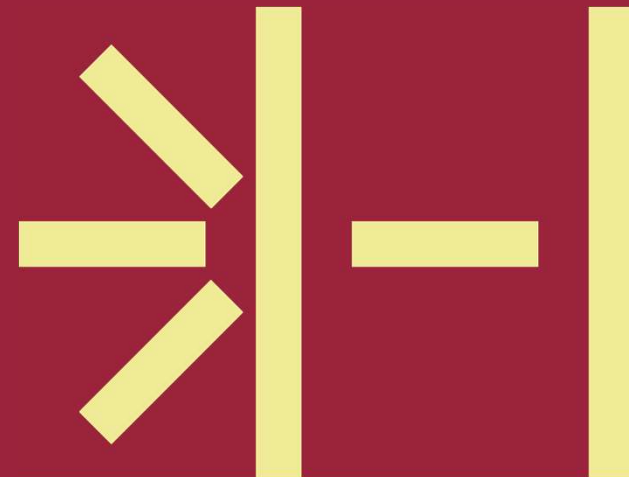


Shunt-Reifung und Shunt-Dysfunktion

Abschlusskurs Sektion Gefäße SGUM

Freitag, 24.04.2026

Markus Aschwanden
Universitätsspital Basel
markus.aschwanden@usb.ch



Einige Einflussfaktoren auf Funktionstüchtigkeit eines Dialysehunt

1. Arterieller Einstrom

(Stenosen, Verkalkungen, Fähigkeit zur Dilatation resp. mehr Flussvolumen zu fördern)



2. Grösse der AV – Anastomose



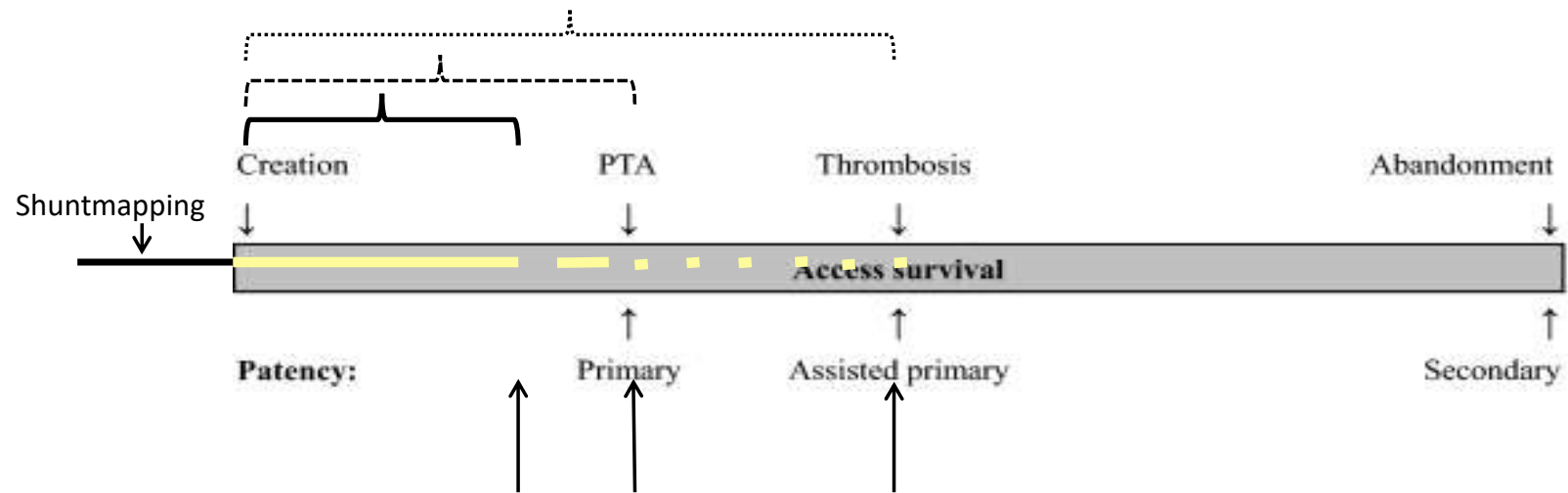
3. a) Shunt - Venengrösse, -fähigkeit zur Dilatation, Tiefe unter der Haut, Länge des punktierbaren Segmentes

b) Form (straight, loop) /Material/Länge des Kunststoffes



4. Zentralvenöser Abfluss

Maturation



Zeit bis zum (repetitiven) erfolgreichen Gebrauch
(2 needles, > 75% aller Dialysesitzungen, min. 4 Wochen Kontinuität, blood pump speed >300ml/min)*

Wann ist ein Shunt reif?

1. Dialyse – Team
(„Kompetenz – Team“)
2. Technik der Punktion
Strickleitertechnik, Arealpunktionstechnik, Knopflochtechnik
3. Ansprüche an Zeitdauer der Dialyse
(USA vs Europa vs Japan)



Wann ist ein Shunt reif?

6er Regel

- Flussvolumen über **600 ml/min**,
- Vene weniger als **6 mm** unter der Hautoberfläche,
- Minimaler Durchmesser von **6 mm**

- (*Grafts sollten ca **6 Wochen** vor Gebrauch angelegt werden*)
- (*Fistulae sollten ca **6 Monate** vor Gebrauch angelegt werden*)

Einflussfaktoren und zeitlicher Ablauf

1. Tiefe der Shunt - Vene unter der Haut

(von Auge, spätestens bei Mapping erkennbar resp. am OP-Ende bei Vorverlagerung)

2. Shunt - Volumen

- Kunststoff: immediat nach Anlage
- autologer Shunt: massiver Flussvolumenanstieg innert 24h*, **
Maximum in 3-6 Wochen

3. Shunt - Venendurchmesser

(Grossteil der Zunahme innert 4-8 Wochen***)



→ mittlere Zeit der Shunt - Entwicklung beträgt 2-4 Monate

Sidawy AN J Vasc Surg 2008;48:2S-25S

**Yerdel MA, Nephrol Dial Transplant 1997;12:1684-88,*

***Malovrh M, Nephrol Dial Transplant 1998;13:125-29, *** Robbin ML, Radiology 2002;225:59-64*

Flussminutenvolumen = Fläche x zeitgemittelte Geschwindigkeit

$$Q = \pi r^2 \times \text{TAMV}$$

unter der Annahme,

- dass das Gefäß kreisrund ist
- dass es einen über eine gewisse Länge konstanten Durchmesser aufweist
- dass ein laminarer Fluss vorliegt

Flussminutenvolumen

$$Q = \pi r^2 \times TAMV$$

Fehler < 5%

- Herzfrequenz, Blutdruck, cardiac output
- Korrekturwinkel zw. 35 - 60°, Grösse des sample volume, Doppler gain
(Cave: massiv zu tiefer oder zu hoher gain mit Fehler von 10-25%)

Fehler < 50%

- Nicht laminarer Fluss

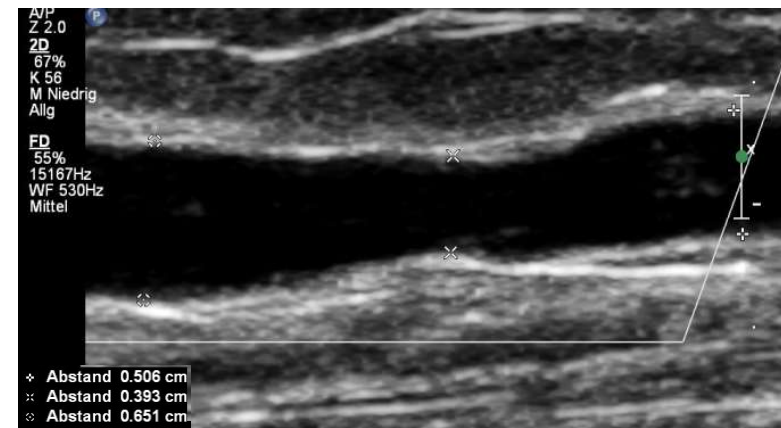
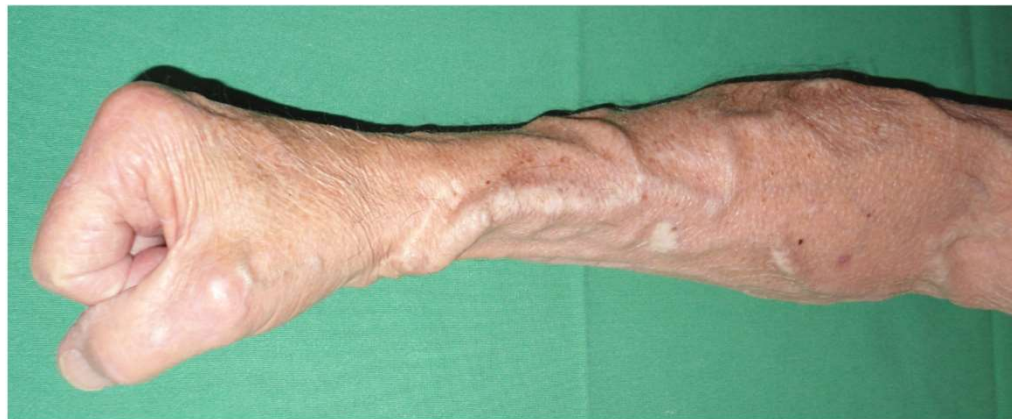
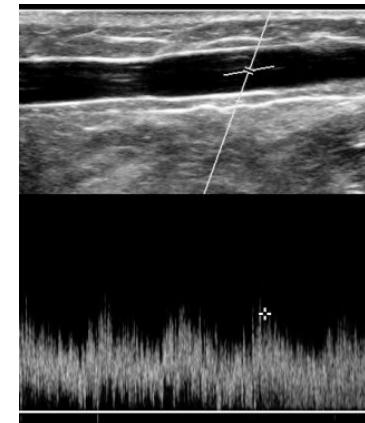
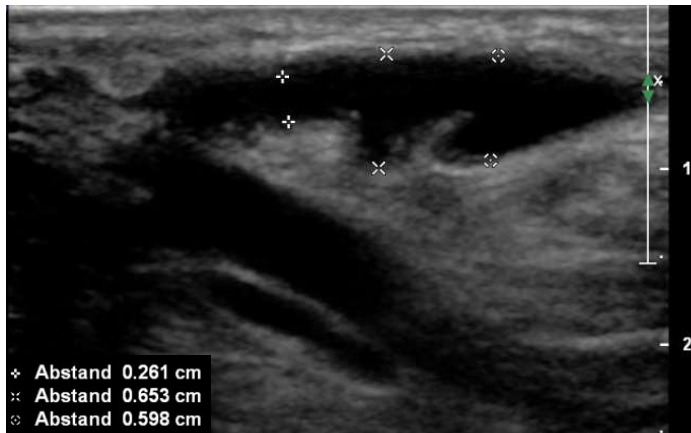
Fehler ≤ 50%

- Flächenbestimmung
(Hundemodell, ACC und AFC, elektromagnetische Flussmessung als Goldstandard)

→ teils respektable Unterschiede je nach Gerätehersteller!* (Phantom)

$$Q = \pi r^2 \times \text{TAMV}$$

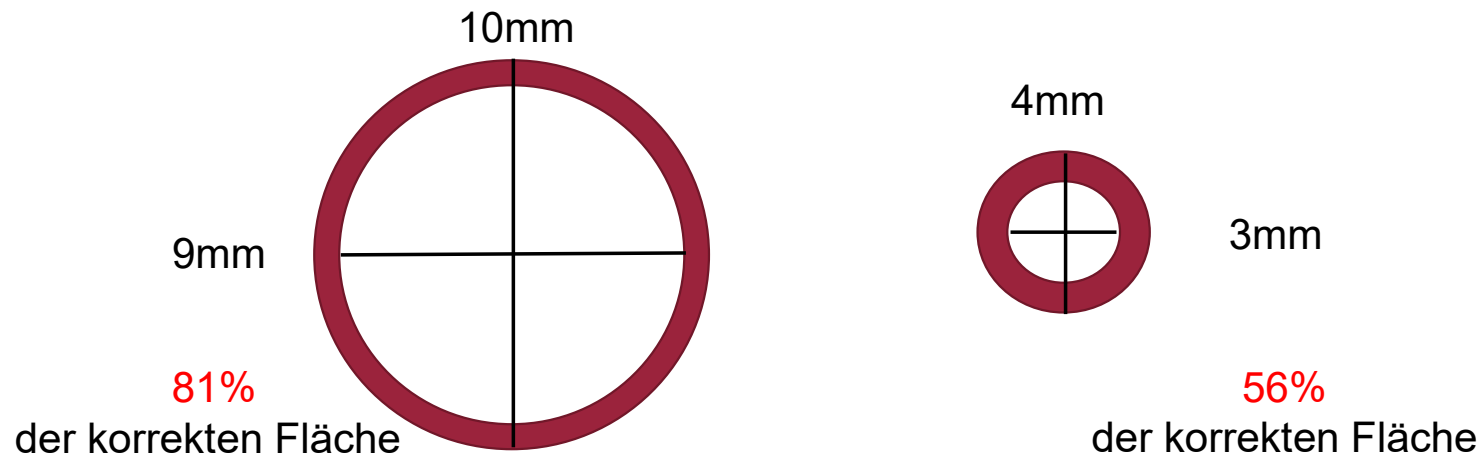
Konstanter Durchmesser in Shunt – «Vene»? Nur eine Shuntvene?



Messen in grosser Arterie

$$Q = \pi r^2 \times \text{TAMV}$$

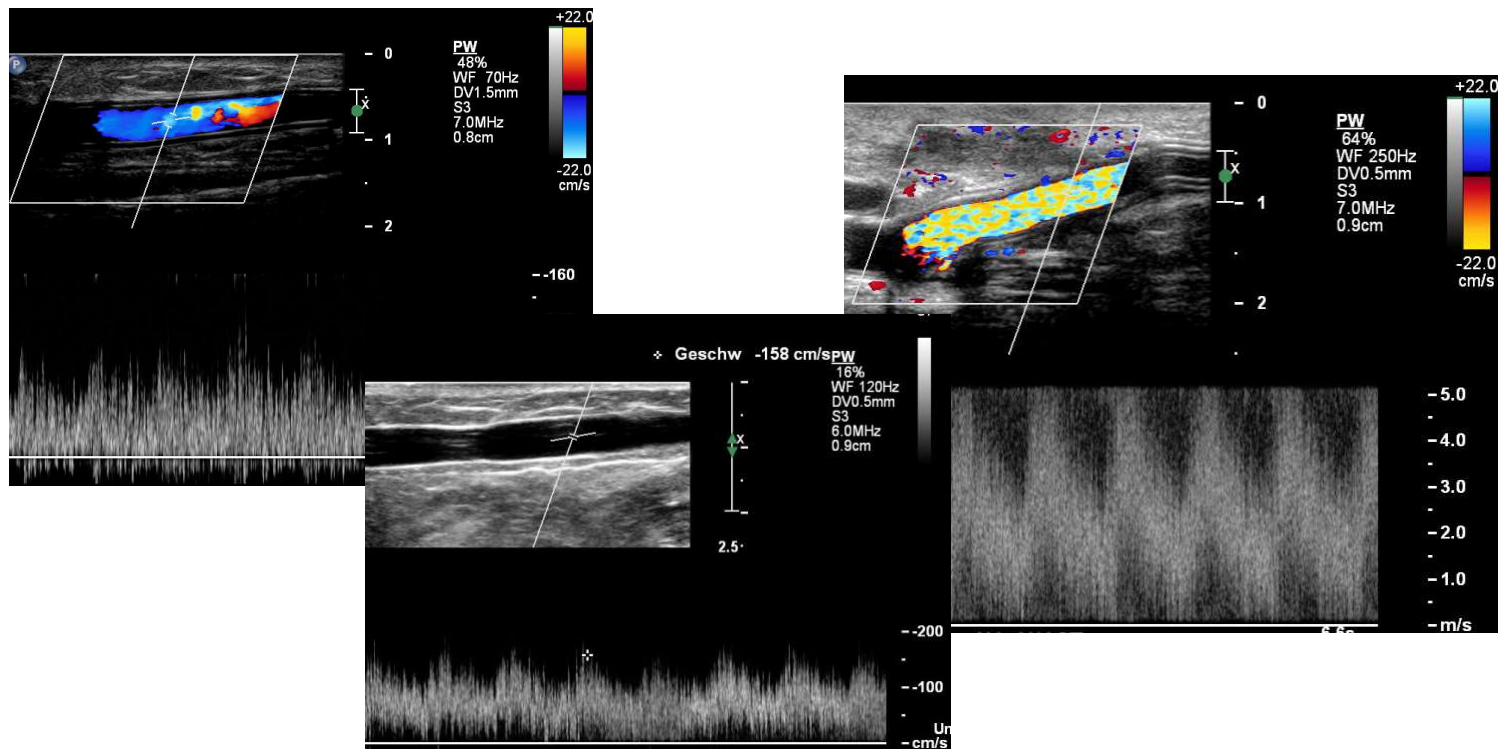
Identischer Messfehler im Durchmesser, z.B. 1mm



Je grösser der Gefässdurchmesser, umso kleiner der Einfluss eines Messfehlers!!

$$Q = \pi r^2 \times \text{TAMV}$$

«Laminarer» Fluss??



Vorschlag zur Vorgehensweise

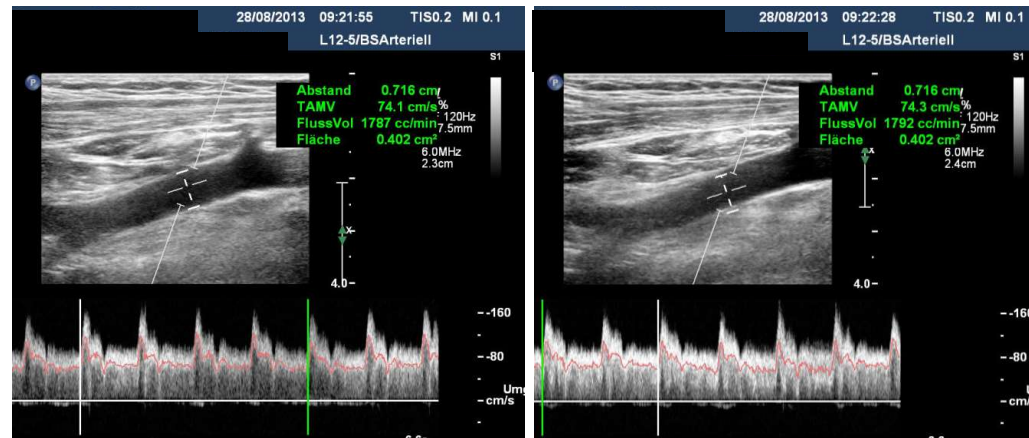
1. A. subclavia/axillaris (wegen Grösse des Gefässes und «laminarem» Fluss)



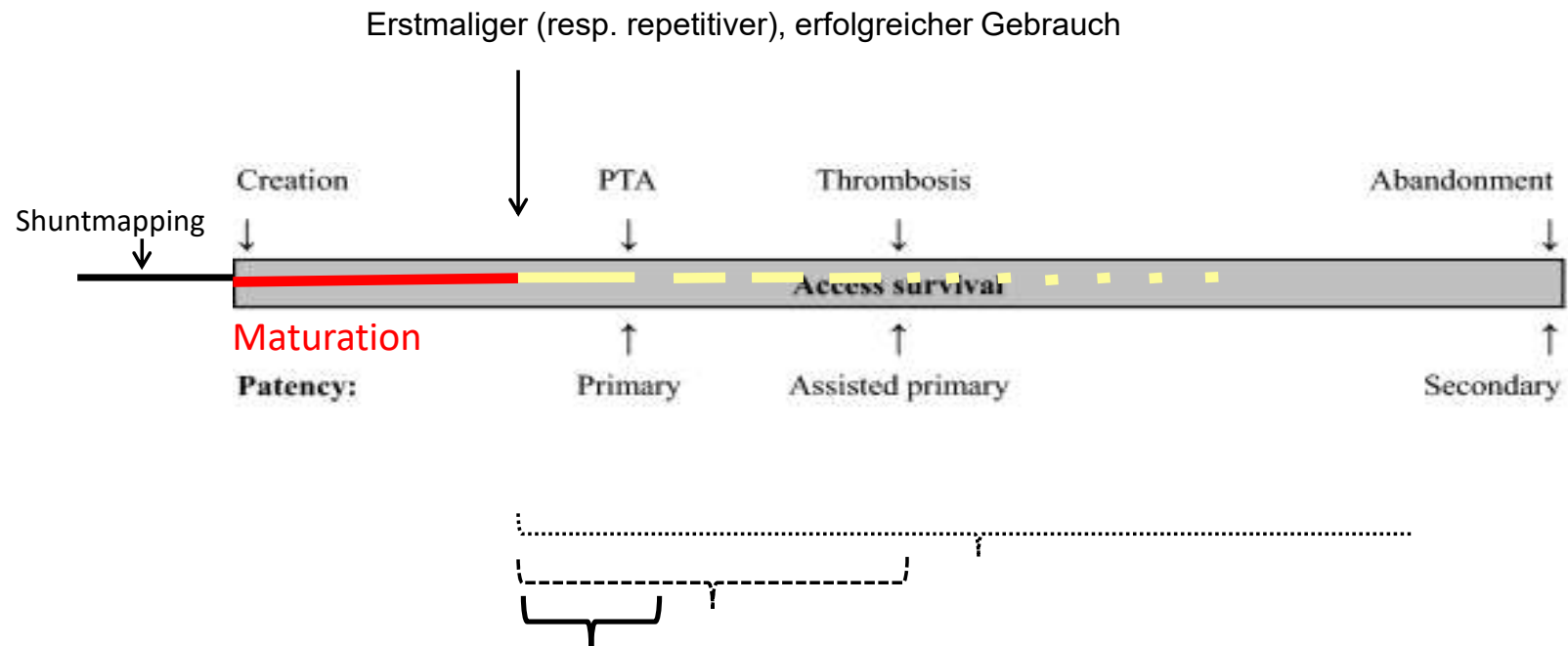
2. Durchmesserbestimmung
(in B-Bild Modus, während maximaler Systole an der PW-Doppler-Ableitungsstelle)

3. Sample volume (fast) so gross wie Gefässdurchmesser

4. Repetitive Messung



Dysfunktion



Dysfunktion

- Schwierigkeiten bei / Unmöglichkeit der Punktion
- Reduzierter access flow
- Abnahme der Dialysequalität (Kt/V)
- (Schmerzhaftes) Armödem
- Verlängerte Nachblutung

Häufigste Ursachen für Dysfunktion

Relevante Stenosen definiert als:

> 50% Durchmesserreduktion

und

- Reduzierter access flow
- Abnahme der Dialysequalität (Kt/V)
- Schmerzhaftes Armödem
- Verlängerte Nachblutung
- Schwierigkeiten zur Punktion

13.6 **KDOQI** does not recommend pre-emptive angioplasty of AVFs with stenosis, not associated with clinical indicators, to improve access patency. (Conditional Recommendation, Moderate Quality of Evidence)

13.7 **KDOQI** does not recommend pre-emptive angioplasty of AVGs with stenosis, not associated with clinical indicators, to improve access patency. (Conditional Recommendation, Moderate Quality of Evidence)

Dysfunktion

Arterielle Stenosen („inflow – Stenose“)

- 3 - 5% aller «Stenosen»
- wenn vorhanden, häufig < 2cm vor der AV-Anastomose (Intima-Hyperplasie), proximalere Lokalisationen seltener

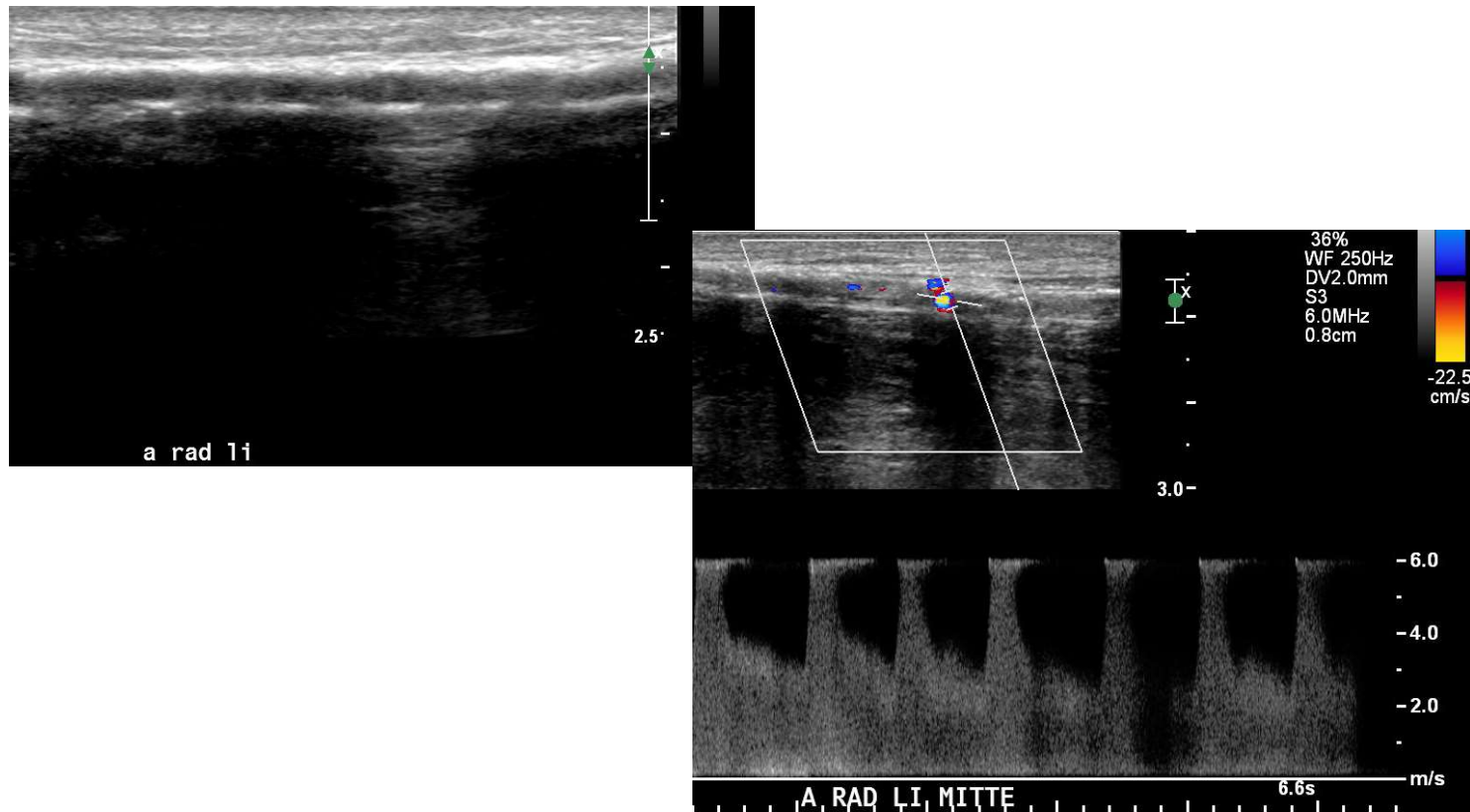
Duplexkriterien: > 50% Stenose

Arterial inflow

→ PSVR > 2:1

Cave: In Shuntarterie schwierig zu definieren!

Verkalkte, hochgradig stenosierte A.radialis



Dysfunktion

AV – Anastomose - Stenosen

Duplex:

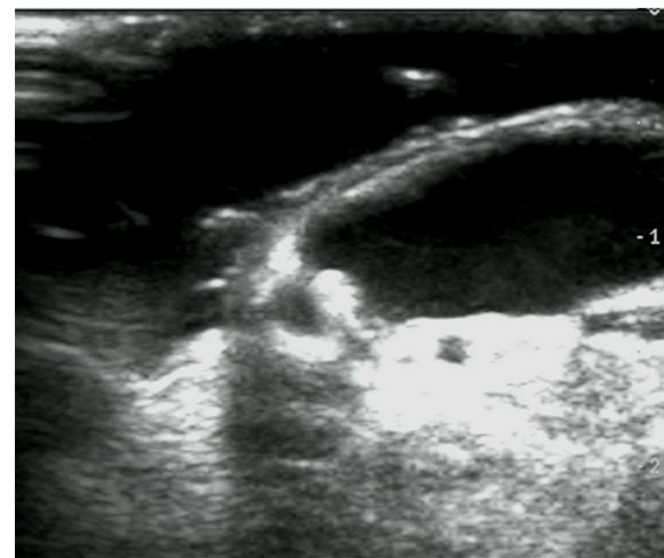
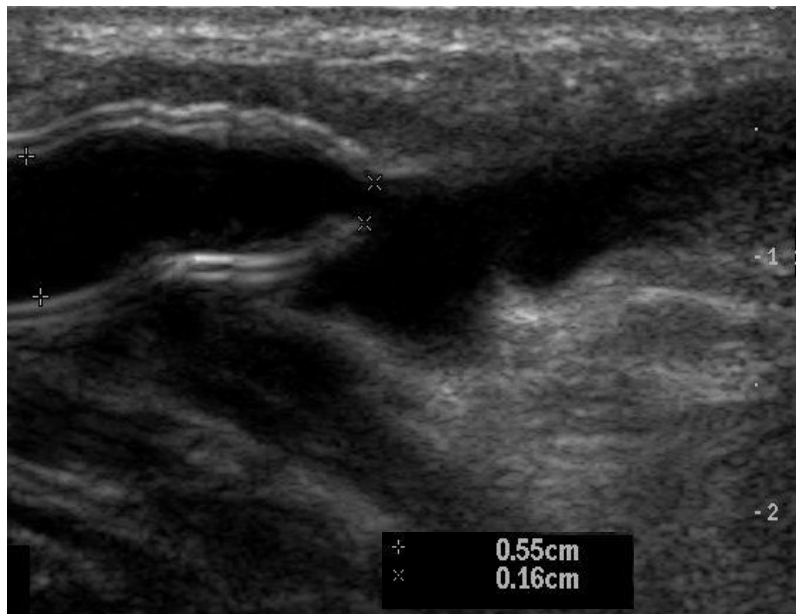
keine klar definierten flow - Kriterien

B – Bild

Vmax ↑↑ in, ↓↓ nach Anastomose

tiefes flow – volume

AV - Anastomosen



Dysfunktion

Venöse Stenosen („outflow Stenosen“)

85 - 90 % der Thrombosen von Hämodialysezugängen (AV - Verbindung) entstehen

auf der Basis einer

→ venösen Abflussbehinderung

Dysfunktion

Venöse Stenosen („outflow Stenosen“)

UA cephalica – Fistel

- 55 - 75% der Stenosen liegen nahe der AV - Anastomose
- 25% im Ausflusstrakt

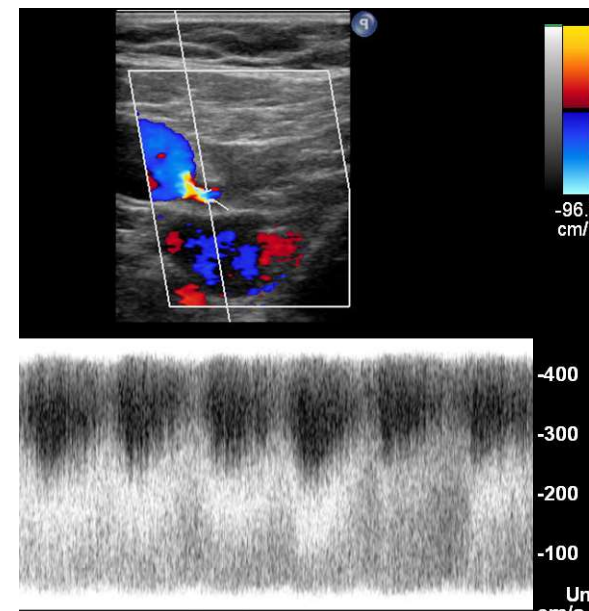
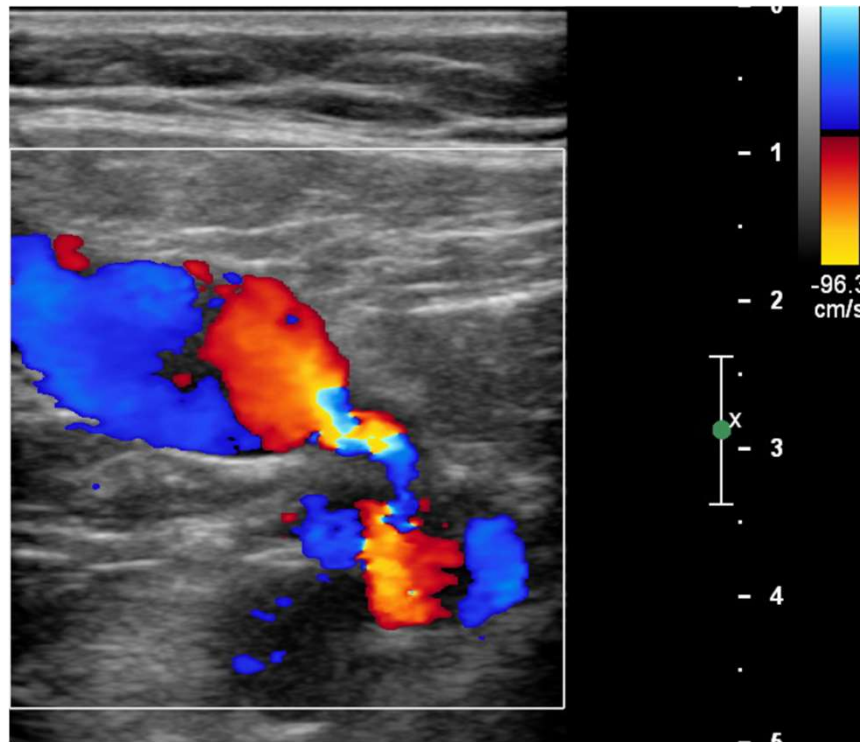
OA – Fistel (cephalica oder basilica)

- 55% der Stenosen liegen im Bereich Mündung ins tiefe Venensystem

AV-Graft

- venöse Anastomose ist häufigste Lokalisation der Stenosen

Stenose in v. cephalica - Mündung



«steal – Syndrom»

Definition:

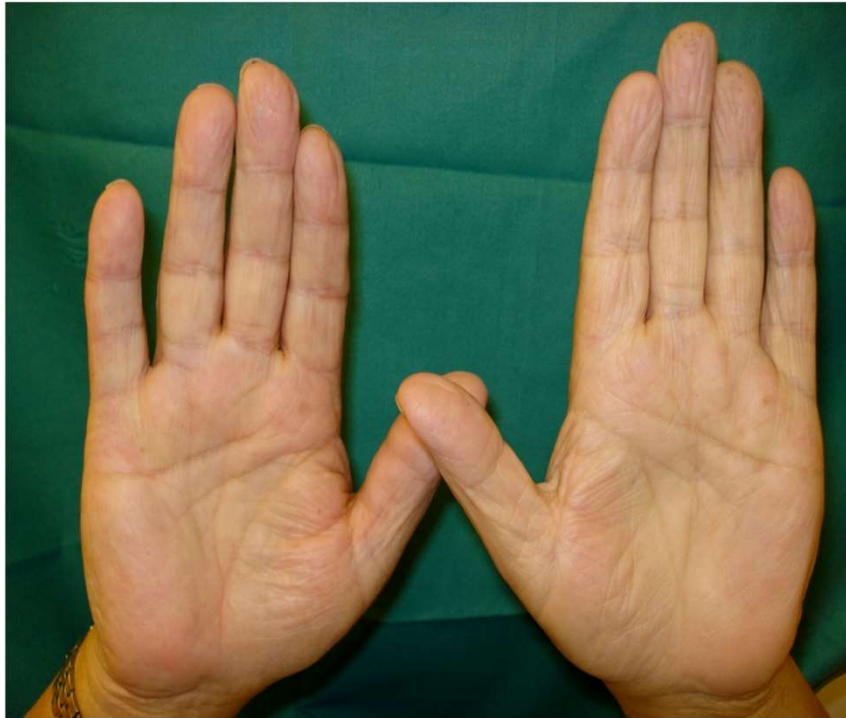
Distale Ischämie nach Anlegen eines AV - Dialysezugangs

- reicht von mild bis zur Nekrose
- „Sonderform“: Ischemic monomelic neuropathy
- bis 70 % bei UA-, bis 90 % bei OA- Fisteln haben retrograden Fluss distal der AV-Anastomose (per se nicht ein Problem!)

„Hemodialysis associated distal ischemia“ HAIDI

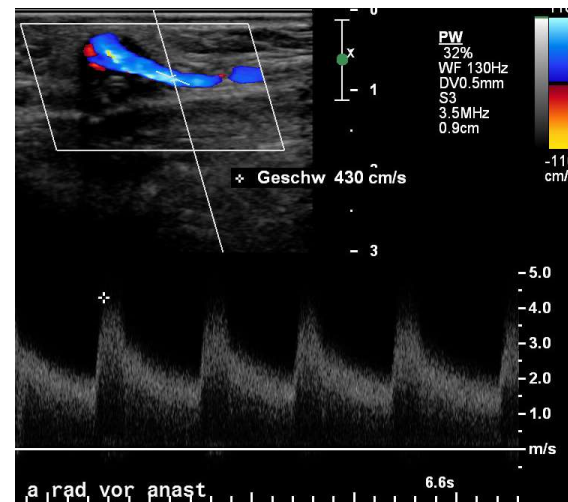
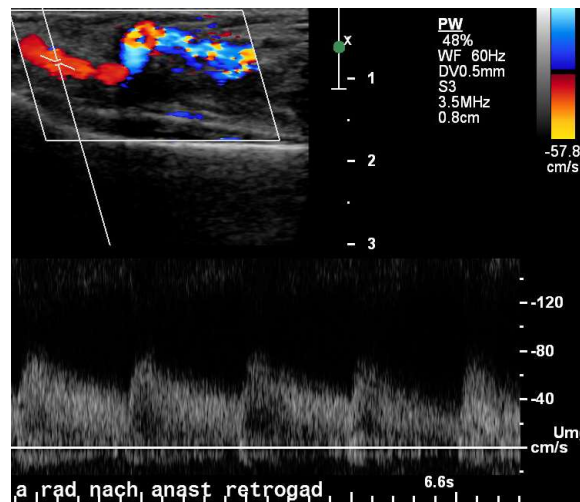
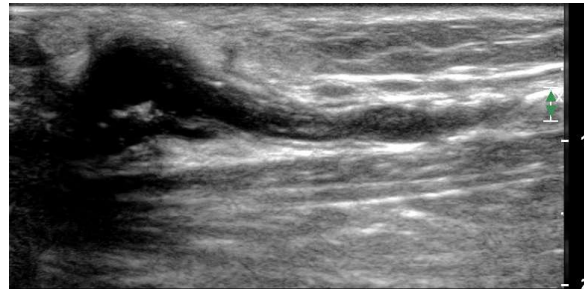
- Inzidenz: 1,8 - 4,3 % (bis 15%)
- Auftreten: Stunden bis Monate nach Anlegen
- häufiger OA - Shunts

HAIDI



HAIDI

Retrograder Fluss nach AV – Anastomose...



nicht gleichbedeutend mit HAIDI!!!

HAIDI

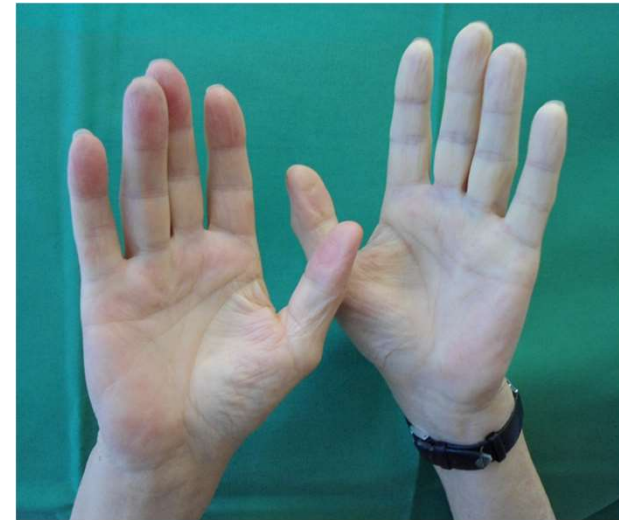
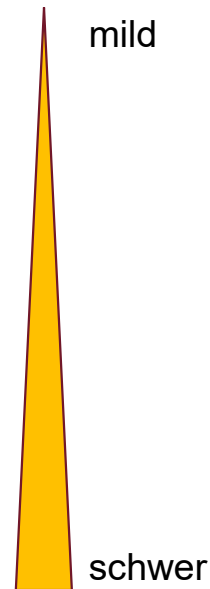
- Anamnese
- Klinik (Wärme, Pulse, Sensibilität, Motorik)
- apparativ: Oszillographie
(TcPO₂)
(Fingerarteriendruck)

→ mit Provokation (temporärer Shuntverschluss)

Duplex: *Shuntvolumenbestimmung*
(zur Therapie – Planung)

HAIDI – Symptome und Klassifikation

- **(Stadium I)**
retrograder flow ohne Beschwerden
- **Stadium II**
Schmerz bei Bewegung oder an
Haemodialyse
- **Stadium III**
Ruheschmerz
- **Stadium IV**
Ulzeration/Nekrose/Gangrän



Zusammenfassung

- Shunt Dysfunktion häufiges Problem
- sonographisch Pathologien im Shunt ausgezeichnet fassbar
- Wertigkeit der sonographischen Befunde in den meisten Fällen nur im klinischen Kontext sinnvoll möglich