



# Bluthochdruck - die schleichende Gefahr

Medizinische Grundlagen, **korrekte  
Messungen**, Vorsorge und  
Behandlung

Dienstag, 24. April 2007 18:00 – 19:30 Uhr

*Stephen Hales 1733*

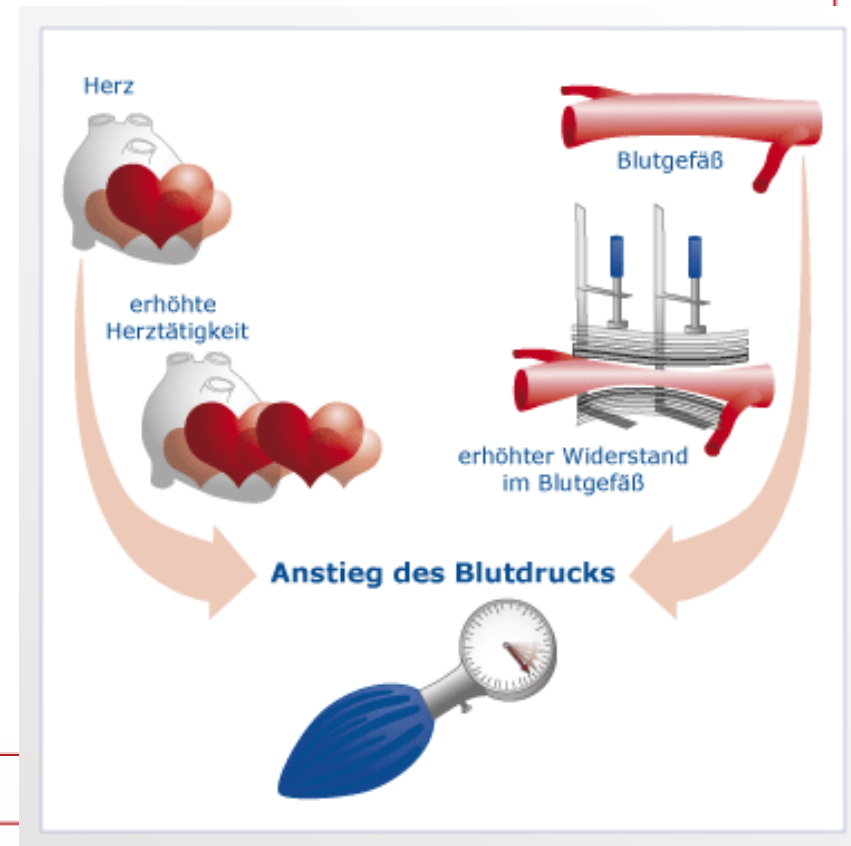


# Physikalische Grundlagen

**Blutdruck (BD):** Druck des strömenden Blutes in den Blutgefäßen  
im klinischen Sprachgebrauch = **arterielle Blutdruck**

## Bestimmende Faktoren:

- Schlagvolumen des Herzens =  
Auswurfmenge pro Herzschlag
  - Gefäßwiderstand
  - Beschaffenheit und Füllungszustand  
der Gefäße
- bei Abfall: reflektorischer Pulsanstieg

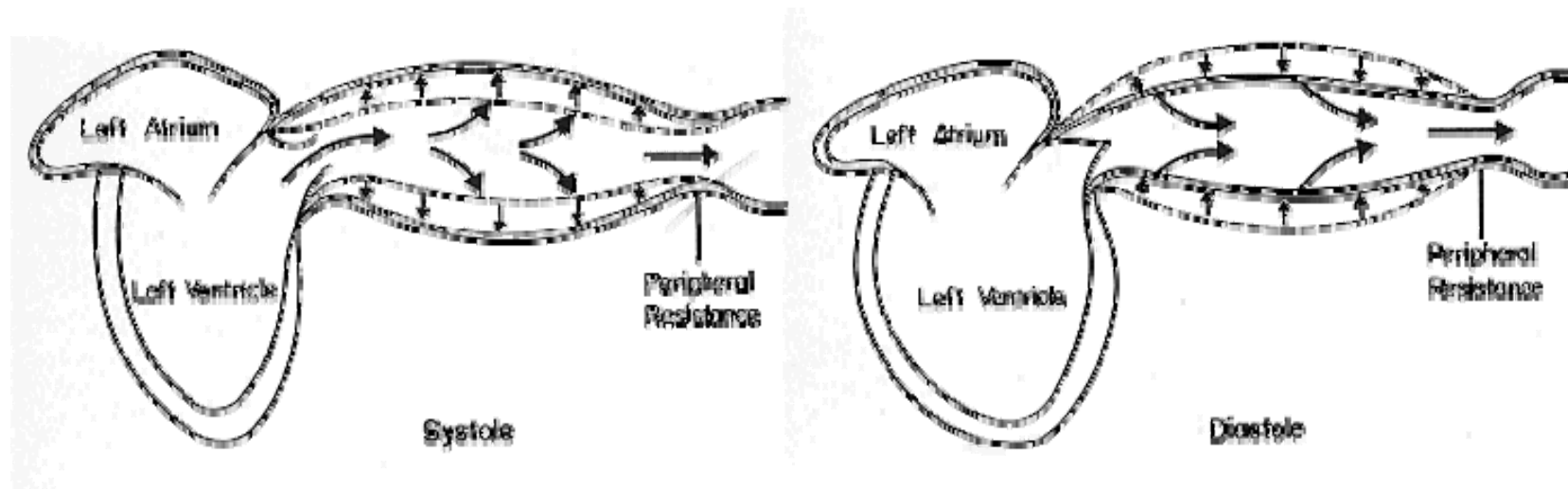




# Physikalische Grundlagen

## Ursachen:

- 1) Pumpleistung beim Zusammenziehen des Herzmuskels (Systole)
- 2) Gefäßwiderstände, gegen die das Herzzeitvolumen gefördert wird



Windkesselfunktion der Aorta



# Physikalische Grundlagen

**Einheit:** mm Hg (mm Quecksilbersäule) über Atmosphärendruck

→ 1 Torr = 1 mm Hg = 133,322 Pa

(Umrechnung: 100.000 Pa = 750 mm Hg = 1 bar)

Blutdruck	p(mm Hg)	p(mbar)	p(kPa)
systolischer Blutdruck	120	160	16.0
diastolischer Blutdruck	80	107	10.7

Vergleich: Atmosphärendruck auf der Erdoberfläche

1013 mbar = 101,325 kPa ~ 1/6 Systole



# Physikalische Grundlagen



Blutdruck =  $\Sigma$  (Schweredruck, Staudruck)

$$\rho \cdot g \cdot h$$

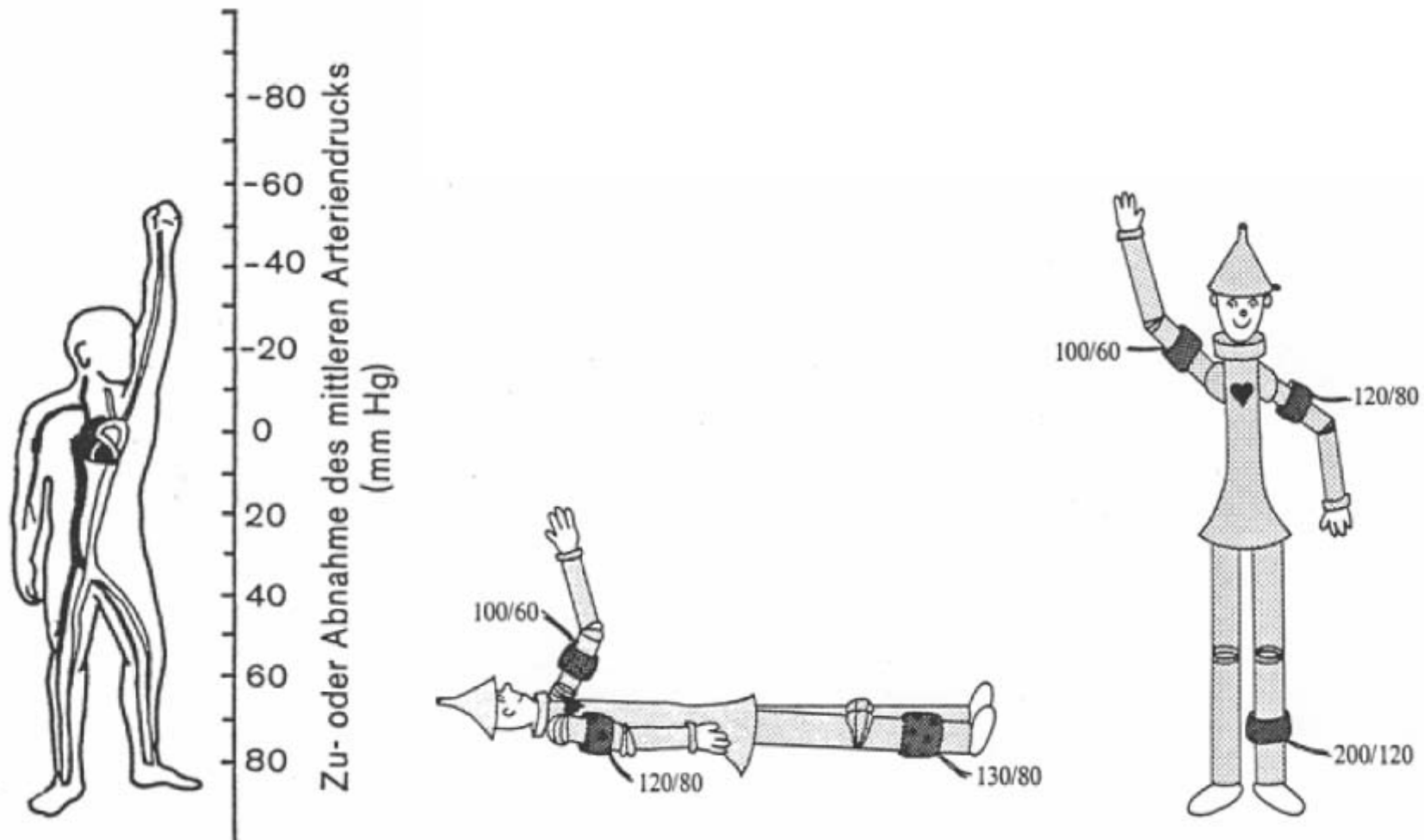
$$\frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Messhöhe:  
10 cm Höhenniveau  
 $\approx 7,6$  mm Hg

Durch Manschettendruck wird der Blutfluß gestoppt. Nach Freigabe ruckartiger Fluß (Turbulenzen – Korotkoff-Geräusche).



# Physikalische Grundlagen





# Technik des Messens

**1) indirekte, unblutige Messung:** Messung erfolgt mit Gegendruck - manuell mit Manschette, Handbalg, Manometer u. Stethoskop

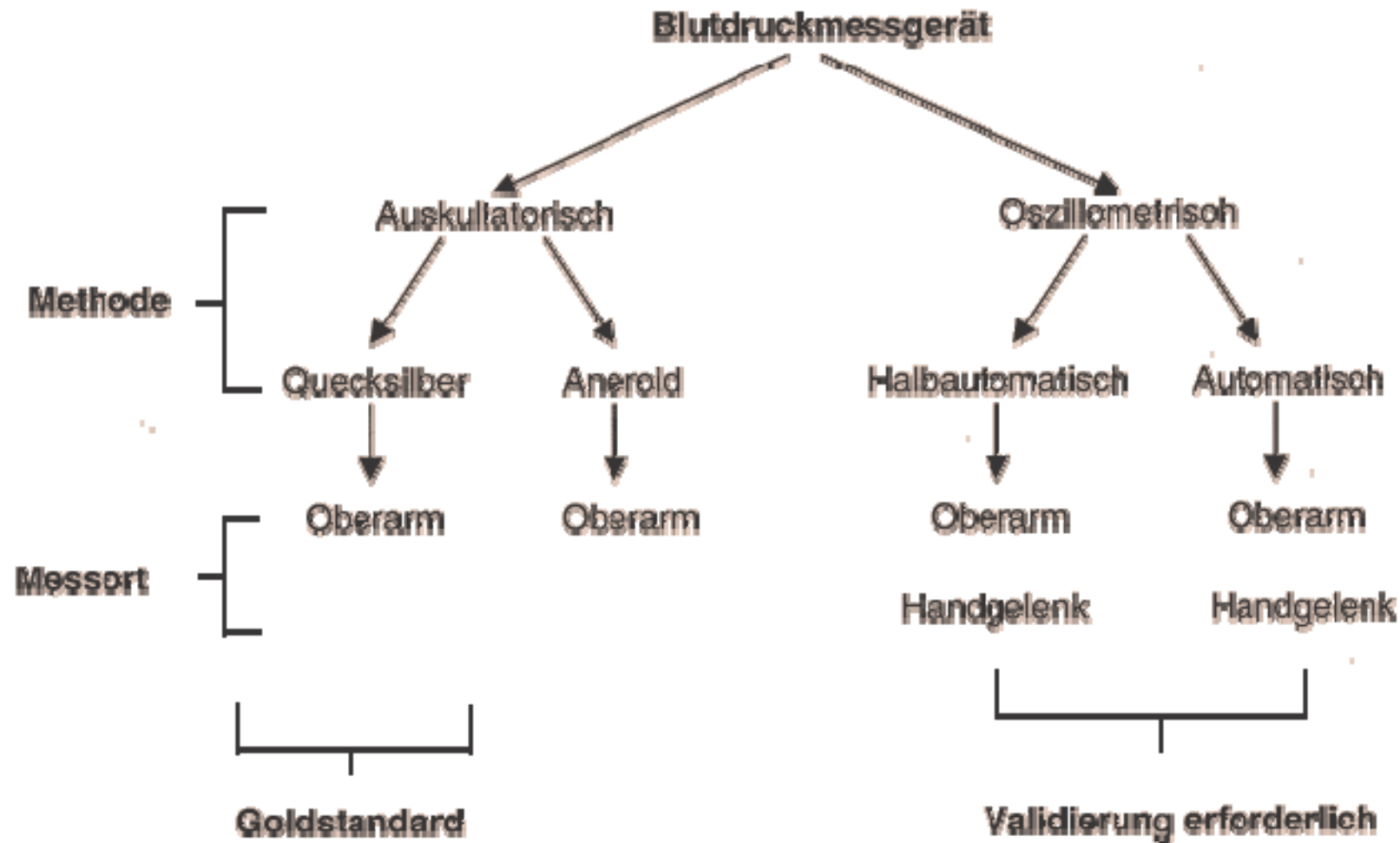
- ***Palpationstechnik (Riva Rocci)***
- ***Auskultatorische Methode (Korotkoff)***
- ***Oszillometrische Methode***



**2) direkte, blutige Blutdruckmessung:** mit einem arteriellen Katheter



# Technik des Messens





# Technik des Messens

## a) Palpationstechnik

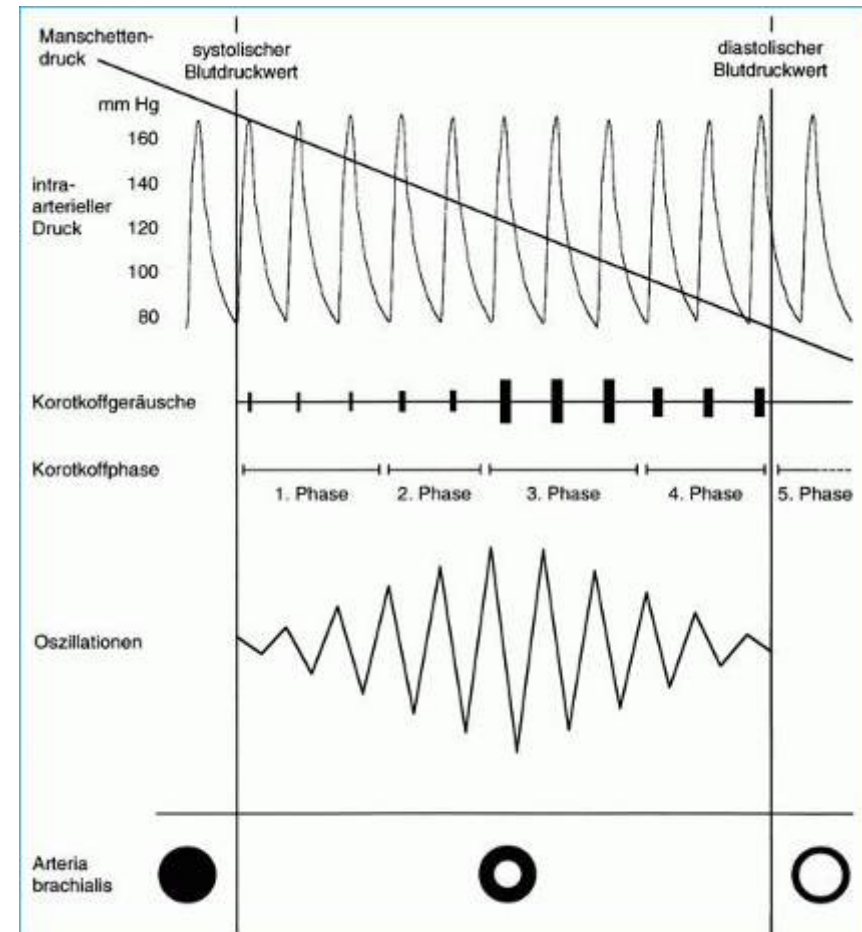
→ Puls (Systolischer Wert)

## b) Auskultatorische Methode

→ Stethoskop (Systolischer und Diastolischer Wert)

## Korotkoff-Geräusche:

Turbulente Strömung



Eckert S Journal für Hypertonie 2006; 10 (3): 7-13 ©



# Hg- und Aneroid-Meßgerät





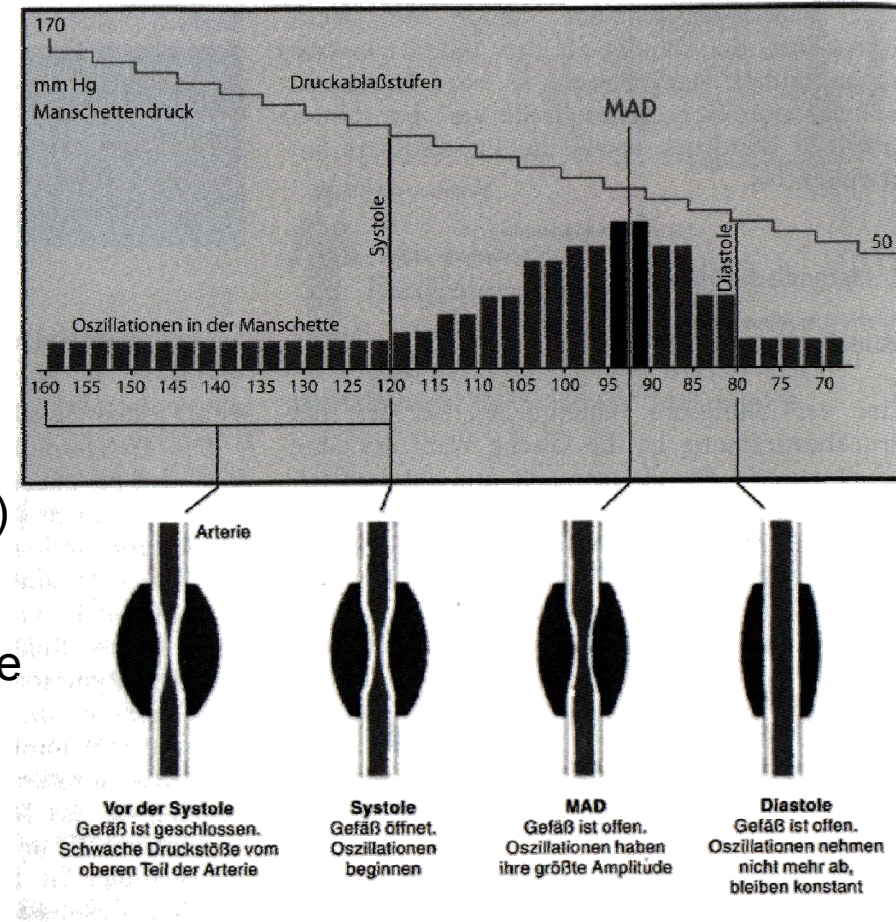
# Technik des Messens

## **Oszillometrische Methode:**

Detektion der Druckschwankungen der Pulswelle (Oszillation) durch Druckwandler und Umrechnung in Blutdruckwerte.

Die stärkste Oszillation wird mit dem mittleren arteriellen Druck (MAD) gleichgesetzt → daraus werden der systolische (SBD) und der diastolische Druck (DBD) berechnet.

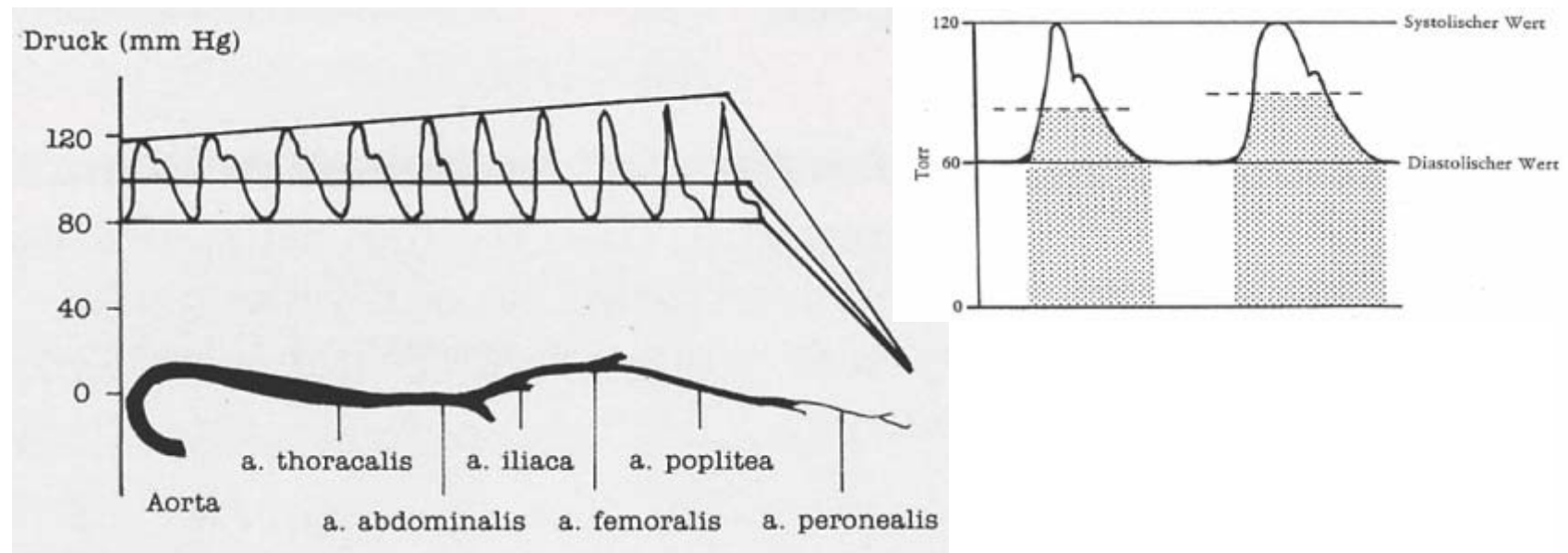
$$\text{MAD} \approx (\text{SBD} - \text{DBD})/3 + \text{DBD}$$





# Technik des Messens

## Arterielle Pulswelle – Änderung im Verlauf des Gefäßbaumes



dreieckige Form → der für die Organdurchblutung maßgebliche mittlere arterielle Druck (MAD) ist also **nicht das arithmetische Mittel** des Systolischen und des diastolischen Druckes, sondern das **Zeitintegral**.



# Messgeräte - Oszillometrie





# Kritisches: Auskultatorische Methode

- Messung setzt genaue Palpation der Arteria brachialis und somit genaue Platzierung des Stethoskops oder des Mikrophons voraus.
- Auskultation setzt das Vorhandensein der Korotkoff-Töne voraus.
- Beeinträchtigung durch Umgebungslärm.
- Störung durch Artefakte wie Muskelgeräusche und Bewegungen.
- Messung bei fettleibigen Patienten oft schwierig.



# Kritisches: Oszillometrische Methode

- Prinzipiell anderes Messverfahren → Messungen ergeben andere Werte
- Geräte müssen gegenüber der auskultatorischen Methode validiert werden.
- Kein allgemein anerkannter Algorithmus: je nach Algorithmus unterschiedliche systolische und diastolische Werte bei unterschiedlichen Geräten.
- Unterschätzung von hohen Druckwerten ( $> 140$  mm Hg).
- Hohe Anfälligkeit für Bewegungsartefakte.
- Ausrichtung auf Herzhöhe ist besonders wichtig!



# Vorteile: Oszillometrie vs. Auskultatorisches Vefahren

- Kein Stethoskop oder Mikrophon.
- Messung bei Umgebungsgeräuschen möglich.
- Messung ist bei schwachen (z.B. bei fettleibigen Personen) oder fehlenden (z.B. bei auskultatorischer Lücke) Korotkoff-Tönen möglich.
- Technischer Aufwand geringer → Geräte meist billiger.
- Geräte sind klein und einfacher transportabel.



# Ort der Messung

- a) **Oberarm (Arteria brachialis): Standardmethode** und **Referenz** bei der klinischen Validierung - Auskultatorische Methode
- b) **Handgelenk:** einfach und schnell - ausschließlich oszillometrisch  
Einsatz: Therapieüberwachung zu Hause



# Halbautomat oder (Voll)automat

- a) **Halbautomat:** Druckmanschette, digitales Messgerät und Gummiball  
Aufpumpen manuell, ablassen automatisch  
Verwendung: nur für Oberarm



- b) **(Voll)automat:** Druckmanschette, digitales Messgerät und elektrische Pumpe  
Aufpumpen automatisch, ablassen automatisch  
Verwendung: Oberarm und Handgelenk





# Kritisches: Messung am Handgelenk

- Blutdruckwerte am Handgelenk stimmen in der Regel mit den Werten am Oberarm nicht überein (bis zu 5-10 mm Hg Differenz) → deshalb vor der Anwendung im klinischen Bereich Vergleichsmessungen mit dem Goldstandard durchführen (keine Handgelenkgeräte, wenn Abweichung >10 mm Hg).
- Für Messungen bei Patienten mit Diabetes mellitus oder fortgeschrittener Arteriosklerose ungeeignet, da sowohl die Arteria radialis wie die Arteria ulnaris durchgängig sein müssen (Allen-Test).
- Sehr bewegungsempfindlich!
- **Messung muss auf Herzhöhe erfolgen, der Arm soll abgestützt sein!**



# Technische Validierung

**CE-Zertifizierung** (Europäische Norm) seit 1995: nicht invasive Messgeräte dürfen das CE-Zeichen tragen, die nach der Europäischen Norm (EN-1060) für Nicht invasive Blutdruckmessgeräte validiert werden

**Ziel:** Harmonisierung der Gerätequalität in der EU

**5 Prüfbereiche** müssen in der CE-Zertifizierung abgedeckt sein:

- Messgenauigkeit.
- Einflüsse der Umgebungsbedingungen.
- Konstruktion.
- Anzeige (Display), Bedienungsanleitung.
- Sicherheit.





# Leistungsvergleich: MT-Projekt

**Kritische Prüfung der am Markt erhältlichen Geräte (Oberarm und Handgelenk - Oszillometrie)**

**Kriterien:**

- a) Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit
- b) Gebrauchstauglichkeit

**Ergebnisse:**

Oberarm: je teurer, umso genauer – preisgünstige Geräte zeigen aber dennoch eine hinreichend gute Genauigkeit (Messfehler 2-5 %)

Handgelenk: Mess-Schwankungen i.A. größer (5-10 %), unabhängig vom Preis, Geräte aber dennoch akzeptabel und normgemäß

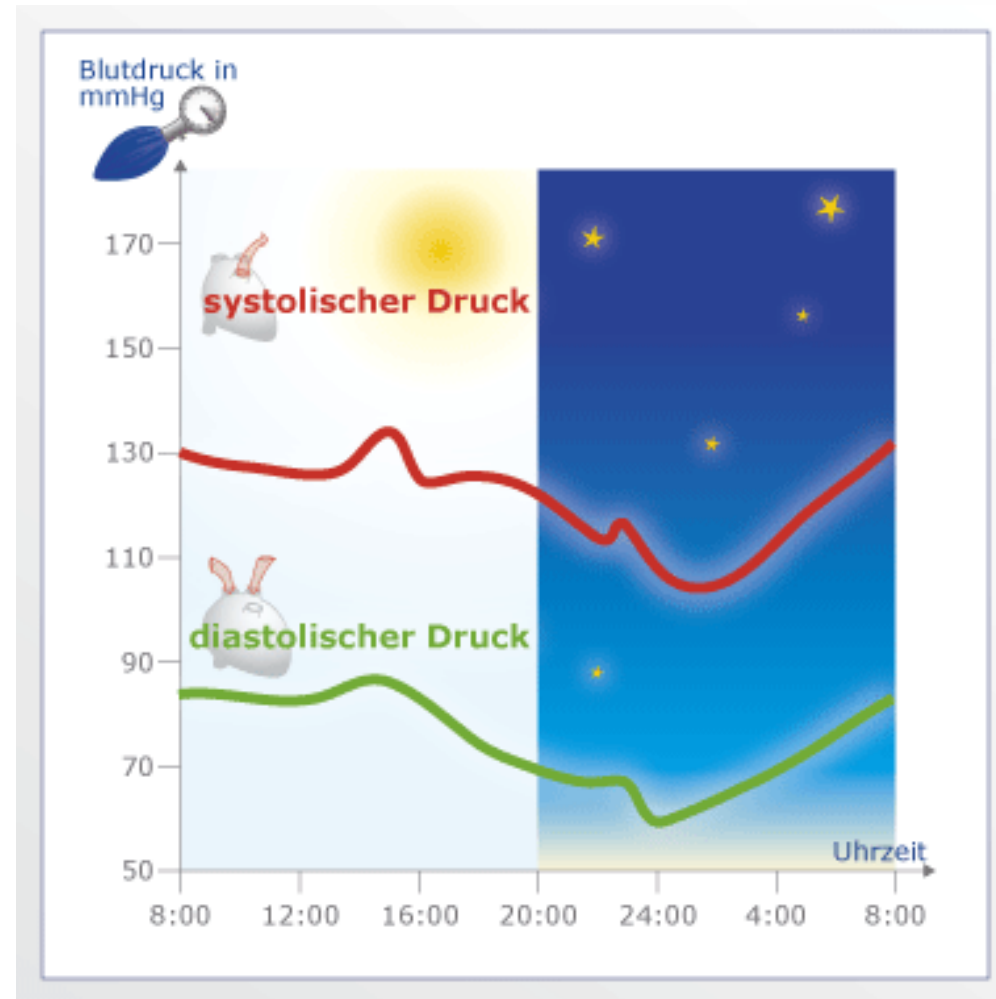


# Einflüsse auf den Blutdruck I

**Zirkadiane Rhythmus:**

**Höchstwerte** am frühen  
Vormittag und spätem  
Nachmittag

**Tiefstwerte** während  
des Schlafes in der Nacht





# Einflüsse auf den Blutdruck II

- Körperstellungen (Sitzen, Stehen, Liegen)
- Anteil psychischer (mental, emotional) und physischer (statisch, dynamisch) Aktivität
- Schmerzzustände
- Klimatische Bedingungen (Hitze, Kälte, Nässe)
- Physikalische Umgebungseinflüsse (Lärm, Vibration, elektrischer Strom, Höhenbedingungen/Sauerstoffmangel, erhöhter Luftdruck (Tauchen/Preßatmung))



# Einflüsse auf den Blutdruck III

- Chemisch-toxische Faktoren (Cadmium, Arsen, Blei, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, organische Lösungsmittel, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Methanol, Salpetersäureester, ...)
- Genussmittel (Rauchen, Alkohol, Kaffee)
- Füllung der Harnblase



# Praktische Tipps: Messbedingungen

- Messung jeden Tag zur ungefähr gleichen Zeit unter vergleichbaren Bedingungen (ausgeruht und entspannt) – z.B. jeden Abend 1 Stunde nach dem Abendessen
- kurz vor der Messung weder essen, rauchen oder sich anstrengen
- vor der Messung am besten mehrere Minuten ausruhen
- immer an der gleichen Stelle messen (z.B. am gleichen Arm)



# Praktische Tipps: Messvorbereitungen

- Manschette mit dem Umfang des Arms oder Handgelenk abstimmen  
(Richtwert: Manschettenbreite  $\approx$  halber Armdurchmesser)
- Manschette richtig wie in der Gebrauchsanleitung beschrieben anbringen  
(strammziehen, aber nicht so, dass sie unangenehm sitzt).
- Messhöhe beachten (Herzhöhe) - Höhenunterschied von 10 cm führt zu  
einem Messfehler von ca. 8 mmHg!



# Praktische Tipps: Während der Messung

- Bewegungen vermeiden.
- Keinen Muskel in dem für die Messung verwendeten Arm aktivieren.
- Normal atmen – nicht reden.
- bei mehreren Messungen hintereinander - mindestens 5-10 Minuten warten (Manschette eventuell neu anlegen oder ausrichten).



# Praktische Tipps: Empfehlungen zur Technik

- Immer gleich alte Batterien vom selben Typ verwenden. Bei Verwendung von Akkus weniger Bedienzyklen (haben meist geringere Kapazität)!
- Geräte alle 2 Jahre kalibrieren lassen (Fachgeschäft, Hersteller)!
- Manschette nicht waschen!
- Geräte nicht Temperaturen von  $-15^{\circ}\text{C}$  –  $50^{\circ}\text{C}$  aussetzen!



# Conclusio

- **Quecksilber-Sphygmomanometer:** „Goldstandard“
- **Aneroid-Sphygmomanometer:** für den Praxis- und Spitaleinsatz gut geeignet (sollen aber alle 6 Monate kalibriert oder zumindest mit einer Quecksilbersäule verglichen werden)
- **Oszillometrische Geräte (mit CE- Zertifizierung!):** Therapieüberwachung zu Hause
- **Wichtig! Anwendung streng nach der Bedienungsanleitung, regelmäßige Wartung und Kalibrierung der Geräte**

A 3D Atomic Force Microscopy (AFM) image of several red blood cells. The cells are shown as dark, rounded, biconcave discs with a textured surface, set against a bright yellow background. The perspective is from an angle, showing the thickness of the cells. The text "Danke für Ihre Aufmerksamkeit!" is overlaid in white on the central part of the image.

**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

*Blutzellen, AFM-Aufnahme*