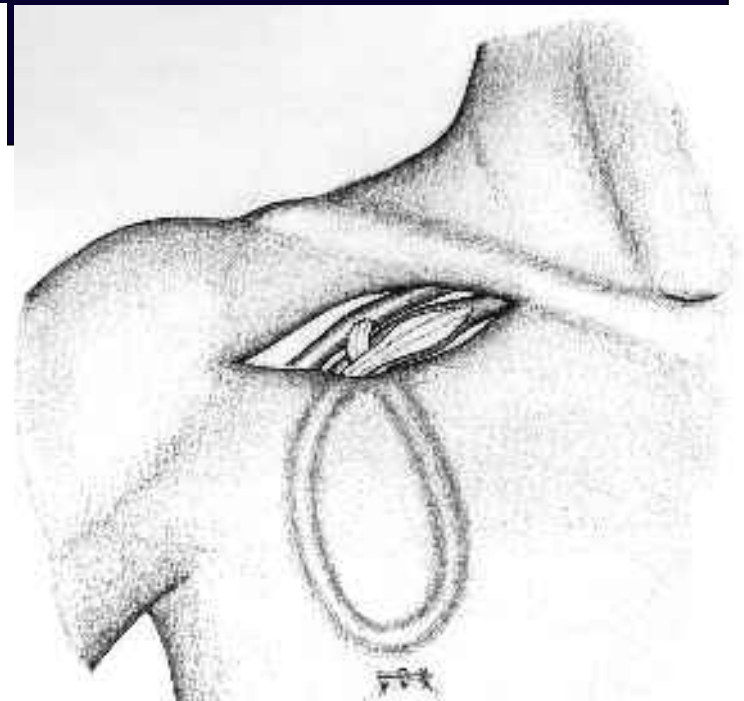
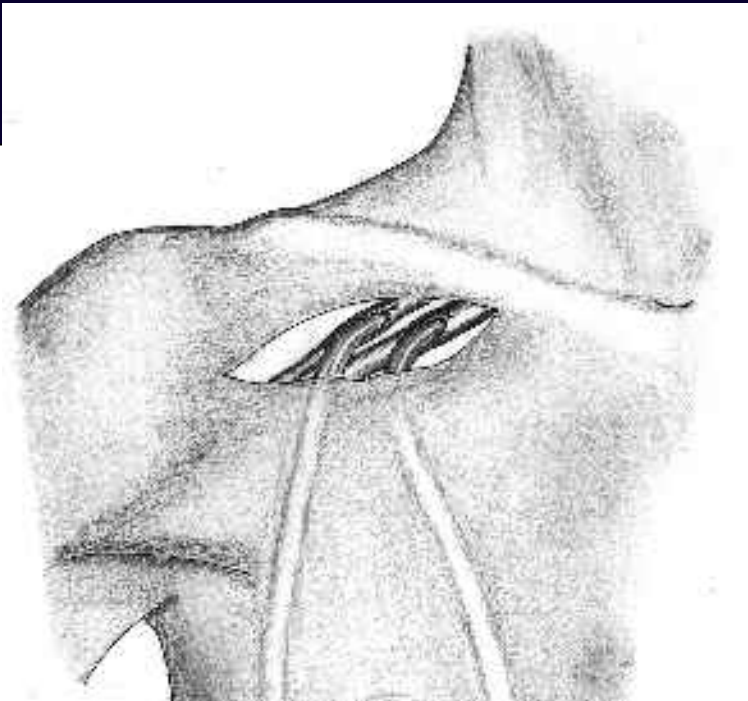
Vorteile der Venaflow Prothese sind bestätigt:

1. Escobar FS (Detroit), In: Vascular Access for Hemodialysis VI, Miami 1999: 205-211
2. Sorom AJ (Mayo Clinic), Surgery. 2002; 132:135-140,
3. Nyberg SL (Mayo Clinic), 29th Annual VEITH Symposium, New York, 2002.
4. Berard X (Bordeaux), J Mal Vasc. 2003; 28: 73-78,
5. Schmitz-Rixen T (Frankfurt): DIVA Study Group (Germany, Austria), 2005,
6. Liu YH (Taiwan), World J Surg. 2006; 30: 2290-2294,
7. Lau KK (Sacramento), Hemodial Int. 2007; 11: 190-192,
8. Tsoulfas G (Boston): Vascular Access XI Symposium, Orlando (FL) 2008,
9. Ko PJ (Taiwan): World J Surg. 2009 ; 33: 846-851.

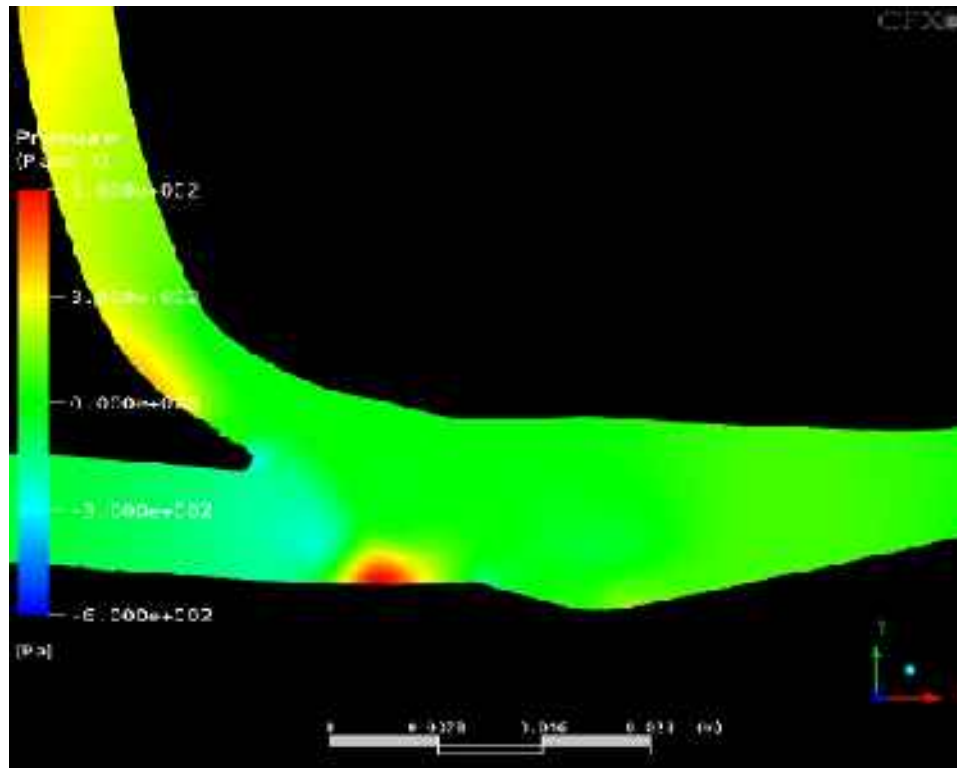


Fragestellung:

**Einfluß des Mündungsradius der Prothese
im Bereich der venösen Anastomose**



IV. Mündungsradius

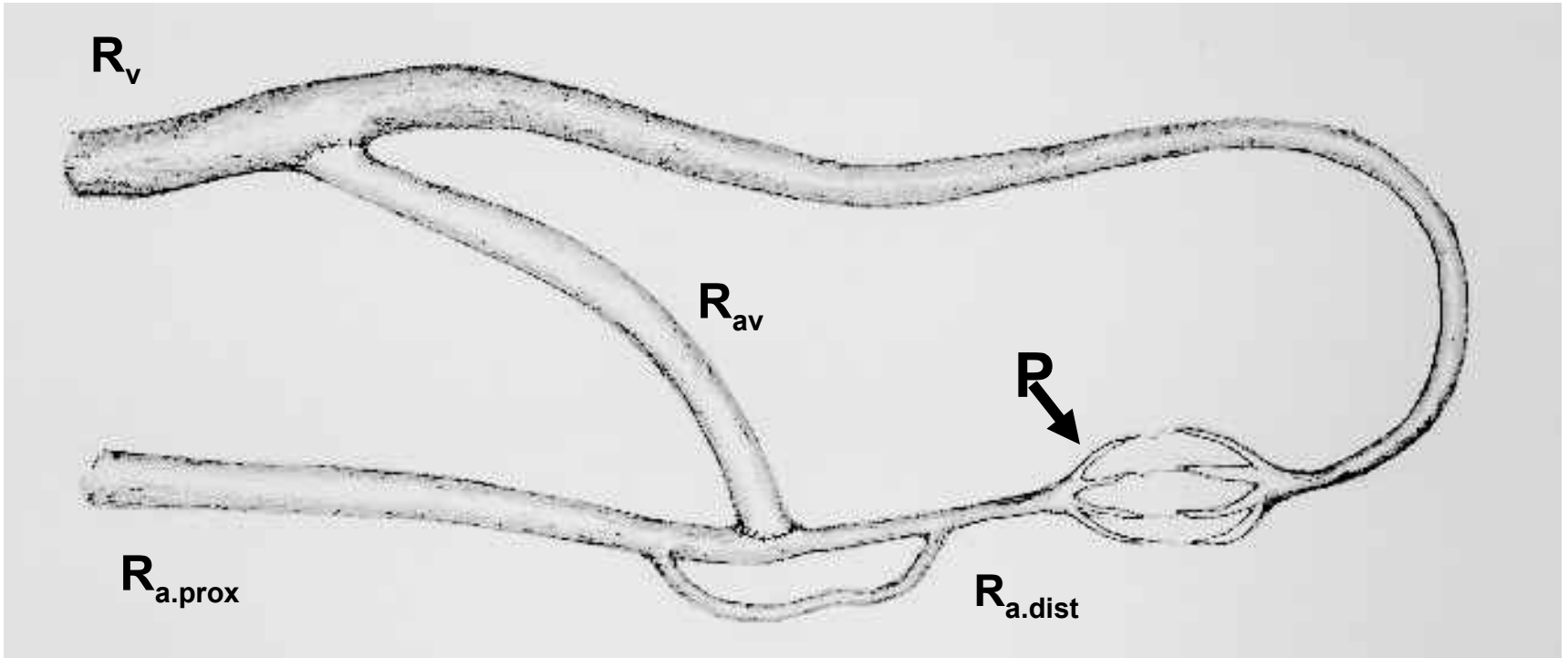


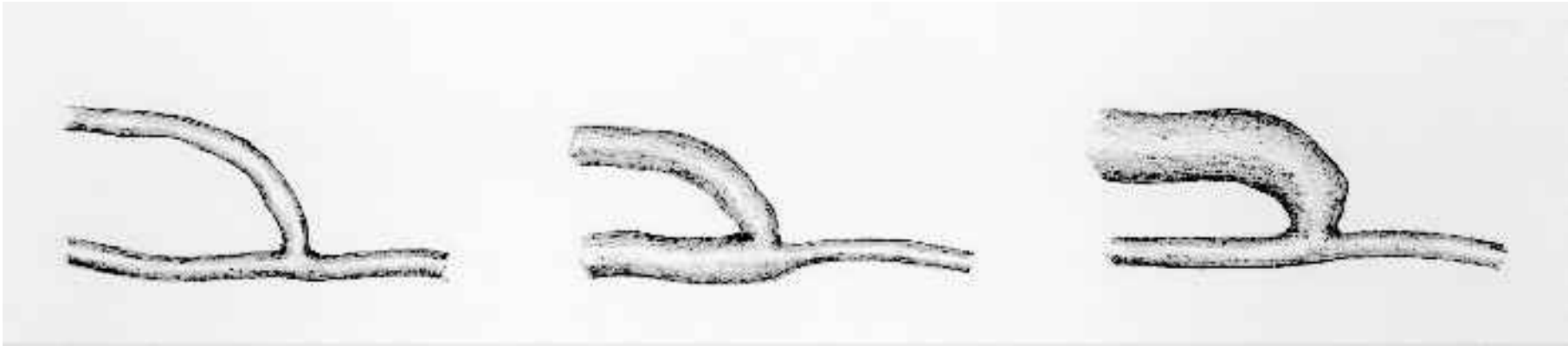
- 1. Enges Segment an der arteriellen Anastomose,**
- 2. Gestaltung einer bulbusförmigen venösen Anastomose,**
- 3. möglichst spitzer Einmündungswinkel der venösen Anastomose,**
- 4. möglichst großer Einmündungsradius der Prothese an der venösen Anastomose.**

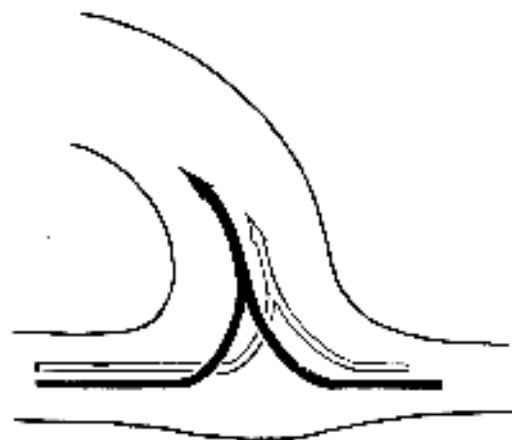
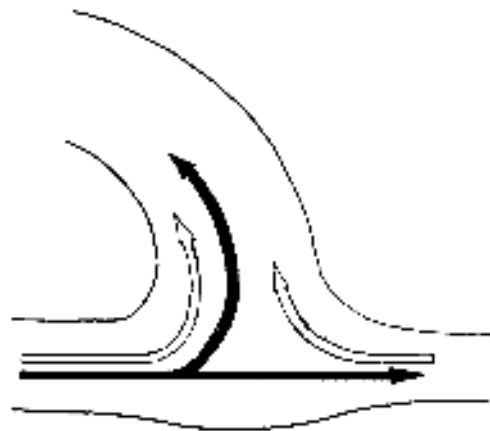
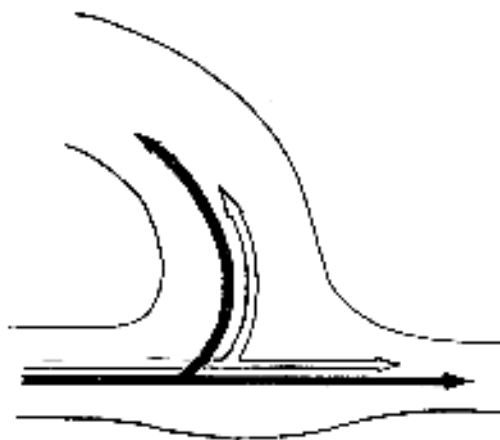


**Ev Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge, Berlin
Abt. für Gefäßchirurgie**

**Diagnostik und Therapie der
peripheren Minderperfusion und
kardialer Belastung
nach av-Gefäßzugängen**







Fluss im av-Gefäß

erhöhter Fluss

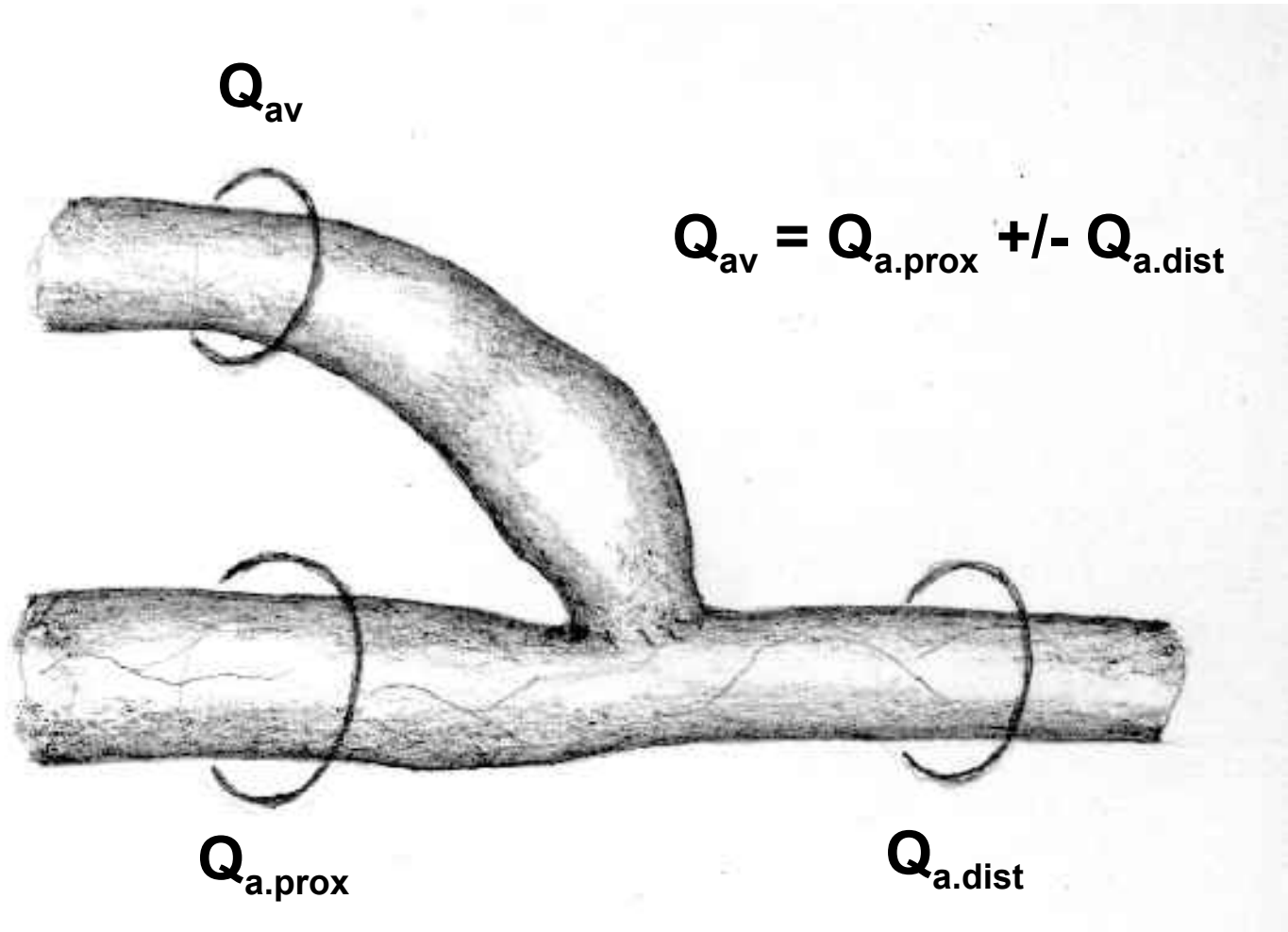
Mindestfluss

I. Flussreduktion

II. Proximalisierung

**III. Unterbindung
der av-Anastomose**

**Anlage eines arterio-
arteriellen
Interponates**



Mindestflüsse im av-Gefäßanschluß für eine stabile Funktion

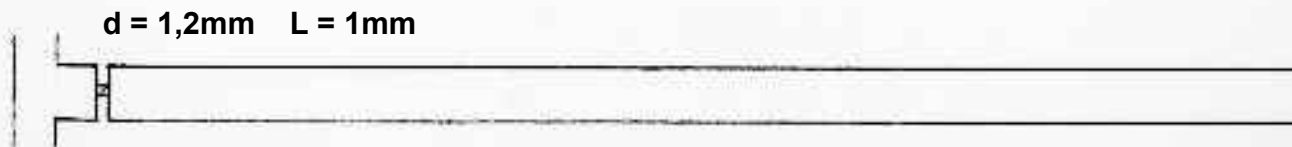
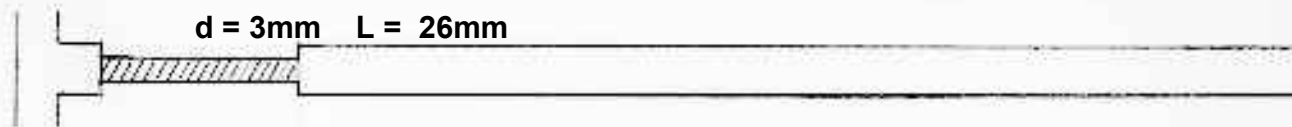
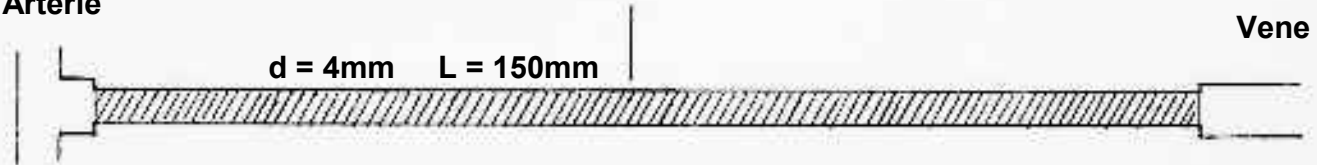
- **600 ml/min - im 7mm ePTFE-Interponat**
- **300 ml/min - in der Fistelvene**

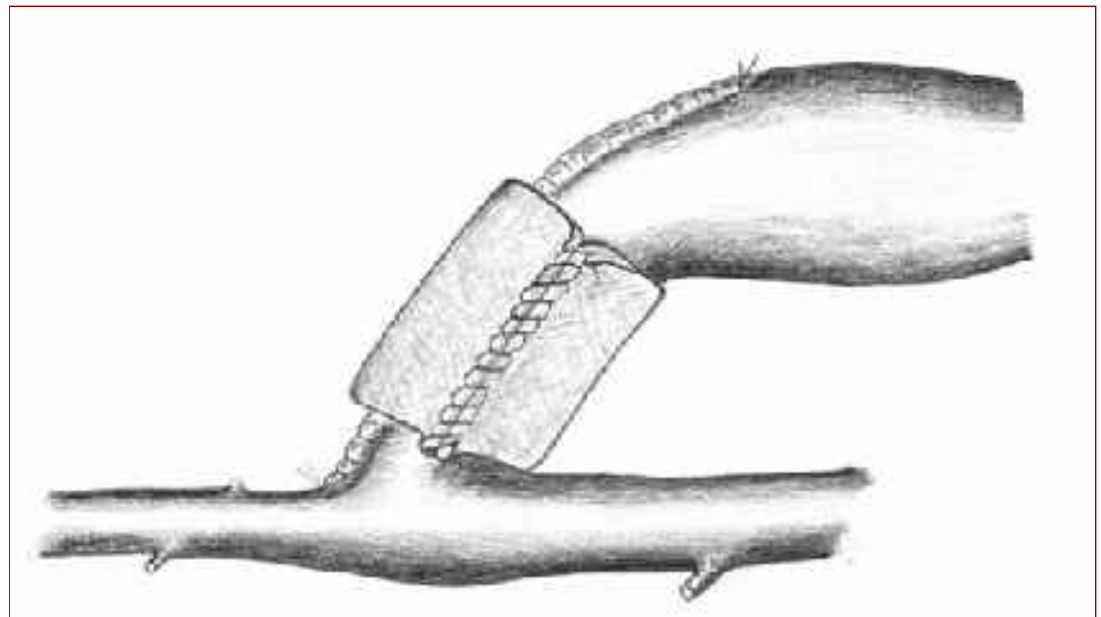
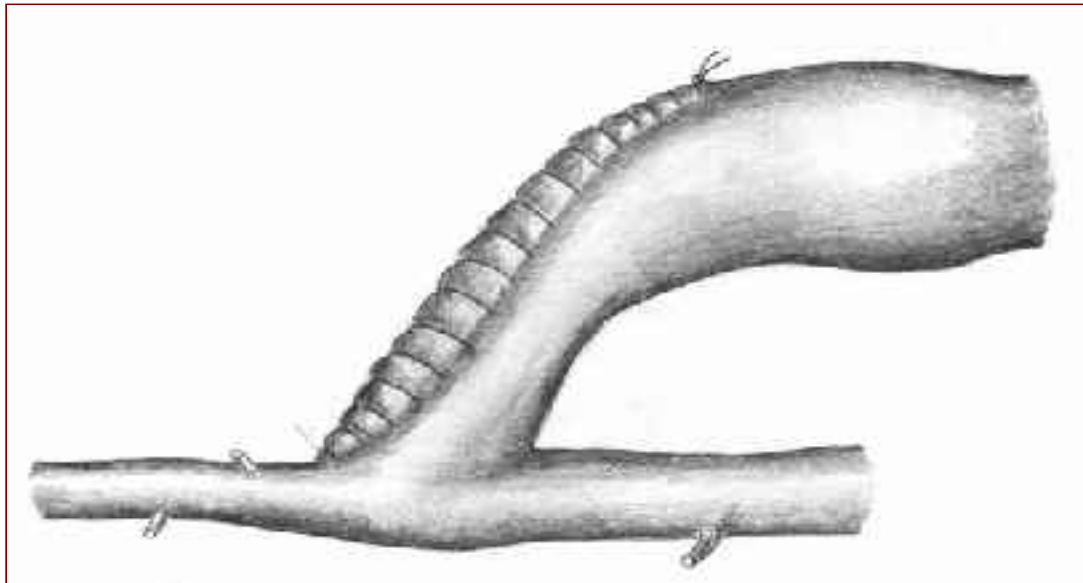
I. Flußreduktion

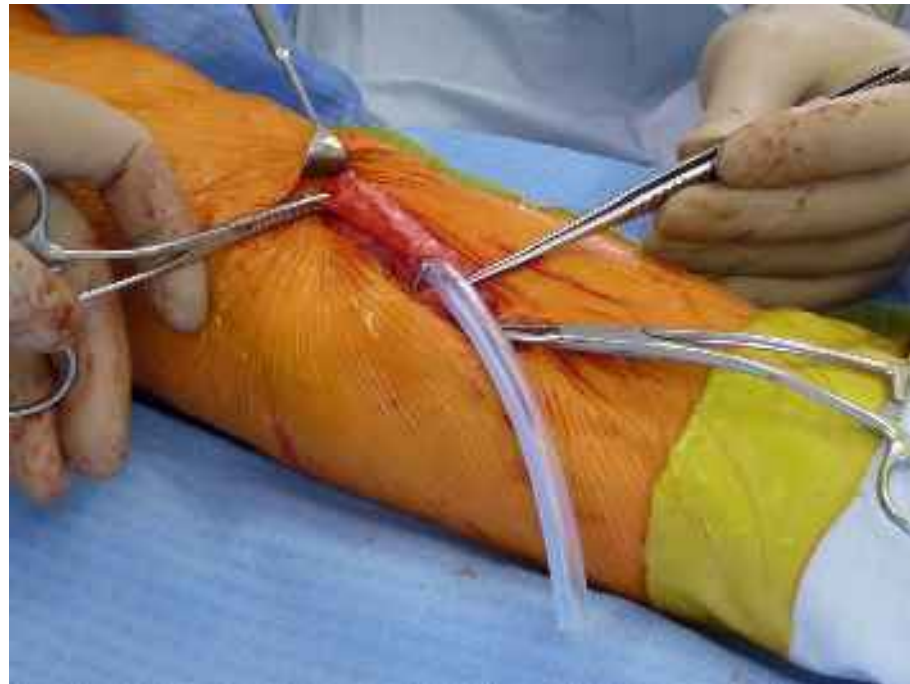
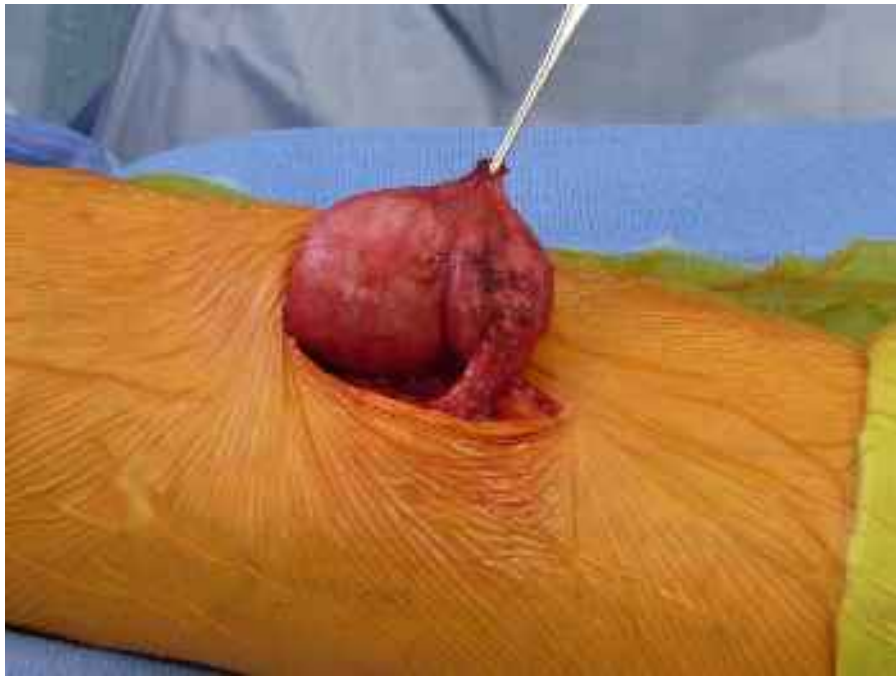
Indikation:

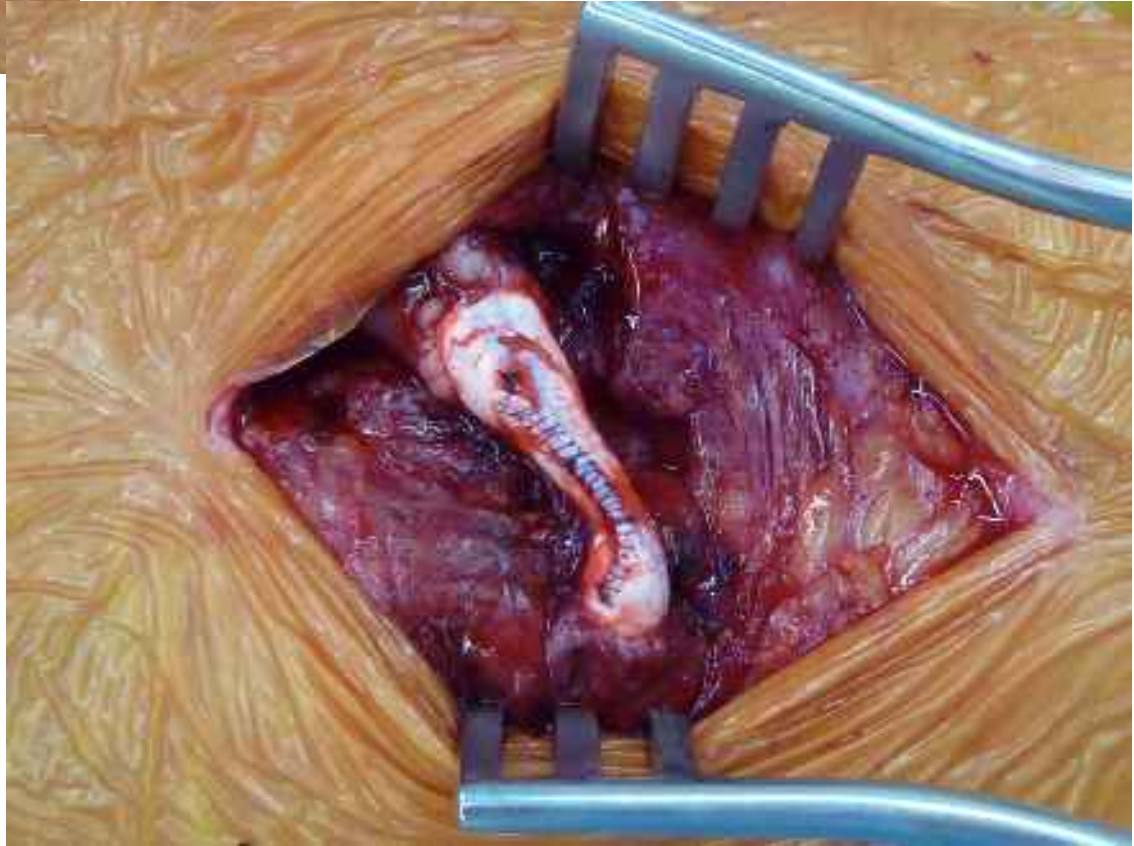
deutlich erhöhter Fluß im av-Gefäß

Arterie

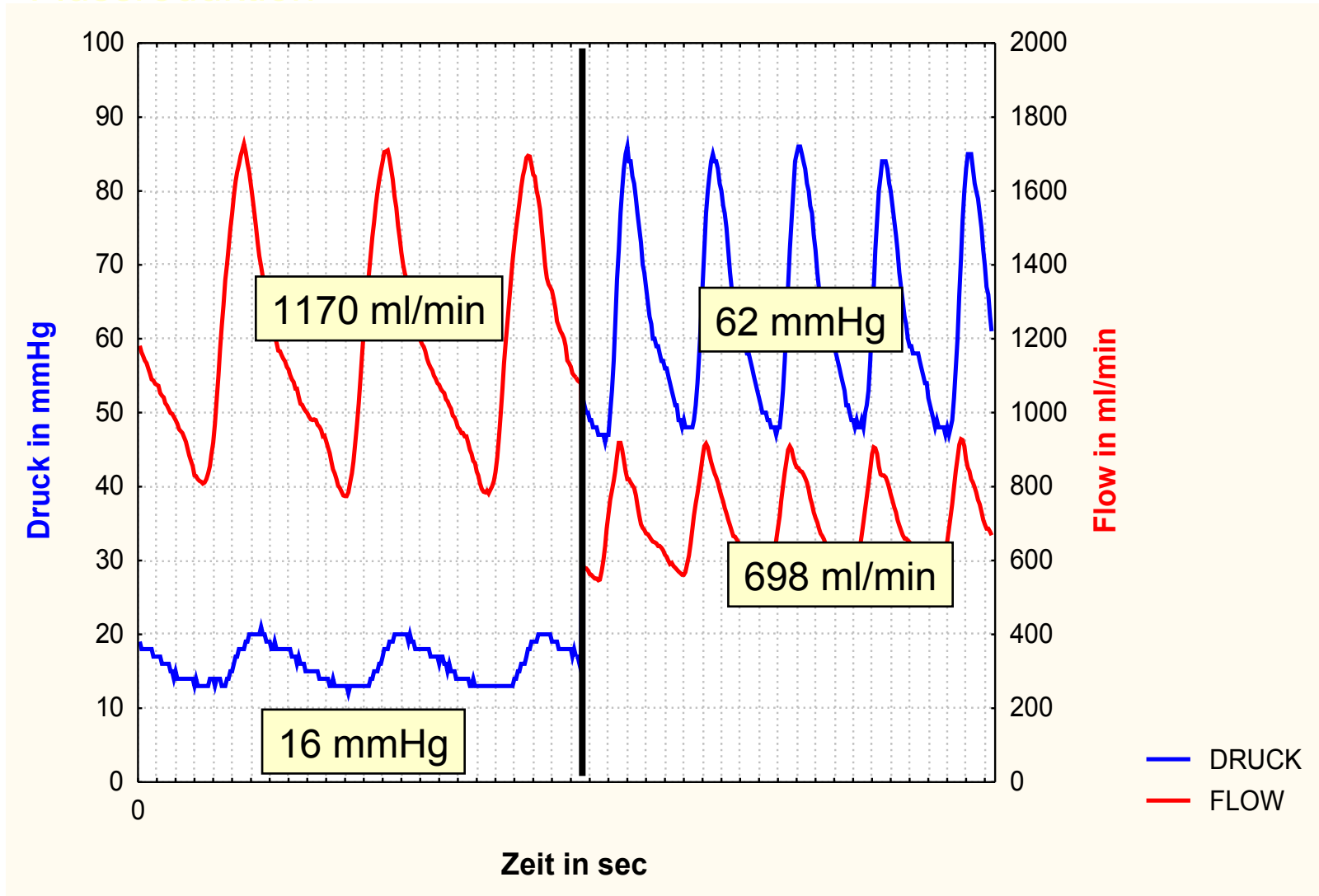








Fluss und Druck in der A. brachialis vor und nach Flussreduktion



II. Proximalisierung der arteriellen Speisung

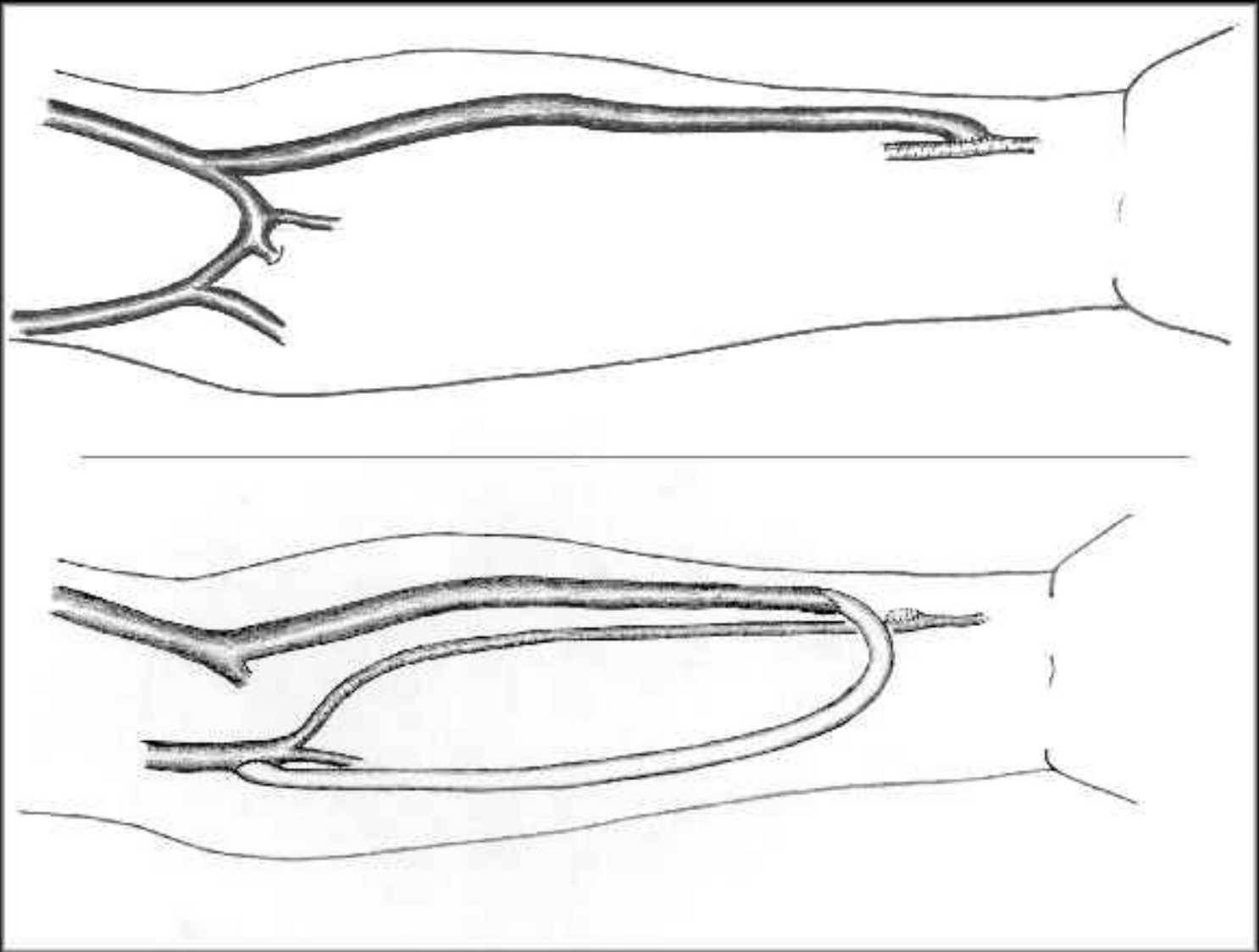
Indikationen:

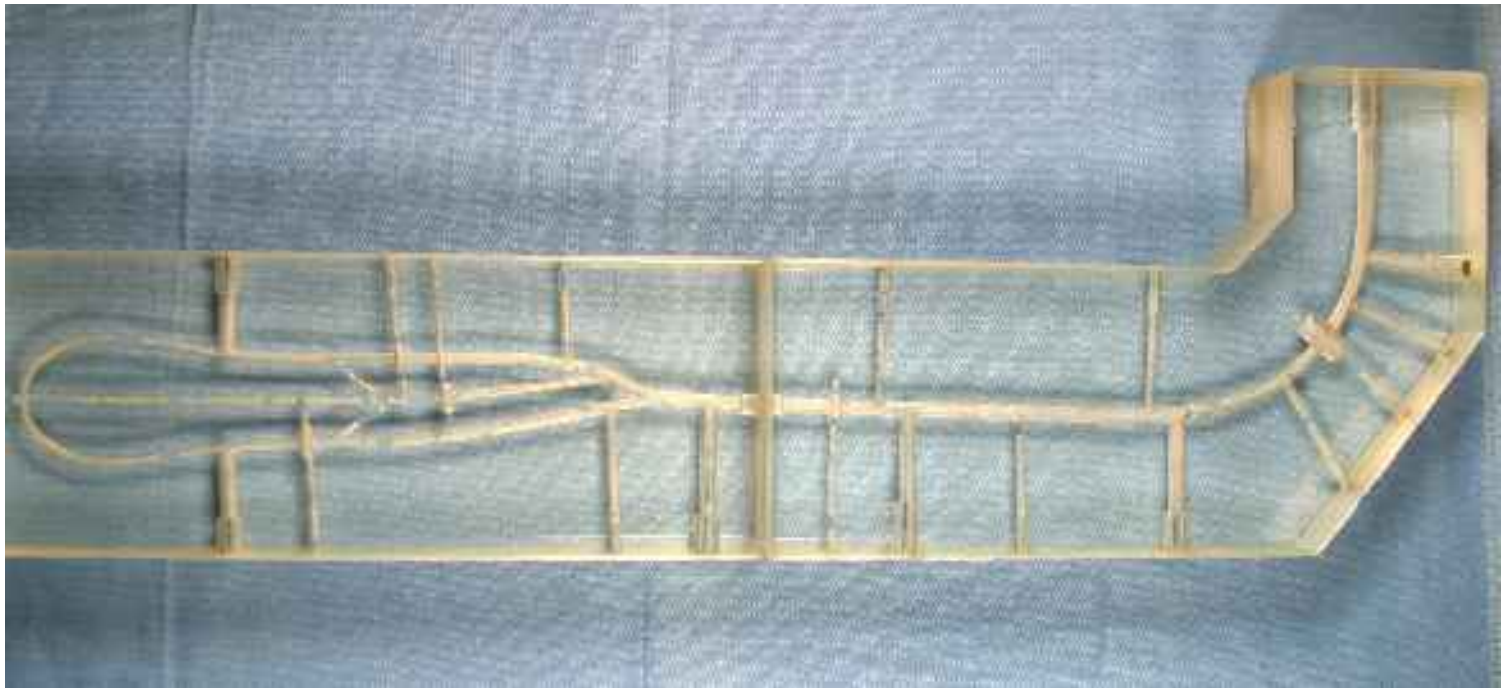
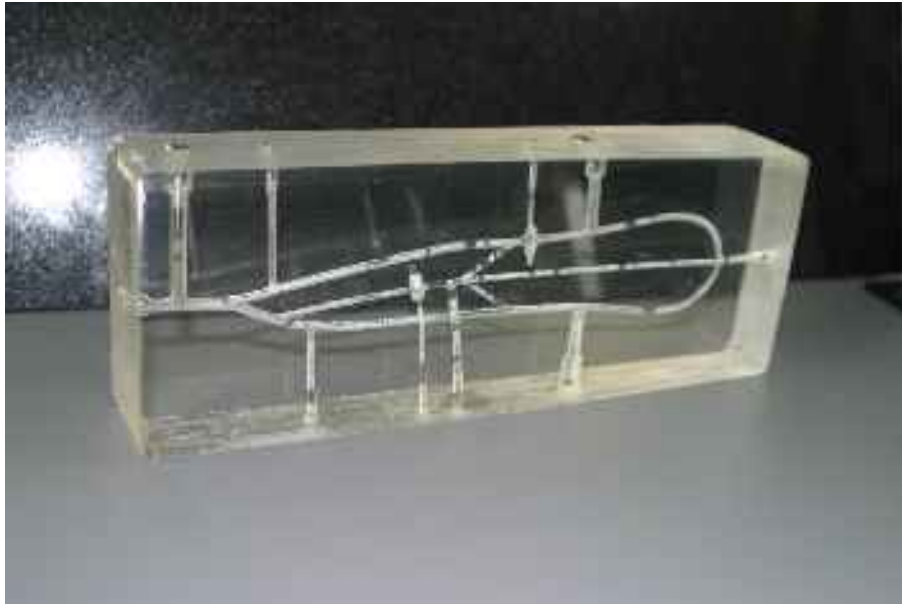
1. Persistieren der Minderperfusion nach suffizienter Flußreduktion
2. Mindestfluß im av-Gefäß

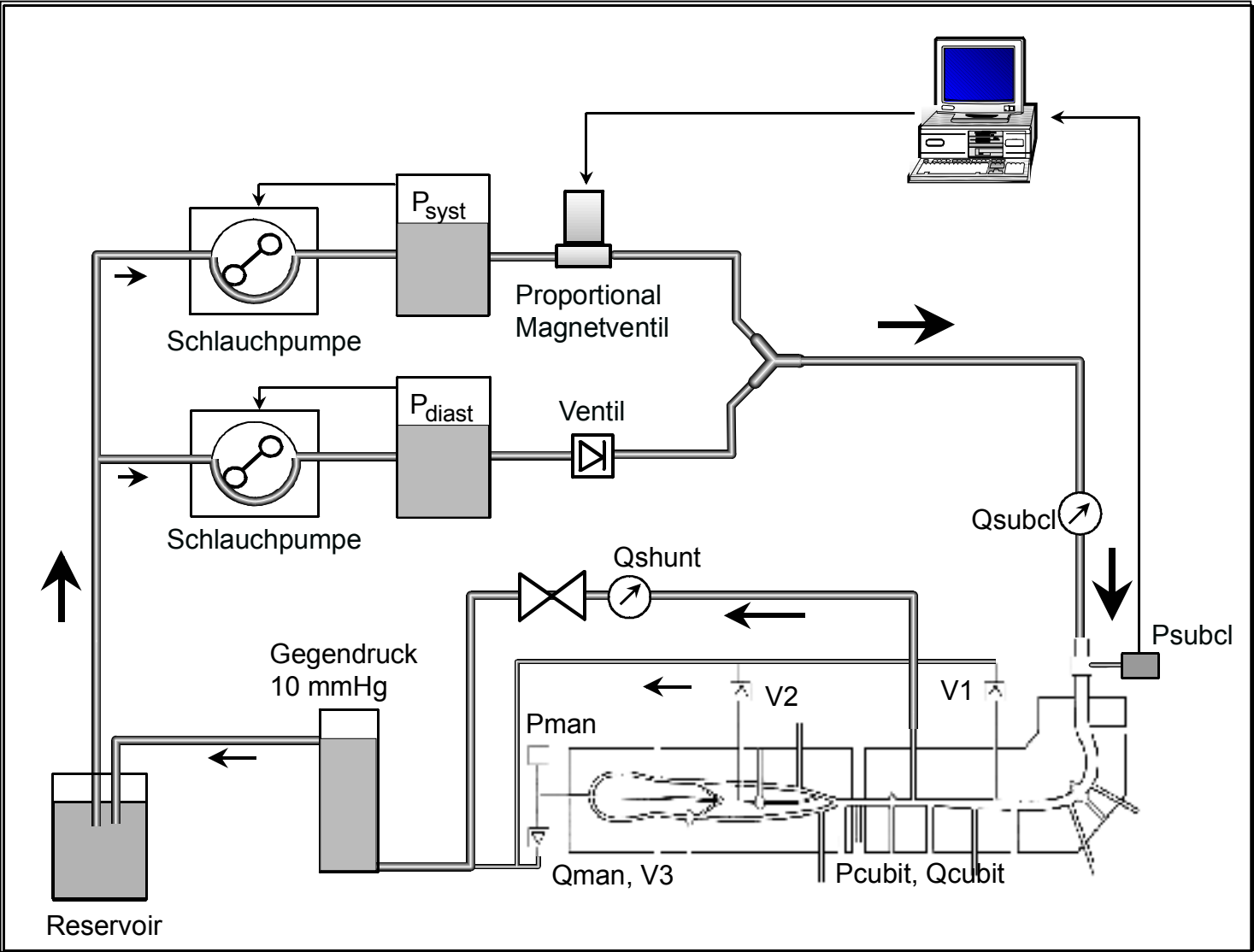
II. Proximalisierung der arteriellen Speisung

Prinzip:

Durch Speisung (über ein Interponat) von einer zentraler gelegenen Arterie mit geringerem Einstromwiderstand Verminderung der Drucksenkung in der Peripherie.

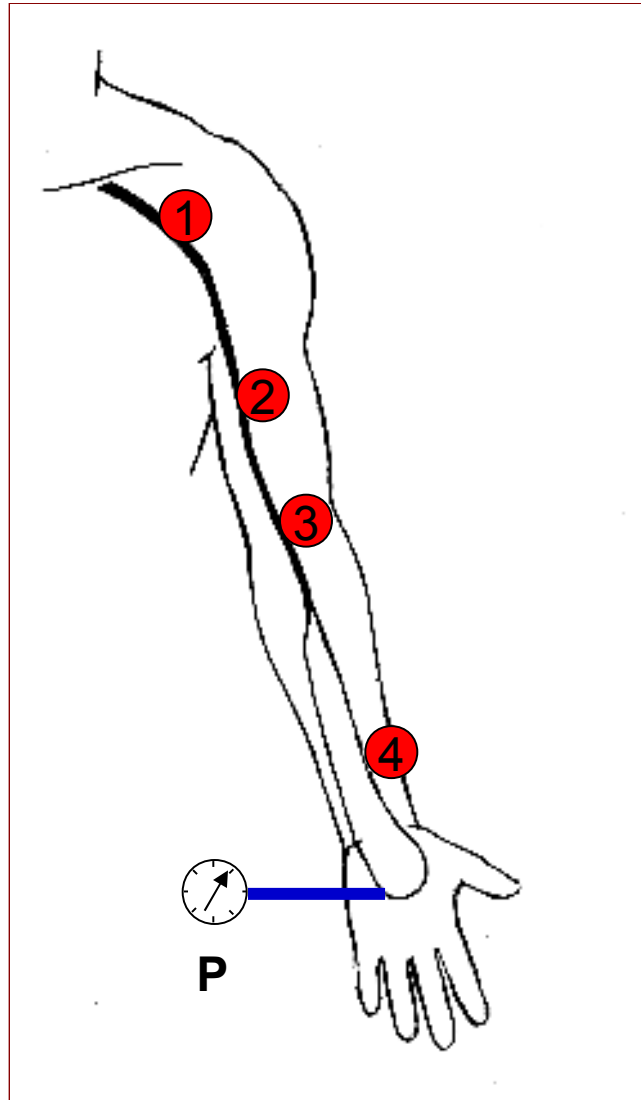






Beispiel:

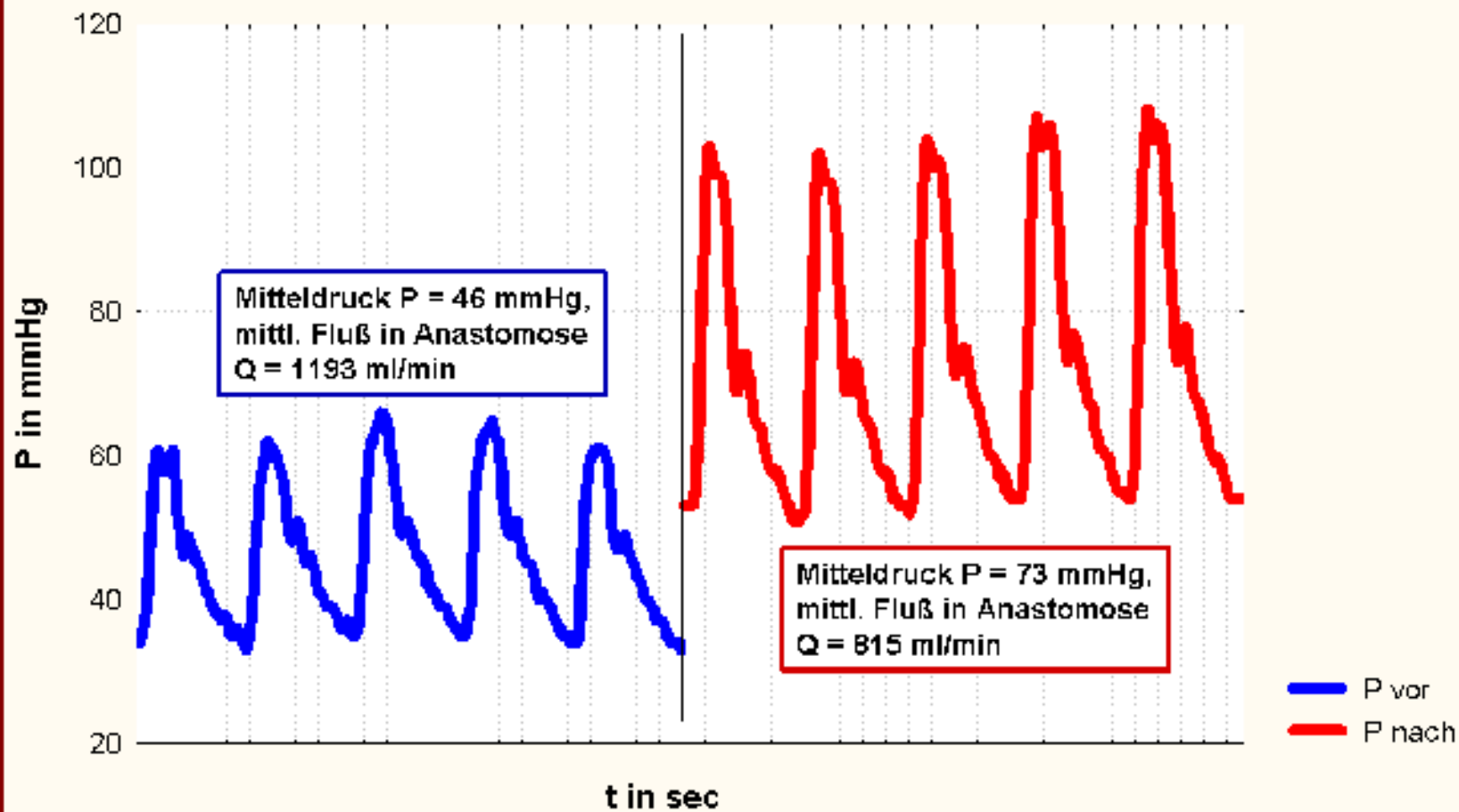
mittlerer systemischer Druck: 80 mmHg, Shunt-/ Fistelfluss 600 ml/min



Perfusionsdruck P im
Handbogen bei Speisung

- | | | |
|---|-------------|---------|
| ① | subclavial: | 56 mmHg |
| ② | axillär: | 52 mmHg |
| ③ | Ellenbeuge: | 47 mmHg |
| ④ | Unterarm: | 37 mmHg |

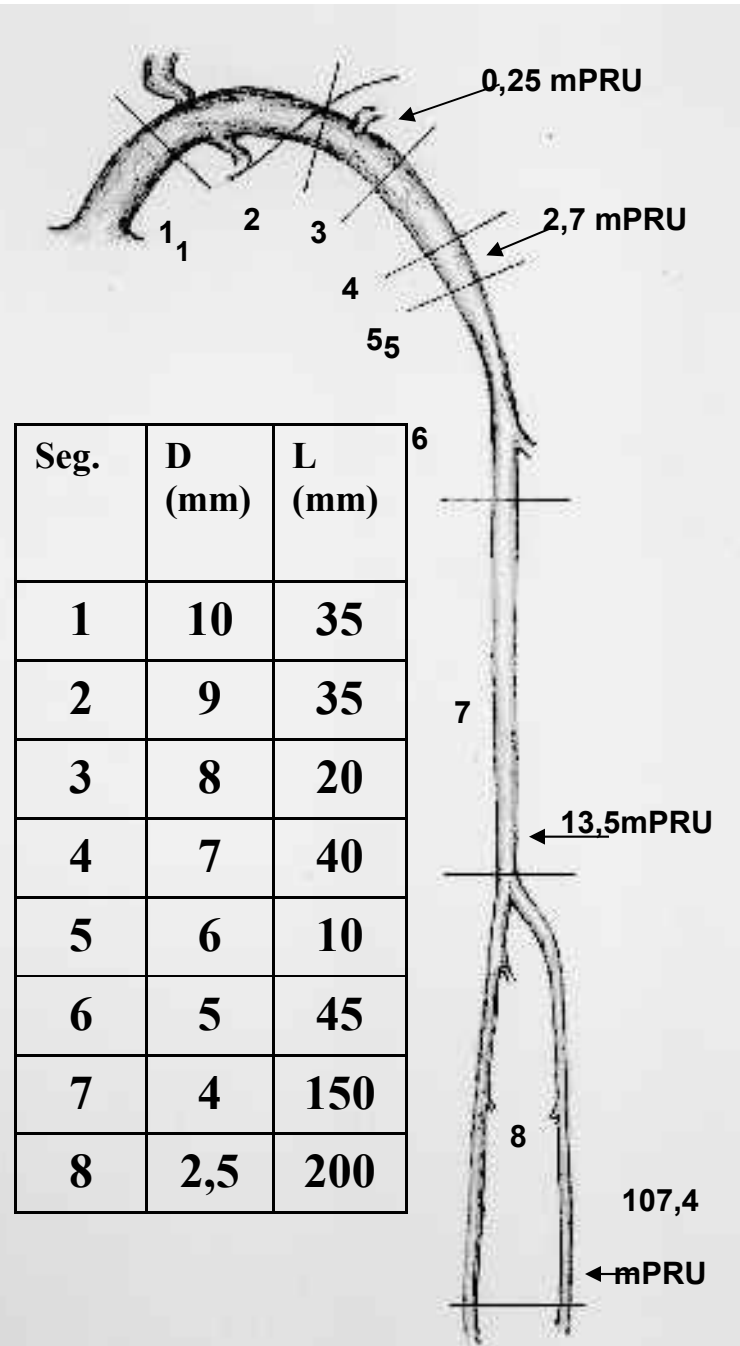
Druck (P) in A. brachialis

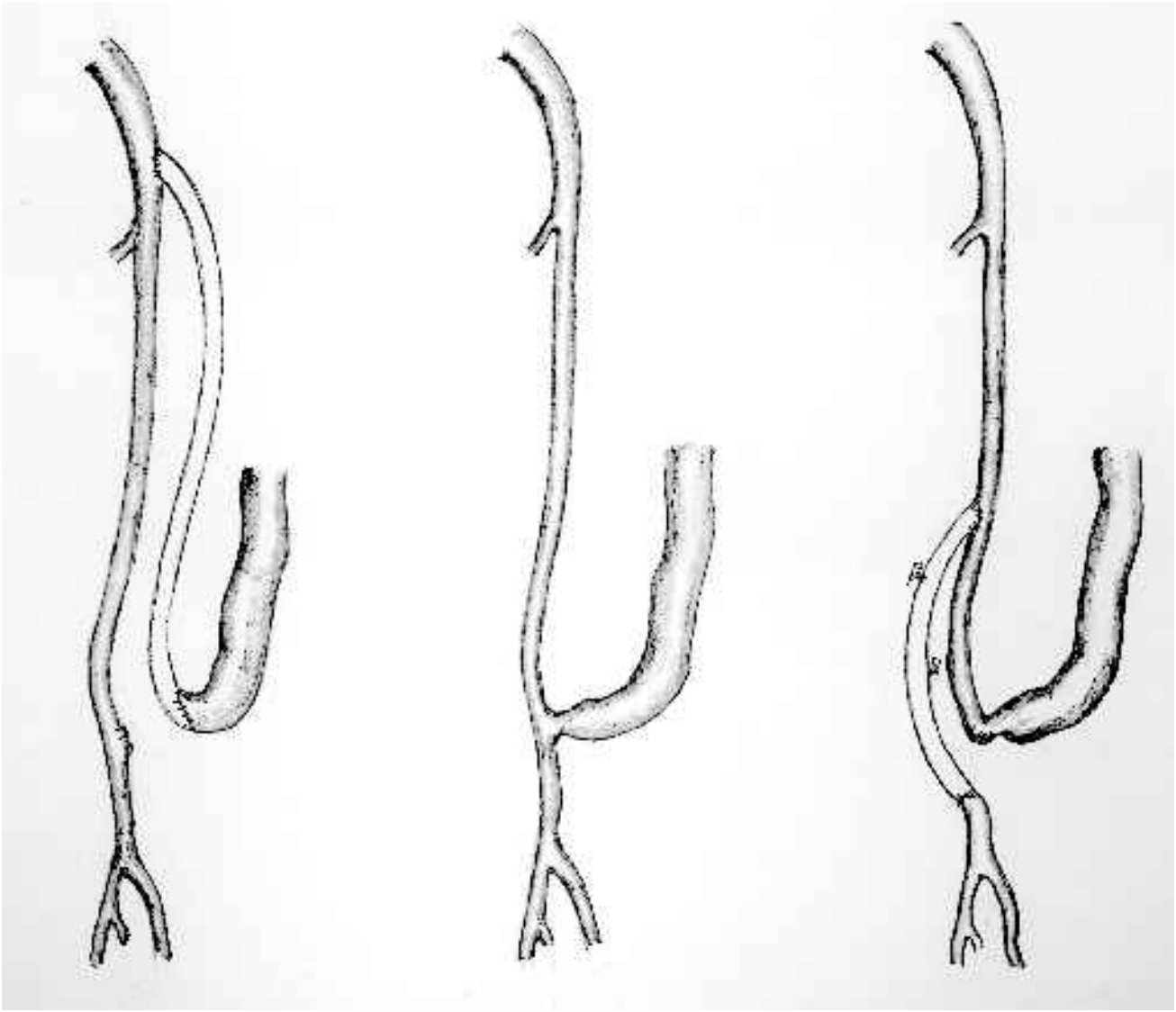


$$Q = \frac{\Delta P}{R} = \frac{\pi r^4}{8\eta L} \Delta P$$

$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$

PRU = peripheral resistance unit = $\frac{\text{mmHg}}{\text{ml/min}}$





III. Unterbindung der av-Anastomose und Anlage eines Arterio-arteriellen Interponates

Indikation:

Persistieren der Minderperfusion nach Proximalisierung

