

# **Diagnostik in der Intensivmedizin**

Claus Hoess

Innere Med./Intensivmedizin, KSM

# 72-jährige Diabetikerin

- alleinstehend
- «sonst gesund»
- komatös in der Wohnung aufgefunden
- Mit Sanität zur Notaufnahme

# 72-jährige Diabetikerin

- Glasgow Coma Scale: 7
- afebril, kein Meningismus
- BD 65/30 mmHg, HF = 130/min (Sinustach.)  
AF = 28/min
- Sofortverlegung auf Intensivstation

# 72-jährige Diabetikerin

- pH = 7.15
  - $p\text{CO}_2$  = 2.2 kP
  - $p\text{O}_2$  = 9.8 kP
  - $\text{HCO}_3$  = 14 mmol/l
  - Lact. = 3.5 mmol/l
  - Hb = 108 g/l
  - Crea = 220  $\mu\text{mol/l}$
  - BZ = 14.5 mmol/l
- SaO<sub>2</sub> = 92%



# 72-jährige Diabetikerin

## **Massnahmen:**

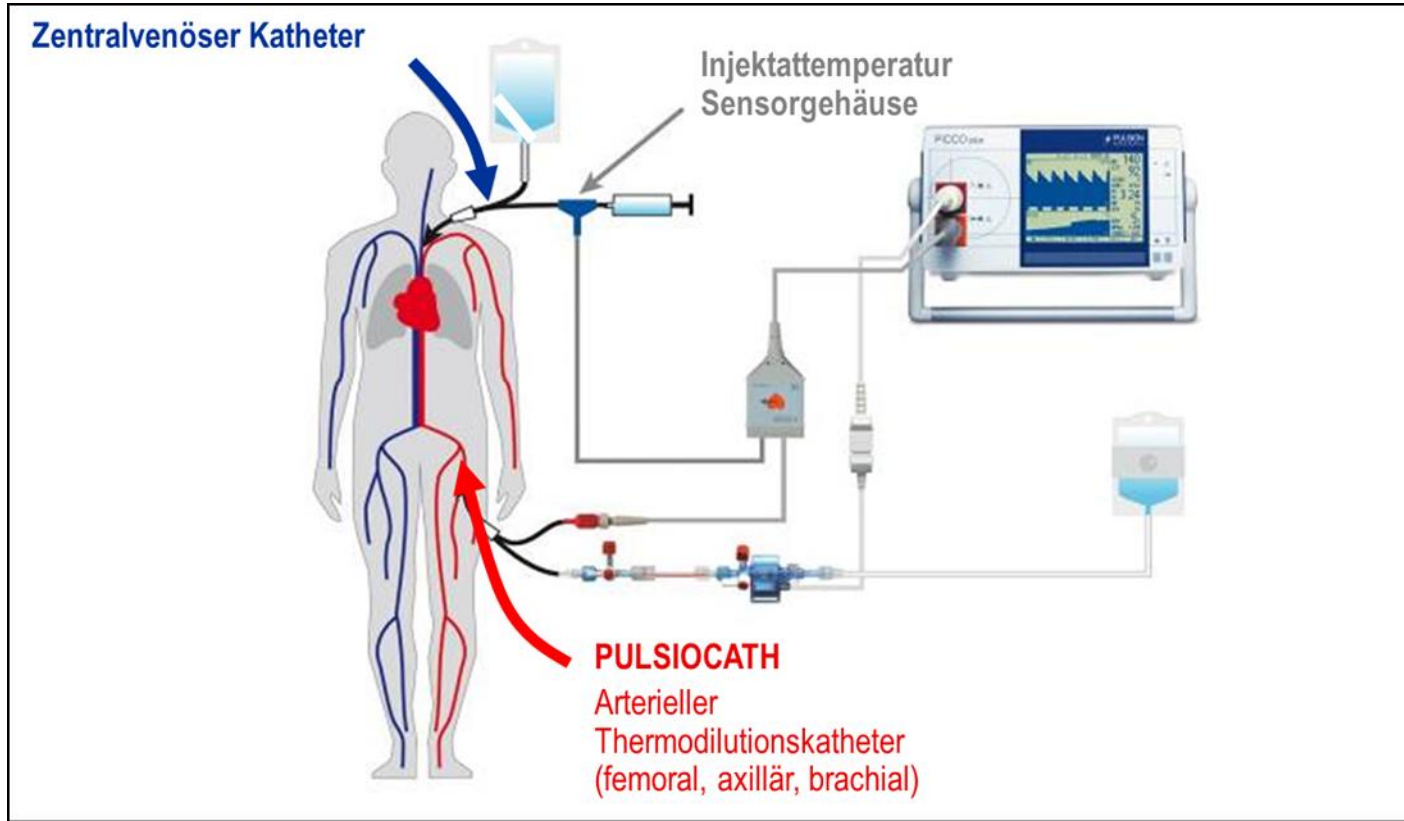
- Hydratation
- Antibiotikum (nach Kulturentnahme)
- Monitoring

# 72-jährige Diabetikerin

## Monitoring:

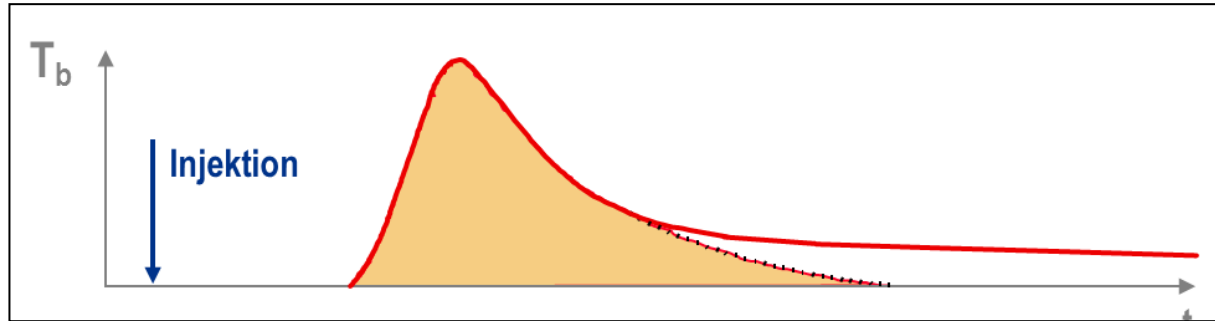
- Zentraler Venenkatheter
- Blasenkatheter
- Arterienkatheter  
für erweiterte Kreislaufdiagnostik = PiCCO  
*(Pulse Contour Cardiac Output)*

# PiCCO = *Pulse Contour Cardiac Output*



# Kreislaufdiagnostik

## Messung des Herzminutenvolumens



# Kreislaufdiagnostik

## Messung des Herzminutenvolumens

### 4 «klassische» Schockformen

- 2 hyperdynam:            Sepsis  
                                  Anaphylaxie
- 2 hypodynam:            Blutung  
                                  Herzversagen

# Kreislaufdiagnostik

## Unterschiedliche Behandlungsformen:

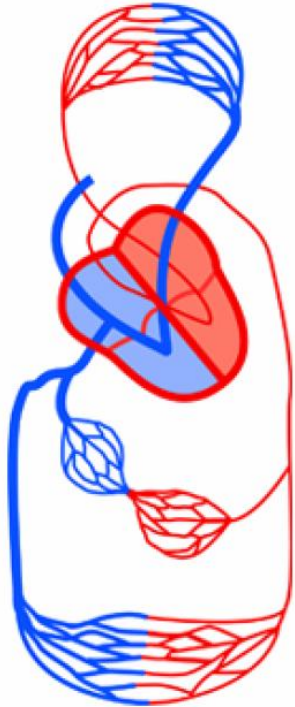
- **Hyperdynam:**
  - Widerstandserhöhung bis Drucknormalisierung, HZV-Korrektur durch Volumengabe
- **Hypodynam:**
  - periph. Widerstand ggf. senken, Vorlastkorrektur, v.a. Inotropie

# Kreislaufdiagnostik

*72-jährige Diabetikerin*

- Glasgow Coma Scale: 7
- afebril, kein Meningismus
- **BD 65/30 mmHg, HF = 130/min (Sinustach.)**  
**AF = 28/min**

# Kreislaufdiagnostik

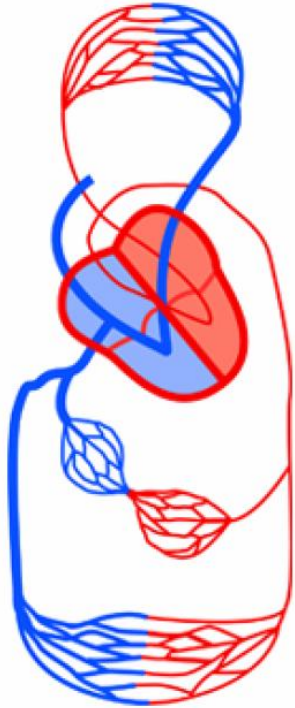


BD korreliert wenig mit dem HZV !

- $BD \downarrow = \text{Widerstand} \downarrow \times \text{HZV} \uparrow$
- $BD \downarrow = \text{Widerstand} \uparrow \times \text{HZV} \downarrow$

- $U = R \times I$   
*Ohm'sches Gesetz*

# Kreislaufdiagnostik



## Herzzeitvolumen (HZV)

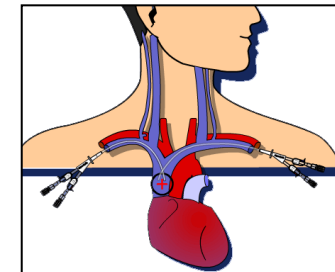
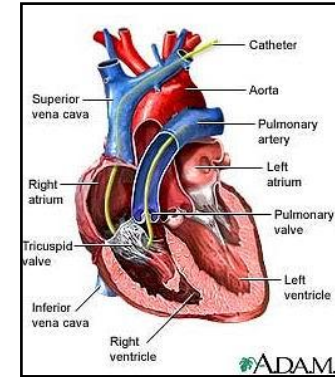
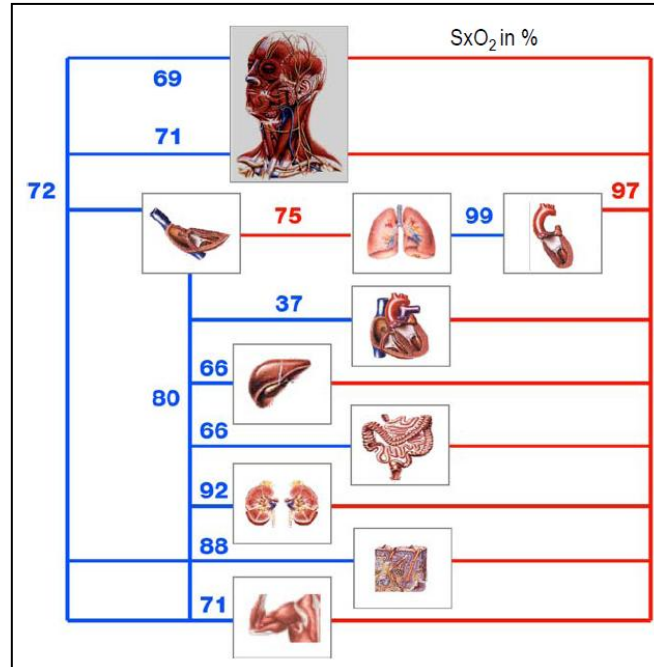
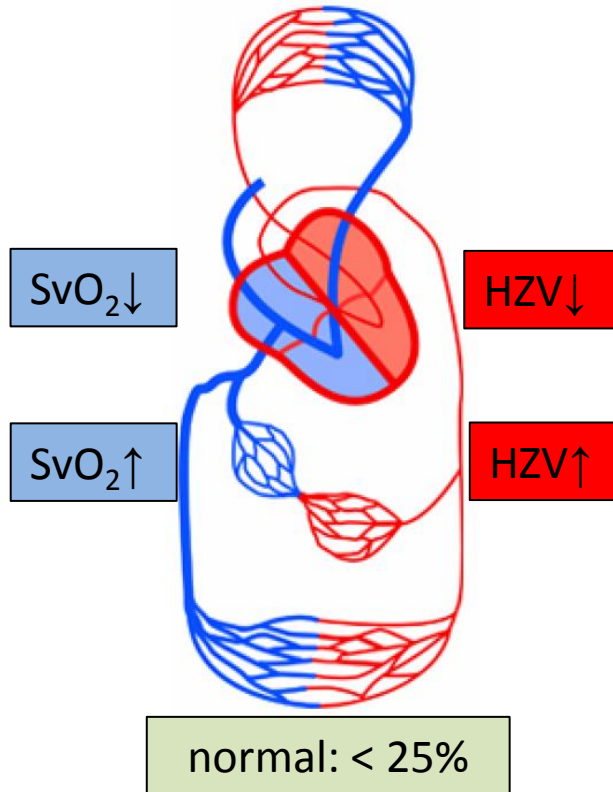


- Periphere Temperatur?
- Zyanose?
- O<sub>2</sub>-Sättigung
- Urinproduktion

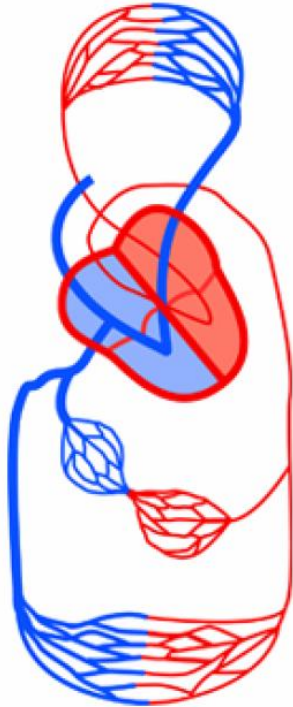
**Unzuverlässige Parameter**

# Kreislaufdiagnostik

Herzzeitvolumen (HZV)  $\approx$  O<sub>2</sub>-Ausschöpfung



# Kreislaufdiagnostik



**Herzzeitvolumen (HZV)  $\approx$  Laktat**

- $\uparrow$  : globaler  $O_2$ -Mangel
- $\uparrow$  : regionaler  $O_2$ -Mangel
- $\uparrow$  : Leberfunktionsstörung
- $\uparrow$  : Reperfusion

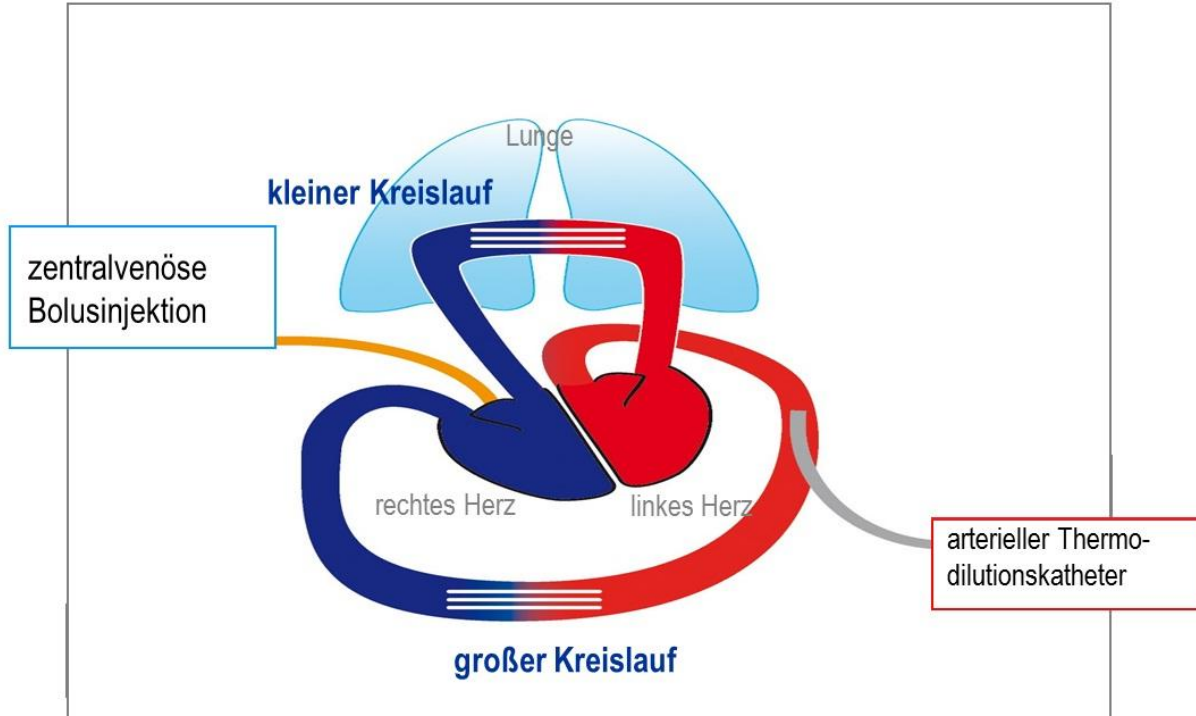
**Unzuverlässiger Parameter**

# Kreislaufdiagnostik

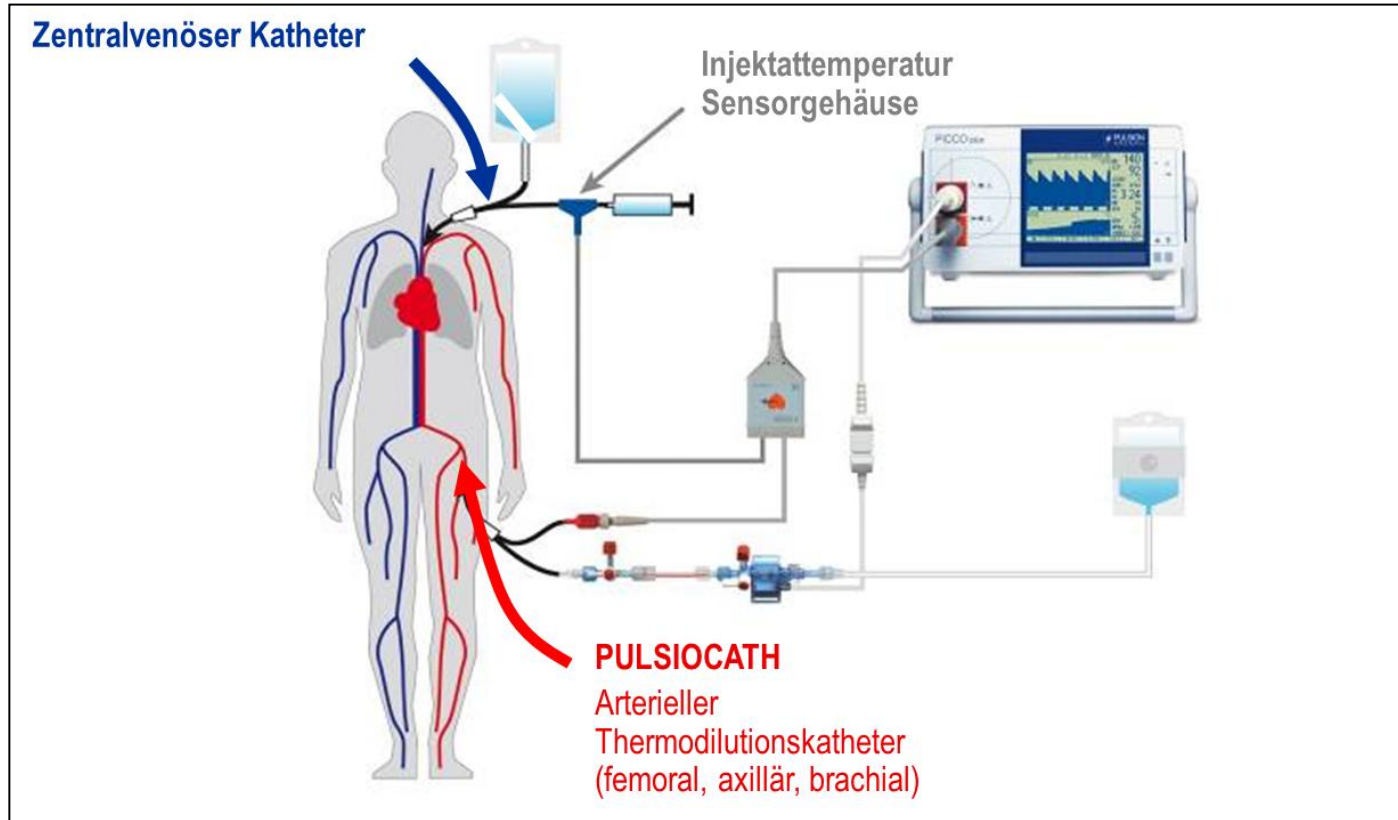
*72-jährige Diabetikerin*

- pH = 7.15
- pCO<sub>2</sub> = 2.2 kP
- pO<sub>2</sub> = 9.8 kP
- HCO<sub>3</sub> = 14 mmol/l
- Lact. = 3.5 mmol/l
- ScvO<sub>2</sub> = 72 % bei SaO<sub>2</sub> = 97%
- avDO<sub>2</sub> = 25%
- Hb = 108 g/l
- Lc = 3.2
- Tc = 108
- **Crea = 220 μmol/l**
- **ASAT + ALAT ↑↑**
- **INR 1.4; PTT 34 s;**
- **Fibrinogen 3.5 g/l**

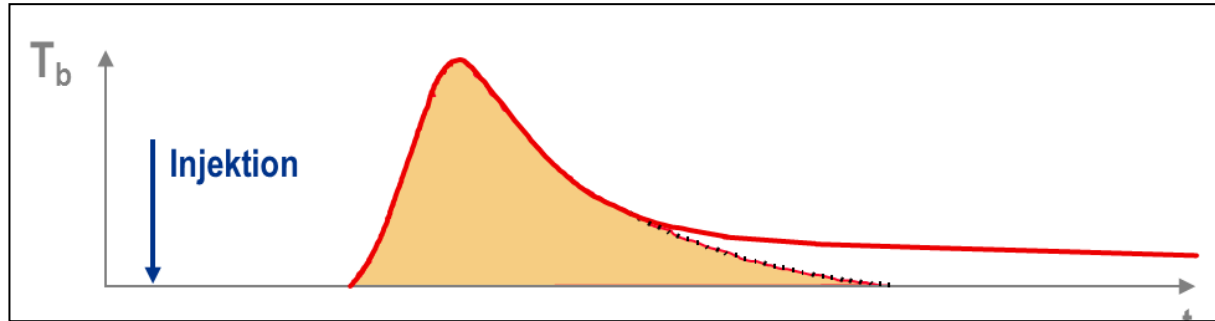
# Kreislaufdiagnostik



# Kreislaufdiagnostik

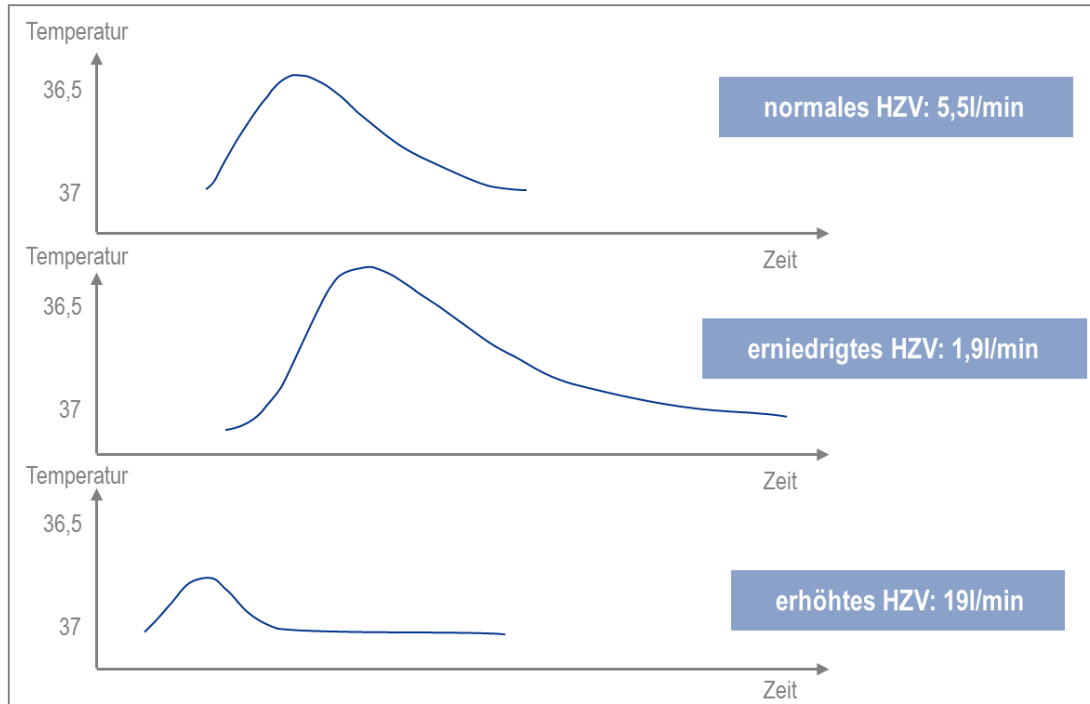


# Kreislaufdiagnostik

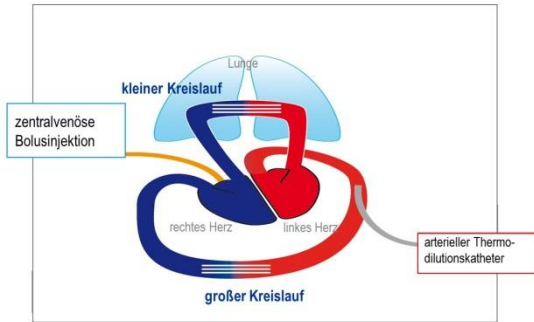


# Kreislaufdiagnostik

Die Fläche unter der Thermodilutionskurve ist umgekehrt proportional zum HZV.



# Kreislaufdiagnostik

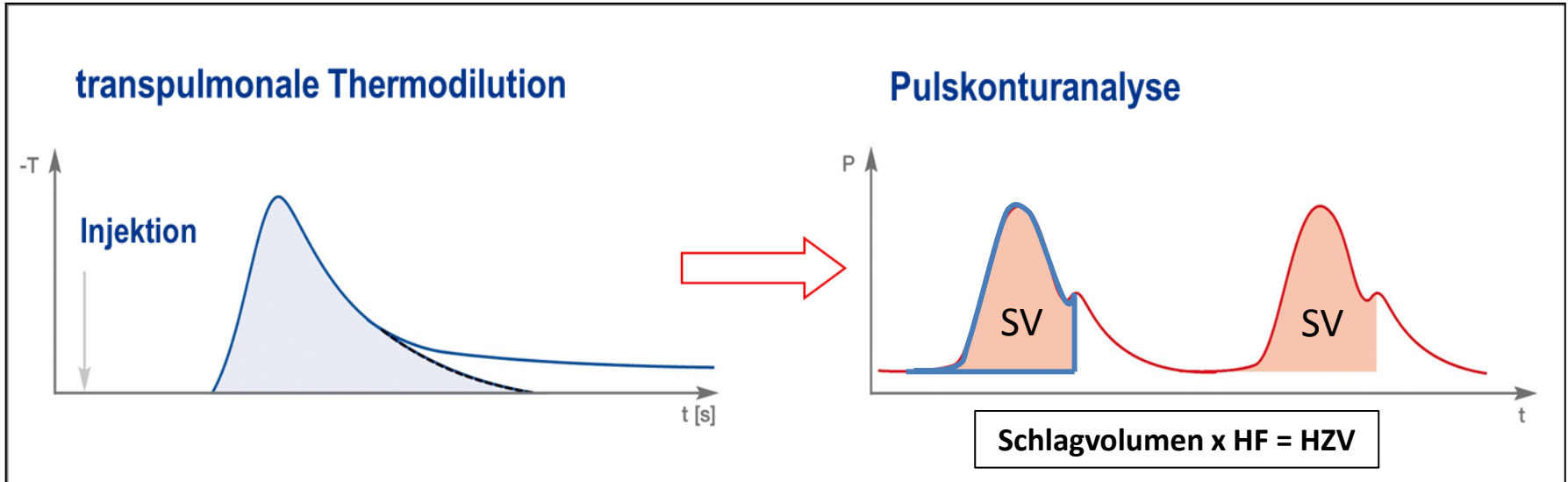


HZV = 9 L/min → hyperdynamer Schock

→ Sepsis

*g-neg. Stäbe in BK und Urin*

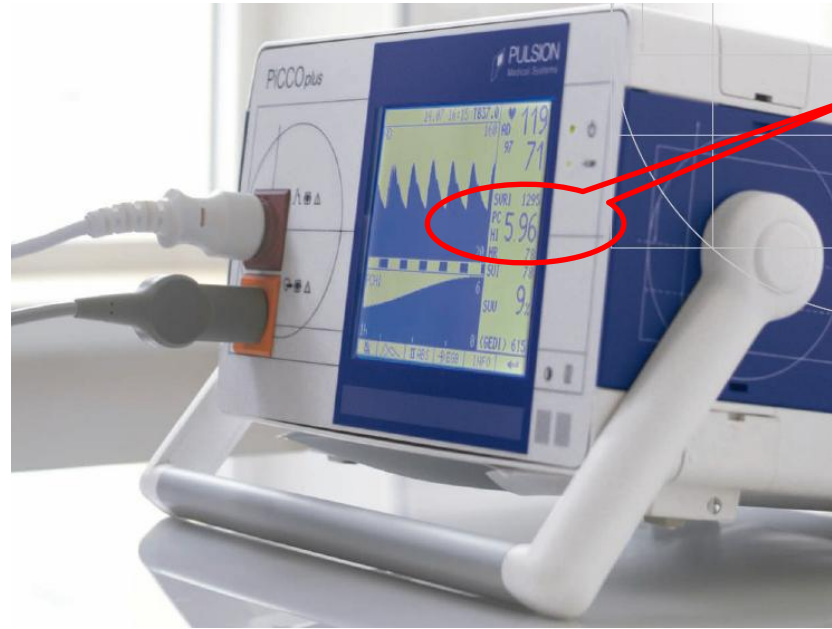
# Kreislaufdiagnostik



$\text{HZV} = 9 \text{ L/min}$

Kont. Analyse der Pulskurve →  
Kont. Korrektur des HZV

# Kreislaufdiagnostik



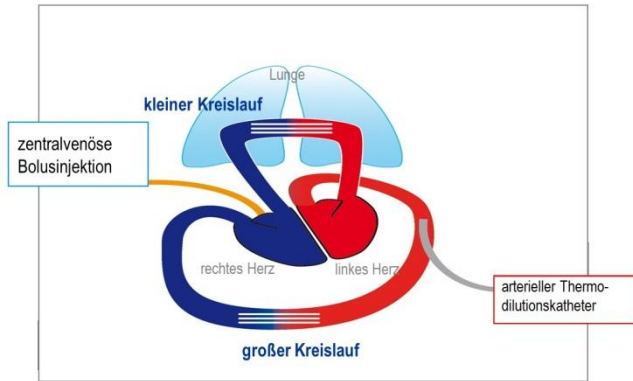
$$HI = HZV / KOF$$

$$HZV = 9 \text{ L/min}$$

Kont. Analyse der Pulscurve →  
Kont. Korrektur des HZV

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



**Blutdruckkorrektur  
unter HZV-Kontrolle**

- *Volumen*
- *Noradrenalin*

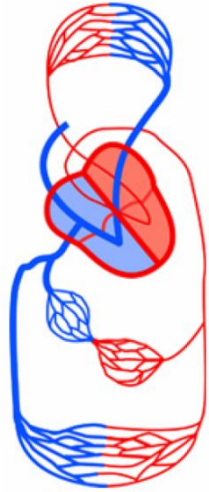
**Sepsis**



g-neg. Stäbe in BK und Urin

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



- interstitiell
- 80% venös
- 20% arteriell

→ 15 L in 24h !

**Blutdruckkorrektur:**

- **Volumen**
- **Noradrenalin**

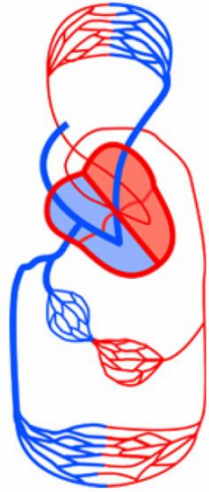
**Sepsis**



g-neg. Stäbe in BK und Urin

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



- interstitiell
- 80% venös
- 20% arteriell

→ 15 L in 24h !



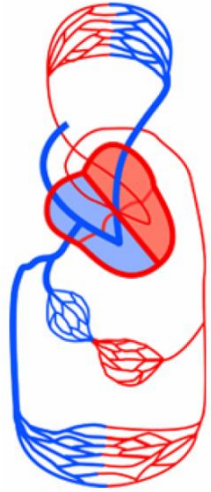
**Sepsis**



g-neg. Stäbe in BK und Urin

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



- **BD 105/40, HF = 120**
- **Diurese: ca. 20 ml/h**
- **HZV = 4.5 L/min**
- **SaO<sub>2</sub> = 92%**

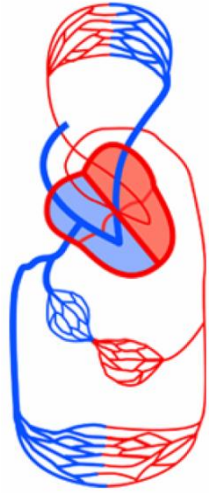
**Sepsis**



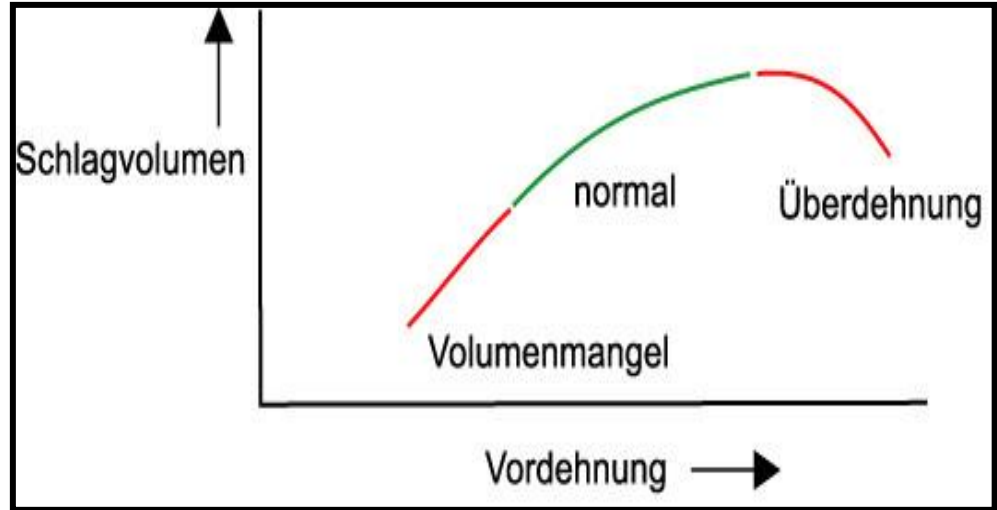
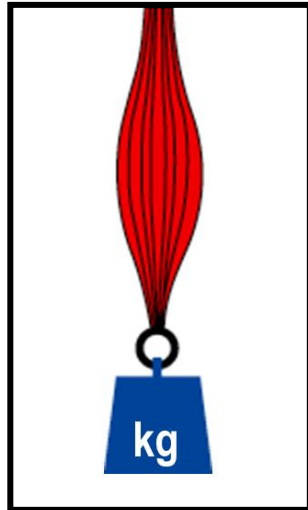
g-neg. Stäbe in BK und Urin

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin

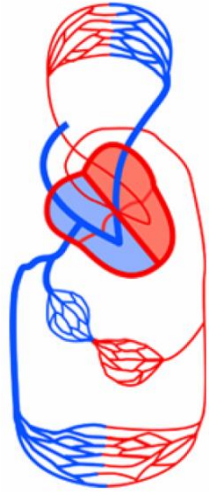


- **Volumen + / - ?**

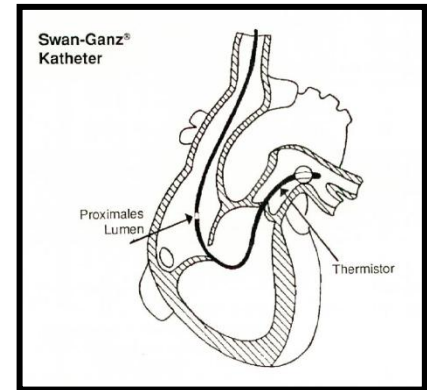
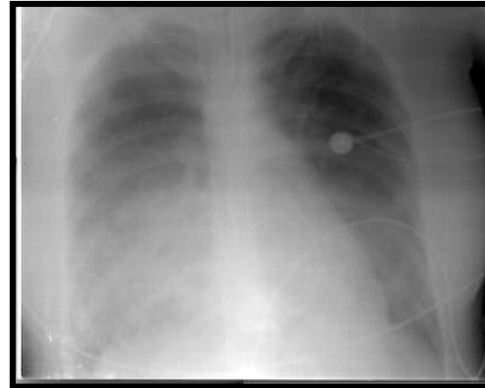
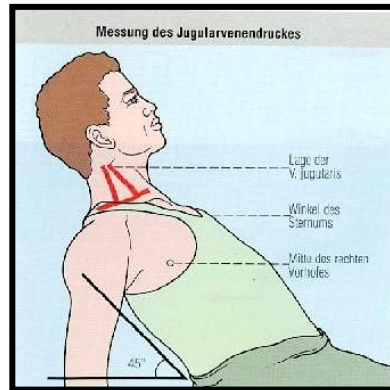


# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin

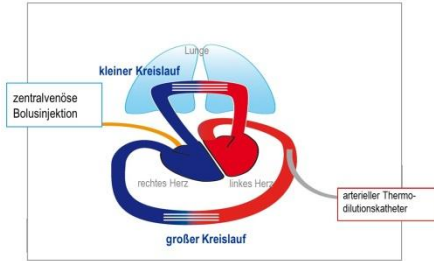


- **Volumen + / - ?**

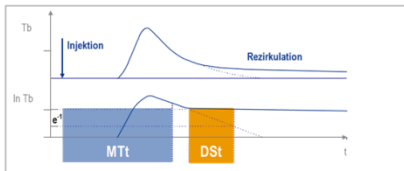


«wedge-pressure»

# Kreislaufdiagnostik



Aus den Zeitparametern der Thermo-dilutionskurve und dem HZV können ITTV und PTV berechnet werden



Intrathorakales Thermovolumen

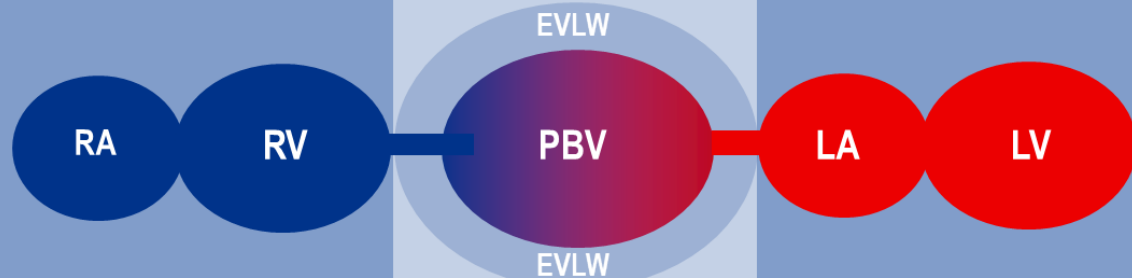
$$\text{ITTV} = \text{MTt} \times \text{HZV}$$

Pulmonales Thermovolumen

$$\text{PTV} = \text{DSt} \times \text{HZV}$$

## Intrathorakales Thermovolumen (ITTV)

### pulmonales Thermovolumen (PTV)

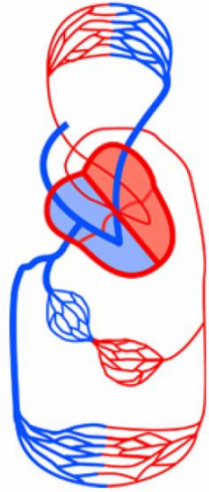


$$\text{PTV} = \text{DSt} \times \text{HZV}$$

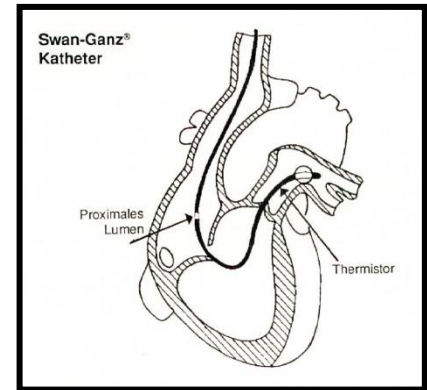
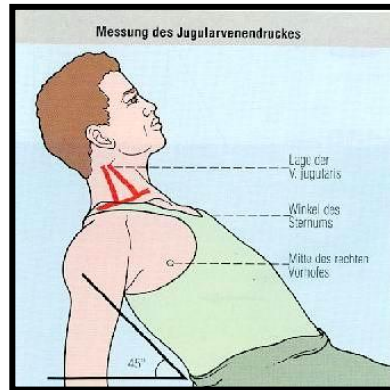
$$\text{ITTV} = \text{MTt} \times \text{HZV}$$

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



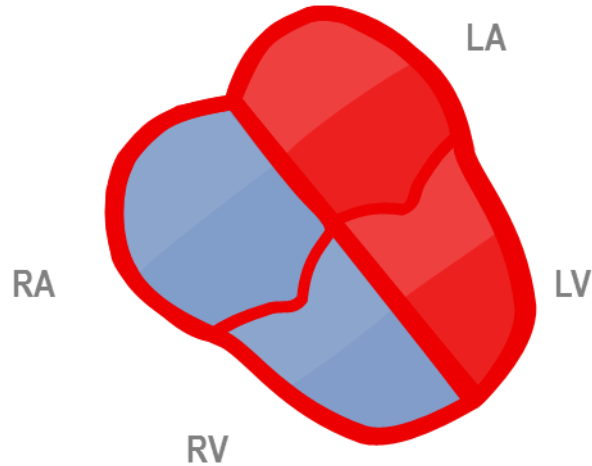
- **Volumen + / - ?**



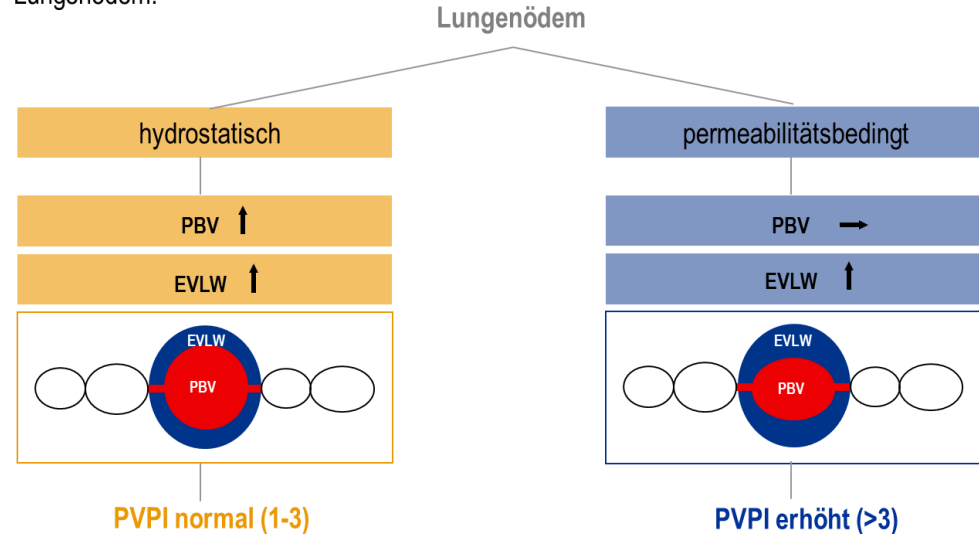
**Globales enddiastolisches Volumen = GEDV ≈  
Extravaskuläres Lungenwasser = ELW**

**«wedge-pressure»**

# Kreislaufdiagnostik



Unterschiedliche Werte des PVPI bei hydrostatischem und permeabilitätsbedingtem Lungenödem:

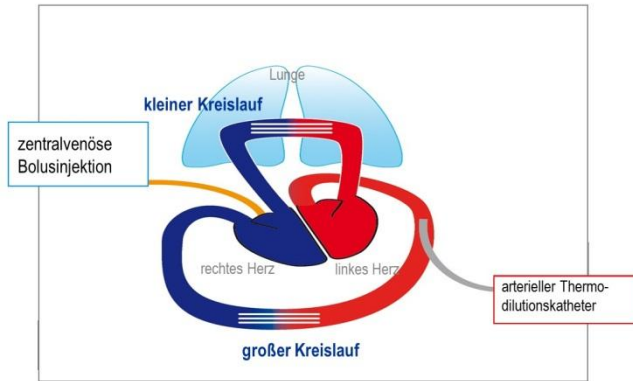


**Globales enddiastolisches Volumen = GEDV ≈  
Extravaskuläres Lungenwasser = ELW**

- kardiales-
- nichtkardiales Lungenödem

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



**Blutdruckkorrektur:**

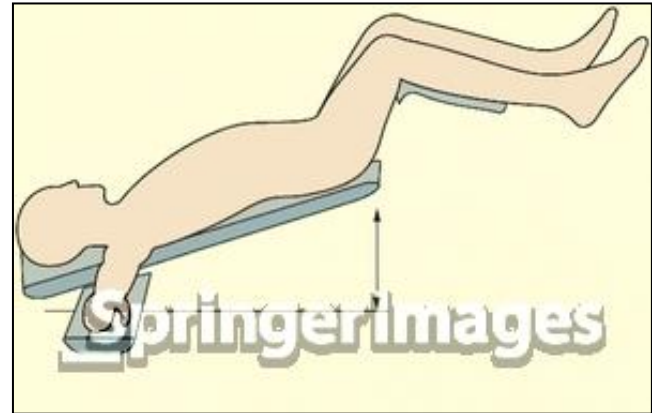
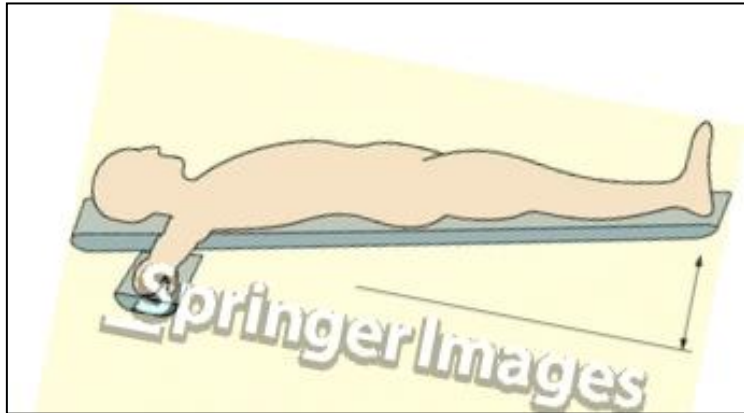
- **Volumen**
- **Noradrenalin**

**HZV** ↓

➔ **HZV-Verbesserung durch Volumengabe?**

# Kreislaufdiagnostik

72-jährige Diabetikerin



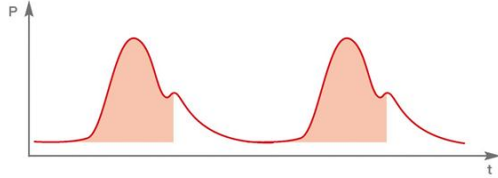
➔ HZV-Verbesserung durch Volumengabe?

# 72-jährige Diabetikerin

- Urosepsis mit E. coli
- Septischer Schock
- Antibiotische Therapie  
Volumentherapie  
Katecholamine

- Kreislauf-  
diagnostik  
  
«PiCCO»  
  
neuer Standard  
in der  
Intensivmedizin

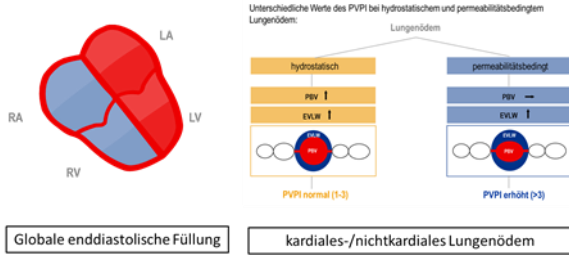
# PICCO: Evidence



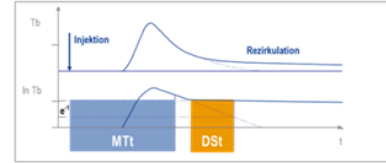
## Pulskonturanalyse

	n (Pat. / Messungen)	bias $\pm$ SD (l/min)	r
<b>Mielck</b> et al., J Cardiothorac Vasc Anesth 17 (2), 2003	22 / 96	-0,40 $\pm$ 1,3	- / -
<b>Rauch H</b> et al., Acta Anaesth Scand 46, 2002	25 / 380	0,14 $\pm$ 0,58	- / -
<b>Felbinger TW</b> et al., J Clin Anesth 46, 2002	20 / 360	-0,14 $\pm$ 0,33	0,93
<b>Della Rocca G</b> et al., Br J Anaesth 88 (3), 2002	62 / 186	-0,02 $\pm$ 0,74	0,94
<b>Gödje O</b> et al., Crit Care Med 30 (1), 2002	24 / 517	-0,2 $\pm$ 1,15	0,88
<b>Zöllner C</b> et al., J Cardiothorac Vasc Anesth 14 (2), 2000	19 / 76	0,31 $\pm$ 1,25	0,88
<b>Buhre W</b> et al., J Cardiothorac Vasc Anesth 13 (4), 1999	12 / 36	0,03 $\pm$ 0,63	0,94

# PICCO: Evidence



Aus den Zeitparametern der Thermodilutionskurve und dem HZV können ITTV und PTV berechnet werden

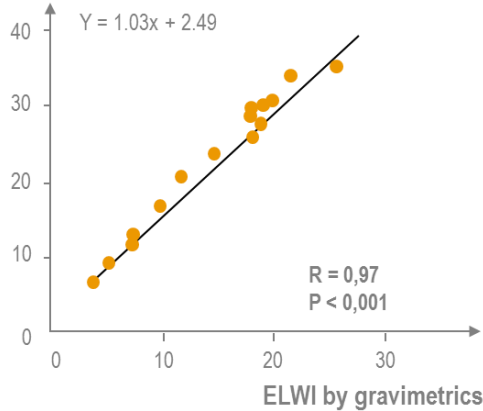


Intrathorakales Thermovolumen  
ITTV =  $MTI \times HZV$

Pulmonales Thermovolumen  
PTV =  $DSt \times HZV$

## Gravimetrie

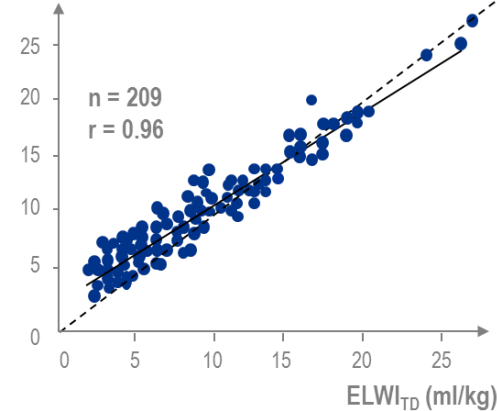
ELWI by PiCCO



Katzenelson et al, Crit Care Med 32 (7), 2004

## Farbstoffdilution

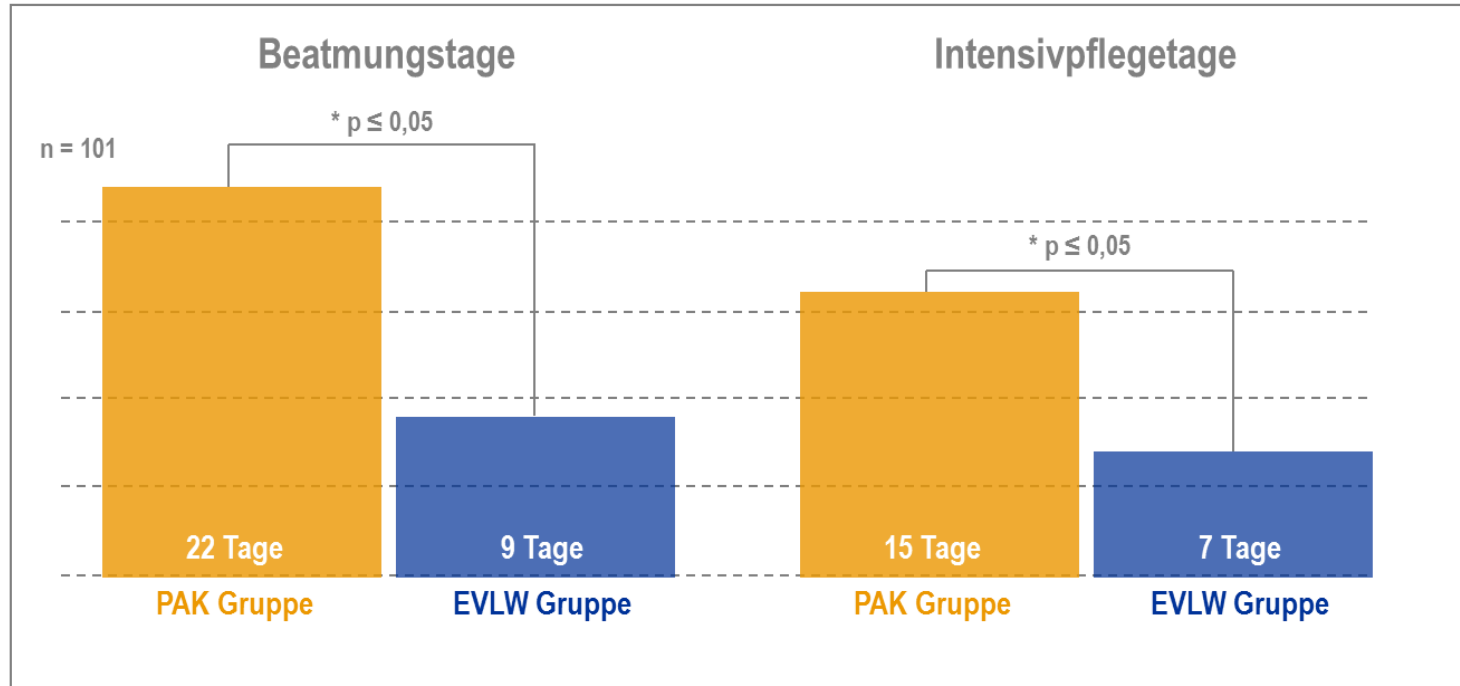
ELWI<sub>ST</sub> (ml/kg)



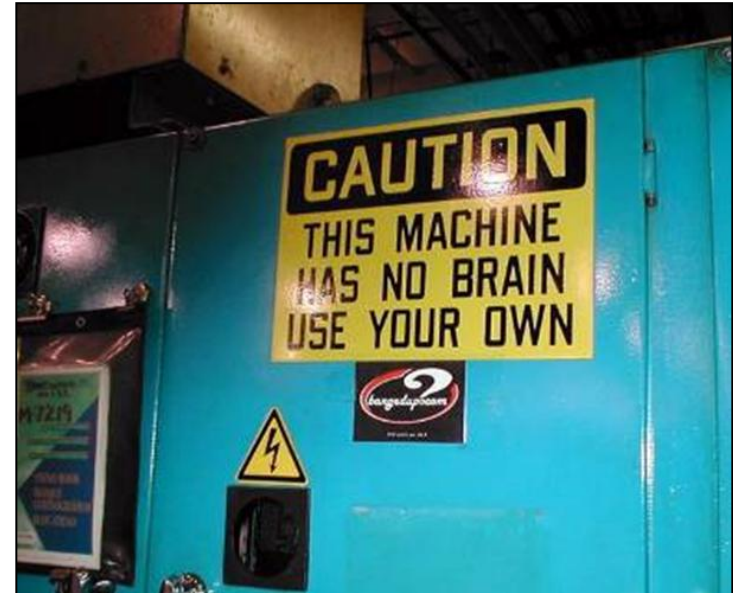
Sakka et al, Intensive Care Med 26: 180-187, 2000

# PICCO: Evidence

Ein EVLW-gestütztes Volumenmanagement kann gegenüber einer PCWP-orientierten Therapie die Liegezeit und Beatmungsdauer von Intensivpatienten signifikant verkürzen.



# Diagnostik in der Intensivmedizin



# Limitationen

## GEDV

- wird bei großen Aortenaneurysmen falsch hoch gemessen
- ist bei intrakardialen Links-Rechts-Shunts nicht verwertbar
- kann bei großen Klappeninsuffizienzen überschätzt werden

## EVLW

- wird bei größeren pulmonalen Perfusionsausfällen (Makroembolie) falsch niedrig gemessen
- ist bei intrakardialen Links-Rechts-Shunts nicht verwertbar

# Limitationen

**SVV / PPV**

sind nur bei voll kontrollierter Beatmung (minimales Tidalvolumen 6-8ml/kgKG) und Fehlen von kardialen Arrhythmien verwertbar (sonst meist falsch hoch)

**alle Parameter der  
Pulsconturanalyse**

sind bei Verwendung einer IABP nicht verwertbar  
(Thermodilution ist unbeeinflusst!)

# Limitationen

Nierenersatztherapie



i.d.R. keine Beeinflussung der PiCCO-Parameter

Bauchlagerung



alle Parameter werden korrekt gemessen

peripherenöse  
Injektion



nicht empfohlen, Messwerte evtl. nicht korrekt

# **Diagnostik in der Intensivmedizin**

Claus Hoess

Innere Med./Intensivmedizin, KSM