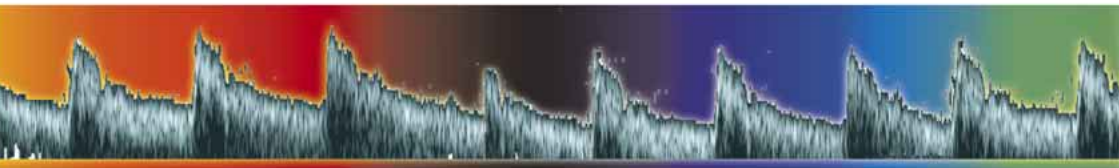


# Duplexsonographie der Gefäße



Kapitel 2  
Katzenschlager R  
Duplexsonographie der  
extrakraniellen Halsgefäße

Krause & Pachernegg GmbH  
VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT

# Duplexsonographie der extrakraniellen Halsgefäße

Reinhold Katzenschlager

## Einleitung

Die farbkodierte Duplexsonographie ist erst seit etwa 1990 verfügbar, trotzdem ist sie bereits weit verbreitet. Diese Methode ist kein völlig neues Sonographieverfahren, sondern eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Technik, bei der die Duplexsonographie mit einer zweidimensionalen farbkodierten Strömungsdarstellung kombiniert wird.

Diese Weiterentwicklung führte im Carotisstromgebiet zur schnelleren Auffindung der Gefäße und zur genaueren Differenzierung der Stenose (vor allem zur Unterscheidung höchstgradige, subtotale Stenose vs. Verschuß) sowie zur besseren Dokumentation. Durch den Einsatz von Echosignalverstärkern können auch hochgradig verkalkte Gefäße mit höherer Genauigkeit untersucht werden.

Vorteilhaft ist die farbkodierte Duplexsonographie auch bei der Darstellung der A. vertebralis und A. subclavia, wo es in einigen Segmenten zu deutlichen Verbesserungen kam.

## 1. Anatomie

Das Gehirn ist gegenüber Hypoxie ein sehr sensibles Organ und wird in der Regel von 4 Arterien (Aa. carotis und Aa. vertebralis) versorgt. Bei 70 % der Menschen findet sich die klassische Anatomie des Aortenbogens und deren Äste. Die meisten Variationen betreffen vor allem die Gefäßabgänge aus dem Aortenbogen.

Vom Aortenbogen entspringt rechts der Truncus brachiocephalicus, welcher sich in die A. carotis communis dextra und A. subclavia dextra aufteilt. Auf der linken Seite geht zuerst die A. carotis communis sinistra vom Aortenbogen ab, dann die A. subclavia sinistra. Die A. carotis communis teilt sich in der Regel auf der Höhe des 4.–6. Halswirbels in die A. carotis interna und A. carotis externa. Der Aufzweigungsbereich ist in der Regel etwas dilatiert und wird als Carotisbulbus bezeichnet. Innerhalb der Carotisbifurkation liegt das Glomus caroticum, ein im Normalfall nicht darzustellender

Chemorezeptor. In etwa 90 % liegt die A. carotis interna dorsal der A. carotis externa, in 10 % liegt die A. carotis interna auf gleicher Höhe medial und in sehr seltenen Fällen liegt sie ventromedial. Die A. carotis interna gibt in 98 % keine Äste extrakraniell ab, seltene Normvariante: Abgang der A. pharyngea ascendens aus der A. carotis interna. Intrakraniell ist der erste abgehende Ast die A. ophthalmica, gefolgt von der A. cerebri media. Die A. carotis externa gibt als ersten Ast die A. thyroidea superior ab, danach die A. lingualis und dann die A. facialis. Die wichtigste Verbindung zwischen A. carotis interna und A. carotis externa geht über die Äste A. ophthalmica und A. facialis, wobei die periorbitalen Äste (A. supratrochlearis und A. supraorbitalis) und die A. angularis anastomosieren.

Die Aa. vertebrales entspringt beidseitig aus der A. subclavia auf Höhe des 6. Halswirbels, verläuft teilweise intraossär und vereinigt sich zur A. basilaris (Abb. 1).

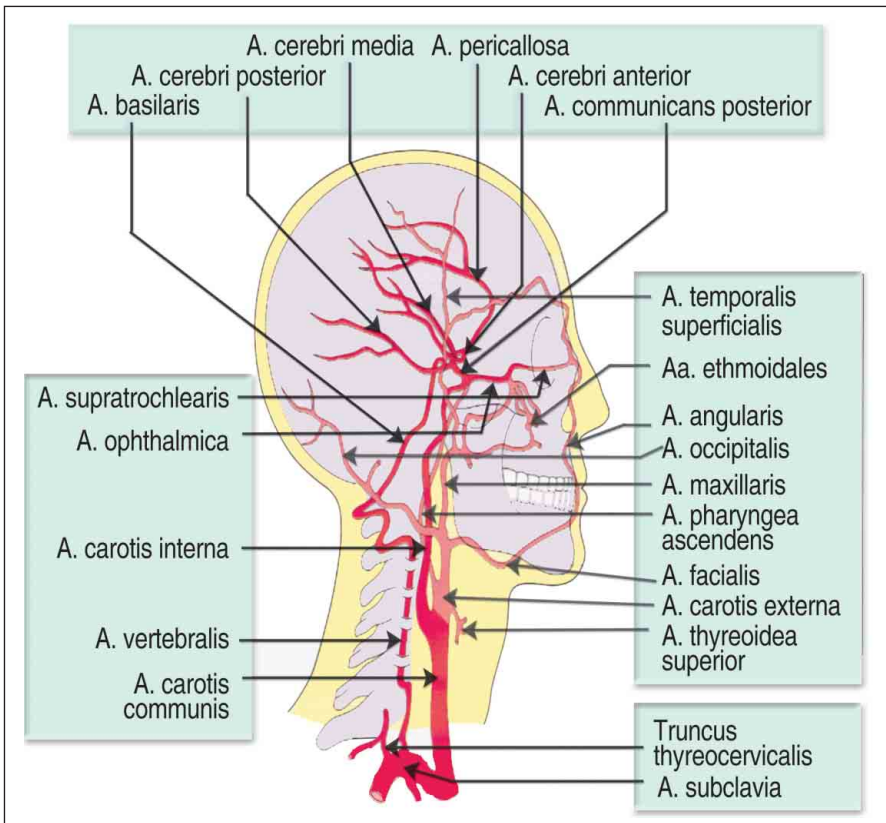


Abbildung 1: Anatomie der extra- und intrakraniellen Gefäße

## 2. Untersuchungstechnik

### Voruntersuchungen

Zu Beginn jeder Untersuchung sollte eine ausführliche Anamnese durchgeführt werden, anschließend sollte eine beidseitige Messung des arteriellen Blutdruckes durchgeführt werden, wobei eine Differenz bis 10 mmHg als physiologisch zu bewerten ist.

### Apparative Voraussetzungen

Für die farbkodierte Duplexsonographie der extrakraniellen Carotiden sollten nur Linearschallköpfe (5 MHz. bzw. 7,5 MHz) verwendet werden, wobei bei Erwachsenen und vor allem bei Adipösen mit dem 5 MHz Schallkopf eine zufriedenstellende Darstellung erzielt wird. Sehr schlanke Patienten und Kinder sollten mit dem 7,5 MHz Schallkopf untersucht werden. Bei sehr stark verkalkten Gefäßen ist der Einsatz von Echosignalverstärkern oft sehr hilfreich.

### Patientenlagerung

Der Patient wird in Rückenlage gelagert, der Kopf sollte leicht überstreckt werden, dafür eignet sich ein kleines Kissen oder eine Nackenrolle. Die Hände sollen bei entspannter Schultermuskulatur gestreckt neben dem Körper liegen. Bei der Untersuchung soll zur Verhinderung von Artefakten der Patient gleichmäßig flach atmen, nicht sprechen und möglichst wenig schlucken.

### Untersucherposition

Der Untersucher sitzt entweder hinter dem Patientenkopf oder alternativ neben der rechten Patientenseite. Bei Position „Untersucher hinter dem Patientenkopf“ empfiehlt es sich, die rechte Seite des Patienten mit der rechten Hand und die linke Seite mit der linken Hand zu untersuchen.

### Untersuchungsablauf

Beginn in der Regel mit der rechten Seite, mit Aufsuchen der A. carotis communis, danach Scan im Längsschnitt zuerst soweit kaudal wie möglich, danach nach kranial bis Bifurkation. Danach Messung von Intima, Gefäßdurchmesser, Doppler-Spektrum mit Dokumentation nach Winkelkorrektur auf 50–60°.

Es folgt die Untersuchung der A. carotis interna (Längsschnitt beginnend von der Bifurkation nach kranial soweit wie möglich, wenn erforderlich auch Querschnitt), danach Messung von Intima, Gefäßdurchmesser, Doppler-Spektrum mit Dokumentation nach Winkelkorrektur auf < 60°.

Danach Untersuchung der A. carotis externa (Längsschnitt beginnend von der Bifurkation nach kranial soweit wie möglich, wenn erforderlich auch Querschnitt), danach Messung von Intima, Gefäßdurchmesser, Doppler-Spektrum mit Dokumentation nach Winkelkorrektur auf  $< 60^\circ$ .

Abschließend wird die Untersuchung der A. vertebralis durchgeführt: Längsschnitt zwischen Querfortsätzen der Halswirbelkörper, danach sowohl nach kranial als auch nach kaudal soweit wie möglich, wenn notwendig bei Verdacht auf Subclavian-Stealphänomen Provokationsmanöver mit Faustschlußprobe. Für die Dokumentation notwendig ist die Messung von Gefäßdurchmesser und Doppler-Spektrum nach Winkelkorrektur auf  $< 60^\circ$ .

Nach Untersuchung der rechten Seite erfolgt dasselbe Vorgehen auf der linken Seite, wobei von Vorteil ist, wenn der Kopf leicht nach rechts gedreht wird.

### 3. Normalbefunde

#### A. carotis communis

Die Lumenweite der A. carotis communis ist bis zum Erreichen des Carotisbulbus im wesentlichen konstant, der Gefäßdurchmesser beträgt etwa 7 mm, die Flußgeschwindigkeit im Mittel 0,7 systolisch/0,2 enddiastolisch m/sec. Der Carotisbulbus ist physiologischerweise erweitert, dadurch kommt es zu einer Verlangsamung des Blutflusses und zu randständigen Flußseparationen (Abb. 2).

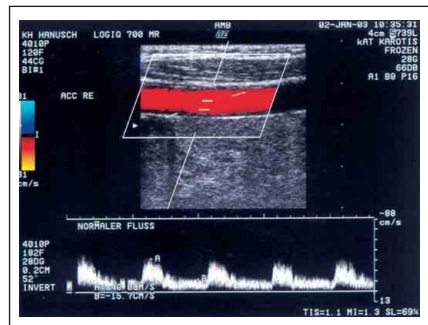


Abbildung 2: Normalbefund der A. carotis communis

#### A. carotis interna

Das Flußmuster (Abb. 3) ist kontinuierlich mit deutlichem, orthogradem Fluß in der Diastole. Der Gefäßdurchmesser beträgt in etwa 5 mm, die Flußgeschwindigkeit 0,8 systolisch/0,2–0,4 enddiastolisch m/sec. Anatomisch liegt sie meist neben der V. jugularis interna. Gefäßabgänge sind in der Regel bis zur Schädelbasis keine zu finden, seltene Normvariante: Abgang der A. pharyngea ascendens.

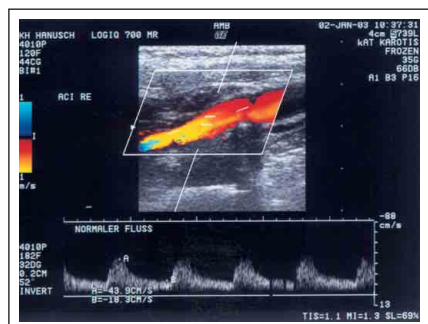


Abbildung 3: Normalbefund der A. carotis interna

### A. carotis externa

Das Flußmuster ist pulsatiler als in der A. carotis interna, in der Diastole kommt es fast zum Nullfluß oder zu einem kurzdauernden Rückfluß (Abb. 4a und 4b, Tab. 1). Der Gefäßdurchmesser beträgt in etwa 4 mm, die Flußgeschwindigkeit 0,8 systolisch/0,2 enddiastolisch m/sec. Anatomisch liegt sie meist in Distanz zur V. jugularis interna. Die meistens zu sehenden Gefäßabgänge sind A. thyroidea superior, A. facialis sowie A. maxillaris.

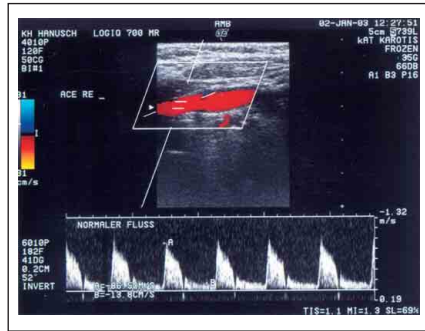


Abbildung 4a: Normalbefund der A. carotis externa

### A. vertebralis

Die A. vertebralis weist ein ähnliches kontinuierliches Flußprofil wie die A. carotis interna. Sie weist bis zur Schädeldecke keine Abgänge auf. Der Durchmesser beträgt 3–5 mm, Flußgeschwindigkeit beträgt 0,3–0,6 m/sec systolisch und 0,06–0,3 m/sec enddiastolisch (Abb. 5).

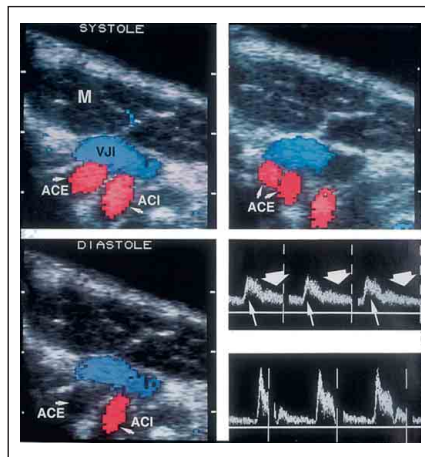


Abbildung 4b: A. carotis interna und A. carotis externa: Unterschied mit Dopplerkurven

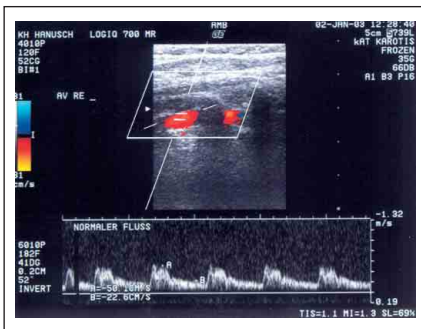


Abbildung 5: Normalbefund der A. vertebralis

Tabelle 1: Unterscheidungskriterien von A. carotis interna und A. carotis externa

	A. carotis interna	A. carotis externa
Flußmuster	meist kontinuierlich	pulsatil
Abgänge	keine	A. thyroidea superior, A. facialis, A. maxillaris
Lumenweite	größer als ACE	kleiner als ACI

## 4. Pathologische Befunde der Carotistrombahn

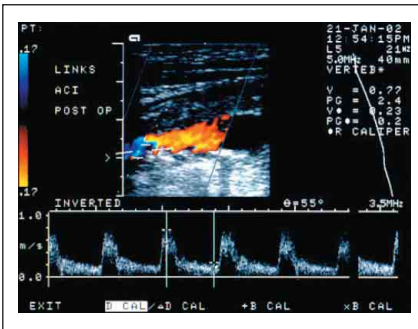
### Hämodynamisch nicht wirksame Plaques (Stenosegrad < 25 %)

Umschriebene, sehr glatte Auflagerungen, meist im Carotisbulbus am Abgang der A. carotis interna bzw. A. carotis externa lokalisiert. Die Lumeneinengung ist sehr gering, daher findet sich keine Flußbeschleunigung ( $V_{max} < 1$  m/sec syst.).

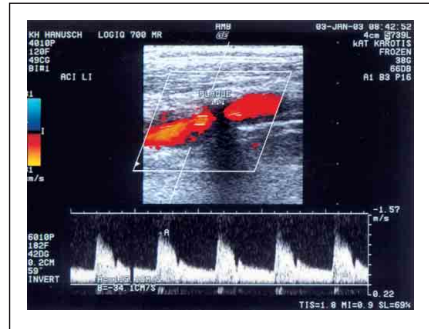
Die Plaques sind, wenn sie echoarm imponieren, eher frisch, bei mittlerer Echogenität fibrös und wenn sie sehr echoreich imponieren und Schallschatten werfen, verkalkt. Meistens sind die Plaques eher gemischt, das heißt teilweise echoreich, teilweise echoarm (Abb. 6).

### Geringgradige Stenosen (Stenosegrad 25–50 %)

Eine Stenose ist prinzipiell erkennbar durch Reduktion des perfundierten Lumens, bedingt durch wandständige, in das Lumen vorragende Plaques, wo-



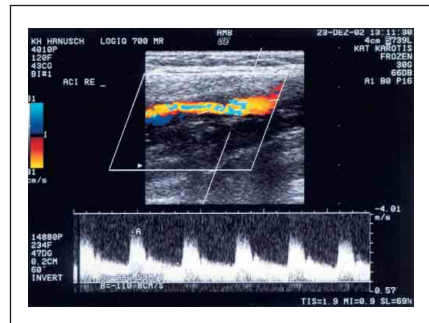
**Abbildung 6:** Hämodynamisch nicht wirksame, eher fibröse, nicht glatte Plaques in ACI links ( $V_{max}$  0,7/0,2 m/sec)



**Abbildung 7a:** Kalkhaltige Plaque, die die ACI links etwa 25–50 % stenosierte ( $V_{max}$  1,15/0,3 m/sec)



**Abbildung 7b:** Plaque, die die ACI links 50–69 % stenosierte ( $V_{max}$  1,6/0,4 m/sec)



**Abbildung 7c:** Hochgradige > 70 % ACI-Stenose rechts ( $V_{max}$  2,9/1,1 m/sec)



durch es zu typischen Flußveränderungen kommt: Intrastenotische Flußbeschleunigung, poststenotische Flußseparationen und Turbulenzen. Die Flußbeschleunigung ist bei einer 25–50 % Stenose 1,0–1,3 m/sec systolisch und enddiastolisch  $< 0,5$  m/sec (Abb. 7a).

### Mittelgradige Stenosen (Stenosegrad 50–70 %)

Im wesentlichen morphologisch dasselbe Bild wie bei der oben beschriebenen geringgradigen Stenose, jedoch mit deutlicher Reduktion des perfundierten Lumens. Daher kommt es auch zu deutlicheren Flußveränderungen: Höhere intrastenotische Flußbeschleunigung, deutlichere poststenotische Flußseparationen und Turbulenzen. Die Flußbeschleunigung beträgt bei einer 50–70 % Stenose  $> 1,3$  m/sec systolisch und  $< 1$  m/sec enddiastolisch (Abb. 7b).

### Hochgradige Stenosen (Stenosegrad $> 70$ %)

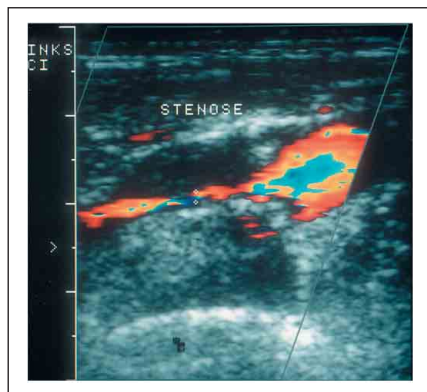
Hier ist die Lumenreduktion definitionsgemäß noch größer, daher kommt es zu noch deutlicheren Flußveränderungen: höhere intrastenotische Flußbeschleunigung, deutlichere poststenotische Flußseparationen und Turbulenzen. Die Flußbeschleunigung ist bei einer  $> 70$  % Stenose  $> 1,3$  m/sec systolisch und  $> 1$  m/sec enddiastolisch (Abb. 7c).

### Filiforme Stenose (Stenosegrad $> 90$ %)

Hier findet sich nur mehr ein filiformes Restlumen und die Flußveränderungen sind hier am deutlichsten ausgeprägt. Die Flußbeschleunigung ist bei einer  $> 90$  % Stenose mindestens  $> 1,3$  m/sec systolisch und enddiastolisch  $> 1$  m/sec, häufig noch deutlich höher (Abb. 8).

### Verschlüsse

Hier findet sich im verschlossenen Gefäß kein Fluß, unmittelbar vor dem Verschuß kommt es zu einer deutlichen Flußverlangsamung. Bei einem Verschuß der A. carotis interna verändert sich auch der Fluß der A. carotis externa, er wird im Flußprofil ähnlich der A. carotis interna. Weiters wird die A. vertebralis sehr oft, wenn sie nicht pathologisch verändert ist, sehr kräftig (Abb. 9).



**Abbildung 8:** Filiforme ACI-Stenose durch echoarmen, eher weichen, wandständigen Thrombus



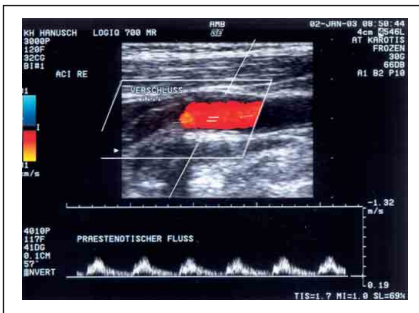
## 5. Seltene Pathologien

### Dissektion der extrakraniellen Carotiden

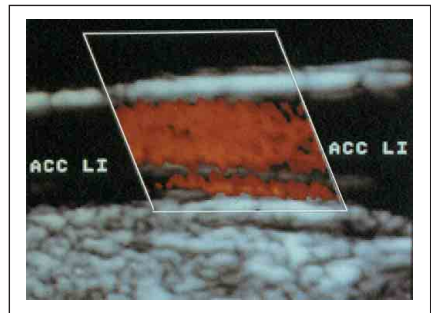
Meistens vom Aortenbogen bei einem thorakalen Aortenaneurysma Typ I auf die extrakraniellen Carotiden fortgeleitet. Sonographisch sieht man zwei Lumina mit unterschiedlicher Flußgeschwindigkeit. Oft handelt es sich auch um ein Residuum nach erfolgreicher operativer Behandlung eines thorakalen Aortenaneurysmas (Abb. 10).

**Tabelle 2:** Kriterien zur Einteilung von Carotisläsionen (Hood et. al. J Vascular Surgery 1996; 23: 254–61)

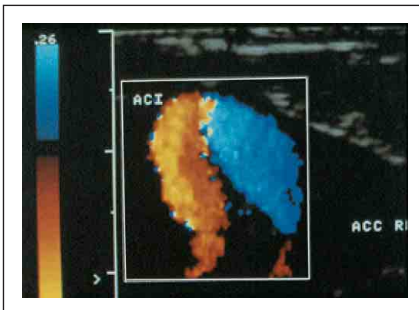
Durchmesserreduktion (%)	Max. Flußgeschwindigkeit	
	Syst. (cm/s)	Enddiastol. (cm/s)
0–25	< 110	< 50
25–50	110–129	< 50
50–70	> 130	< 100
> 70	> 130	> 100
Verschuß	kein Signal	



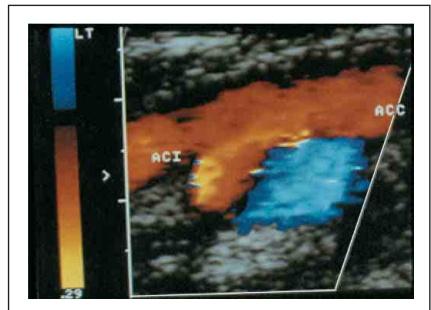
**Abbildung 9:** Verschuß der ACI durch einen echoarmen, eher weichen Thrombus



**Abbildung 10:** Dissektion der ACC



**Abbildung 11:** Kinking der A. carotis interna



**Abbildung 12:** Aneurysma der A. carotis interna mit turbulentem Fluß

## Pulsierende Schwellung am Hals

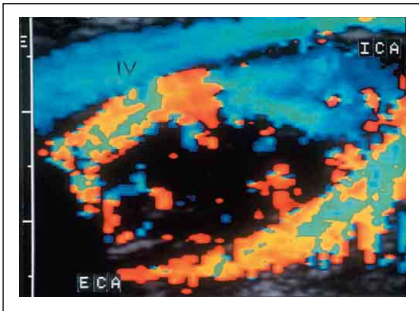
Gefäßschleifen (Schlängelung, Coiling, Kinking) der A. carotis comunis und A. carotis interna sind die häufigsten Ursachen (Abb. 11). Sehr selten kann die Ursache ein Aneurysma der A. carotis com. oder der A. carotis interna sein (Abb. 12).

## Glomus-Caroticum-Tumor

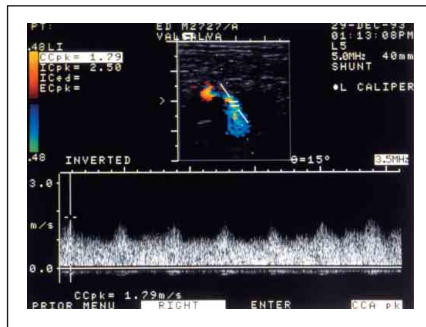
Tumor, der von den Chemorezeptoren im Bereich der Carotisbifurkation ausgeht. Der Tumor liegt zwischen A. carotis interna und A. carotis externa, spreizt die Carotisgabel und ist sehr stark vaskularisiert (Abb. 13).

## Zervikale AV-Fistel

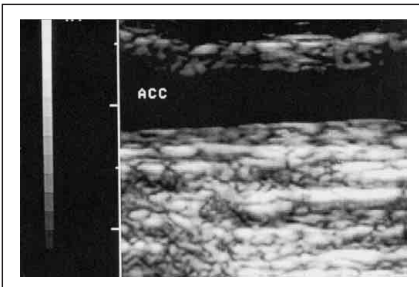
Ausgeprägte Erweiterung der Vene mit sehr schneller Jet-Strömung in die Vene (Abb. 14).



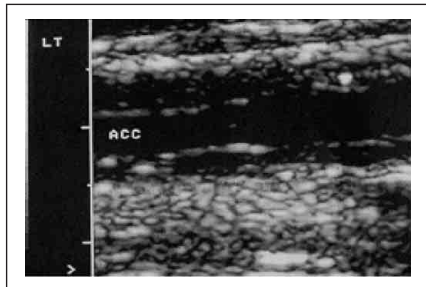
**Abbildung 13:** Glomustumor zwischen A. carotis interna und A. carotis externa.



**Abbildung 14:** AV-Fistel



**Abbildung 15:** Intima-Mediaverdickung bei Riesenzellarteriitis



**Abbildung 16:** Intima-Mediaverdickung bei St. p. Radiatio

## Vaskulitis und Strahlenangiopathie

- Arteriitis (M. Takayasu, Riesenzellerarteriitis): Langstreckige, echoarme Verdickung der Intima-Media in der A. carotis communis. Langstreckige Strömungsbehinderungen in A. subclavia und A. carotis communis meist beidseits (Abb. 15).
- Strahlenangiopathie: Nach St. p. Radiatio am Hals langstreckige, teils echoarme, teils echoreiche Intima-Mediaverdickung der A. carotis communis (Abb. 16).

## Pathologien der A. vertebralis

- Hypoplasie: Einseitige Kaliberschwankung, Lumendurchmesser < 2 mm, kontralaterale Hyperplasie, Strömungsgeschwindigkeit im Seitenvergleich niedrig (Abb. 17)

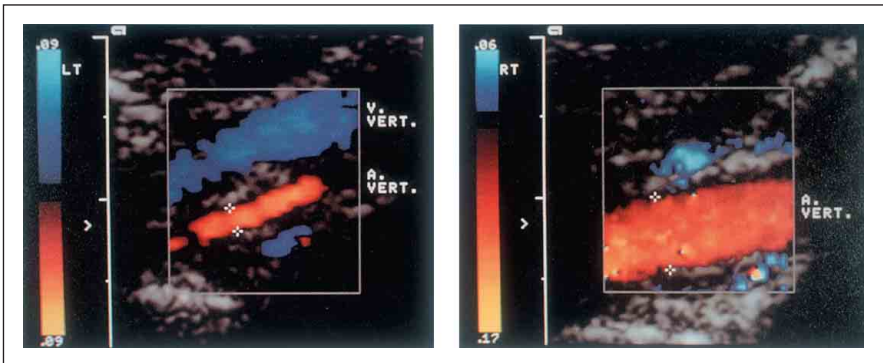


Abbildung 17: Hypoplasie der A. vertebralis und Hyperplasie der kontralateralen A. vertebralis

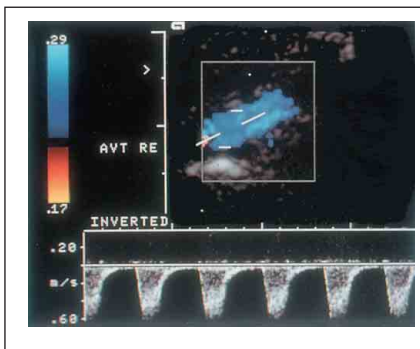


Abbildung 18: Retrograder Fluß in der A. vertebralis rechts

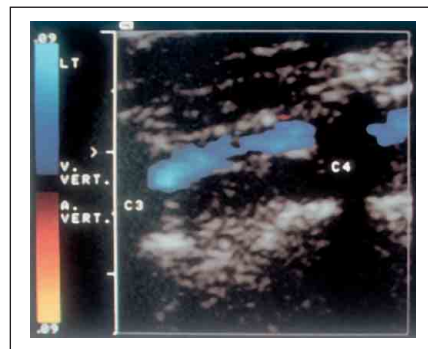
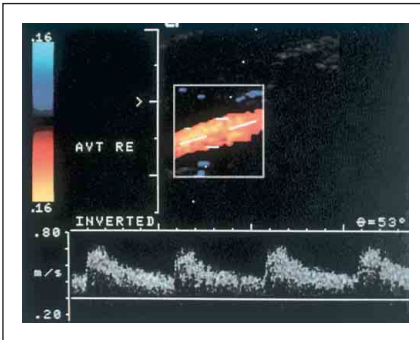
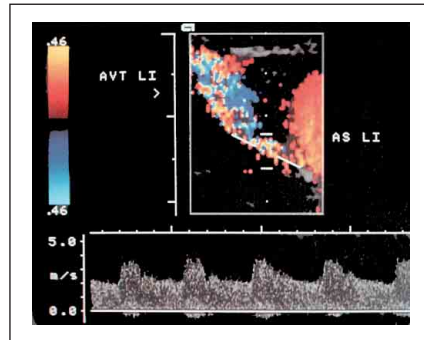


Abbildung 19: V. vertebralis und verschlossene A. vertebralis



**Abbildung 20:** Prästenotischer Fluß in normalkalibriger A. vertebralis bei intrazerebralem Verschluss



**Abbildung 21:** Hochgradige Abgangsstenose der A. vertebralis links (Vmax 4 m/sec)

- Subclavian-Stealphäomen: Retrograder Fluß in der A. vertebralis bei Läsion in der A. subclavia bzw. rechts im Truncus brachiocephalicus (Abb. 18)
- Verschluss extrakraniell: Kein Fluß zu orten, nur die Vene ist darstellbar (Abb. 19)
- Verschluss intrakraniell: Typischer prästenotischer, langsamer Fluß (Paukenschlagfluß) (Abb. 20)
- Stenosen: Meist im Abgangsbereich, typische Stenosezeichen: Turbulenzen und Flußbeschleunigung (Abb. 21)

### Weiterführende Literatur:

Arning CH. Farbkodierte Duplexsonographie der hirnersorgenden Arterien. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 1999.

Wolf KJ, Fobbe F. Farbkodierte Duplexsonographie. Grundlagen und klinische Anwendung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 1993.

Neuerburg-Heusler D, Hennerici M. Gefäßdiagnostik mit Ultraschall. Lehrbuch und Atlas. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 1999.

Braun B. Ultraschalldiagnostik. Ecomed; 1994.

ANTWORTFAX

Katzenschlager R. et al. (Hrsg.)

# Duplexsonographie der Gefäße

4. Auflage 2015/16

Hiermit bestelle ich

\_\_\_ Exemplar(e)  
zum Einzelpreis von € 15,-  
(im Ausland zzgl. Versandkosten)

Name

Anschrift

Datum, Unterschrift

## Einsenden oder per Fax an:

Krause & Pachernegg GmbH, Verlag für Medizin und Wirtschaft,  
Postfach 21, A-3003 Gablitz, **FAX: +43 (0) 2231 / 612 58-10**

## Bücher & CDs

Homepage: [www.kup.at/cd\\_buch](http://www.kup.at/cd_buch)

