Dialysezugänge

Richard Kellersmann, Fulda

Interessenkonflikte

Forschungsunterstützung: Keine

Vortragstätigkeit: WL Gore; BD Becton Dickensson

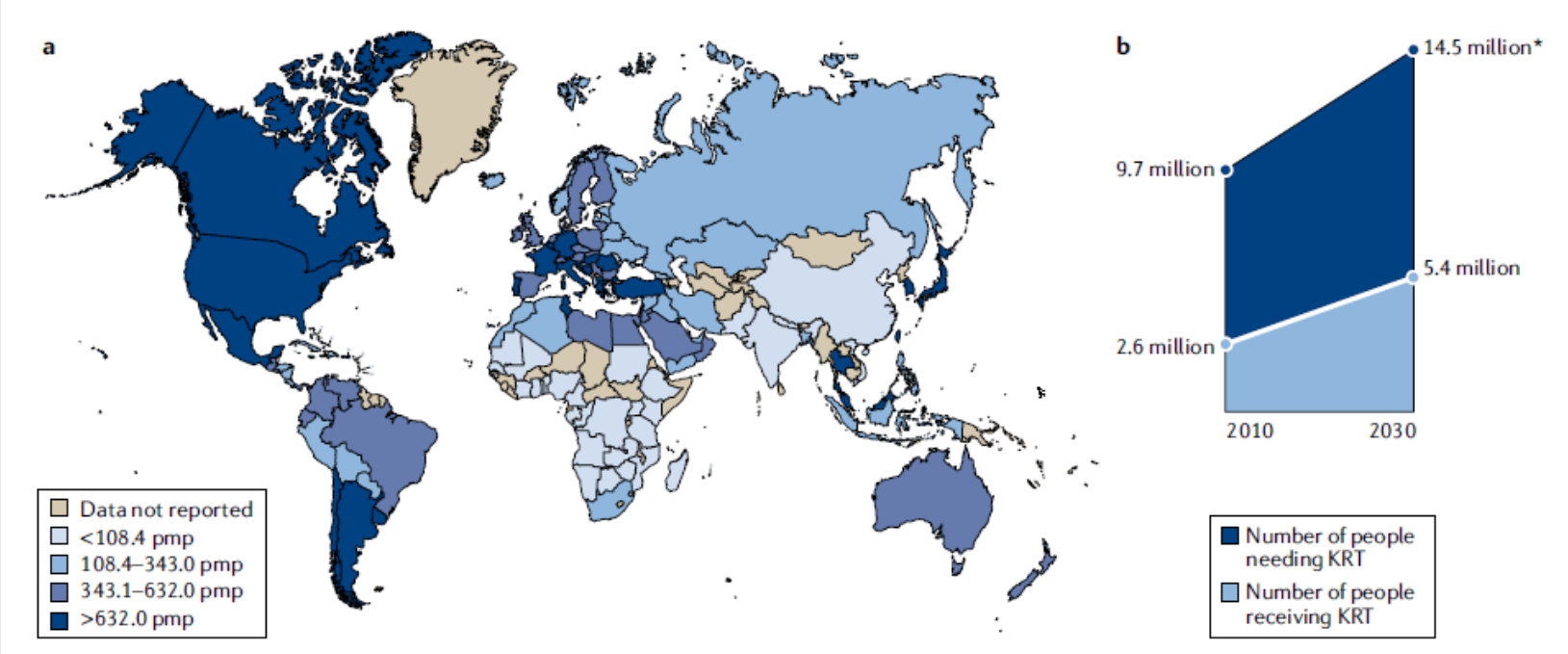
Beratertätigkeit: Keine

6.1 Einleitung

6.1.1 Allgemeines zum Dialysezugang

Zukunft der Hämodialyse

Zunahme an Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz



Aus: ISN Global Kidney Health Atlas 2023 (www.theisn.org)

Zukunft der Hämodialyse

- Allogene NTx → stagnierende Zahlen
- Xenogene NTx → kaum überwindbare biologische Hürden
- Artefizielle implantierbare Nieren → Fortschritte, aber noch im experimentellen Stadium
- Portable Dialysatoren → signifikanter Fortschritt zu erwarten

Gefäßzugang für die Hämodialyse bleibt weiterhin essentielle Schnittstelle

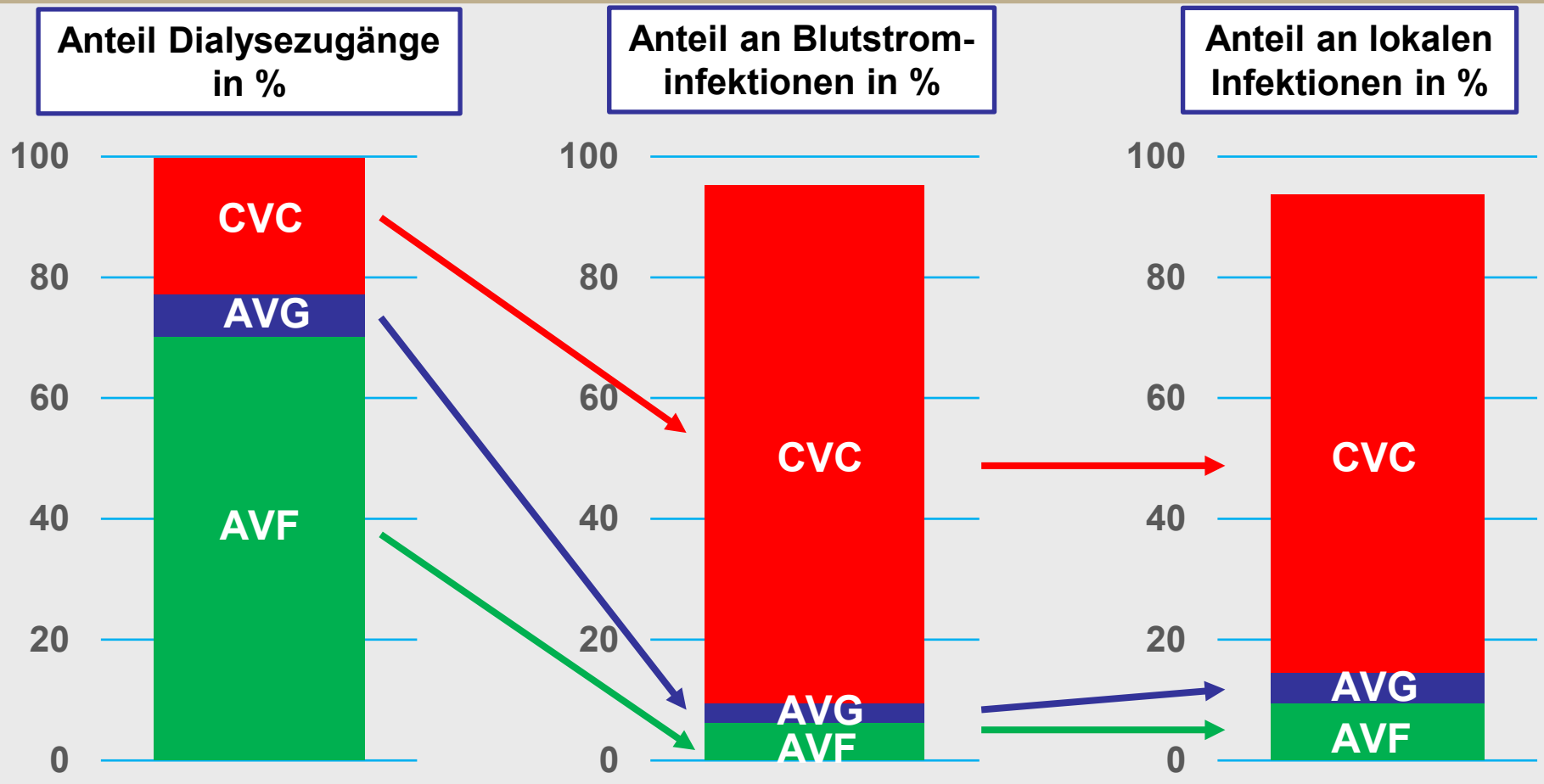
Dialysezugangsassoziierte Infektionen (DAIE) in Deutschland

Weikert et al. J Hosp Infect. 2023; 142: 67-73

- Infektionen von Dialysezugängen
  - wesentlicher Anteil an Morbidität, Hospitalisierung und Sterblichkeit
  - aktuelle QS des GBA (noch) nicht vorliegend
- Surveillance an 43 Zentren eines Dialyseanbieters (11.251 Patienten, 1.413.457 Dialysen)
- Zeitraum: 2019 - 2021

Dialysezugangsassoziierte Infektionen (DAIE) in Deutschland

Weikert et al. J Hosp Infect. 2023; 142: 67-73



6.2 Vorbereitung zur Shunt-Anlage

6.2.1 Timing zur Shunt-Anlage

6.2.2 Wahl des Dialysezuganges

6.2.3 Ultraschall vor AVF-Anlage

Timing zur Shunt-Anlage

Jia et al. BMC Nephrol. 2023; 24: 162

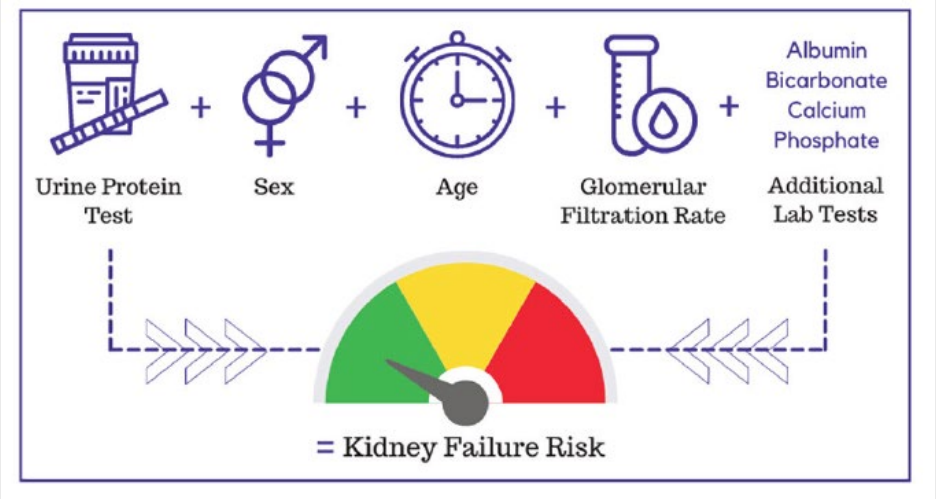
- Komplexer Entscheidungsprozess
  - Vorhersage der Shunt-Nutzbarkeit
  - Progression der Niereninsuffizienz
- Signifikanter Einfluss auf Outcome der Dialyse-Initiierung und der Lebensqualität.
- Interdisziplinärer Dialog zwischen Nephrologe und Chirurg.
- Zunehmende Bedeutung der Patientenseite („*shared decision making*“).

Vorhersage des Dialysebeginns

Tangri et al. Bood Purif. 2023; online ahead of print

***Kidney Failure Risk Equation* (KFRE)**

- **GFR in der Praxis wichtigster Faktor zur Beurteilung der Progression einer Niereninsuffizienz**
- **Vorhersagbarkeit eines terminalen Nierenversagens auf GFR-basis ungenau → hohe Rate an unnötigen/zu frühen Shunt-Anlagen oder Dialysebeginn mit CVC**



Aus: Sparkes et al, Can J Kidney Health Dis 2022; 9: 1-5 [6]

Vorhersage des Dialysebeginns

Tangri et al. Bood Purif. 2023; online ahead of print

Kidney Failure Risk Equation (KFRE)

Risk thresholds used in health systems include:

- 3-5 % over 5 years for referral to a kidney doctor
- 10 % over 2 years for team based care (Kidney Doctor, Nurse, Dietician, Pharmacist)
- 20-40 % over 2 years for planning a transplant or fistula

300 mg/g URINE ALBUMIN
M SEX
56 AGE
18 mL/min/1.73 m2 GFR

→

Patient risk of progression to kidney failure requiring dialysis or transplant:

AT 2 YEARS	AT 5 YEARS
22.19 %	62.16 %

300 mg/g URINE ALBUMIN
M SEX
84 AGE
18 mL/min/1.73 m2 GFR

→

Patient risk of progression to kidney failure requiring dialysis or transplant:

AT 2 YEARS	AT 5 YEARS
12.67 %	40.83 %

KFRE-2 zur Vermeidung zu früher AVF-Anlagen

Kuningas et al. J Vasc Access 2023; 24: 1305-1313

- **n=190 → KFRE-2 zum Zeitpunkt der Vorstellung zur Shunt-Anlage (98,7% AVF)**
- **Vergleich mit *Albumin-to-Creatinine-Ratio* (ACR) und eGFR**
- **Bestimmung der Vorhersagbarkeit der Dialyse-Initiierung nach 3, 6 oder 12 Monaten (*Receiver Operating Characteristics*)**

AUROC

	eGFR	ACR	KFRE-2
3 Monate	0,68	0,75	0,72
6 Monate	0,73	0,70	0,75
12 Monate	0,65	0,67	0,68

Keine bessere Diskriminierung der Vorhersagbarkeit des Dialysebeginns, also weiterhin hohe Rate zu früher / unnötiger Shunt-Anlagen

KFRE-2 zur Vermeidung zu früher Shunt-Anlagen

Atiquzzaman et al. Clin Kidney J 2024; online ahead of print

- **n=2.581 → eGFR < 20 ml/min/1,73m² KOF (Median: 14 ml/min) Vorstellung Planung Shunt-Anlage (GFR-basiert).**
- **60,5% initiierten die Dialyse innerhalb von 2 Jahren; 28,8% blieben am Leben ohne Dialyse; 10,7% verstarben.**
- **Eine KFRE-2 > 40% (*Cut off*) wurde zusätzlich als Parameter für die Notwendigkeit einer Shunt-Anlage retrospektiv angewandt.**

Ergebnisse:

→ Anwendung der KFRE-2 hätte zu höherer Rate an Dialysestarts mit Shunt geführt (49% vs. 58%; P < 0,001).

→ Anwendung der KFRE-2 hätte zu geringerem Anteil an zu frühen Shunt-Anlagen geführt (31% vs. 18%; P < 0,001)

KFRE-2 mag das adäquate Timing zur Shunt-Anlage präzisieren

Wahl des Dialysezuganges

- Spektrum der Empfehlung zur Wahl des Dialysezuganges: „*Fistula first*“ → „*Right access for the right patient*“
- Paradigma: Initiierung der Dialyse mit CVC ist mit erhöhter Mortalität assoziiert. Datenlage aber kontrovers [13-16].
- Besondere Herausforderung: Wahl des Dialysezuganges beim älteren Patienten:
  - Kurze Lebenserwartung.
  - Schlechtere Vorhersagbarkeit des Dialysestarts und geringere AVF-Maturation.
  - Geringere Rate an CVC-Komplikationen.
  - Lebensalter als Parameter zu ungenau.

Gebrechlichkeitsscores („*frailty*“) zur Vorhersage des Shunt-Outcomes

McDonnell et al. J Vasc Surg 2024; online ahead of print

- **Prospektive Untersuchung an 40 Patienten vor Shunt-Anlage.**
- **PRISMA-7 Score:**

Fragen
1. Sind Sie ≥ 85 Jahre?
2. Sind Sie männlich?
3. Haben Sie irgendwelche Gesundheitsprobleme, die Sie veranlassen Ihre Aktivitäten zu limitieren?
4. Haben Sie jemanden der Ihnen regelmäßig Hilfe gewährleistet?
5. Haben Sie jemanden in Ihrer unmittelbaren Nähe, der Sie unterstützt?
6. Benutzen Sie regelmäßig eine Gehhilfe/Rollstuhl?
7. Haben Sie Gesundheitsprobleme, die Sie am Verlassen des Hauses hindern?

Score ≥ 3 = „*frail*“ (n=21)

Score < 3 = „*non-frail*“ (n=19)

Shunt-Versagen	48%	5%	**P = 0,012**
AVF-Versagen	60%	0%	**P = 0,049**
Krhs.-Aufnahme (60 Tage)	24%	21%	P = 0,835
Mortalität (180 Tage)	5%	0	P = 0,528

Gebrechlichkeitsscores („*frailty*“) zur Vorhersage des Shunt- und Patienten-Outcomes

Wang et al. J Vasc Surg 2024; online ahead of print

- **Retrospektive Untersuchung an 250 Patienten mit AVF-Anlage.**
- ***Risk Analysis Index* (RAI) der *Vascular Quality Initiative*: Geschlecht, Komorbiditäten, Residenz-Typ, und funktioneller Status.**

→ „*Frailty*“ ist assoziiert mit höherer Sterblichkeit nach 2 Jahren (31% vs. 13%; P < 0,001)

→ „*Frailty*“ hat keinen Einfluss auf die Notwendigkeit von Revisionen zur AVF-Maturationsunterstützung (P = 0,83).

→ Nach Adjustierung präop. Venendurchmesser/Lokalisation der AV-Anastomose (Unterarm vs. Oberarm) war die „*Frailty*“ ein unabhängiger Risikofaktor für den kombinierten Endpunkt Versterben oder Revision zur Maturationsunterstützung (OR 1,9; 95% CI 1,1 – 3,3).

Bei gebrechliche Patienten ist AVG zu präferieren.

Wenn AVF in gebrechlichen Patienten, dann eher als Oberarm-AVF.

Ultraschall nach Anästhesie-Einleitung

Taubenfeld et al. Am J Surg 2023; 225: 103-106

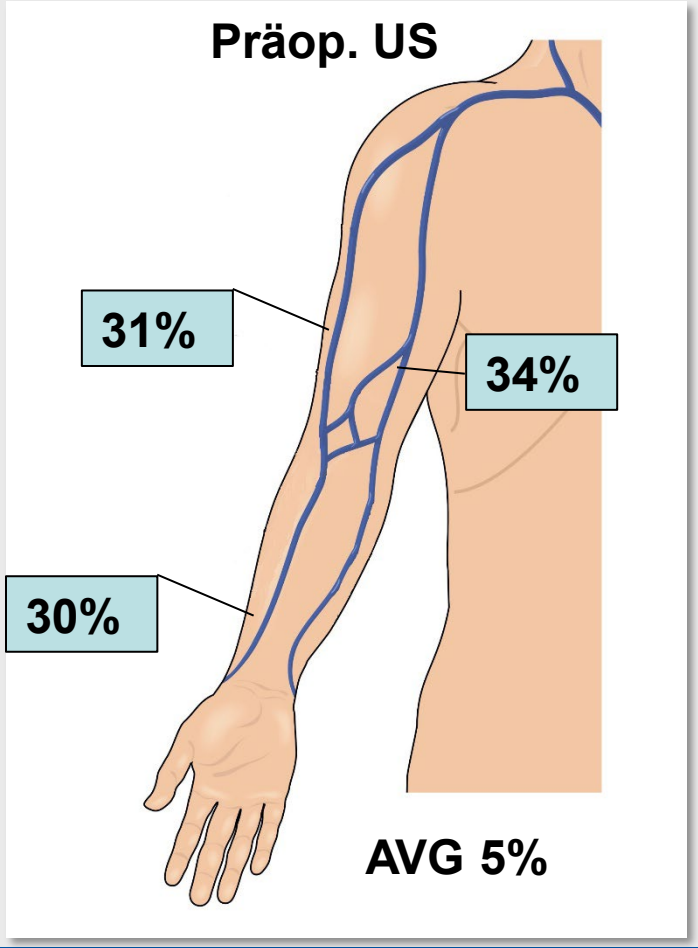
- **Präoperativer US zur Planung einer AVF-Anlage essentiell**
- **Gefäßsituation nach Anästhesie-Einleitung häufig verbessert .**
- **Intraoperativer US → günstigerer AVF-Lokalisation.**
- **Retrospektive Untersuchung: 297 AVF, 79% Regionalanästhesie (RA), 21% Lokalanästhesie (LA) mit Sedierung. Präoperativer US deligiert, intraoperativer US durch Chirurgen.**

Intraoperativer Venendurchmesser: RA 3,6±0,8mm vs. LA 3,3±1,0mm; P = 0,09)

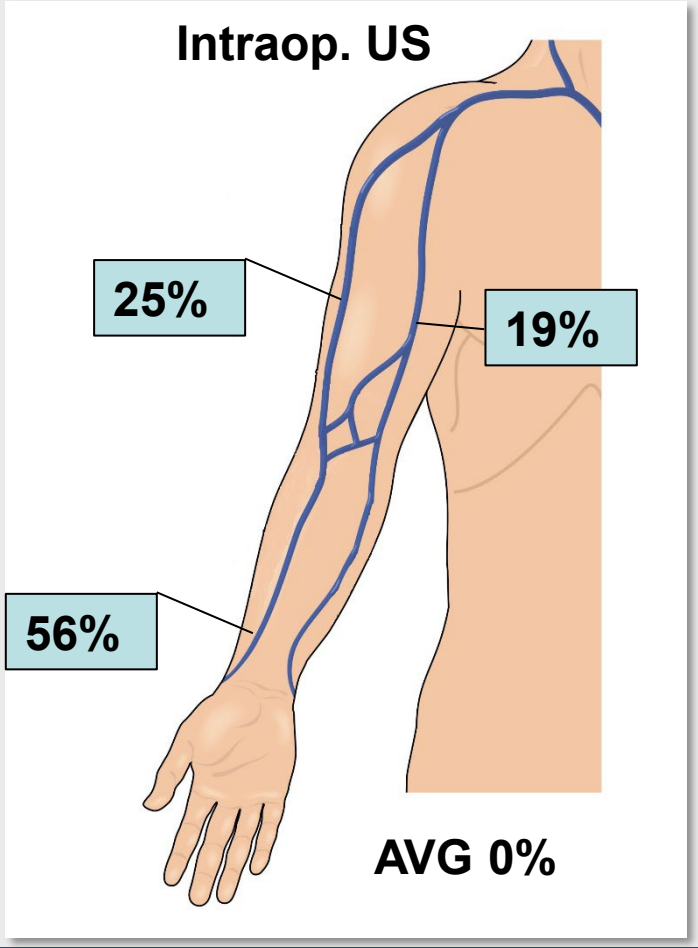
Vene	Präop. US	Intraop. US	P-Wert
V. cephalica antebrachii	2,2±0,8mm	3,5±0,7mm	**< 0,001**
V. cephalica brachii	2,7±0,8mm	3,8±0,9mm	**< 0,001**
V. basilica	2,9±0,9mm	3,8±0,9mm	**< 0,001**

Ultraschall nach Anästhesie-Einleitung

Taubenfeld et al. Am J Surg 2023; 225: 103-106



P < 0,001



Fazit für Klinik und Praxis

- ✓ CVC zeigen auch in „*real world*“ Daten in Deutschland hohe Infektraten
- ✓ Das adäquate Timing zur Shunt-Anlage unterliegt einem komplexen Prozess. Die KFRE dabei kann eine Verbesserung der Abschätzung des erwarteten Dialysebeginns bieten.
- ✓ Verwendung von Gebrechlichkeitsscores können zur differenzierteren Wahl des Dialysezugangs in der Population der älteren Patienten beitragen.
- ✓ Neben dem präoperativen US, kann der zusätzliche intraoperative US unter Verwendung der RA zu mehr peripheren AVF führen und AVG-Anlagen vermeiden.

6.3 Shunt-Anlagen

6.3.1 Endovaskuläre AVF-Anlagen (endoAVF)

6.3.2 AV-Anastomosen-Supportdevice

EndoAVF

- Aktuell zwei Verfahren etabliert.
- Der Stellenwert der endoAVF wird sehr unterschiedlich dargestellt (Übersichten 31-35).
- Anfängliche Euphorie ist einer eher kritischen Betrachtung gewichen.
- Trotz fehlender RCTs bereits Meta-Analysen publiziert (Angio-update 2023).

Meta-Analyse zur endoAVF

Bontinis et al. J Vasc Surg. 2023; 77: 1252-1261

18 Studien, 6 prospektiv, 12 retrospektiv, n=1863

<u>EndoAVF:</u>
Primäre Offenheitsrate (mittleres Follow up: 10,6 Monate): 54% (95% CI 40,69 – 66,79)
Sekundäre Offenheitsrate (mittleres Follow up: 10,4 Monate): 87,27% (95% CI 81,53 – 91,42)

<u>Vergleich endoAVF (Thermal Resistance vs. Radiofrequenz):</u>
Prim. Offenheit: 47,97% (95% CI 25,55–71,25) vs. 51,85 (95% CI 34,03–69,22); P = 0,81.
Sek. Offenheit: 92,12% (95% CI 87,94–94,93) vs. 81,36 (95% CI 76,15–85,65); P < 0,01.
Re-Interventionsrate: 1,73 (95% CI 0,45–3,85) vs. 0,47 (95% CI 0,37–0,58); P = 0,06)
Verlassen des Zuganges: 11,13% (95% CI 4,82 – 23,65) vs. 32,54% (95% CI 22,23 – 44,87); P = 0,01.

Meta-Analyse zur endoAVF

Bontinis et al. J Vasc Surg. 2023; 77: 1252-1261

Vergleich endoAVF vs. chirAVF (Meta-Analyse individueller Patientendaten):

Prim. Offenheit: HR 1,27; 95% CI 0,61–2,67; zugunsten der chirAVF.

Sek. Offenheit: HR 1,25; 95% CI 0,87–1,8; zugunsten der chirAVF.

Infektrate: RR 4,19; 95% CI 1,04–16,88; zugunsten der endoAVF.

Steal-Syndrom: RR 5,91; 95% CI 1,12–31,12; zugunsten der endoAVF.

Vergleich endoAVF vs. chirAVF

Habib et al. J Vasc Surg 2023; 78: 766-773

Retrospektive Untersuchung von 51 endoAVF (beide Verfahren) im Vergleich mit 51 chirAVF.

	EndoAVF	ChirAVF	P-Wert
Alter	58,0±13,5 Jahre	63,6±15,1 Jahre	0,051
Männl. Geschlecht	78%	57%	**0,033**
Kongestives Herzversagen	10%	43%	**< 0,001**
KHK	18%	43%	**0,009**

Vergleich endoAVF vs. chirAVF

Habib et al. J Vasc Surg 2023; 78: 766-773

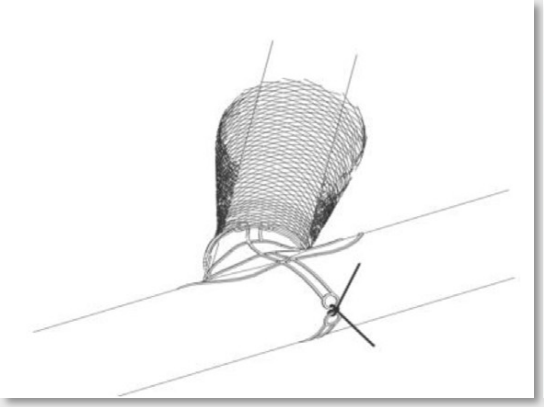
	EndoAVF	ChirAVF	P-Wert
Maturationsunterstützende Prozeduren	76%	55%	0,692
Maturationsunterstützende Prozeduren ohne geplante Transpositionen	74%	24%	**< 0,001**
Maturierte AVF	72%	57%	0,112
Zeit bis zur CVC-Entfernung	146±74 Tage	175±99 Tage	0,341

EndoAVF-Ergebnisse vergleichbar mit der chirAVF, aber zum Preis einer höheren Interventionsrate.

FDA-Zulassung Anastomosen-Supportdevice (NCT03242343)

Dillavou et al. J Vasc Surg 2023; 78: 1302-1312

- Multiple Ansätze zur Verbesserung der Maturation von AVF untersucht. Bislang kaum Verbesserung erreicht.
- Anastomosen-Supportdevice soll Hämodynamik an der AV-Anastomose optimieren und dadurch Maturationsraten verbessern.
- Zulassung in Europa seit mehreren Jahren.
- Keine klare Daten-Lage.



FDA-Zulassung Anastomosen-Supportdevice (NCT03242343)

Dillavou et al. J Vasc Surg 2023; 78: 1302-1312

- 148 Patienten in 15 Zentren, 129 Brachio-cephalica AVF, 15 Radio-cephalica AVF, 61% männliche Patienten, 58,9±11,4 Jahre, keine > 80-jährigen, mittlerer Venendurchmesser 3,95 mm (2,3 – 7,8 mm).
- Vergleichskollektiv („*Performance goal*“, PG) errechnet aus 5 Studien mit 966 Patienten: primäre Offenheitsrate nach 6 Monaten → **54,7%** (95% CI 49,5 – 59,7%).

- **Primäre Offenheitsrate nach 6 Monaten: 66% vs. PG (P = 0,021).**
- **Kumulative Offenheitsrate nach 2 Jahren 76,6% (95% CI 67,9 – 83,4).**
- **Physiologische Maturation (Flussvolumen 500 ml/min, Durchmesser > 5 mm): 92,4%.**
- **Interventionsrate: 1,07 (95% CI 0,93 – 1,21)/Patientenjahr**

FDA-Zulassung Anastomosen-Supportdevice (NCT03242343)

Dillavou et al. J Vasc Surg 2023; 78: 1302-1312

Hohes Sicherheitsprofil.

Verbessertes Outcome zur traditionellen AVF.

Kritikpunkte:

- Größte Studie aus 2008 partizipiert zu 50,8% an PG. In dieser Studie 59,2% Unterarm-AVF (vs. 10,4% in Zulassungsstudie).
- PG durch Hersteller errechnet.
- Sehr selektioniertes Patienten-Kollektiv: Junges Alter, große Gefäßdurchmesser, durchschnittlich nur 10 Patienten/Zentrum.

Sicher → sehr wahrscheinlich.

Verbessertes Outcome zur traditionellen AVF → nicht bewiesen.

Fazit für Klinik und Praxis

- ✓ Stellenwert (möglicher Benefit) der endoAVF nach wie vor unklar.
- ✓ Zwei laufende RCT zur endoAVF in den USA (NCT 04404985 und NCT 05654103).
- ✓ Anastomosen-Supportdevice sicher anwendbar, aber tatsächlicher Benefit unklar.

6.5 Shuntkomplikationen

6.5.1 Shuntstenosen

6.5.1.1 *Cutting-balloon* (CB) vs. Standard-PTA

6.5.1.2 Medikamenten-freisetzende Ballons

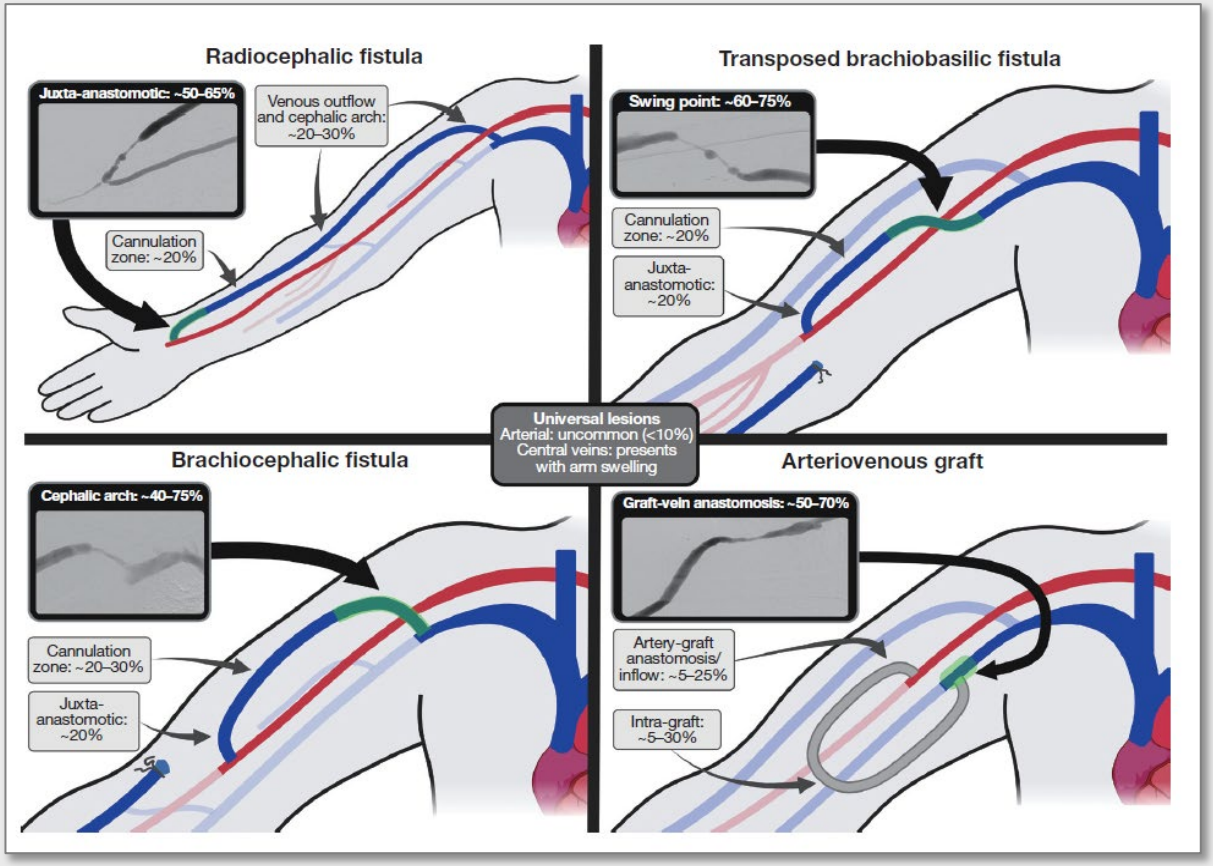
(*drug eluting balloon*, DEB)

6.5.1.3 Stents und Stentgrafts

Shuntstenosen

Kellersmann et al. Gefässchirurgie 2023; 28: 564-573
DePietro et al. Cardiovasc Diagn Ther 2023; 13: 212-232

- **Häufigste Shuntkomplikation**
- **PTA als primäre Behandlungsoption:**
  - **Hohe technische Erfolgsraten.**
  - **Rezidive eher die Norm als die Ausnahme.**
  - **„*Response to injury*“ induziert intimale Hyperplasie**

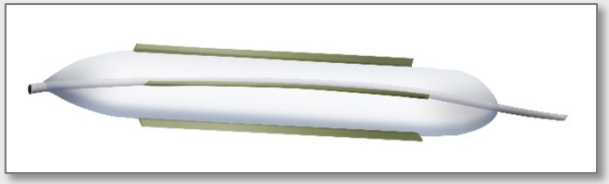


Aus: DePietro et al. Cardiovasc Diagn Ther 2023; 13: 212-232

Cutting balloon (CB) vs. Standard-PTA

Murakami et al. J Vasc Access 2023; online ahead of print

- CB reduziert das Barotrauma → weniger Rezidivstenosen



© Kellersmann

- Bisherige Studienergebnisse nicht konklusiv, deswegen z.B. keine Empfehlung in den KDOQI-Leitlinien (2019)

RCT (n=122)

50% Stenosen + Dysfunktion
AVG und AVF-Stenosen (< 2cm Länge, 66% juxta-anastomotisch)
Referenzgefäß ≥ 3mm und ≤ 6,5mm.

CB (n=60)

Standard-PTA (n=62)

Cutting balloon (CB) vs. Standard-PTA

Murakami et al. J Vasc Access 2023; online ahead of print

	CB	Standard-PTA	P-Wert
Technischer Erfolg	65%	56%	
Max. Inflationsdruck	7,0±1,9 ATM	12,6±2,6 ATM	**P < 0,0001**
Abnahme des Stenosegrades	Δ-50,7%	Δ-41,9%	**P = 0,0008**
Schmerzscala	40±25	59±29	**P = 0,0002**
Primäre Offenheit der Zielläsion nach 6 Mo.	33%	16,1%	**P = 0,00171**

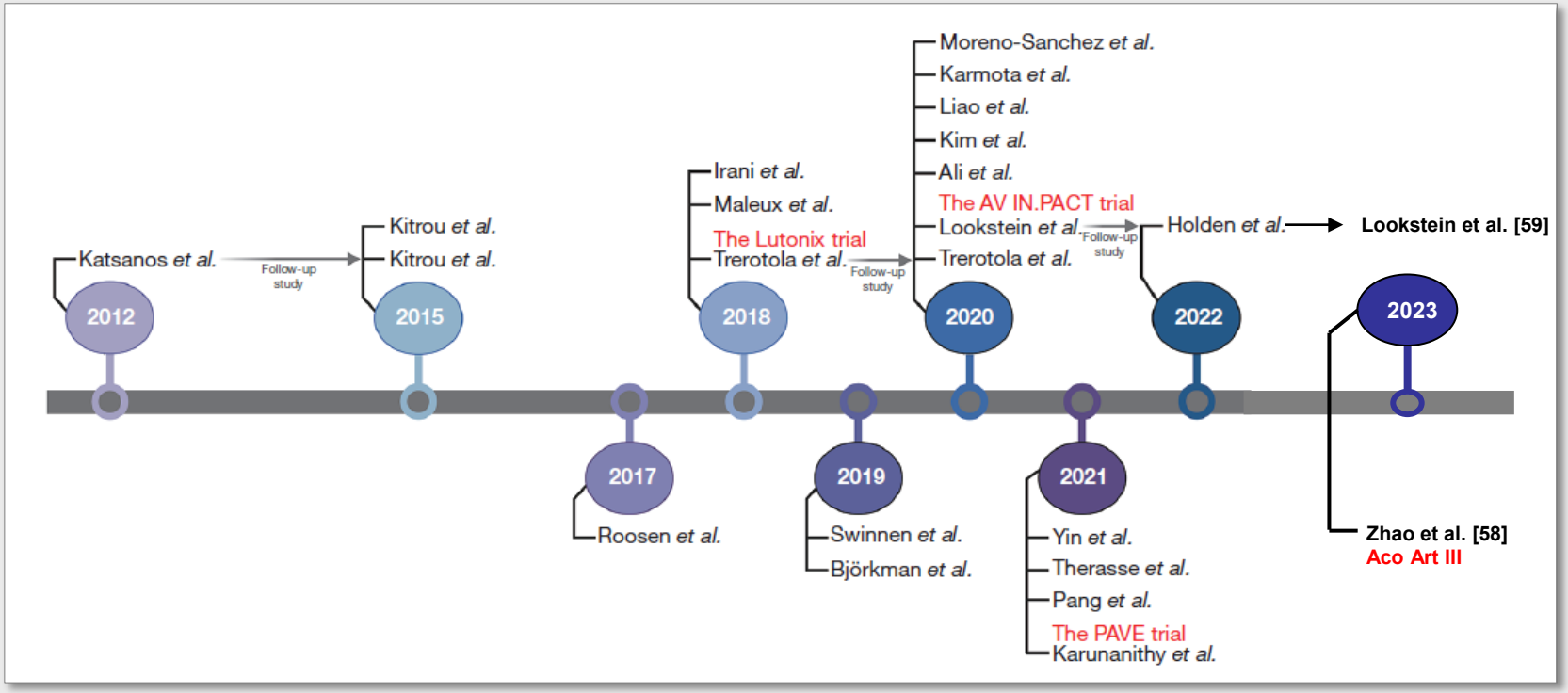
Subgruppen: Primäre Offenheitsrate bei juxtaanastomotischen Stenosen mit CB signifikant höher (P = 0,0088), bei venösen Ausflussstenosen kein Unterschied (P = 0,82).

***Proof of principle*: Geringeres Barotrauma → verzögerte Restenose-Entwicklung. CB-Prinzip v.a. bei kurzen umschriebenen Stenosen wirksam.**

Drug eluting balloon (DEB)

Da Zhuang et al. Cardiovasc Intervent Radiol 2023; 46: 1144-1153
DePietro et al. Cardiovasc Diagn Ther 2023; 13: 233-259

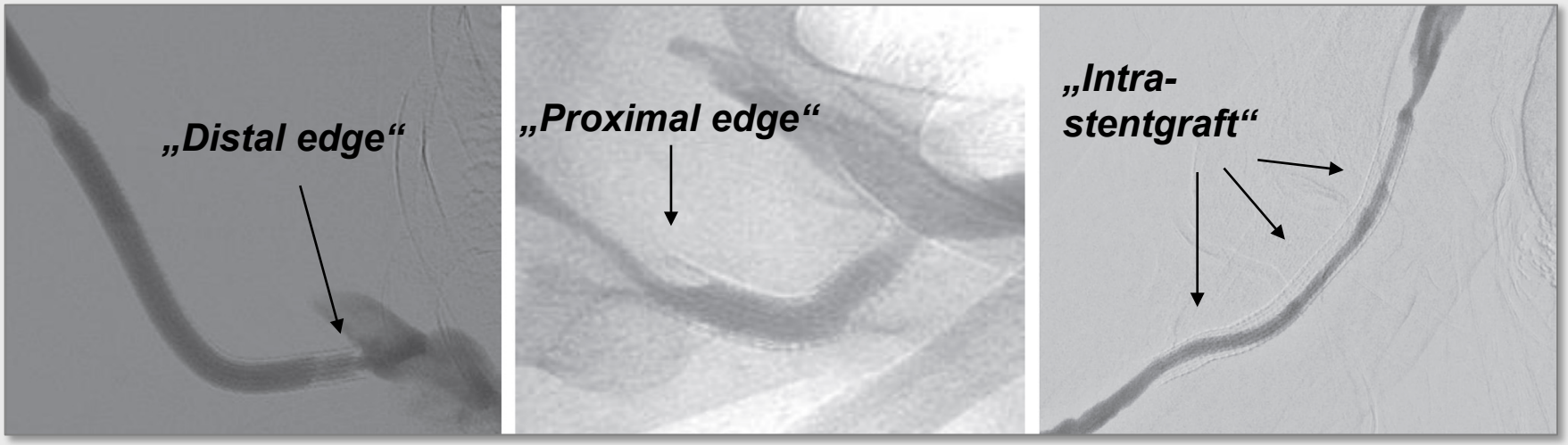
DEB-Studien



Aus: DePietro et al. Cardiovasc Diagn Ther 2023; 13: 233-259

DEB bei In-Stentgraft-Stenosen

Hsieh et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 2023; 66: 253-260



Aus: Hsieh et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 2023; 66: 253-260

RCT (n=40)

Shuntdysfunktion;
Angiographisch > 50% Stenose (“*edge*” oder “*intra-stentgraft*”);
Erfolgreiche Prä-Dilatation mit Residualstenose < 30%.

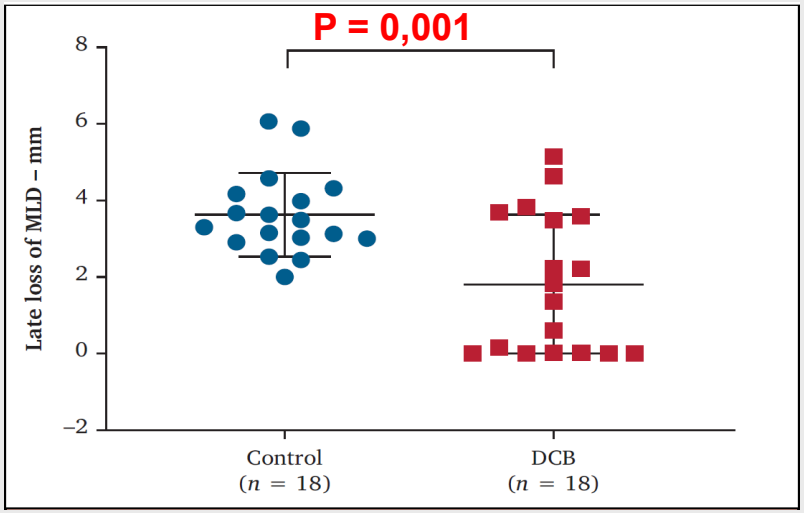
DEB (n=20)

Kontroll-PTA (n=20)

DEB bei In-Stentgraft-Stenosen

Hsieh et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 2023; 66: 253-260

***Minimal lumen diameter* (MLD):**
Angiographisch bestimmt.



Aus: Hsieh et al. Eur J Vasc Endovasc Surg 2023; 66: 253-260

	DEB	Kontrolle	P-Wert
Primäre Offenheit der Läsion nach 6 Mo	159±49 Tage	93±67 Tage	**P = 0,008**
Primäre Offenheit des Shunts nach 6 Mo	110±64 Tage	76±60 Tage	P = 0,13

Weiterer Hinweis für die DEB-Wirksamkeit am Dialyseshunt.

„*Interwoven*“ Stent: 3-Jahresergebnisse bei juxta-anastomotischen Stenosen

Thomas et al. J Endovasc Ther 2023; 30: 176-184

- **Potentieller Vorteil: Hohe Radialkraft, hohe Flexibilität.**
- ***Off-label use***
- **n=59, Radio-cephalica AVF, Stenose < 2,7 mm Durchmesser + klinische Zeichen einer Shuntdysfunktion.**
- **Medianer Diameter 5,5 mm (5,5 – 7,5 mm), mediane Länge 60 mm (30 – 80 mm). Duale TAH für 6 Wochen.**
- **Mittleres Follow-up: 729,6±456 Tage**

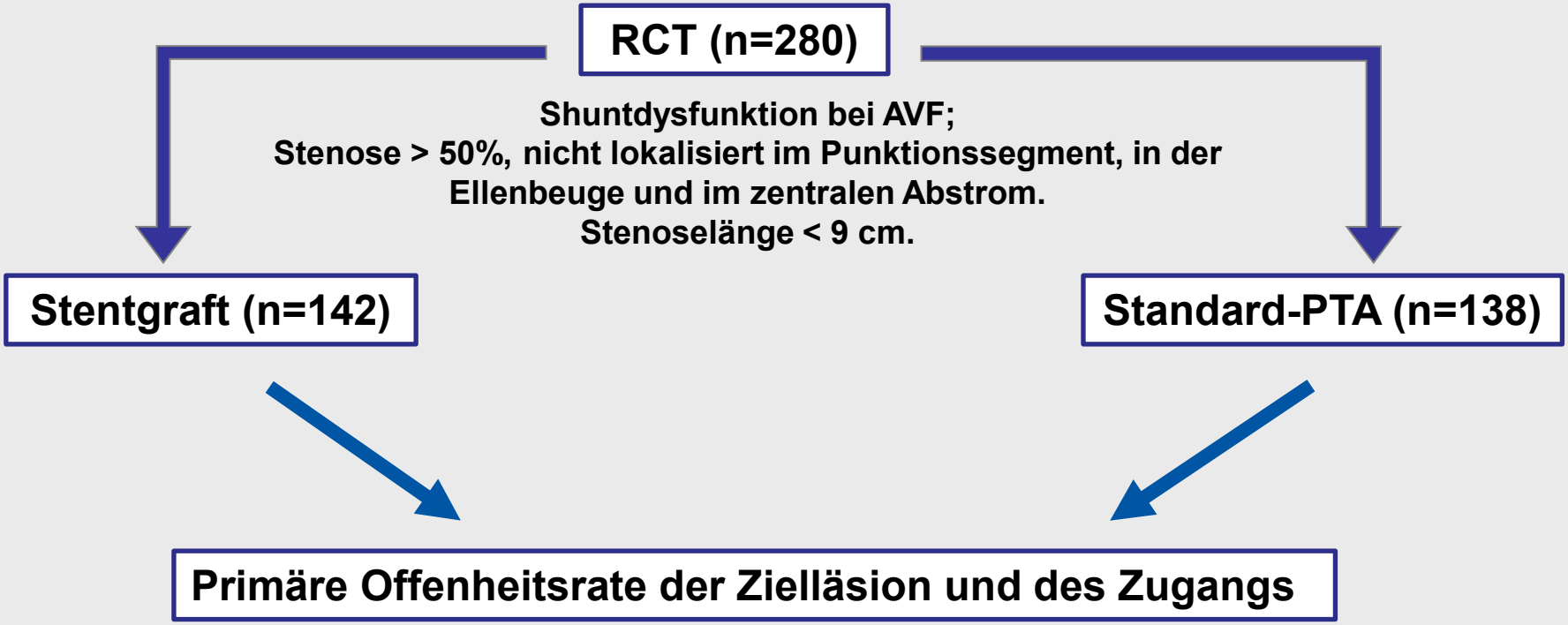
Primäre Offenheitsrate nach 1 Jahr: 68,2±6,6%,
nach 2 Jahren: 53,3±7,5%
nach 3 Jahren: 46,2±8,1%
Assistierte primäre Offenheitsrate nach 3 Jahren: 94,3±3,2%
Re-Interventionsrate: 0,64 (0–3,29) Prozeduren/Patient/Jahr

***Interwoven* Stent zeigt sehr akzeptable Ergebnisse bei Typ 1 Stenosen.**
Cave: *Off label use.* Implantation erfordert Erfahrung.

Stentgrafts bei dysfunktionelle AVF: AVeNEW

Dolmatch et al. Kidney Int 2023; 104: 189-200

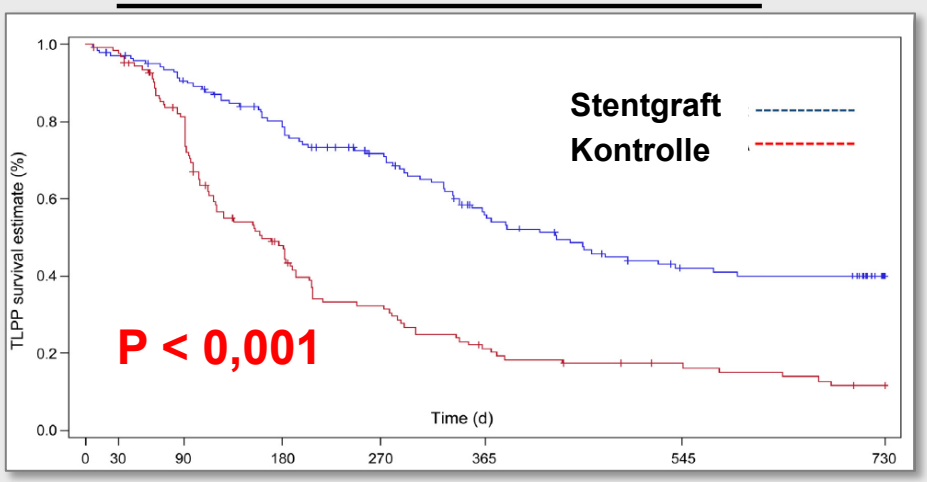
- **Stentgrafts in mehreren RCTs Nutzen am AV-Shunt bewiesen (protheto-venöse Anastomosenstenose, Instent-Stenose), Übersicht in [67].**



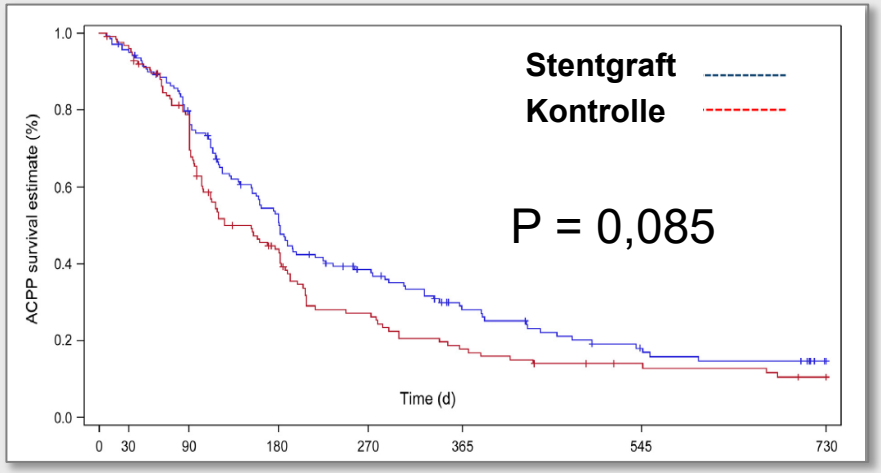
Stentgrafts bei dysfunktioneller AVF: AVeNEW

Dolmatch et al. Kidney Int 2023; 104: 189-200

Primäre Offenheit der Zielläsion



Primäre Offenheit des AV-Shunts



Aus: Dolmatch et al Kidney Int 2023; 104: 189-200

Stentgraft der Standard-PTA in Bezug auf die Zielläsion überlegen, jedoch Benefit für den Patienten mäßig.

6.5 Shuntkomplikationen

6.5.3 AV-Shunts und kardiale Implikationen

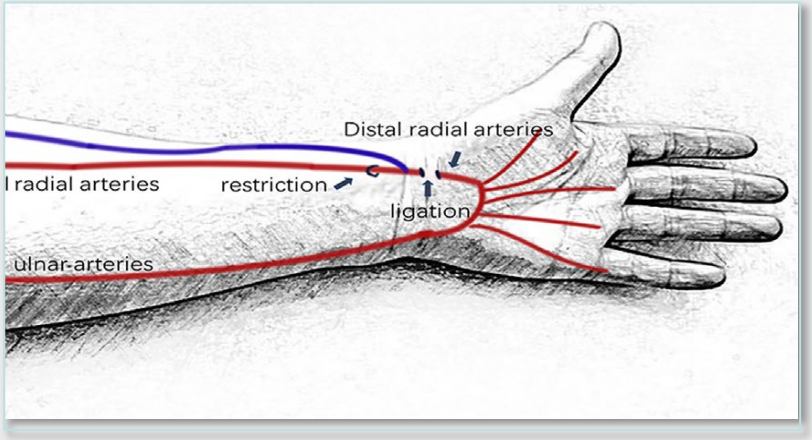
6.5.3.2 *High flow* Shunt

6.5.3.3 *Coronary steal syndrome* (CSS)

Flussreduktion bei *High flow* Shunt

Huang et al. J Vasc Surg. 2023; 78: 526-533

- **Schon geringe Shuntflüsse → strukturelle kardiale Veränderungen**
- **Hohe Shuntflussvolumina (Qa) → hyperdynames Herzversagen.**
- **Maßnahmen zur Flussreduktion ab 2 l/min erwägen.**



Aus: Huang et al. J Vasc Surg 2023; 78: 526-533

<u>Kriterien für Flussreduktion</u>

- **Qa ≥ 1500 ml/min oder Qa/CO ≥ 30%**
- **Einstrom-Arterie > 3 mm**
- **Strukturelle Veränderungen im Echo**
- **Zeichen einer Herzinsuffizienz (HF)**
- **Negativer Allen-Test**

Flussreduktion bei *High flow* Shunt

Huang et al. J Vasc Surg. 2023; 78: 526-533

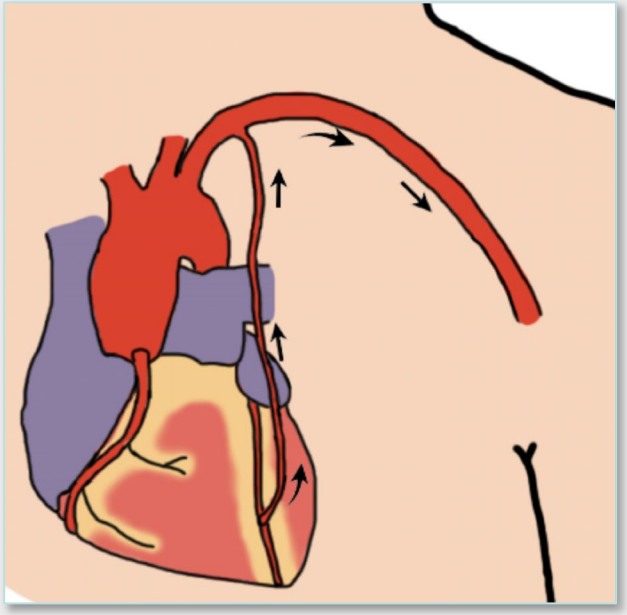
	Vor Flussreduktion	Nach Flussreduktion	P-Wert
Qa	2047±398 ml/min	1001±240 ml/min	**P < 0,001**
Qa/CO	40,18±6,76%	22,34±7,21%	**P < 0,001**
Pulmonalarterien-druck	31,36±8,56 mmHg	27,57±8,98 mmHg	**P < 0,05**
Linksventrikuläre Masseindex (LVMI)	143,1±40,6 g/m^2	131,9±33,4 g/m^2	**P = 0,011**
ADQI Klassen der HF	Übergang in niedrigere Kategorien		**P < 0,001**

Einfluss des Shuntflussvolumen auf Belastbarkeit und Lebensqualität häufig unterschätzt.

„Coronary steal syndrome“ (CSS)

Baudo et al. Trends Cardiovasc Med 2023; online ahead of print

- **Mammaria interna häufiges Konduit für Koronar-Revask. (CB)**
- **Shunt und CB haben gleiche Einstrom-Arterie → mögliche Folge: CSS**



Aus: Baudo et al. Trends Cardiovasc Med 2023; online ahead of print

<u>Review aus 10 Publikationen</u>

→ Ereignisrate für CSS 6,46% (CI 2,1-18,1)

→ Ereignisrate für sympt. CSS 3,99% (CI 0,95 – 15,25).

→ Vergleich ipsilateral/kontralateraler CB:

Späte kardiale Sterblichkeit (OR 1,36; 95% CI 0,78 – 2,37).

CSS-Episoden bei ipsilateralem CB und prox. AVF häufiger (P = 0,0443)

Ipsilateraler CB und AVF möglichst vermeiden

Fazit für Klinik und Praxis

- ✓ *Cutting balloons* bei kurzstreckigen juxtaanastomotischen Senosen einer Standard-PTA überlegen.
- ✓ *Drug eluting balloon* auch bei Stenosen in und an Stentgrafts wirksam.
- ✓ *„Interwoven“*-Stent möglicherweise sinnvolle Ergänzung des Armentariums.
- ✓ Stentgrafts verbessern PTA-Ergebnisse auch bei AVF-Stenosen.
- ✓ Flussreduktion bei *high flow* Shunts (> 2l/min) sinnvoll.
- ✓ Bei Anamnese vor AVF-Anlage auf Mammaria interna-Bypass achten und ggf. in Planung einbeziehen.