

# **EKG**

**ein kleiner Überblick**

**Fortbildung im Rahmen  
des GO-LU Modul 12**

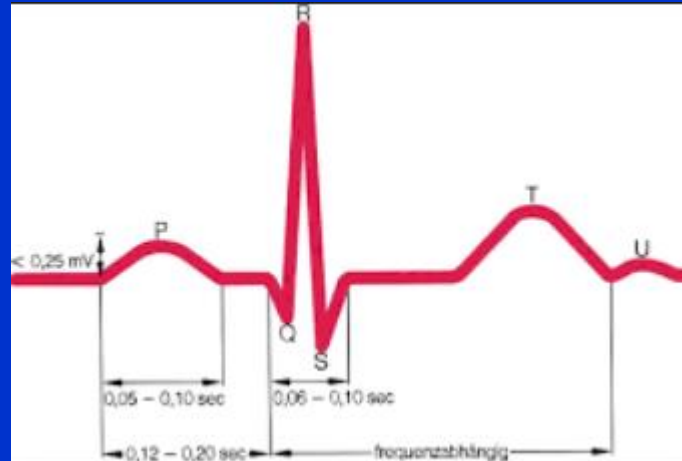
**Dr. P. Lechtken, Ludwigshafen**

Internist mit Schwerpunkt Kardiologie

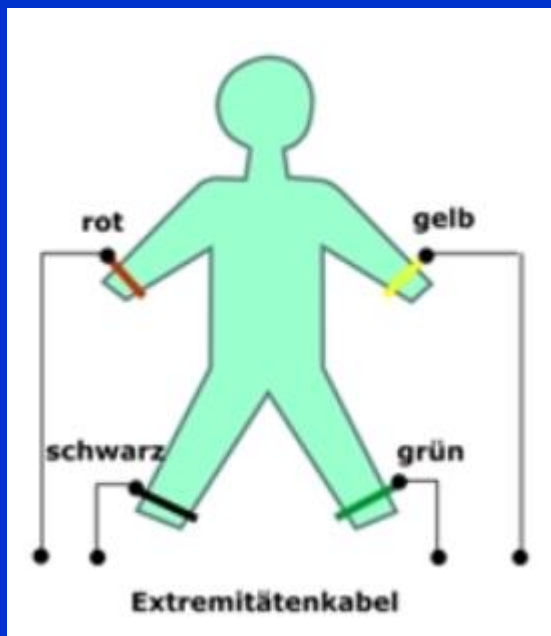
[www.internisten-im-netz.de/lechtken](http://www.internisten-im-netz.de/lechtken)



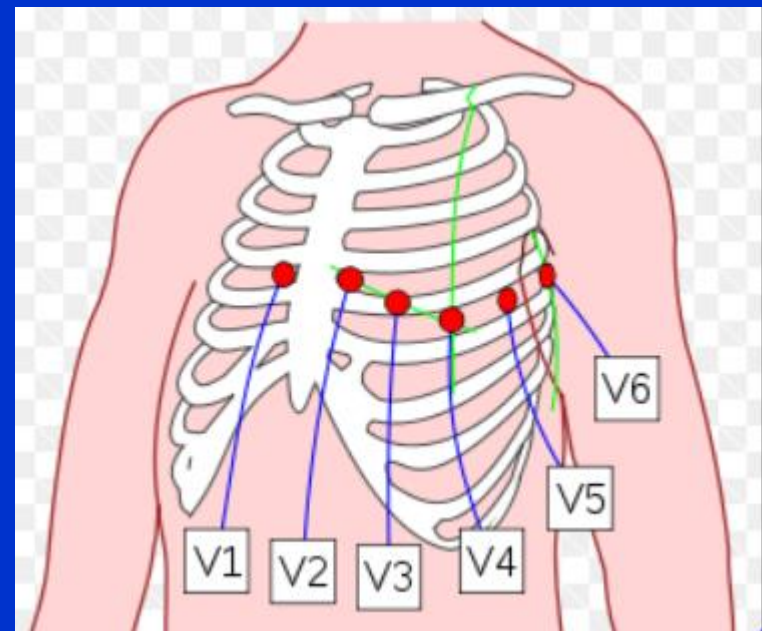
# Das EKG



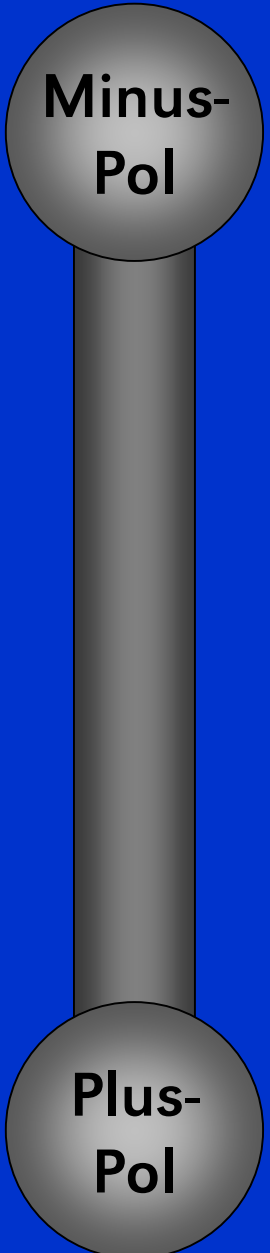
## Extremitäten-Ableitungen



## Brustwand-Ableitungen

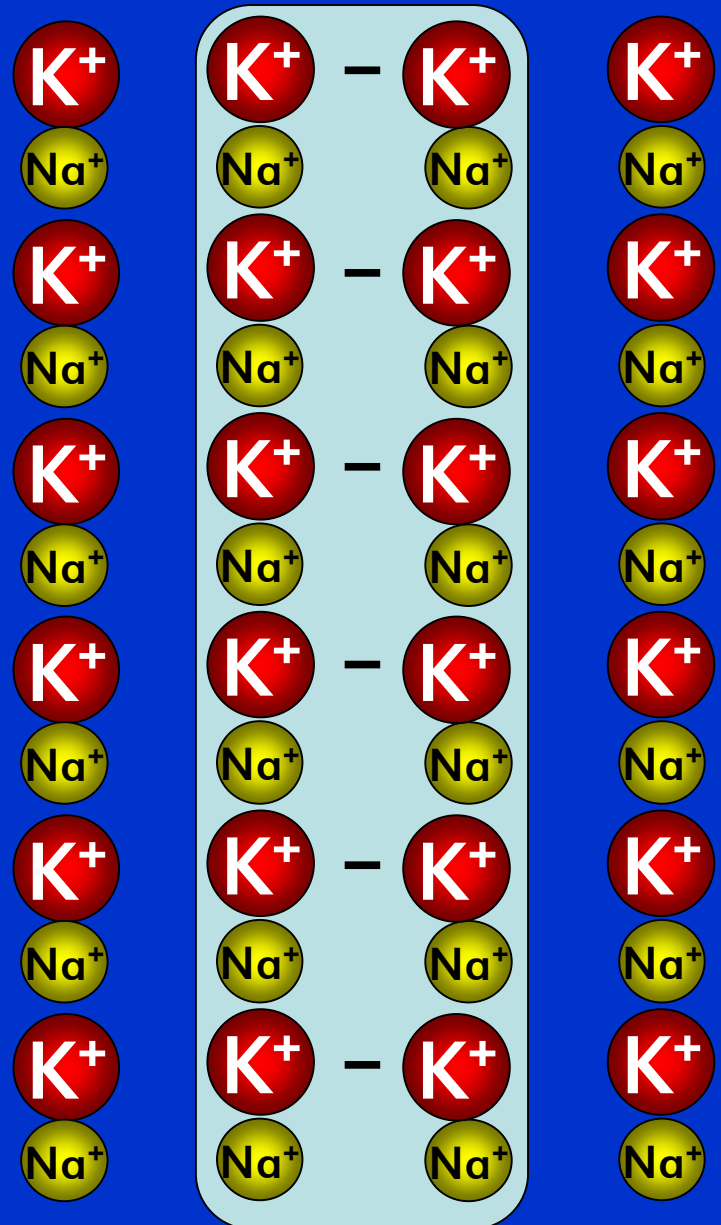


elektrische  
Leitung



# Reizleitung

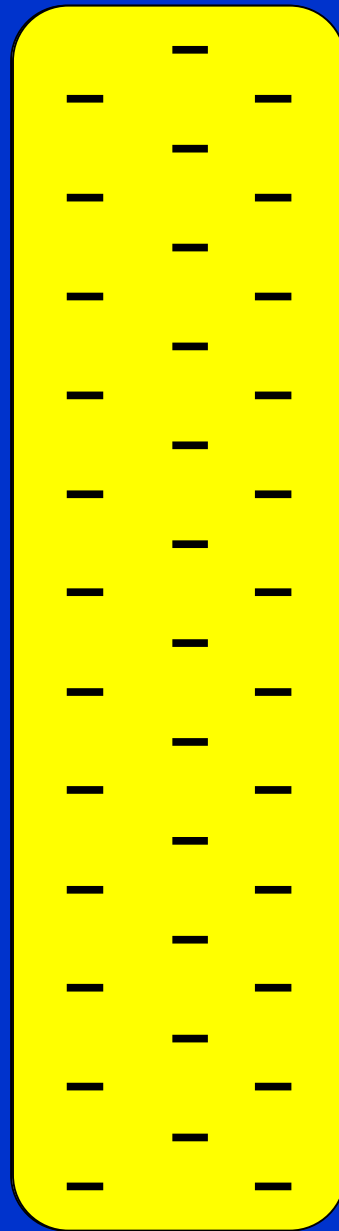
biologische Reizleitung





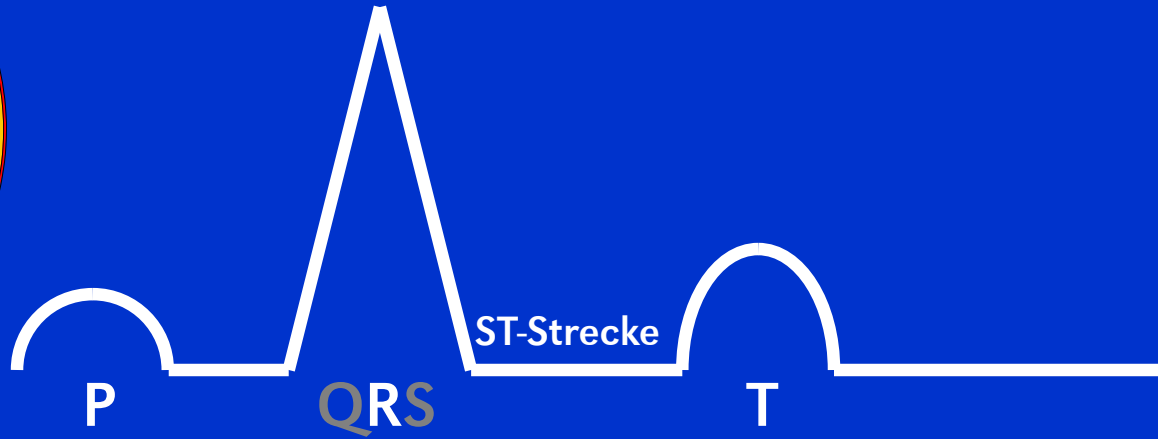
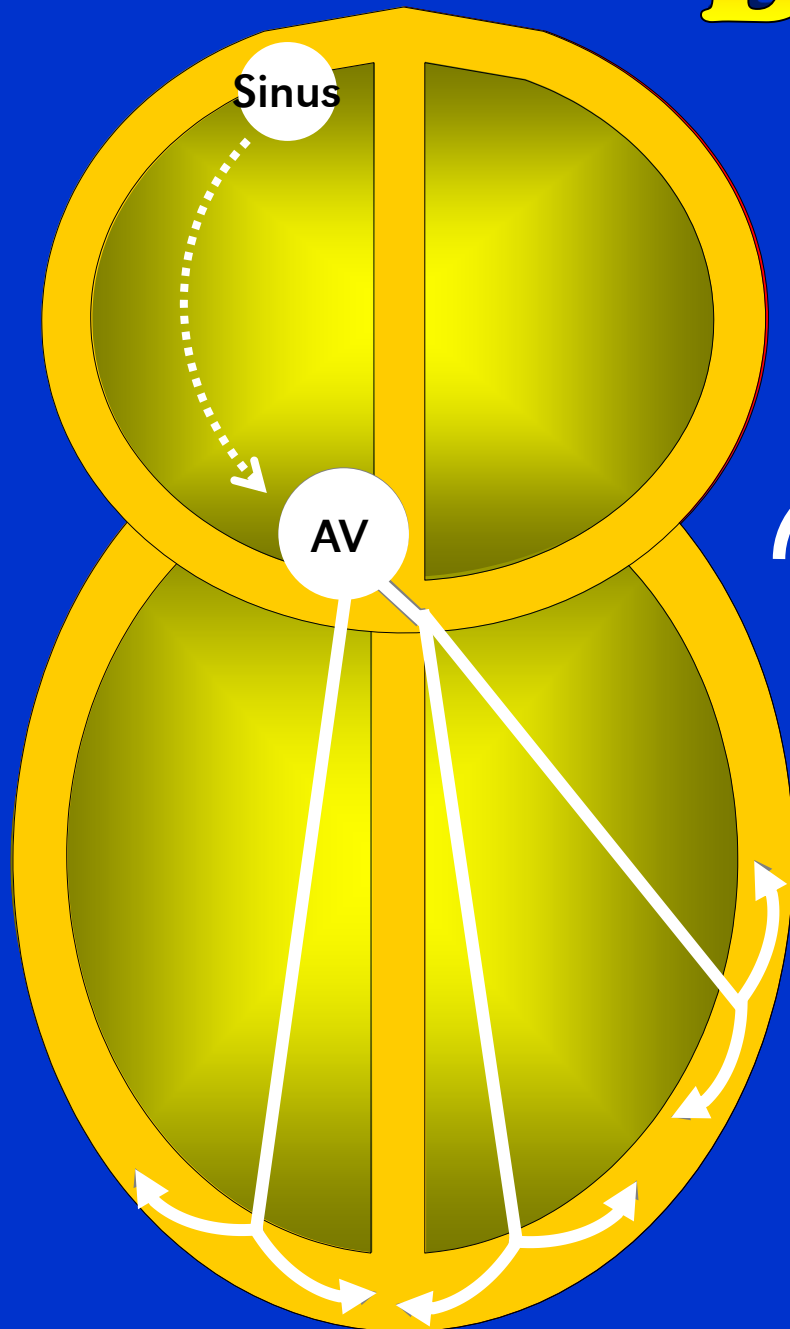
# Biologische Reizleitung und -rückbildung

Nerv oder  
Myozyt



1. kein Potential bei Erregungsrückbildung: Vorhöfe
2. negatives Potential bei Erregungsrückbildung: normal bei Nerven; pathologisch beim Myokard
3. positives Potential bei Erregungsrückbildung: normales Myokard

# Die EKG-Kurve



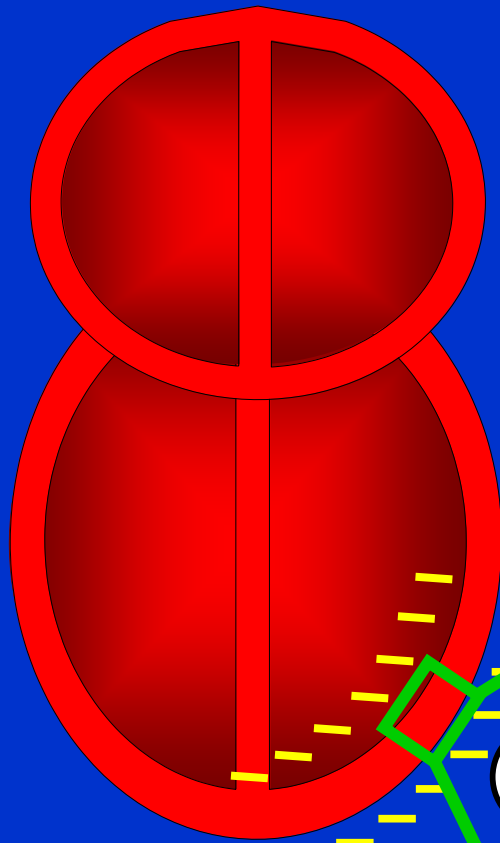
# Genese der ST-Senkung

Bei knapper Myokardperfusion nimmt die  $O_2$ -Versorgung von außen nach innen ab

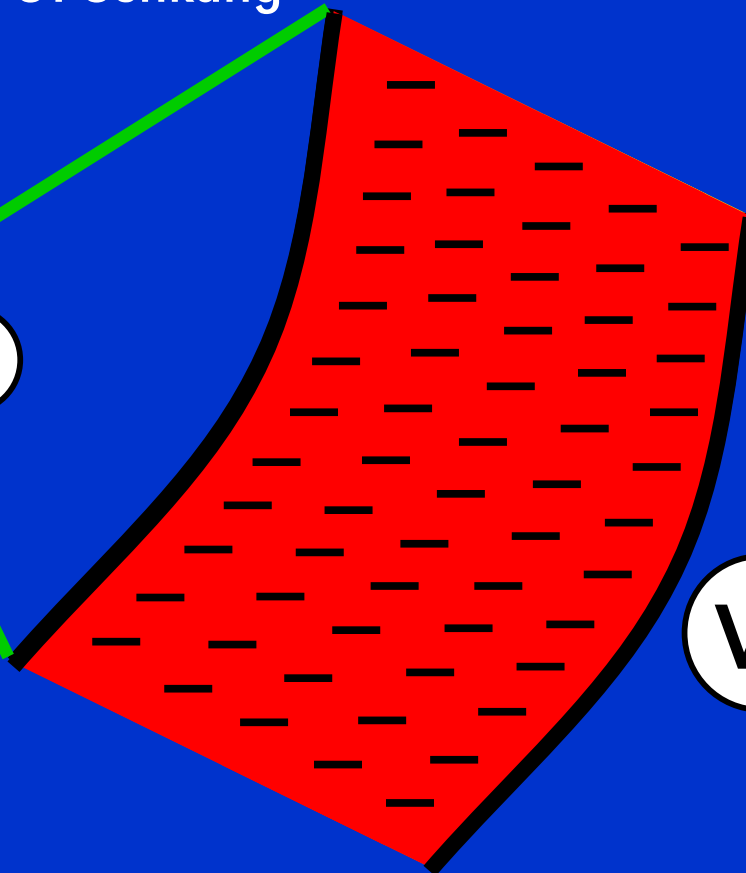
⇒ besser versorgte Außenschicht negativer als die stärker ischämische Innenschicht

⇒ ischämisches Myokard = elektrischer Dipol in der Systole

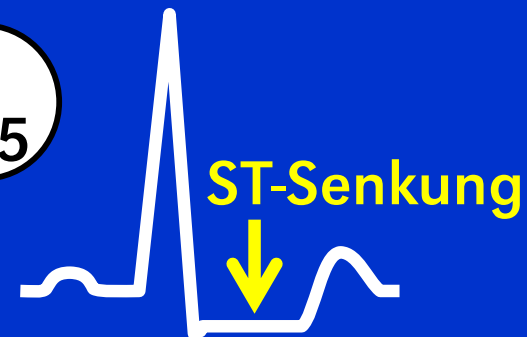
⇒ ST-Senkung



V<sub>5</sub>

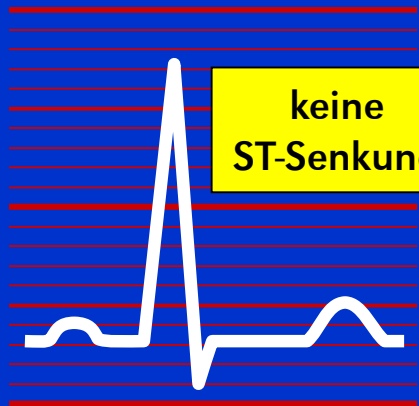


V<sub>5</sub>

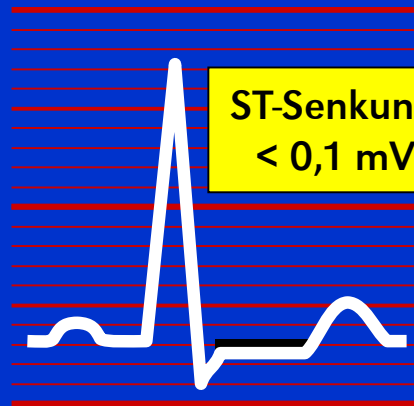


# ST-Senkung: wann pathologisch?

normal:



keine  
ST-Senkung

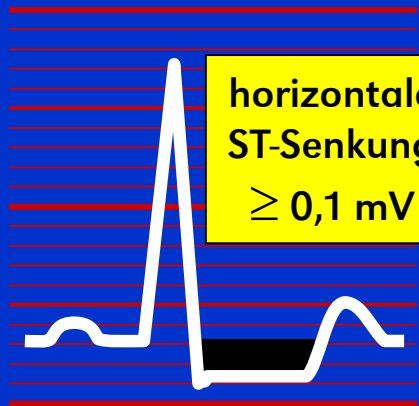


ST-Senkung  
< 0,1 mV

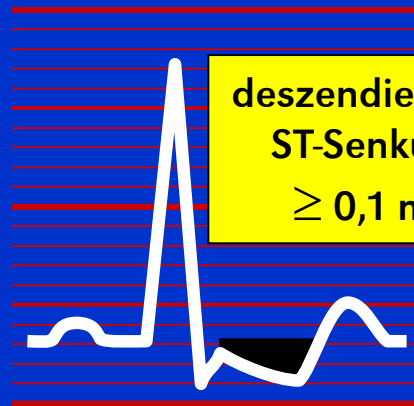


aszendierende  
ST-Senkung

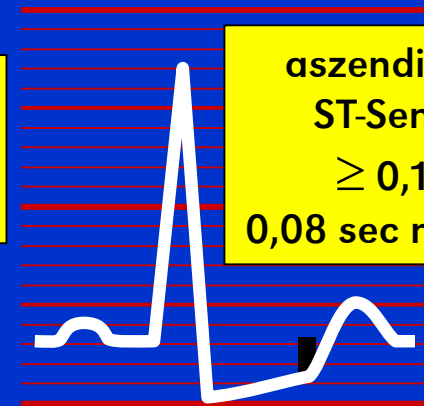
ischämische  
ST-Senkung:



horizontale  
ST-Senkung  
 $\geq 0,1$  mV

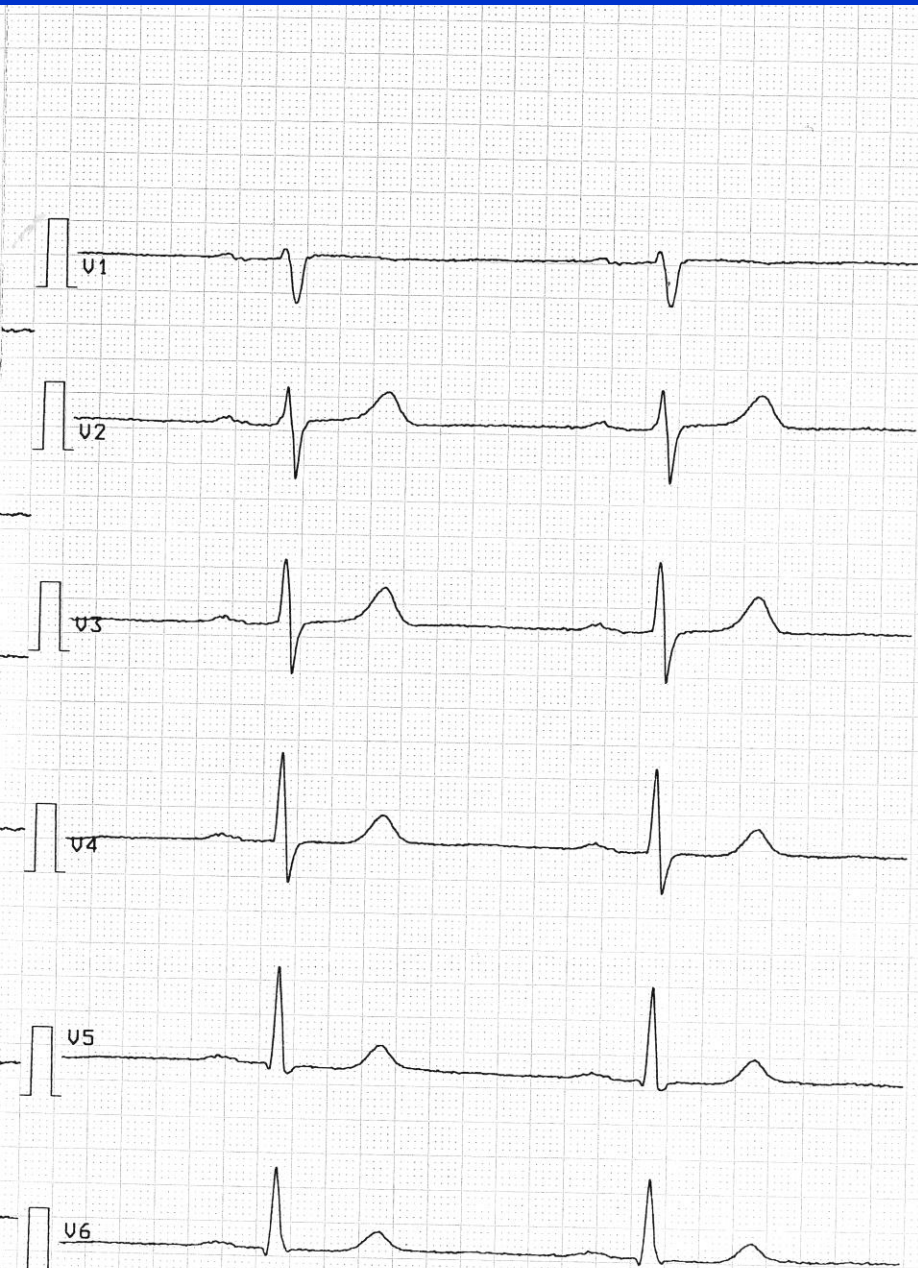


deszendierende  
ST-Senkung  
 $\geq 0,1$  mV



aszendierende  
ST-Senkung  
 $\geq 0,1$  mV  
0,08 sec nach QRS

# Belastungs-EKG



15:57:02 Dres.med.Lei 10mm/mV

AT-10plus 2.52 sec



Dres.med.Lechtken



Herzfrequenz 101/min  
PQ Intervall 186ms  
QRS Dauer 74ms  
QT/QTc 356/461ms  
P-QRS-T Winkel 53/-31/28°  
P Dauer 80ms  
RR/PP Intervall 590/590ms

**Systemauswertung:**

Sinustachykardie  
Linksachsen-Abweichung  
minimales Voltage-Kriterium für LVH, kann normale Variante sein  
junktionale ST-Senkung, möglicherweise normal  
abnormales EKG

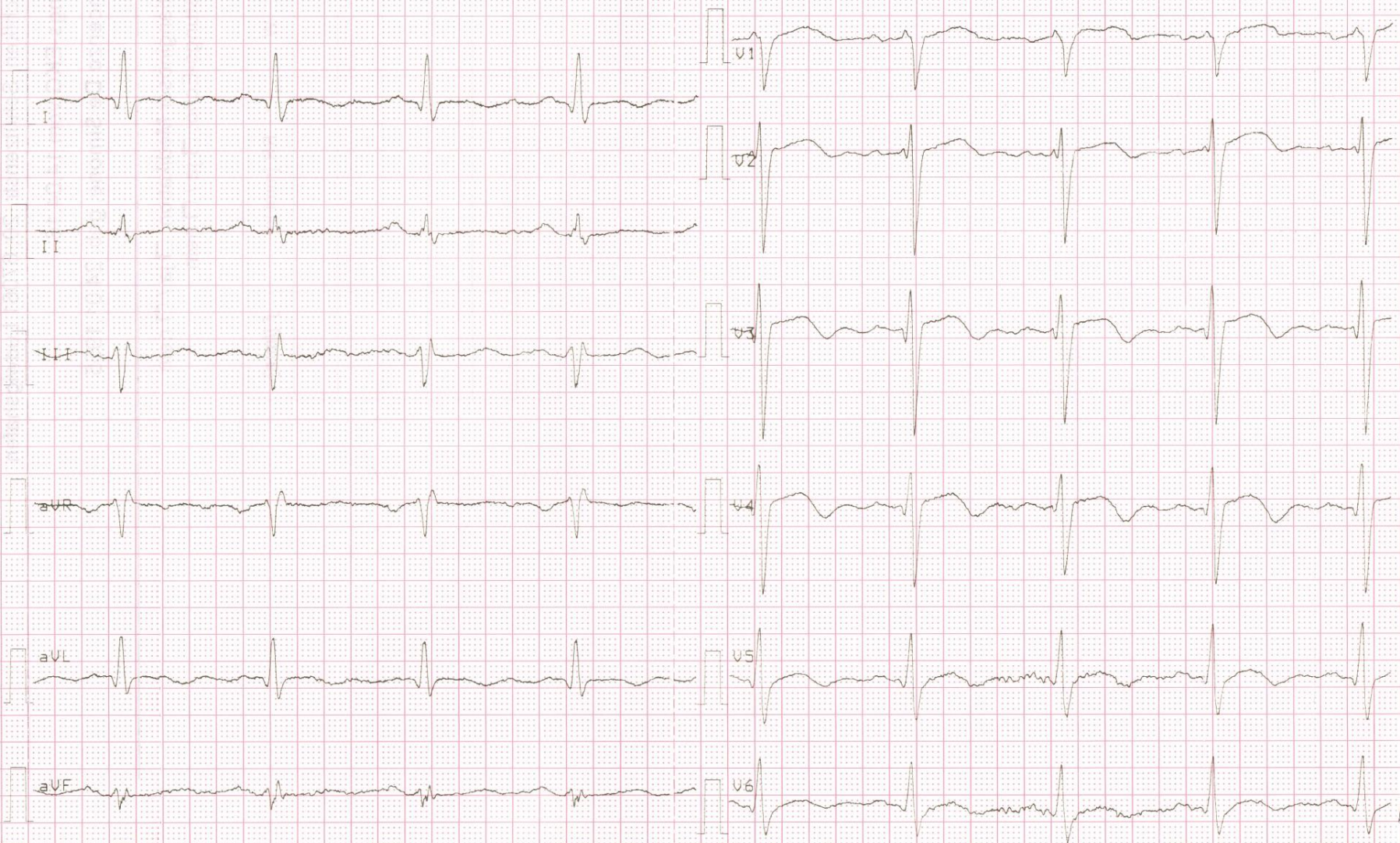




.....  
.....  
..... M / W  
Alter: .....  
..... cm / ..... kg

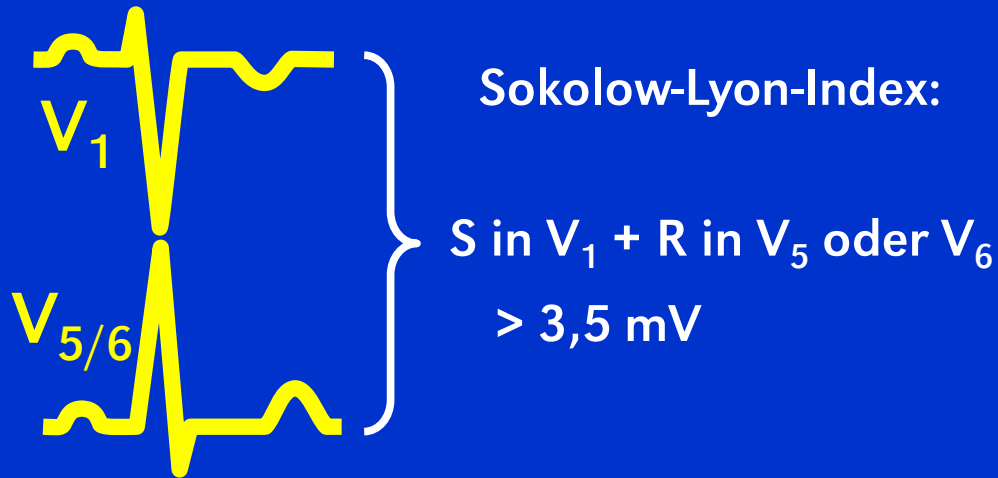
HF 106/min      Achsen:  
P 39 °  
Intervalle:      QRS -3 °  
RR 564 ms      T 116 °  
P 104 ms  
PQ 130 ms      P (II) 0.16 mV  
QRS 94 ms      S (V1) -0.89 mV  
QT 348 ms      R (V5) 0.97 mV  
QTC 464 ms      Sokol. 1.86 mV

# Ruhe-EKG



# Linkshypertrophiezeichen im EKG

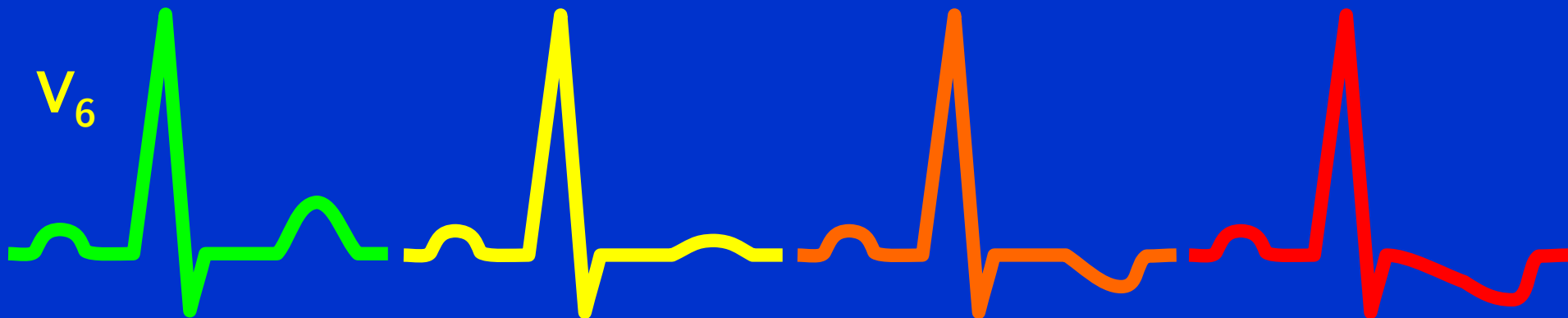
hohe Amplituden



ST-T-Veränderung in  $V_6$

normal

zunehmende Linkshypertrophie-Zeichen

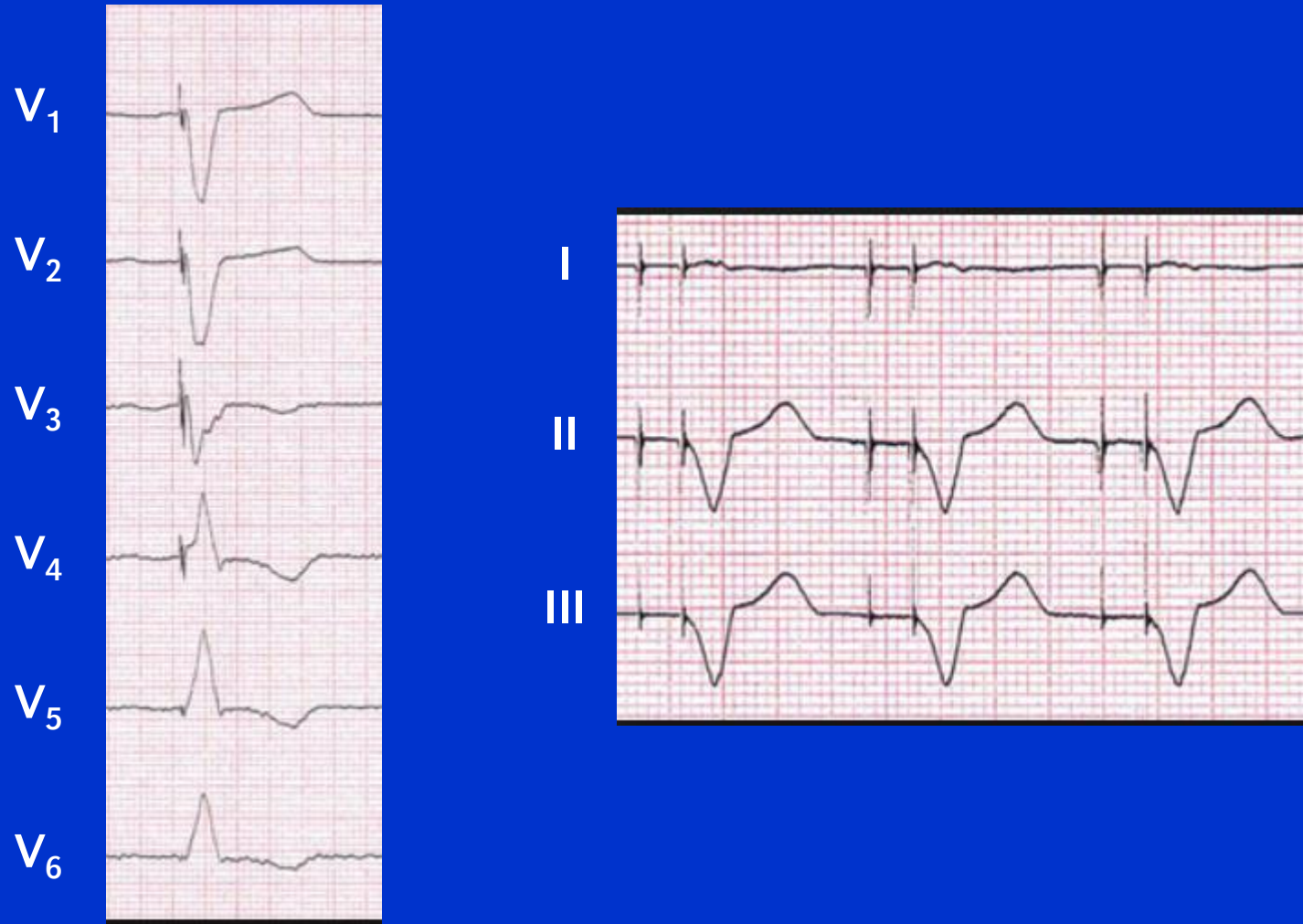




...UND HIER DIE GARANTIE ZU IHREM  
SCHRITTMACHER: 50000 KM UND BIS ZU  
DREI LIEBESAFFÄREN



# Schrittmacher-EKG

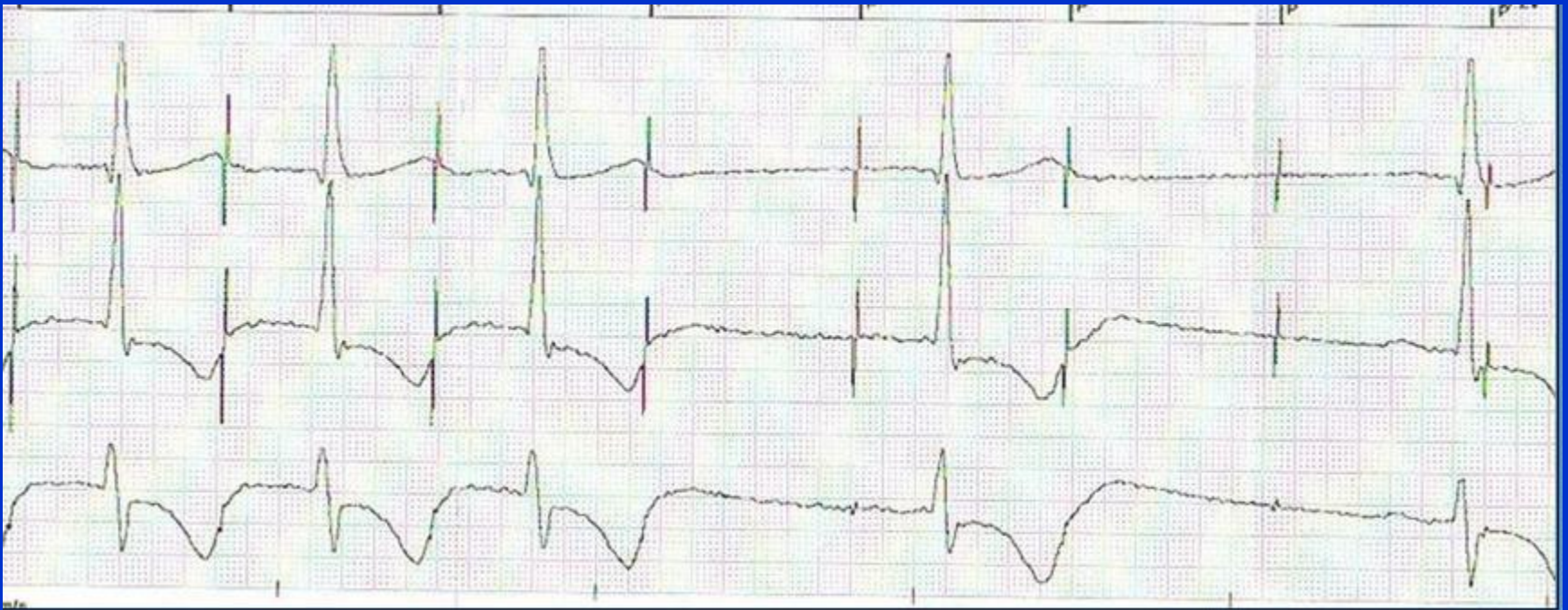


bei fast leerer Batterie (EOL oder EOS) zum Stromsparen:  
zuerst Ausfall der Frequenzadaptation  
dann Ausfall der Vorhofelektrode (VVI-Modus)



# Schrittmacher-EKG

atrialer Exit-Block



# Herzinfarkt mit und ohne ST-Hebung

STEMI = ST-Elevation Myocardial Infarction

= ST-Hebungs-Infarkt

muß sofort in ein Krankenhaus mit Herzkatheterlabor  
zur PCI = perkutane Coronar-Intervention  
= Ballondilatation der Stenose oder des Verschlusses,  
fast immer mit Stentimplantation.

Jede Minute zählt.

NSTEMI = Non-ST-Elevation Myocardial Infarction

= Nicht-ST-Hebungs-Infarkt

im EKG: T negativ oder ST-Senkung oder keine Veränderung  
(dann nur durch erhöhtes Troponin feststellbar)

muß ebenfalls in ein Krankenhaus, braucht dort aber  
nicht sofort eine Koronarangiographie

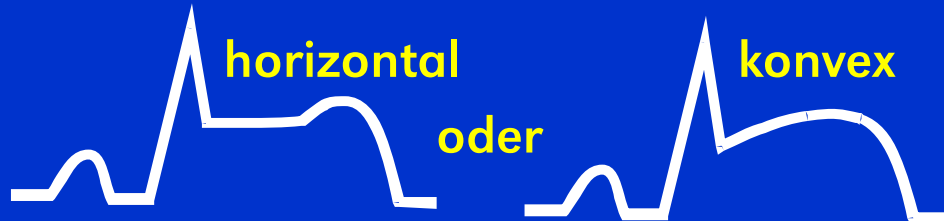
⇒ Patient mit neuen Herzbeschwerden braucht sofort ein EKG  
(und nicht nur eine Überweisung an einen Kardiologen)



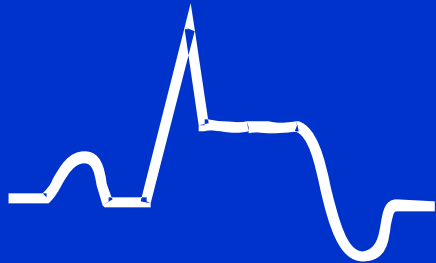
# Infarkt-EKG: Erregungsrückbildung



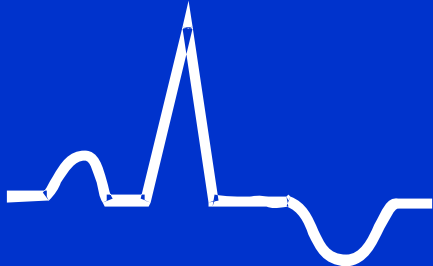
Ia: Erstickungs-T



Ib: akutes Stadium: ST-Hebung, T positiv



IIa: Zwischenstadium: ST-Hebung, T negativ



IIb: Folgestadium (oder NSTEMI): nur T negativ

ST-Hebung pathologisch:  
 $\geq 0,2 \text{ mV}$  in  $V_1-V_3$   
 $\geq 0,1 \text{ mV}$  in anderen Ableitungen

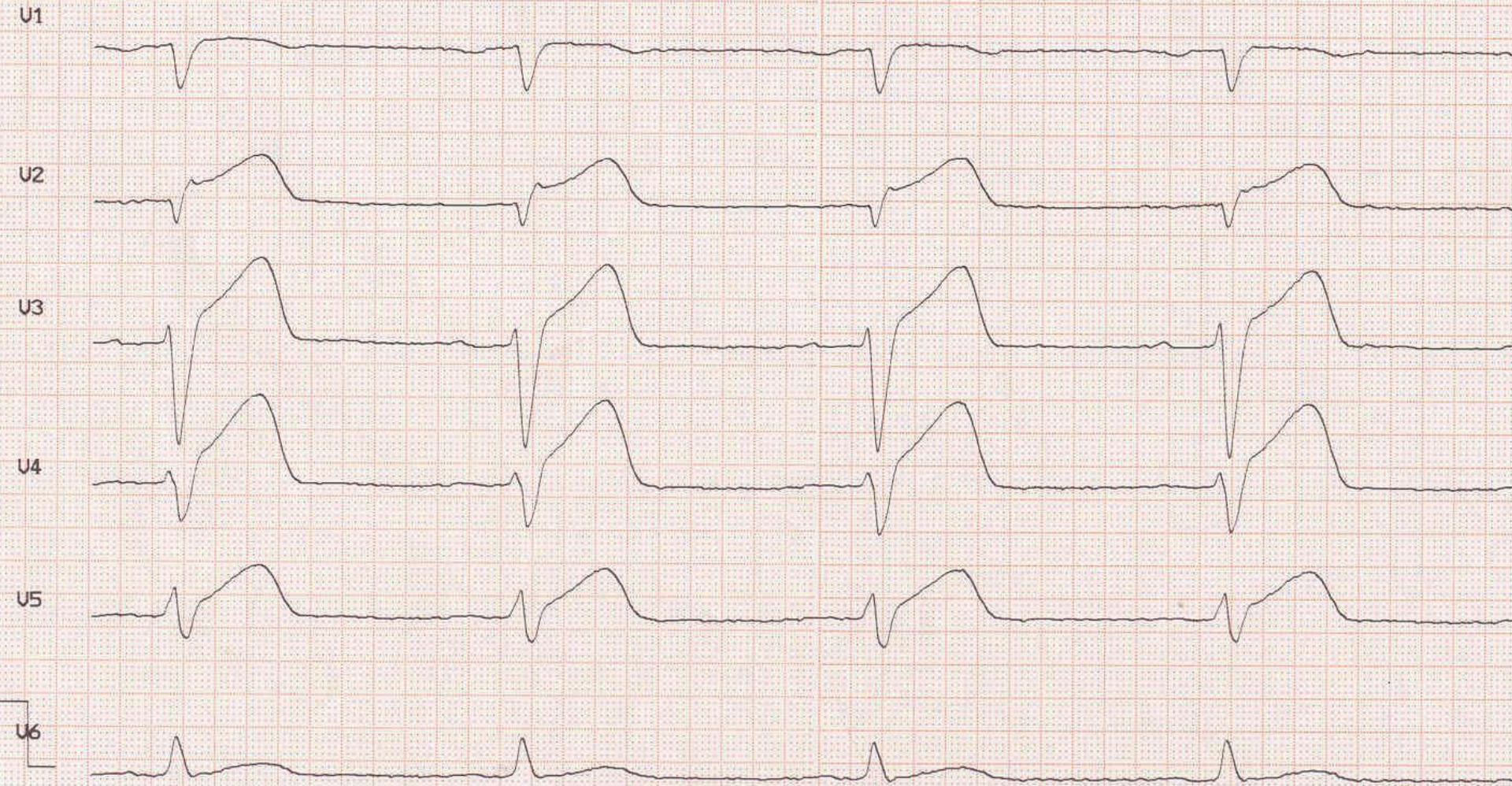
nicht pathologisch: konkav,  
nach S-Zacke





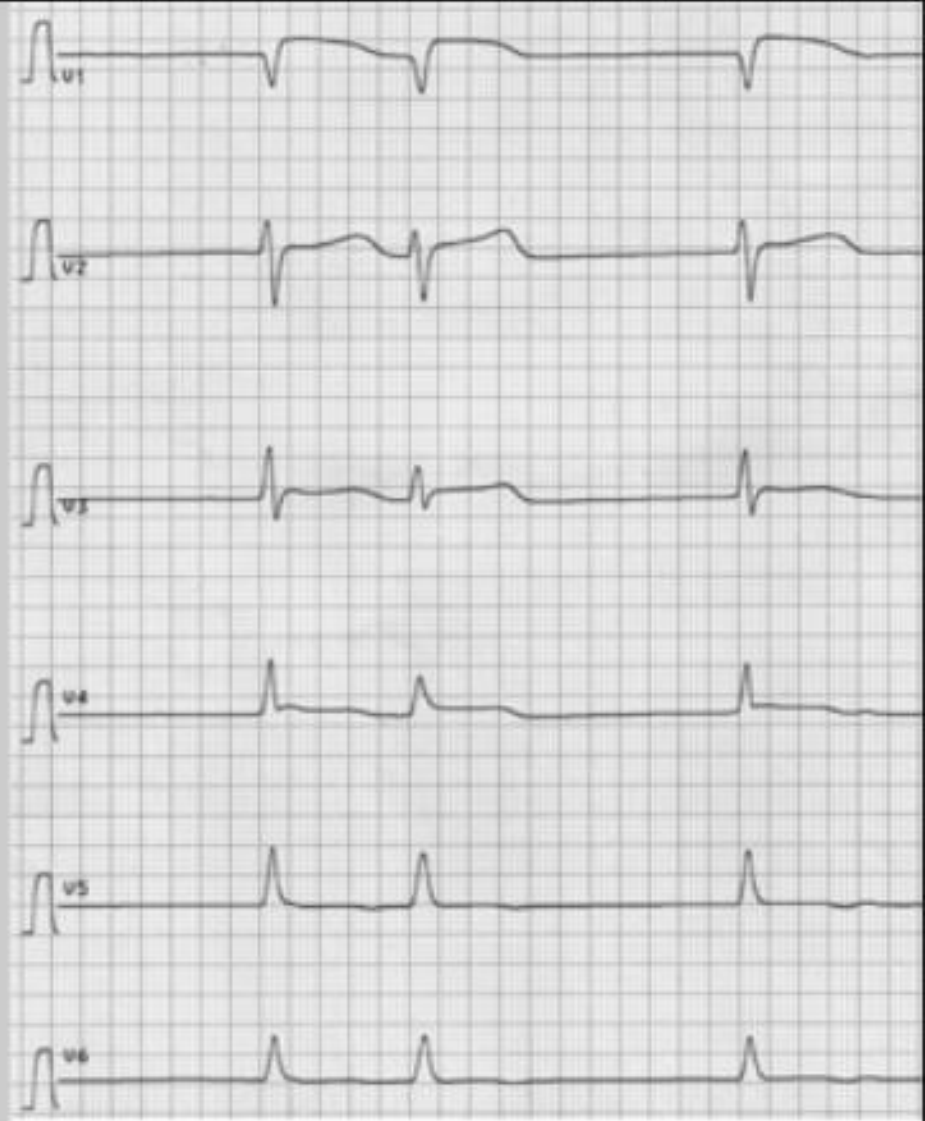
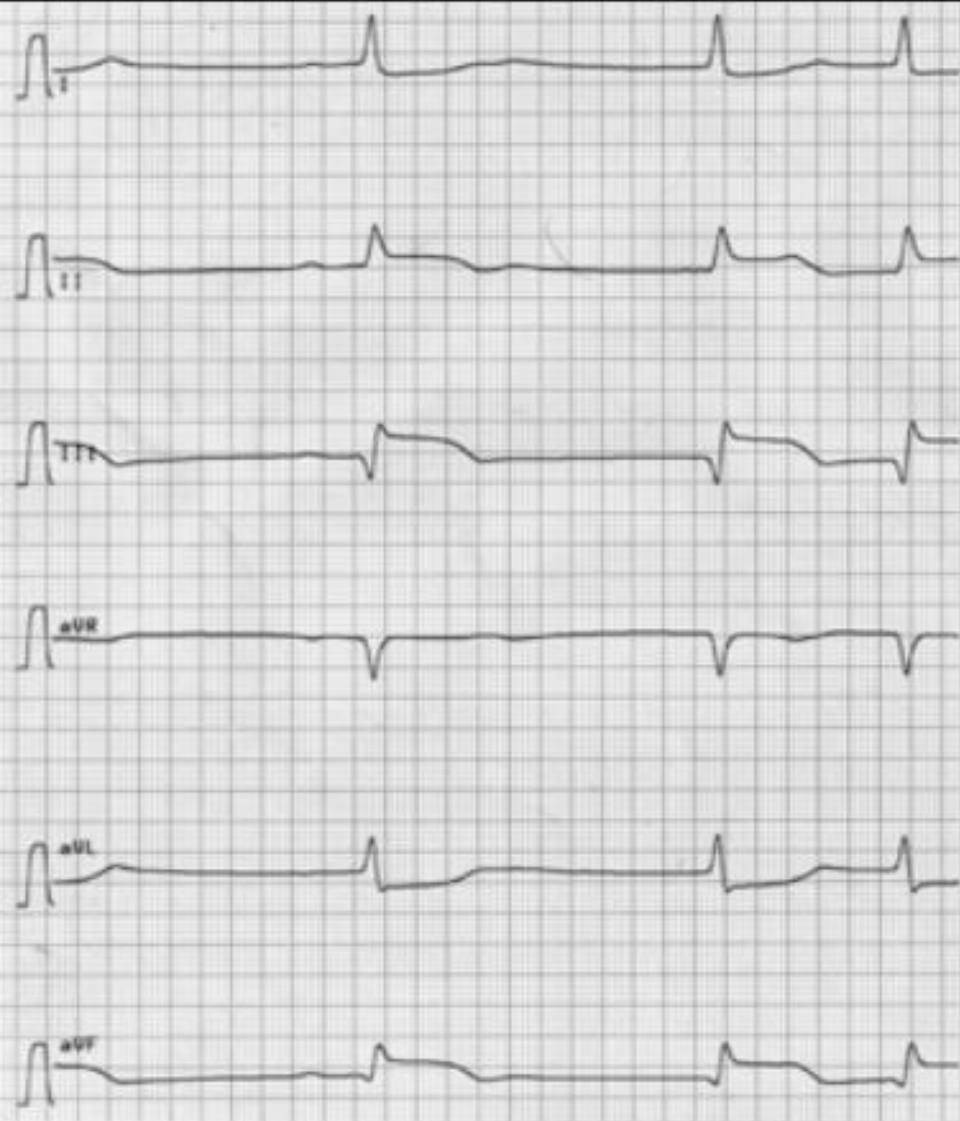
# STEMI der Vorderwand

unbestätigter Bericht.





# STEMI der Hinterwand





WM 2014, Achtelfinale, Brasilien – Chile 4:3 nach Elfmeterschießen



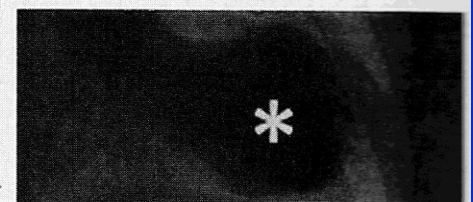
*Shams Y-Hassan et. al., Am J Cardiol 2015;116:1639–1642*

verschossener entscheidender  
Elfmeter



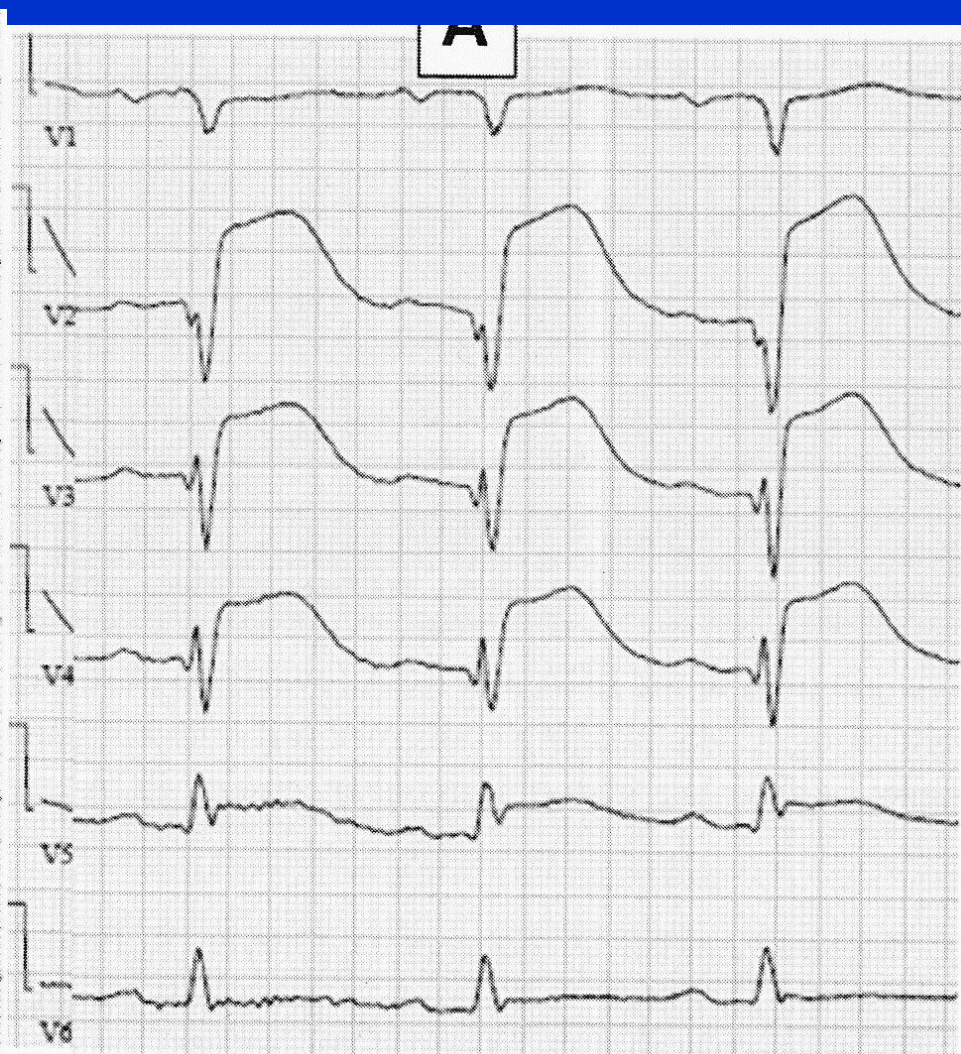
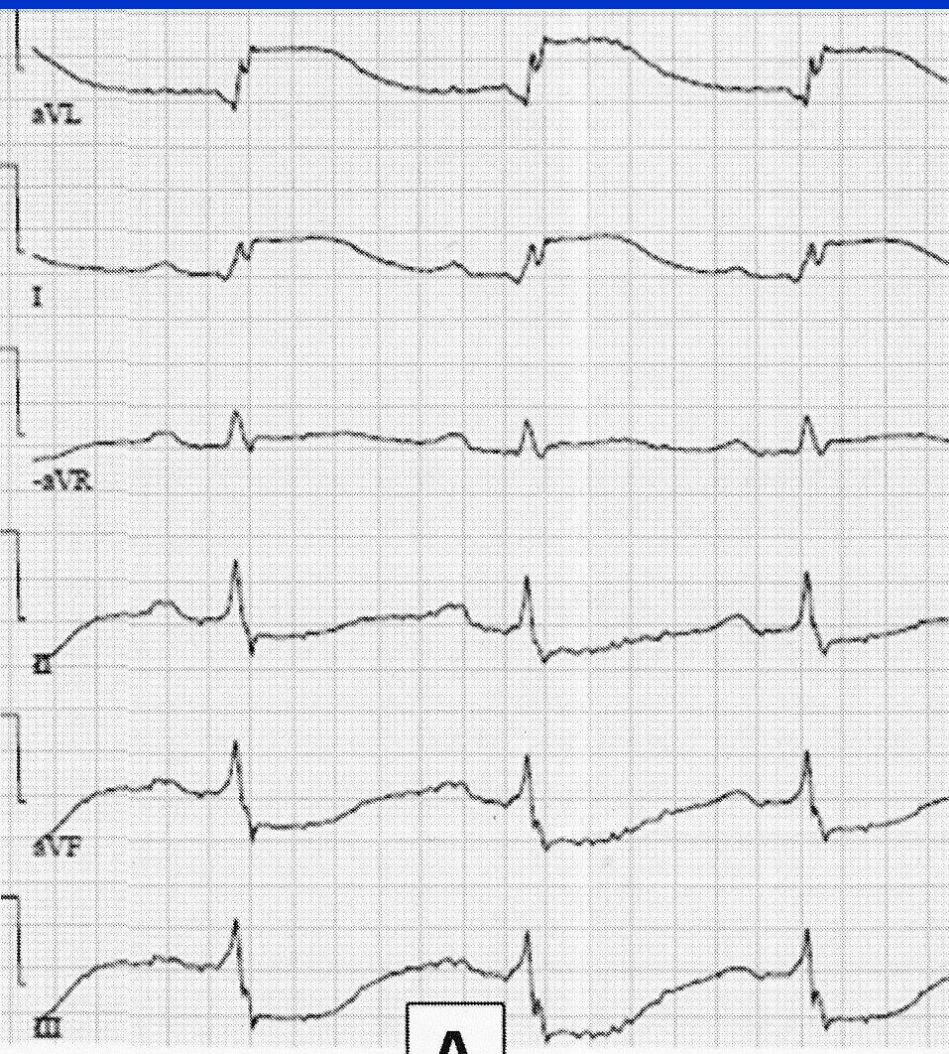
Ehemann: akuter  
proximaler  
LAD-Verschluß  
STEMI, Herzstillstand, Tod

Ehepaar chilenischer  
Abstammung



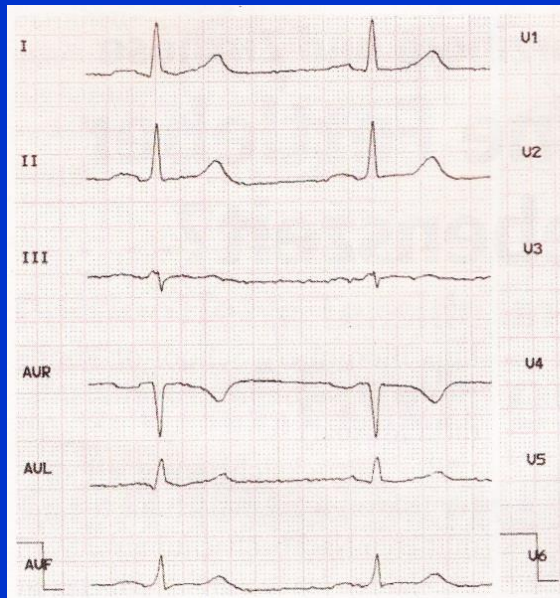
Ehefrau:  
Tako Tsubo  
komplette Erholung



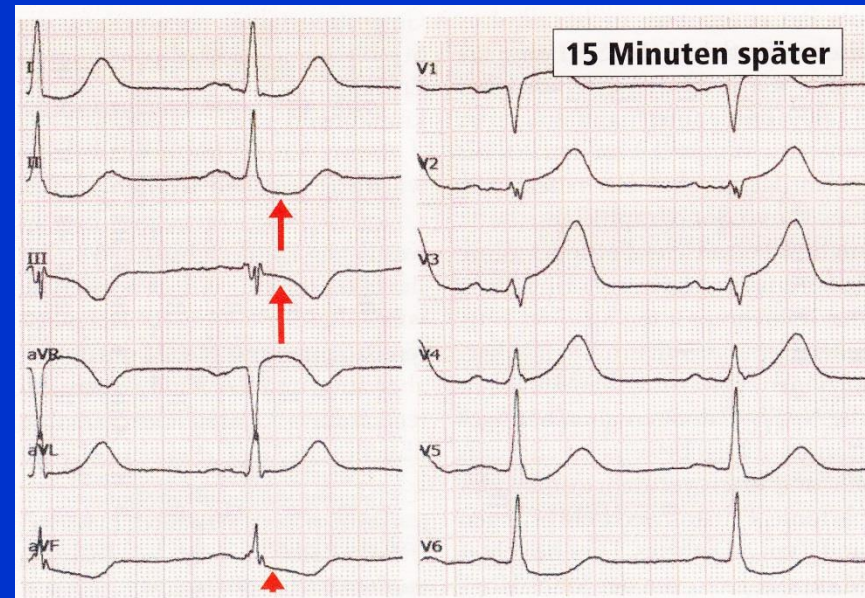




# Thoraxschmerzen



Analogbeispiel aus MT Nr. 6 / 10.2.12, S. 26:



64 Jahre ♂

kam mit erstmaligen Thoraxschmerzen seit ¼ h in die Praxis

EKG: auffällig hohe T-Welle linkspräkordial (neu gegenüber Vor-EKG)

→ Krankenhaus mit NAW als Herzinfarkt (Zeit ¼ h), EKG und Vor-EKG mitgegeben  
im KH bei Aufnahme EKG ± 0 (weiterhin nur angedeutete ST-Hebung),  
Infarktenzyme negativ

dann Diagnose „Herzinfarkt“ verworfen, Patient auf Normalstation mit Monitor

in der Nacht Kammerflimmern, Kardioversion erfolgreich

zurückgeblieben großes Vorderwandaneurysma, EF 35–40%

Kunstfehlerprozeß gegen Chefarzt durch Vergleich beendet

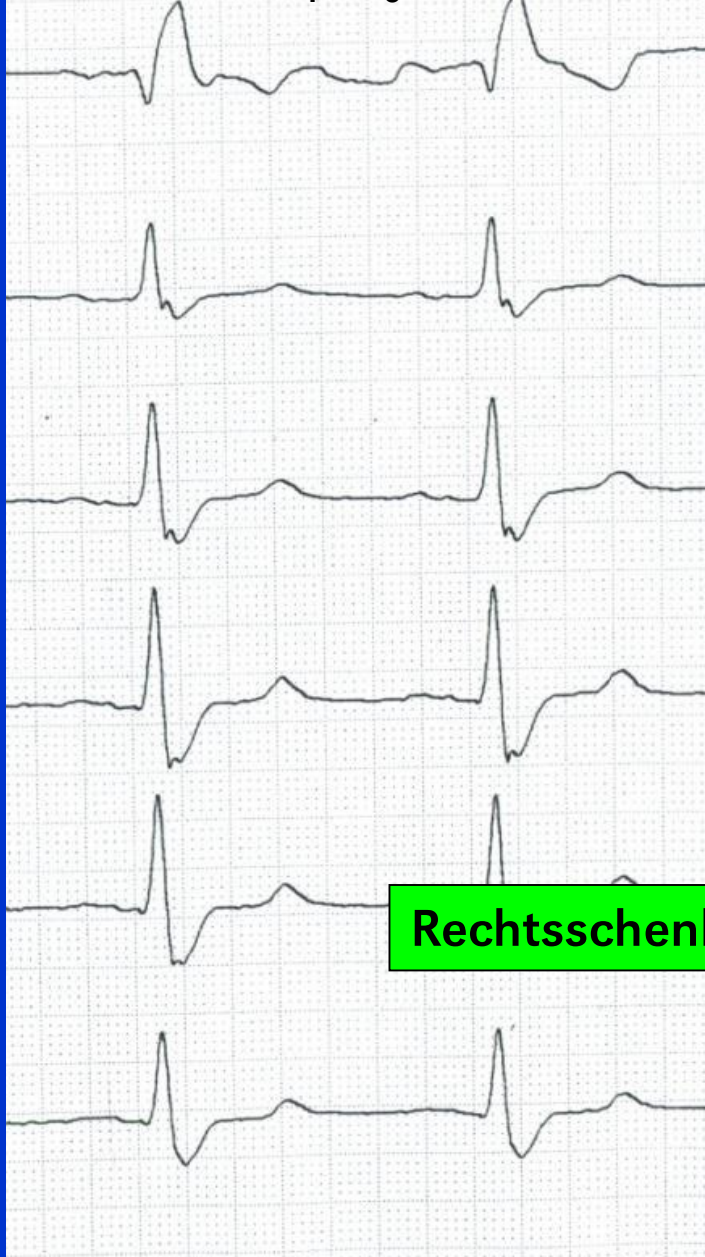
Datum des Herzinfarktes: 19.2.91; lebte noch 21 J. oligosymptomatisch.

I-III, aVR, L, F



0mm/s 10mm/mU ADS 50Hz 0.0

V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub>

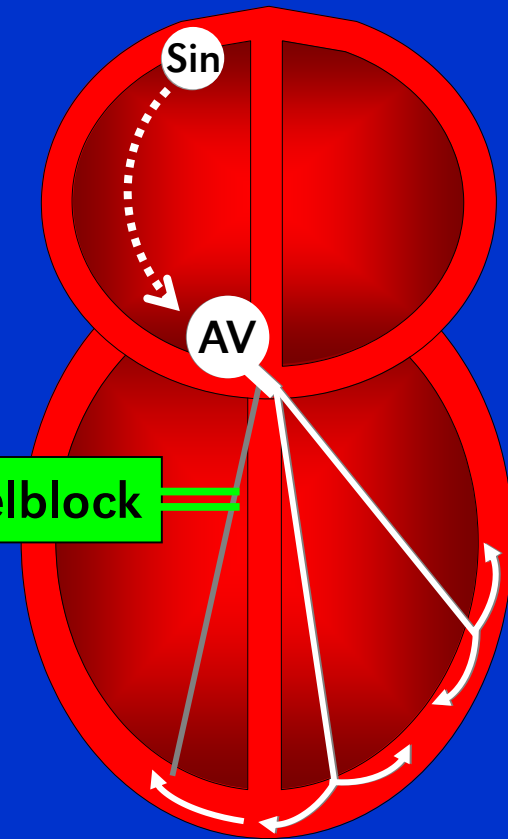


12:27:45

50mm/s 10mm/mU ADS

# Rechts- schenkel- block

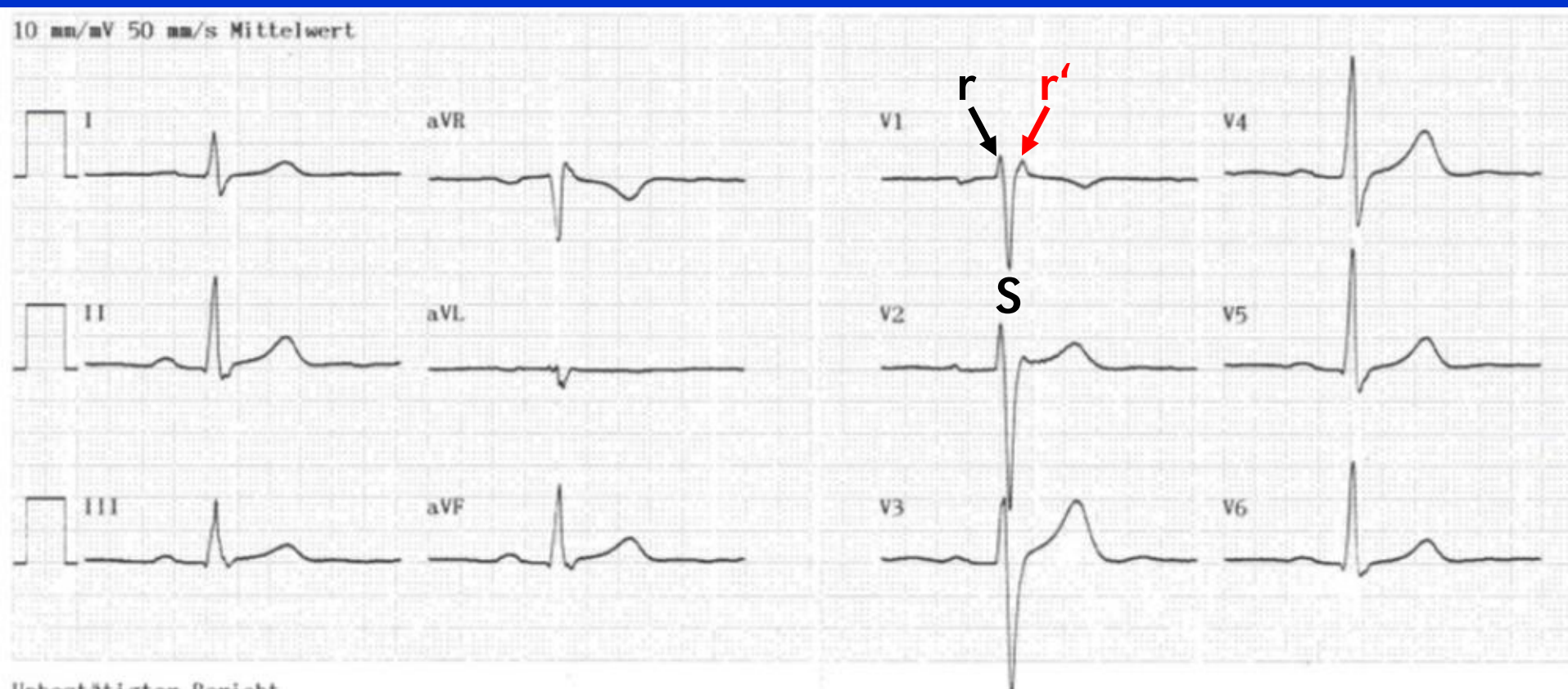
Rechtsschenkelblock





# inkompletter Rechtsschenkelblock

Leitungsverzögerung im rechten Schenkel  
QS-Dauer noch normal (meist 0,11 sec)  
 $r'$  in  $V_1$



# Brugada-Syndrom

angeborene Ionenkanalstörung: inkompletter Rechtsschenkelblock mit ST-Hebung in  $V_1$ ,  $V_2$  und evt.  $V_3$

bei nicht eindeutigem EKG oder zur Abklärung gefährlicher ventrikulärer Arrhythmien bei zunächst unauffälligem EKG

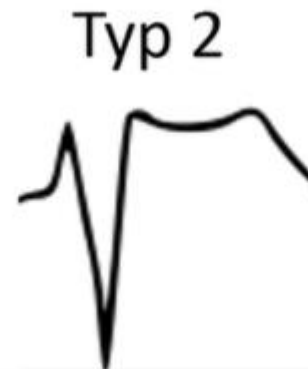
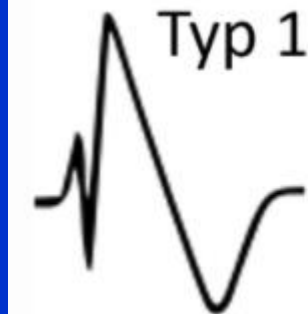
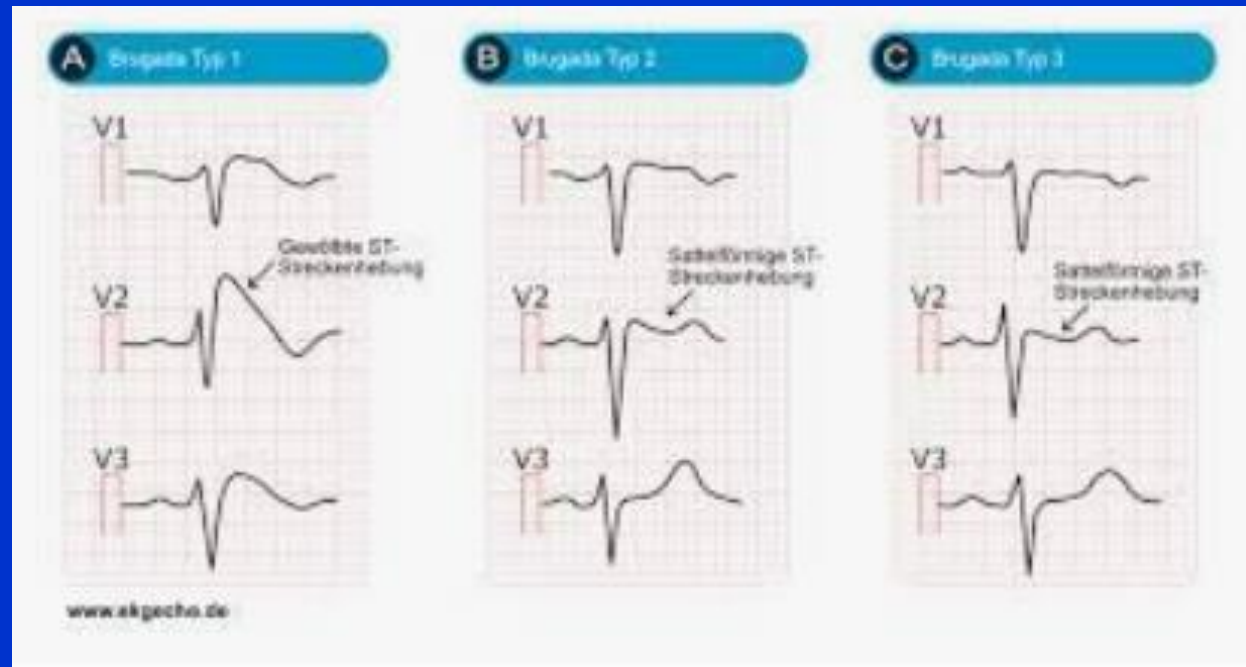
Ajmalin-Test  $\Rightarrow$  Brugada-EKG deutlicher oder neu

bei gesicherter Diagnose ICD-Implantation und evt. Genanalyse

Typ 1  
buckelförmig  
deszendierend

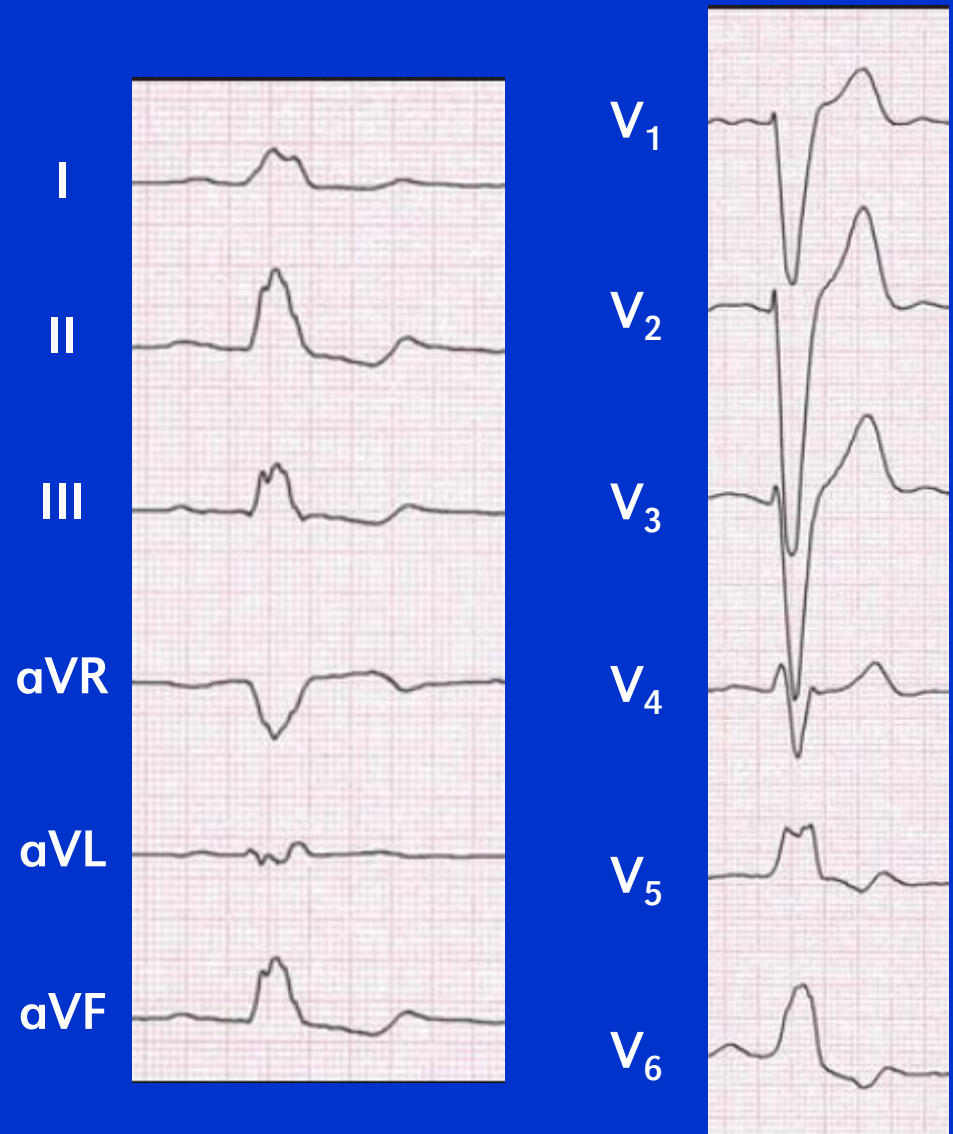
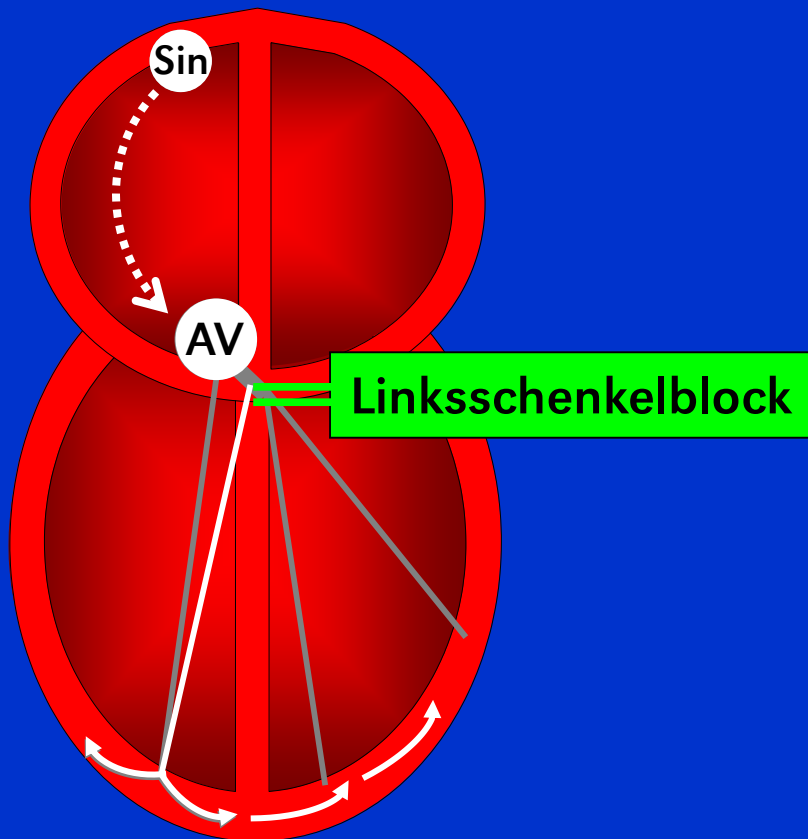
Typ 2  
sattelförmig  
horizontal

Typ 3  
sattelförmig  
deszendierend

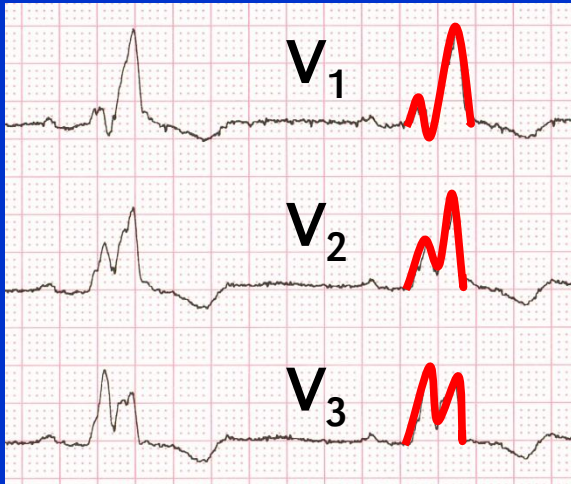




# Links- schenkel- block



# Eselsbrücke zur Unterscheidung Rechtsschenkelblock – Linksschenkelblock



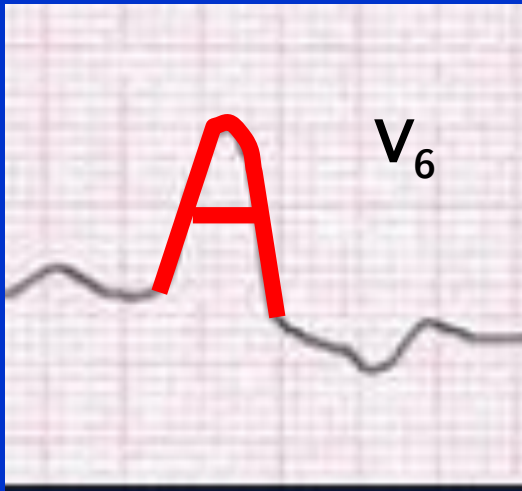
M = Merz = Rechts



M: Rechtsschenkelblock



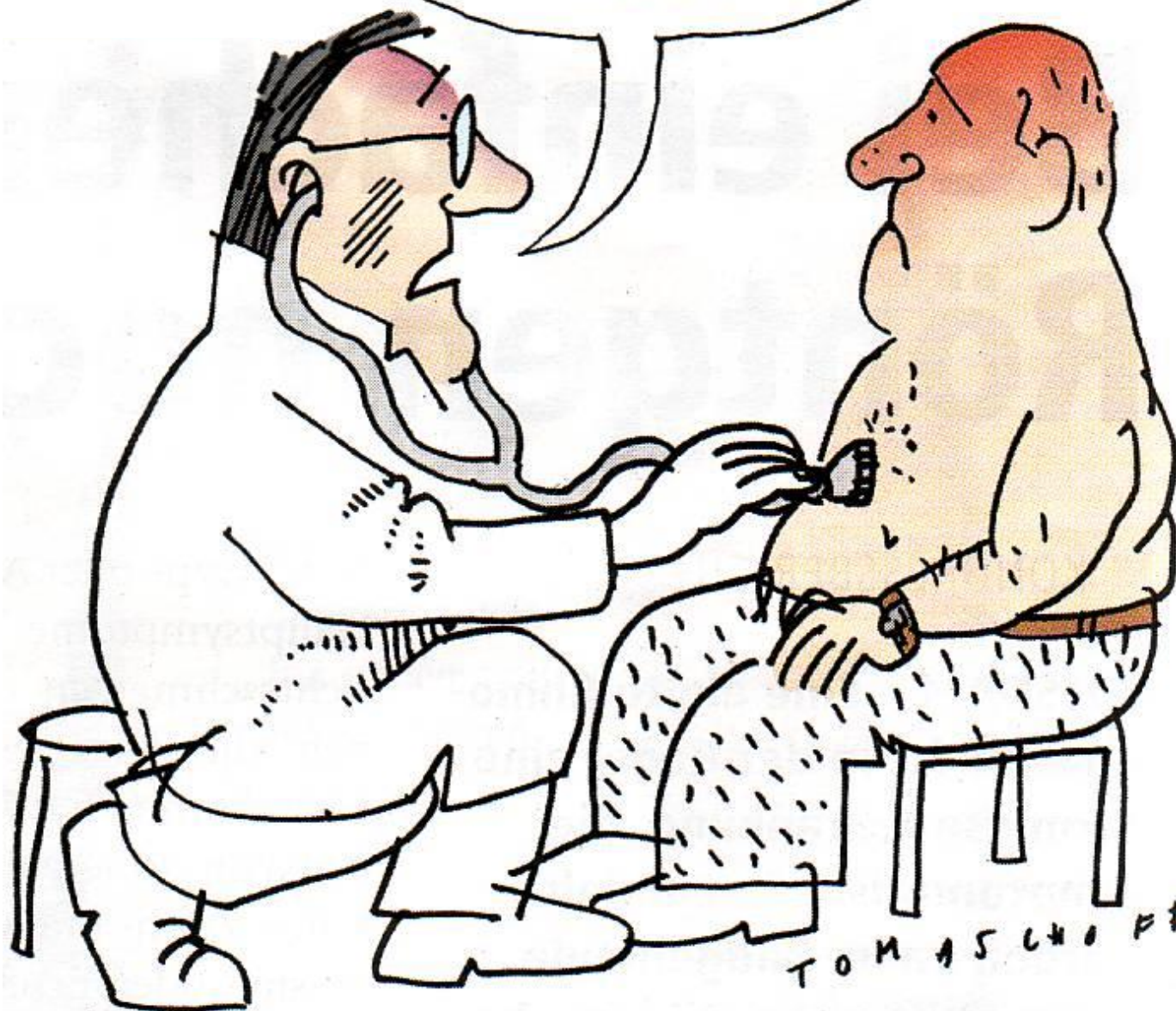
A = Annalena Baerbock = Links



A: Linksschenkelblock



IHR HERZ IST  
TAKTLOS!



Geb: 02.01.1998  
Alter: 20 Jahre  
Geschl: W  
Grösse: -- cm  
Gewicht: -- kg  
BD: - / - mmHg

HF 142 /min

Achsen

P -65 °

QRS -25 °

T 33 °

Intervalle

RR 422 ms

P 54 ms

PQ 118 ms

QRS 68 ms

QT 290 ms

QTc 453 ms

Interpretation

SINUSTACHYKARDIE

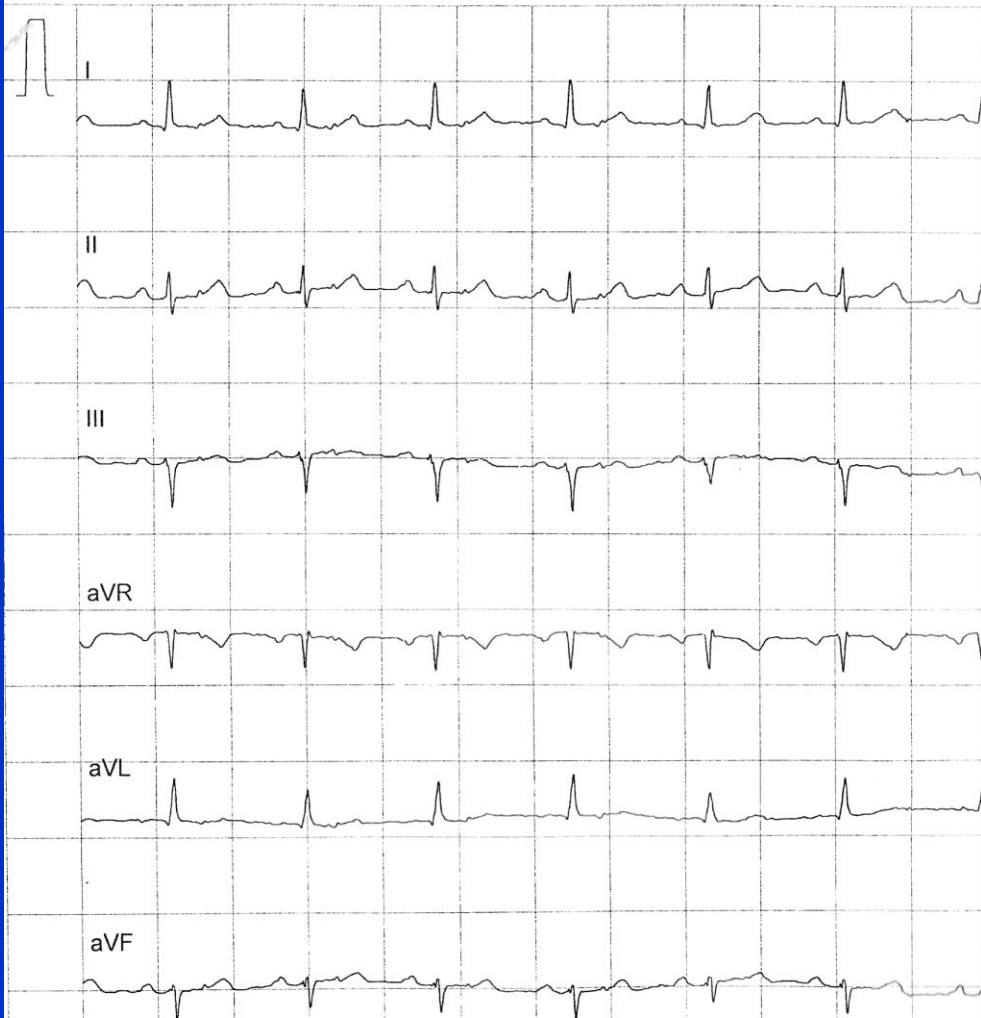
INTERPONIerte VENTRIKULÄRE EXTRASYSTOLE(N)

INTERPONIerte SUPRAVENTRIKULÄRE EXTRASYSTOLE(N)

LINKSTYP

Med:  
Bem:

Validiert von

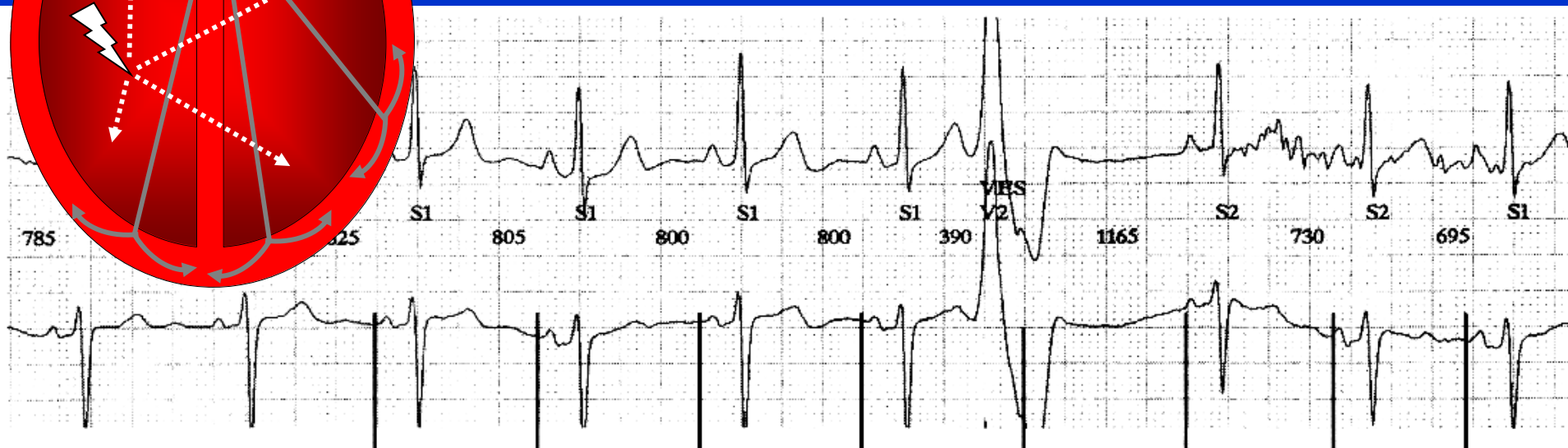


25 mm/s 10,0 mm/mV

0.05-35 Hz 50 Hz

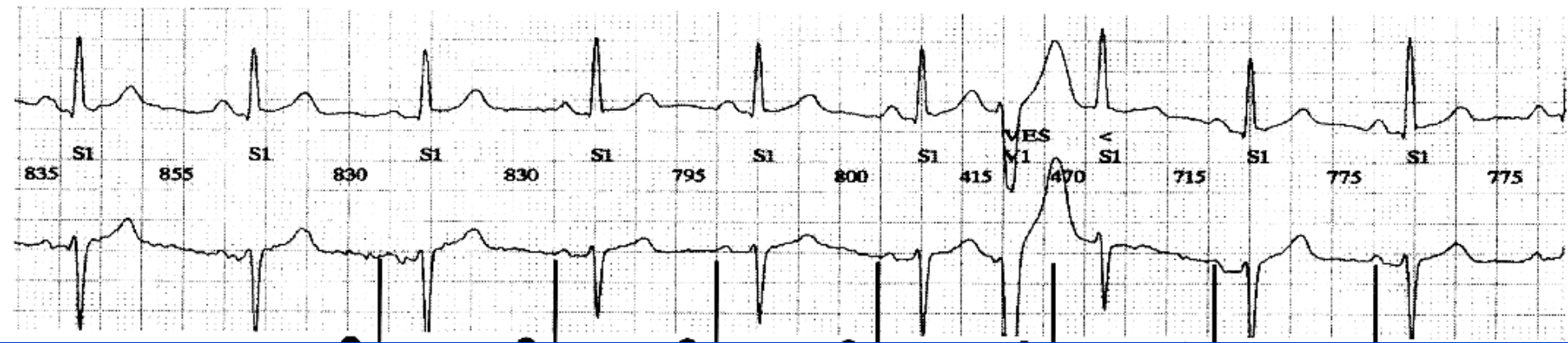


A diagram of the heart's electrical system. The top half shows the SA node (labeled 'Sin') and the AV node (labeled 'AV'). A dashed arrow indicates the path of electrical impulses from the SA node to the AV node. The bottom half shows the Purkinje fibers, which are represented by a network of lines. A lightning bolt symbol indicates the origin of the electrical impulse. Arrows show the direction of electrical conduction through the Purkinje fibers.

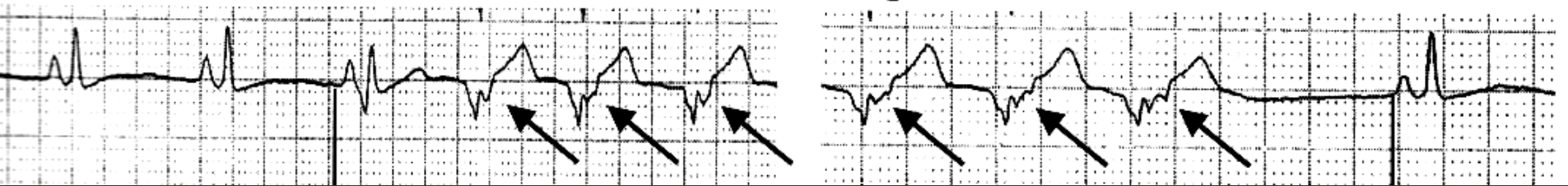




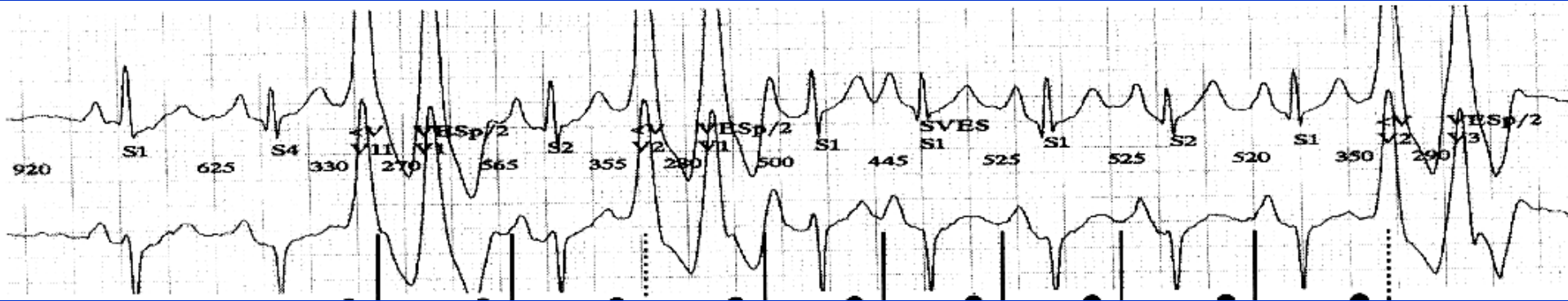
# Interponierte ventrikuläre Extrasystole



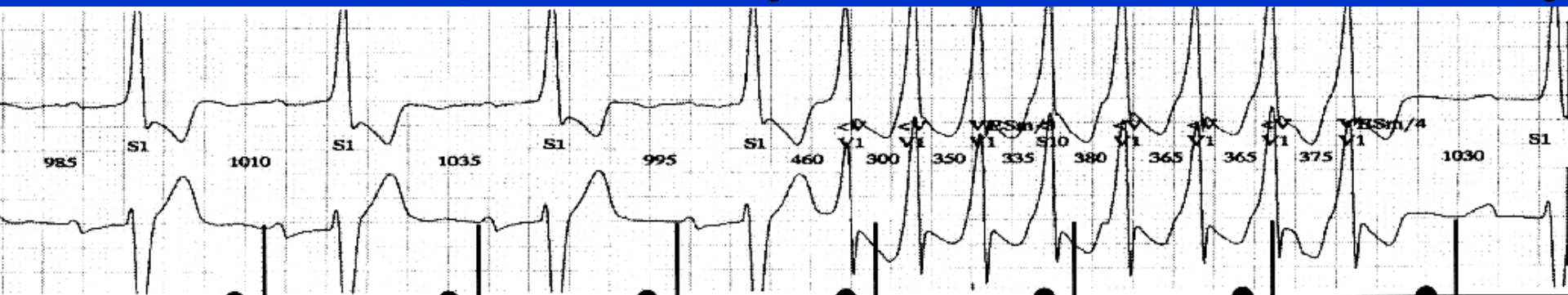
# Beschleunigter Idioventrikularrhythmus



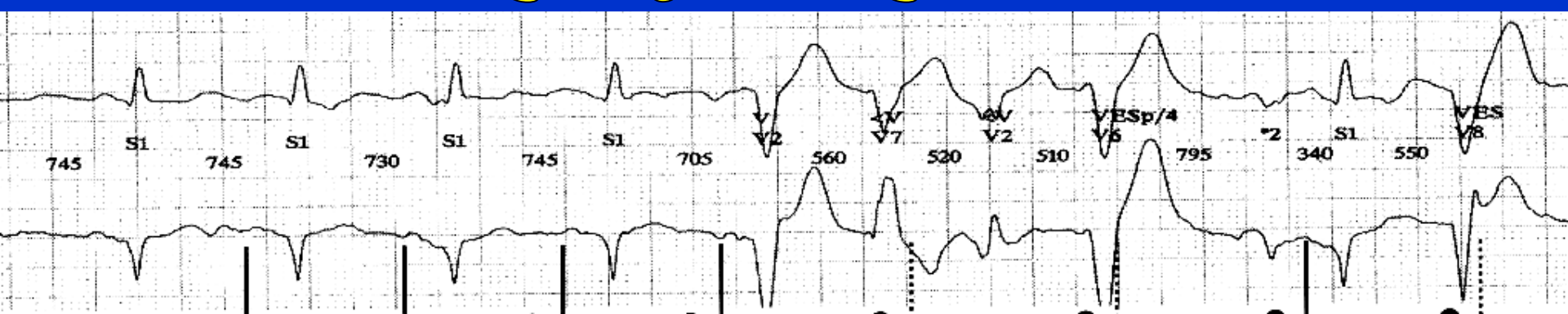
# VES: Couplets



## VES: monomorphe Salve (kurze ventr. Tachykardie)

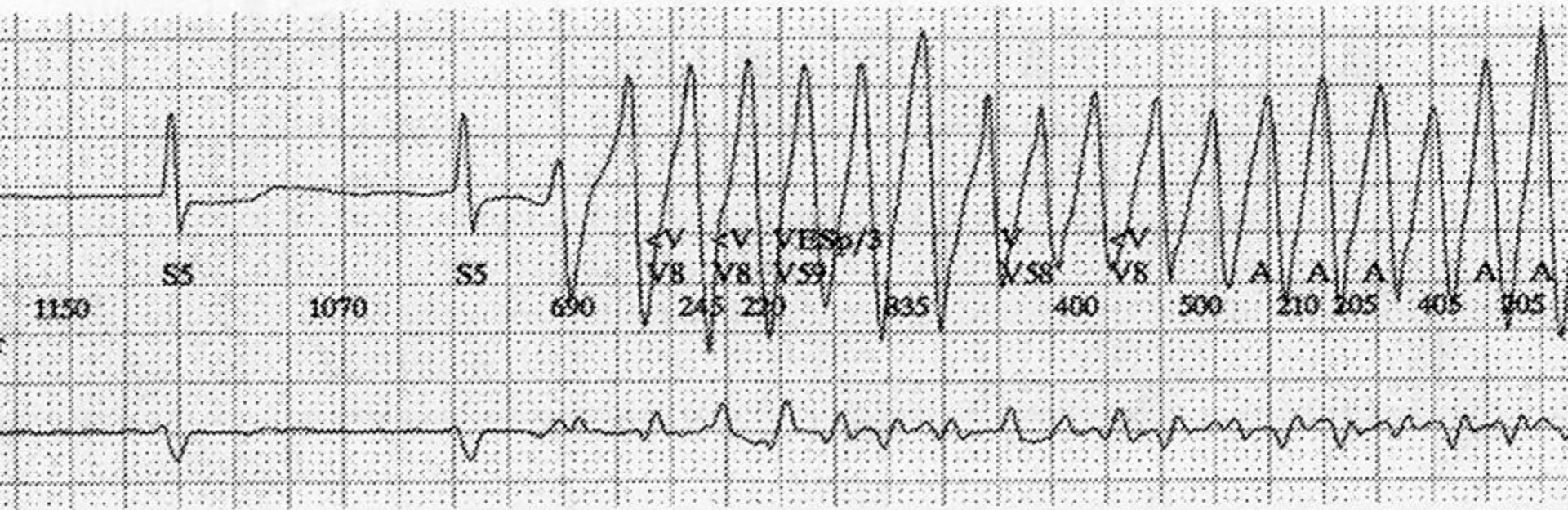


## VES: polymorphe Salve

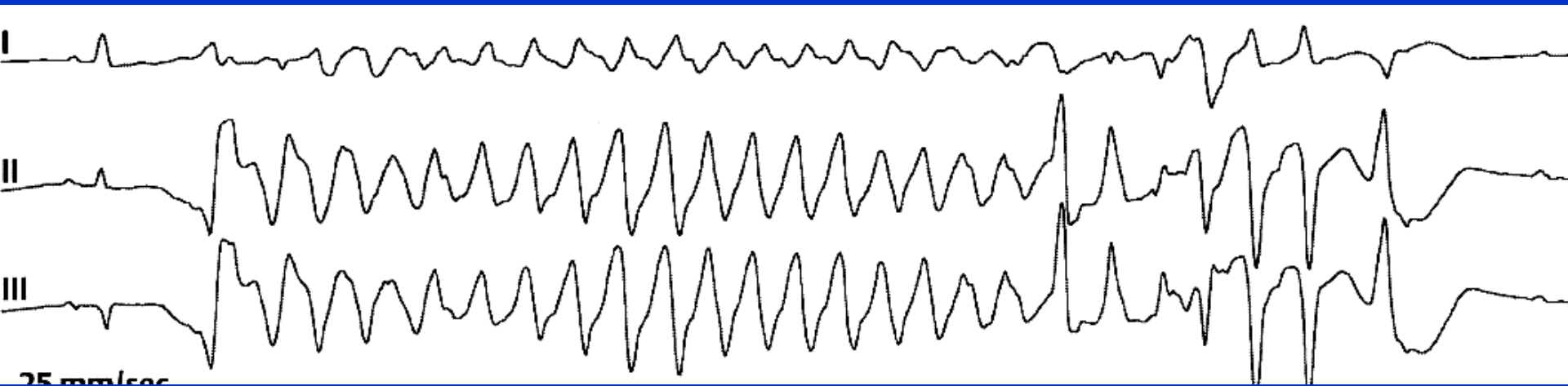




# R-auf-T-Phänomen mit ventrikulärer Tachykardie

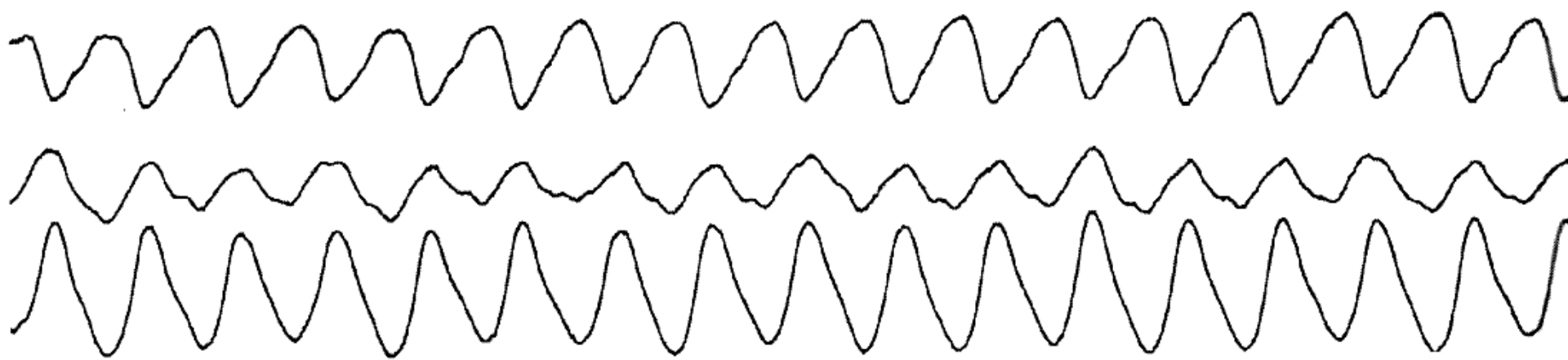


# **Ventrikuläre Tachykardie: Torsade de Pointes**

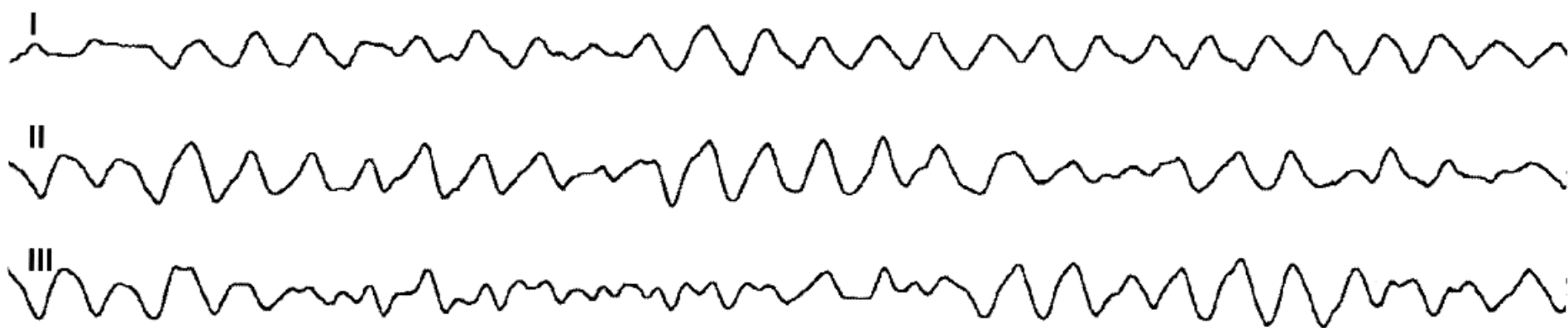




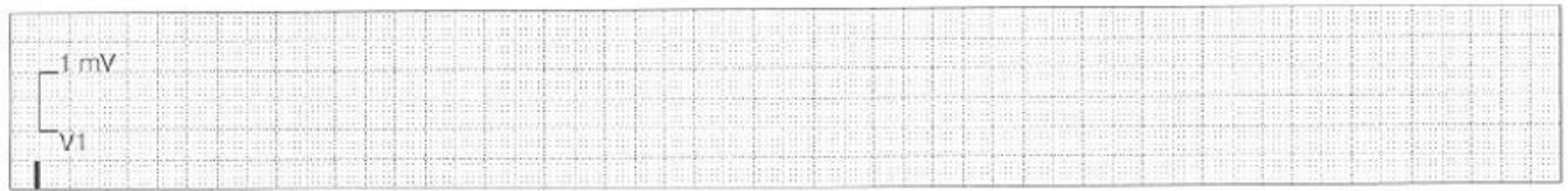
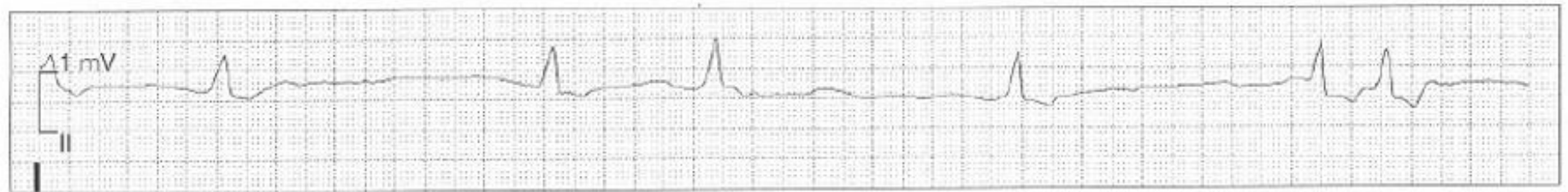
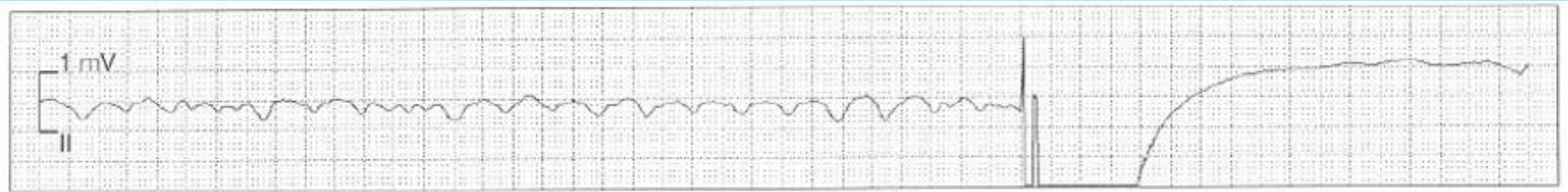
# Kammerflattern



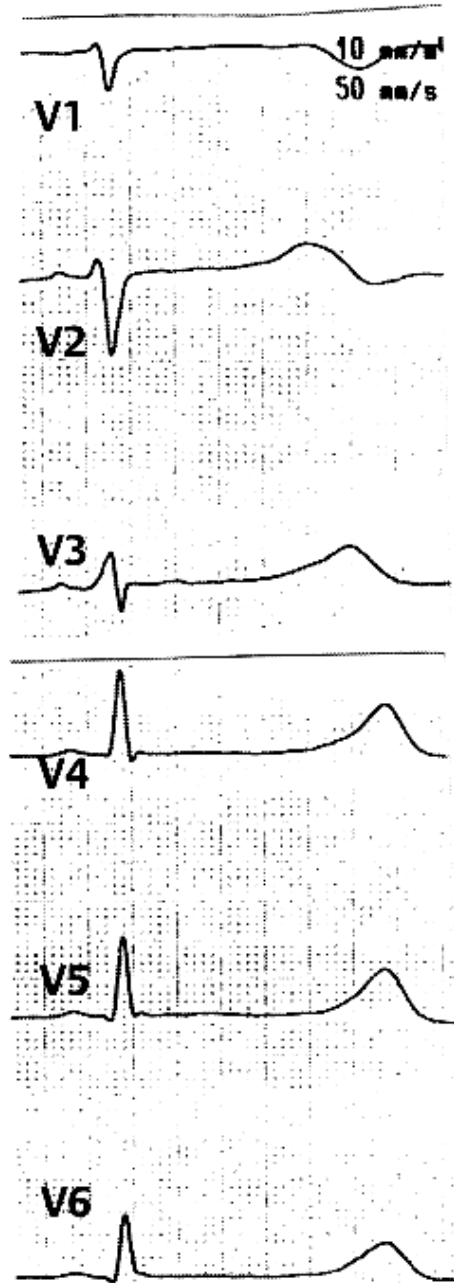
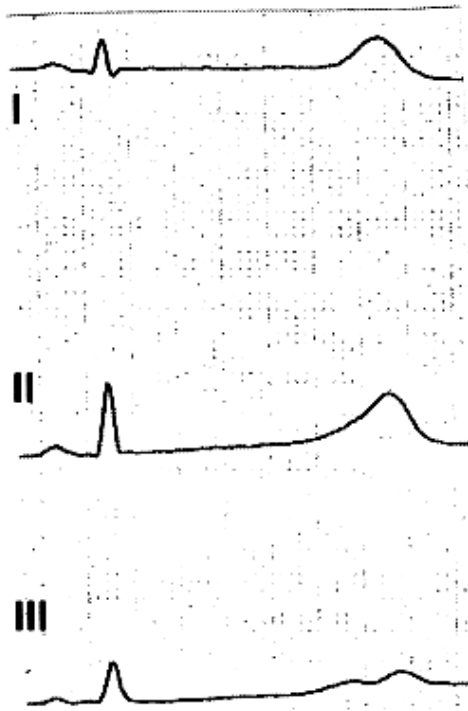
# Kammerflimmern



# Kammerflimmern mit ICD-Entladung



# Long-QT-Syndrom



Bazett-Formel:

$$QT_c = \frac{QT}{\sqrt{R-R \text{ [sec]}}}$$

$QT_c$  normal:

m: 350–440 msec

w: 360–460 msec

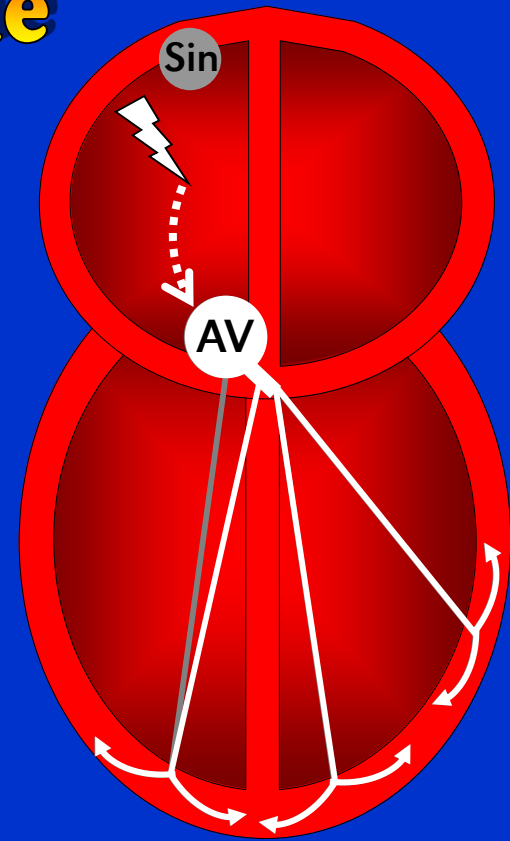
Abklärung nach ESC:

m:  $\leq 470$  msec

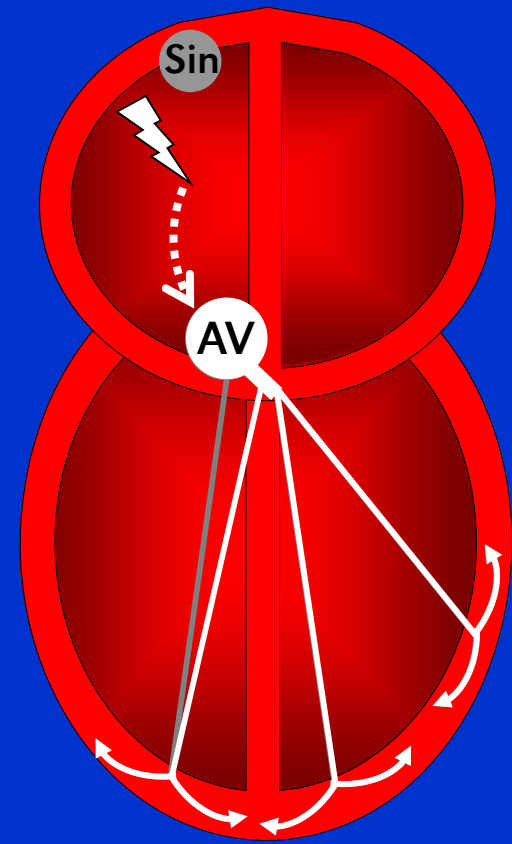
w:  $\leq 480$  msec



# Supraventrikuläre Extrasystole

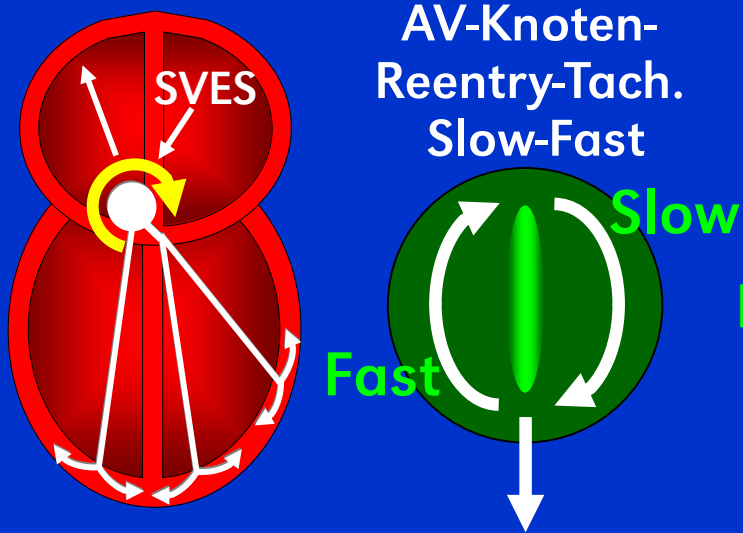


# Vorhofftachykardie = atriale Tachykardie



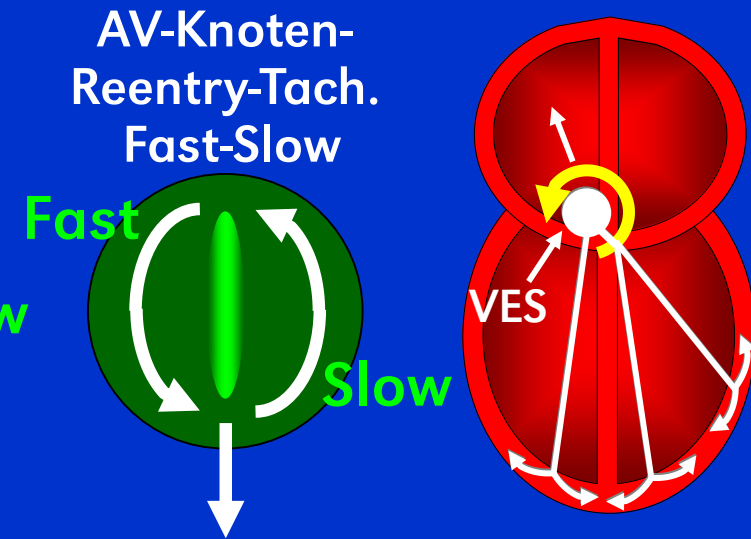
# AV-Knoten-Reentry-Tachykardien

typische AV-Knoten-Reentry-Tachykardie (95%)



P-Welle unsichtbar  
(fällt zusammen mit QRS-Komplex)

atypische AV-Knoten-Reentry-Tachykardie (5%)



P-Welle kurz  
nach dem QRS-Komplex



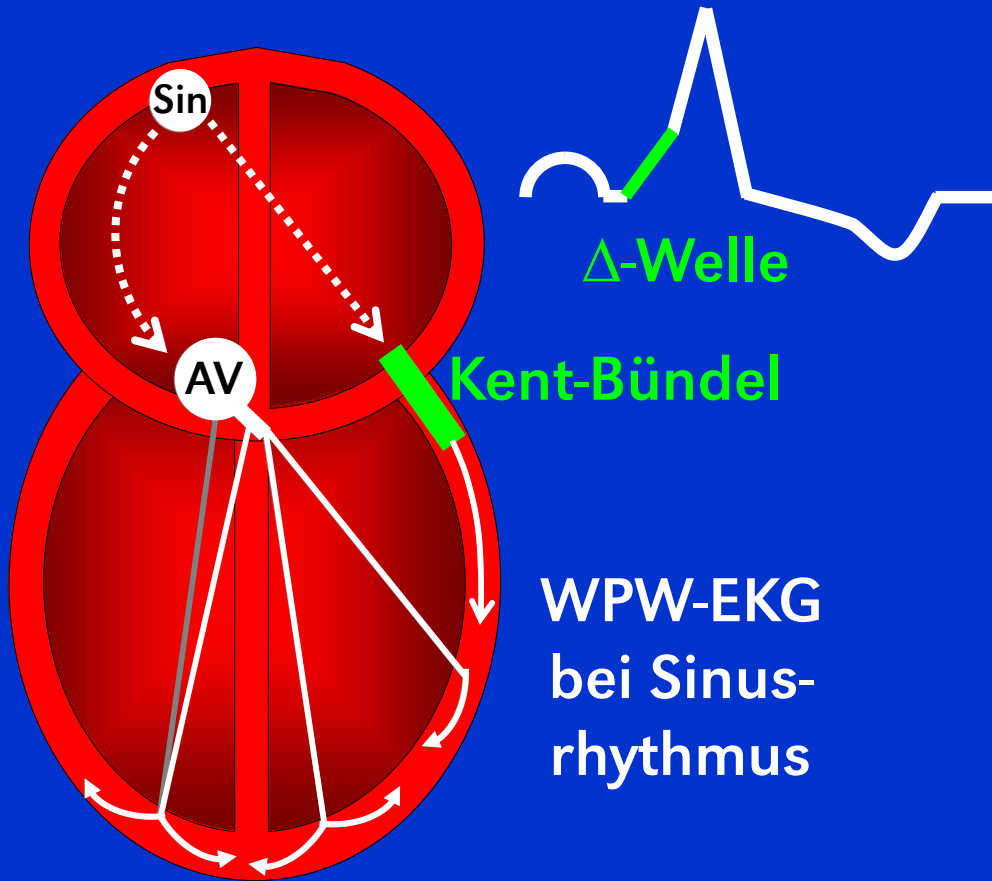
# Typische AV-Knoten-Reentry-Tachykardie



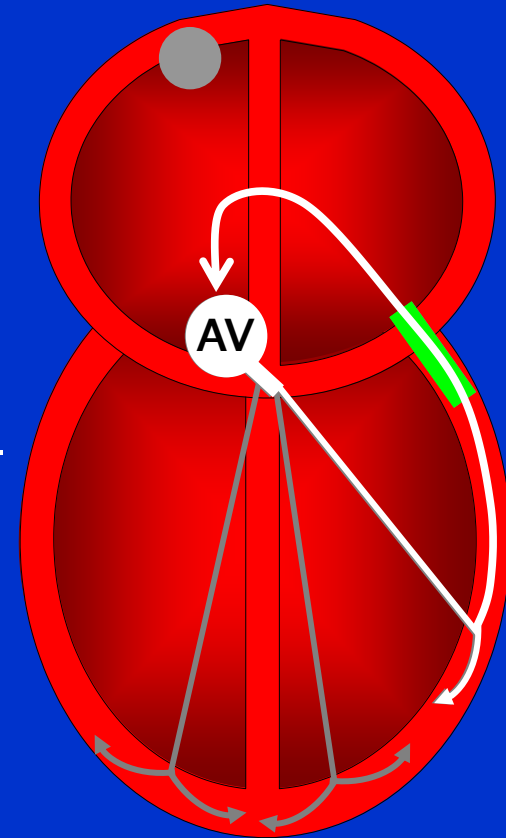
# Atypische AV-Knoten-Reentry-Tachykardie



# WPW-Syndrom

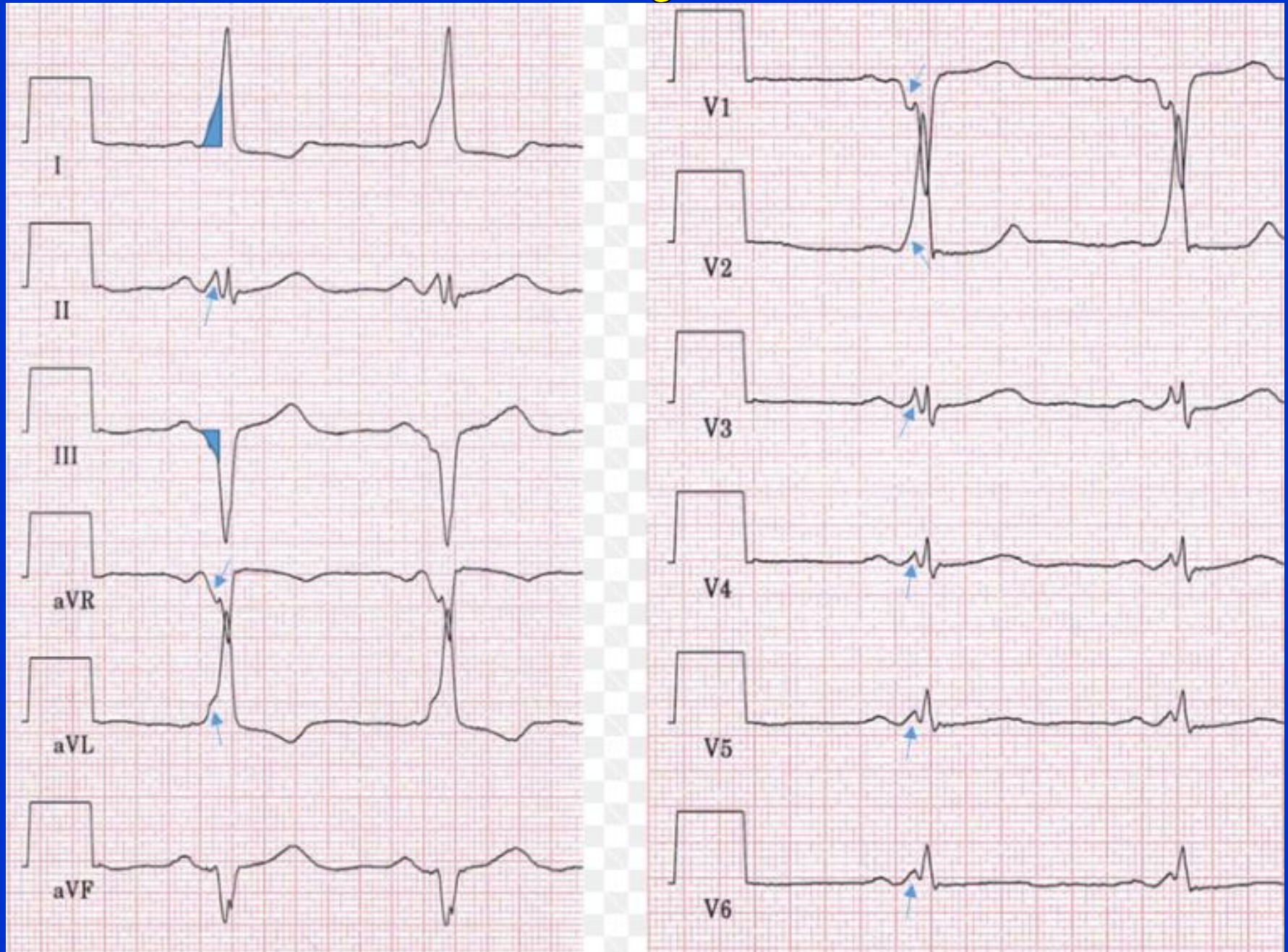


orthodrome  
WPW-Tachy-  
kardie

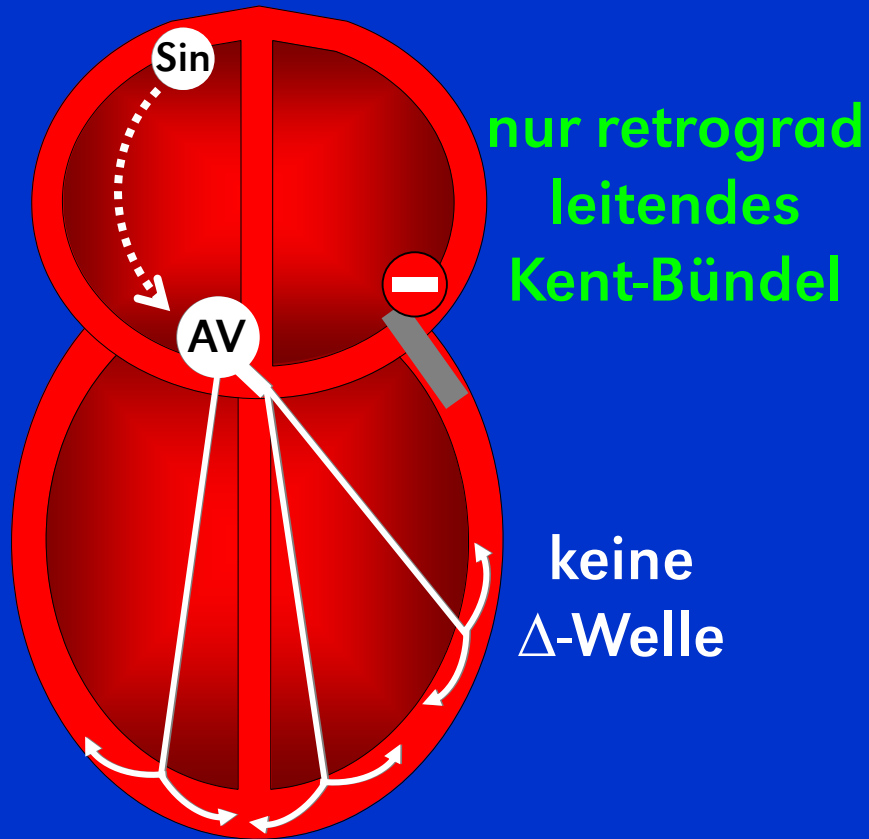




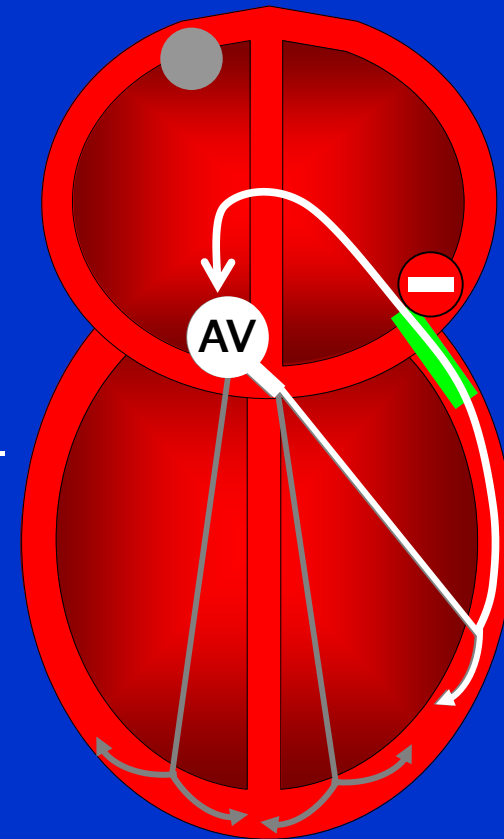
# WPW-Syndrom



# Orthodrome WPW-Tachykardie bei verborgenem WPW-Syndrom

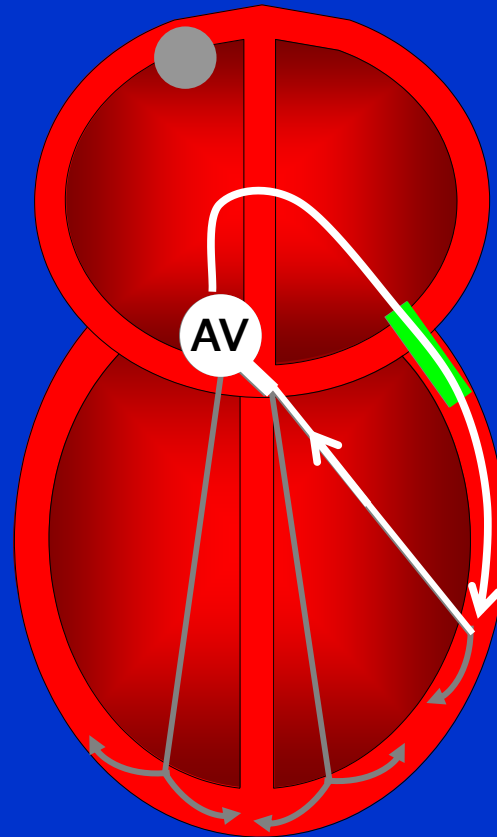


orthodrome  
WPW-Tachy-  
kardie

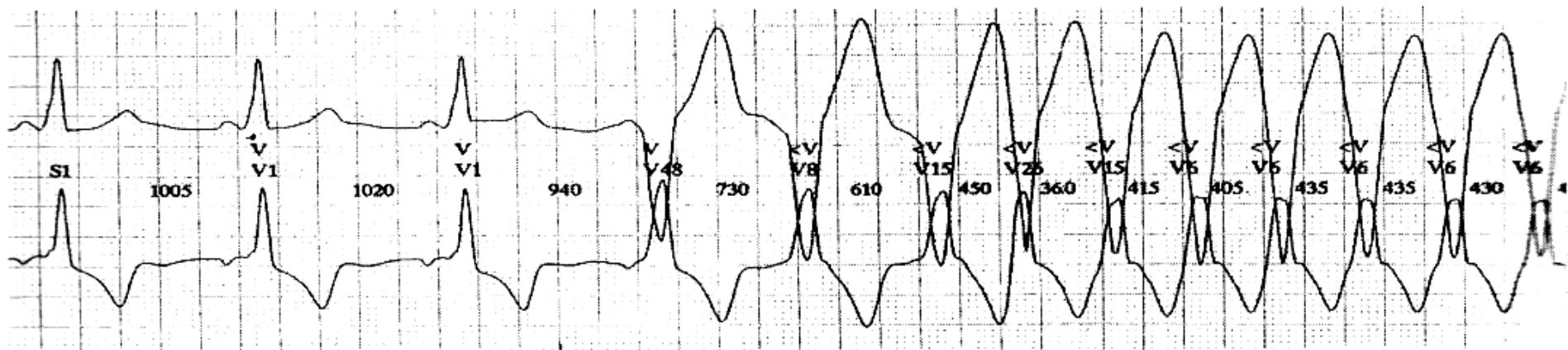




# Antidrome WPW-Reentry-Tachykardie



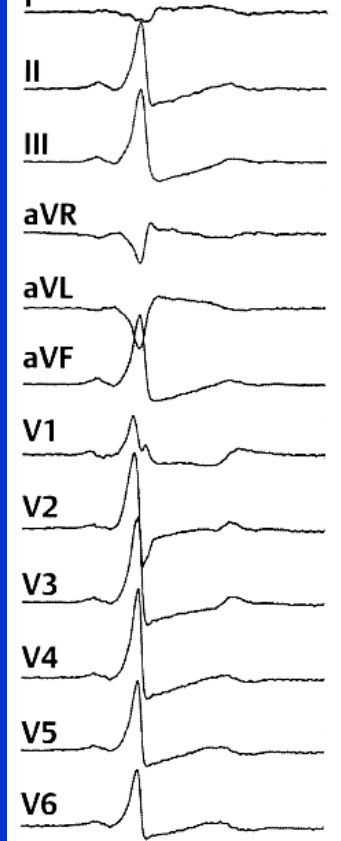
$\Delta$ -Welle  
während der  
Tachykardie



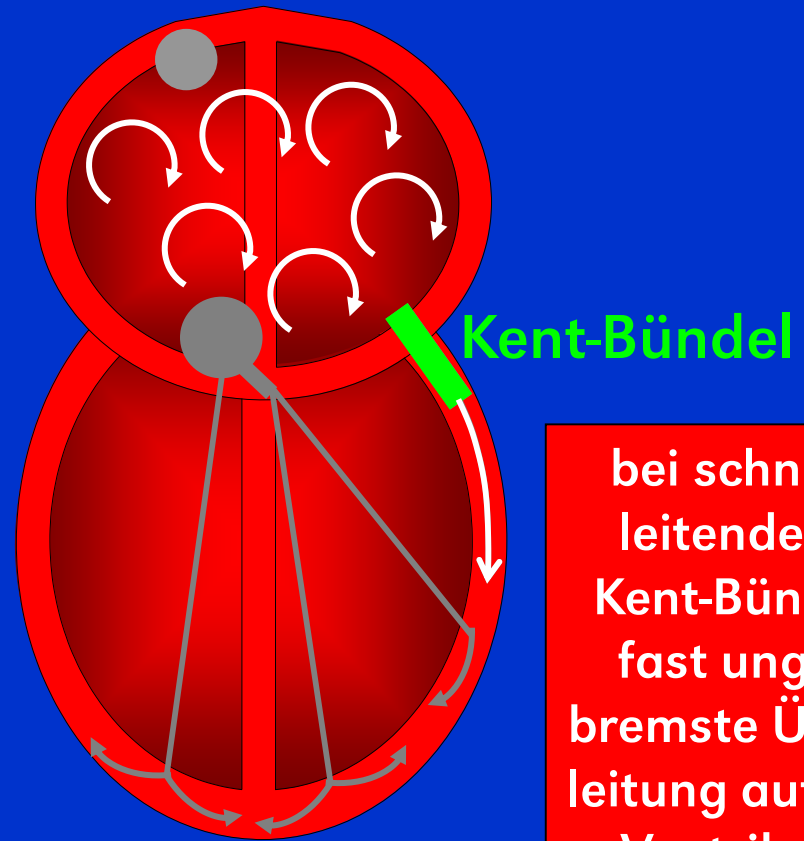
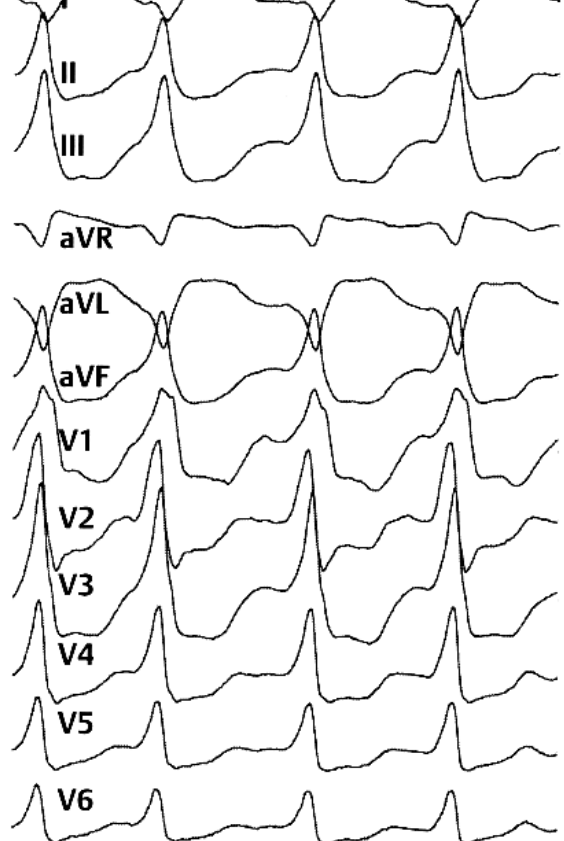


# Vorhofflimmern bei offenem WPW-Syndrom

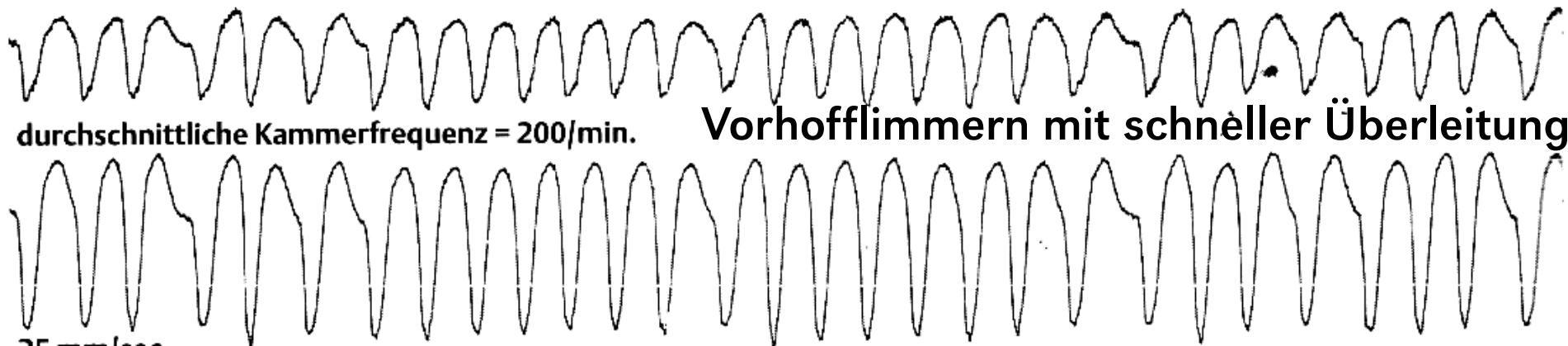
Sinusrhythmus



Vorhofflimmern



bei schnell leitendem Kent-Bündel fast ungebremste Überleitung auf die Ventrikel!



durchschnittliche Kammerfrequenz = 200/min.

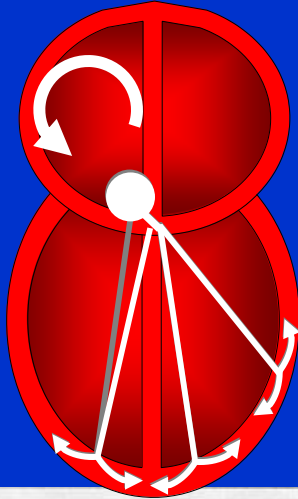
Vorhofflimmern mit schneller Überleitung

WENN SIE MIR DIE ABLATION  
ERTEILEN, BIN ICH DANK AUCH  
ALLE MEINE SÜNDEN LOS?

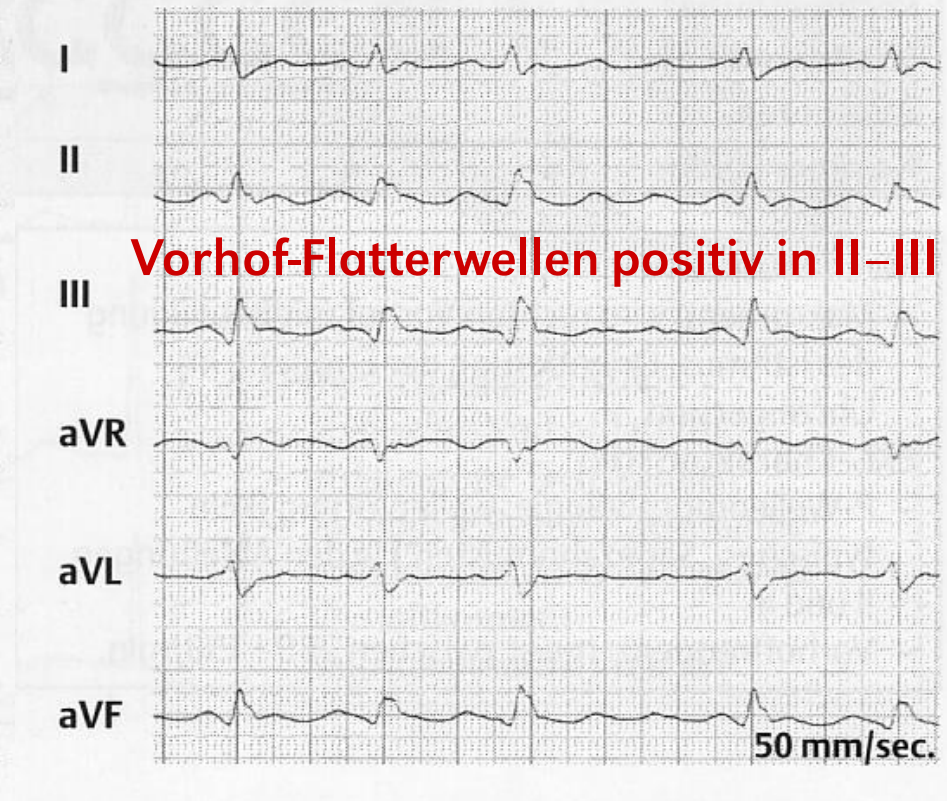
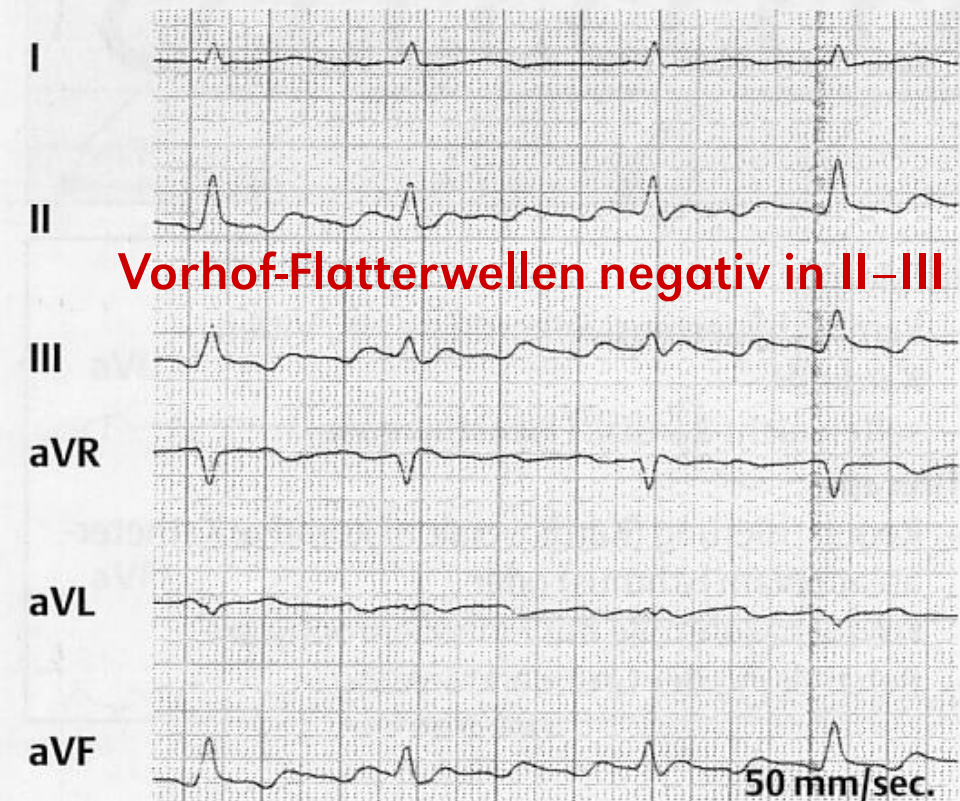
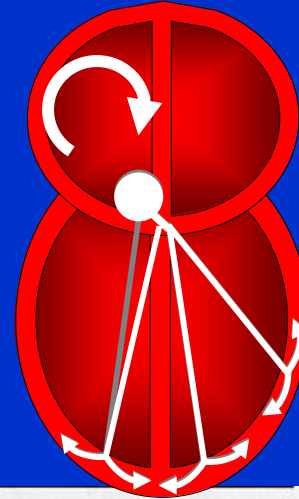
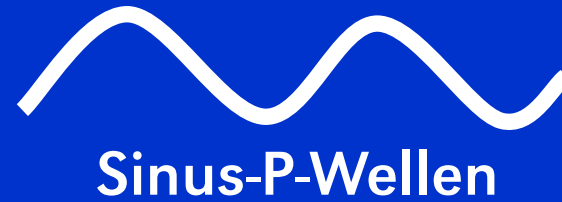


# Vorhofflattern

typisches Vorhofflattern  
(gegen Uhrzeigersinn  
gewöhnliches V'-flattern)

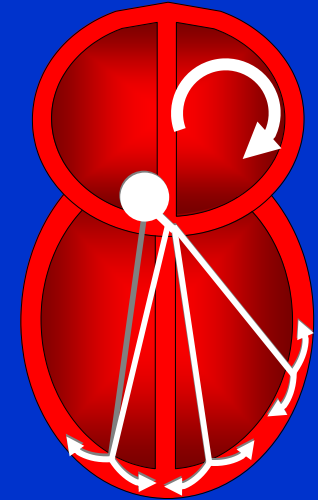
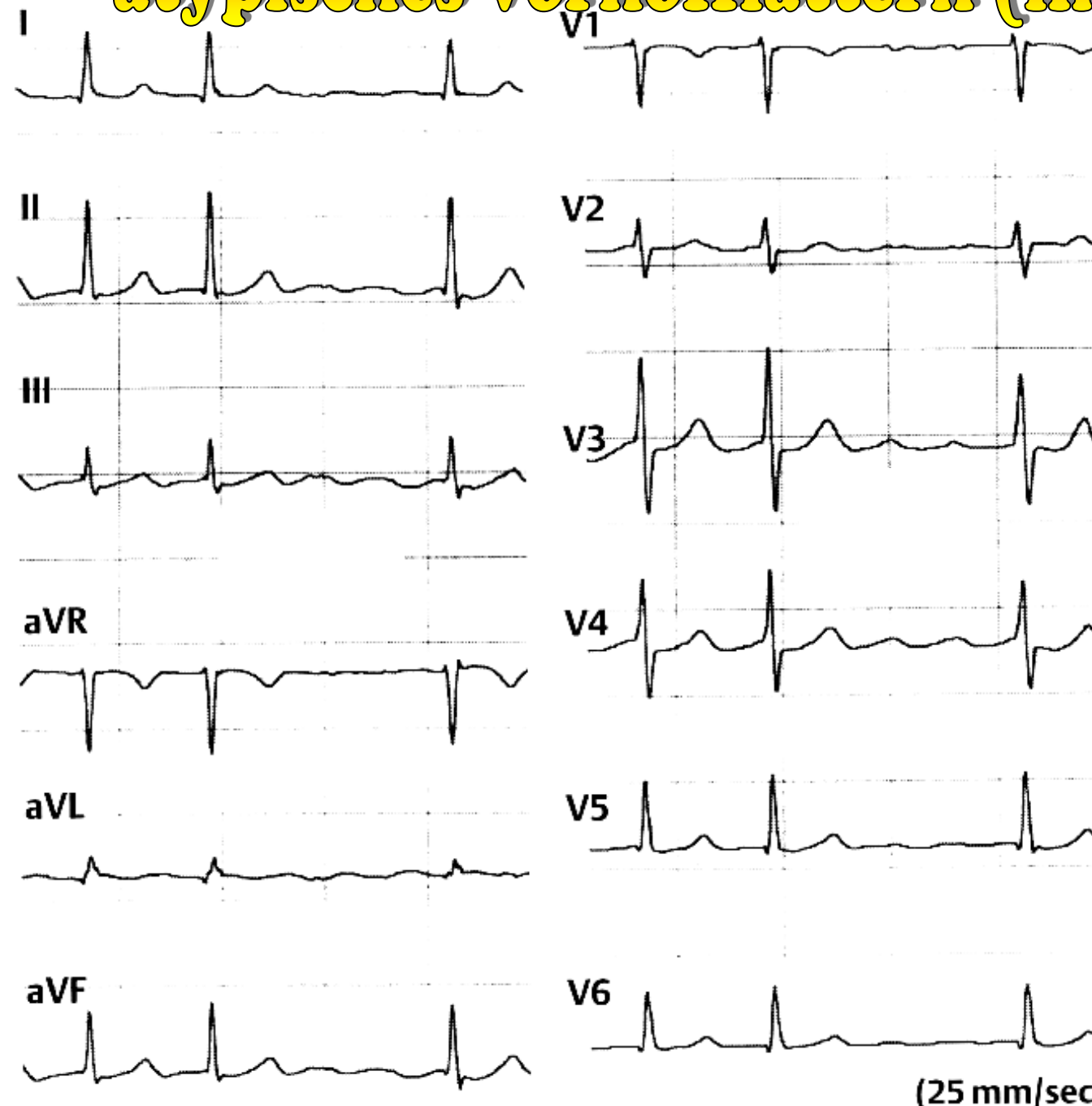


typisches Vorhofflattern  
(im Uhrzeigersinn,  
ungewöhnliches V'-flatt.)



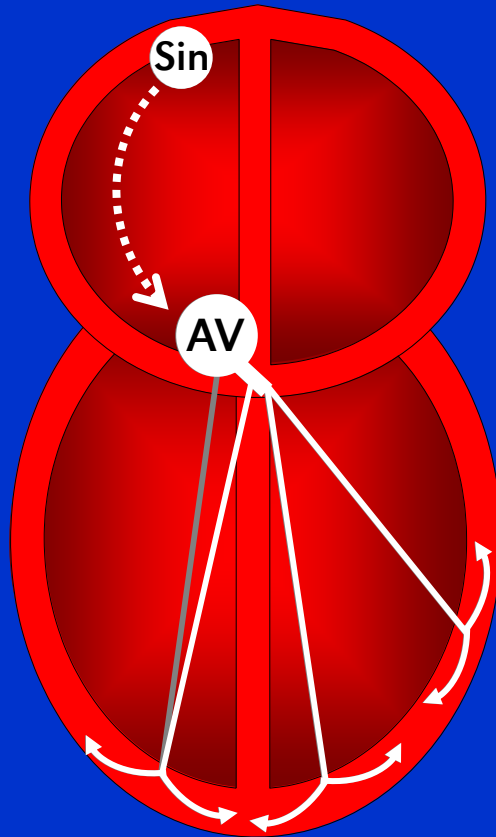


# atypisches Vorhofflattern (linksattrial)

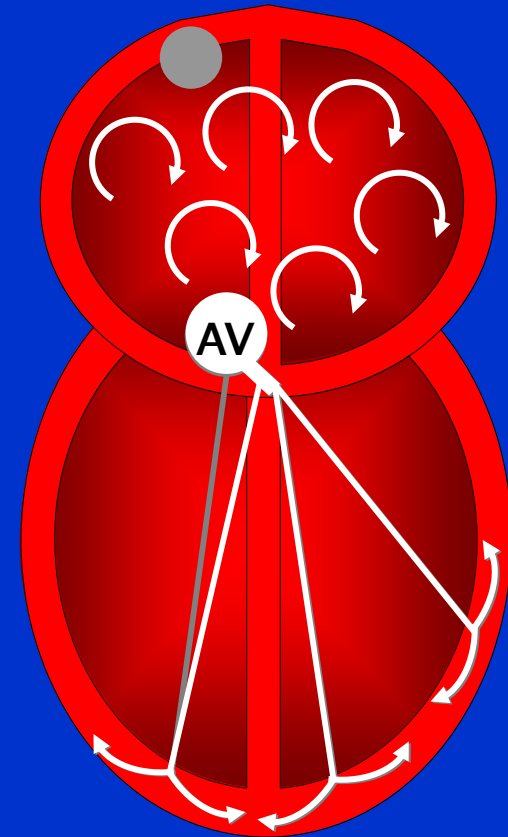


normal ausse-  
hende (kleine),  
nur zu schnelle  
P-Wellen  
(250–350/min)

# Vorhofflimmern



Sinusrhythmus



Vorhofflimmern

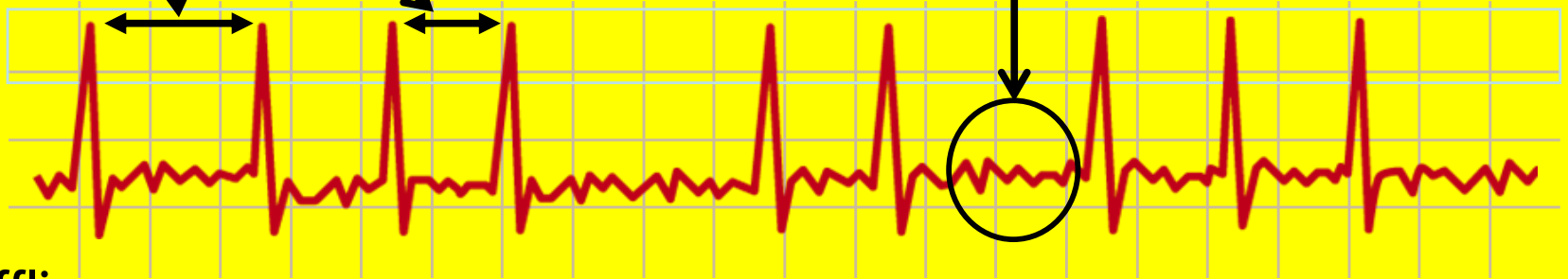
# Vorhofflimmern: EKG-Diagnose

## Sinusrhythmus



unregelmäßige  
Ventrikelantwort

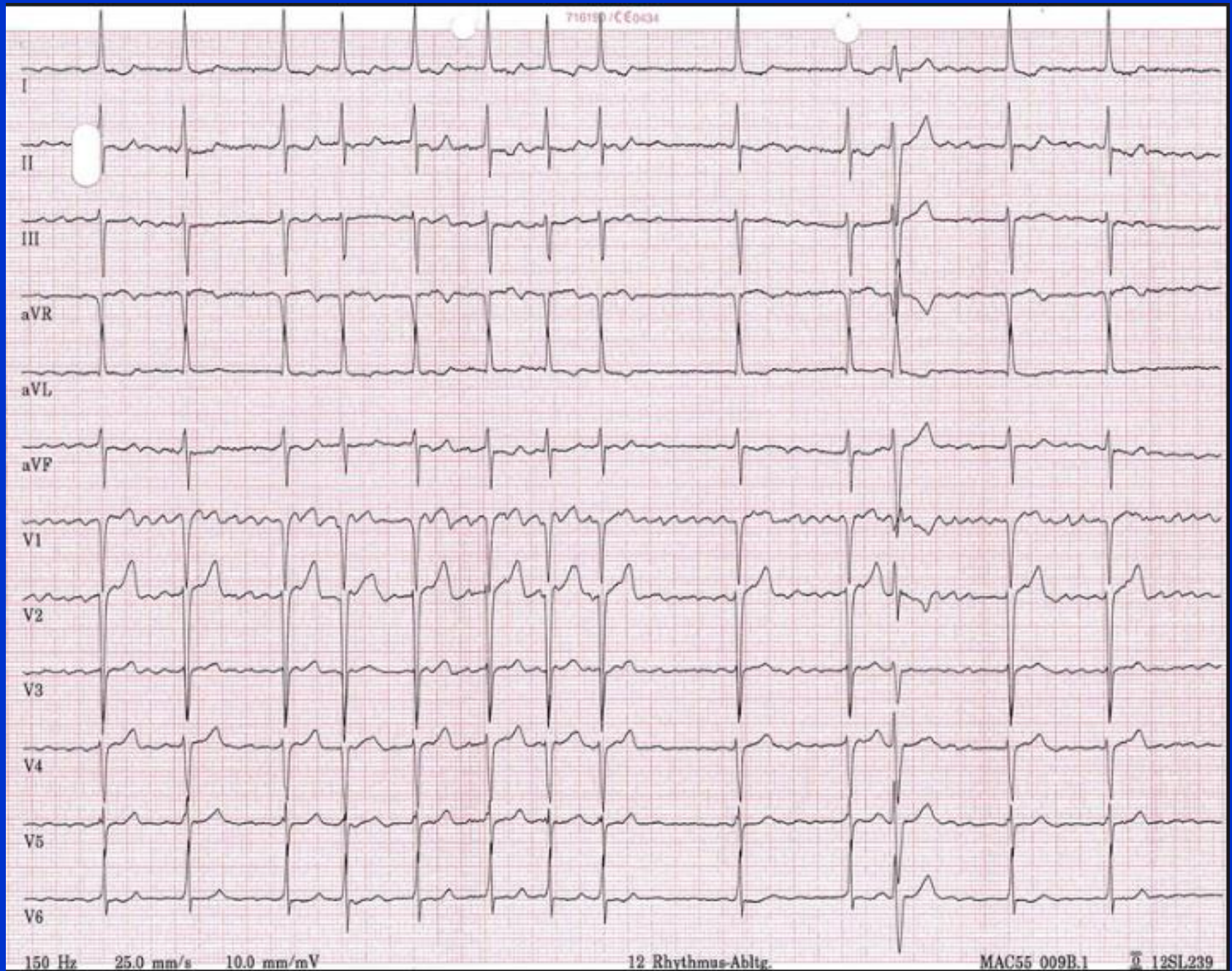
statt P-Wellen  
unregelmäßige Oszillationen



Vorhofflimmern



# Vorhofflimmern



# Elektrokonversion von Vorhofflimmern



Vorhofflimmern

Elektrokonversion

Sinusrhythmus

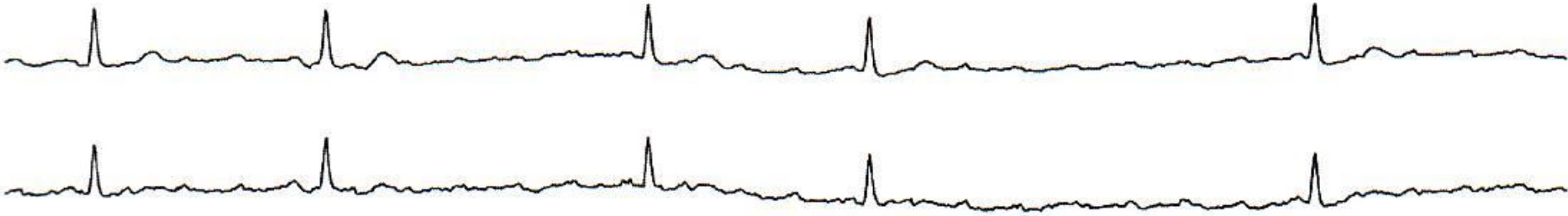




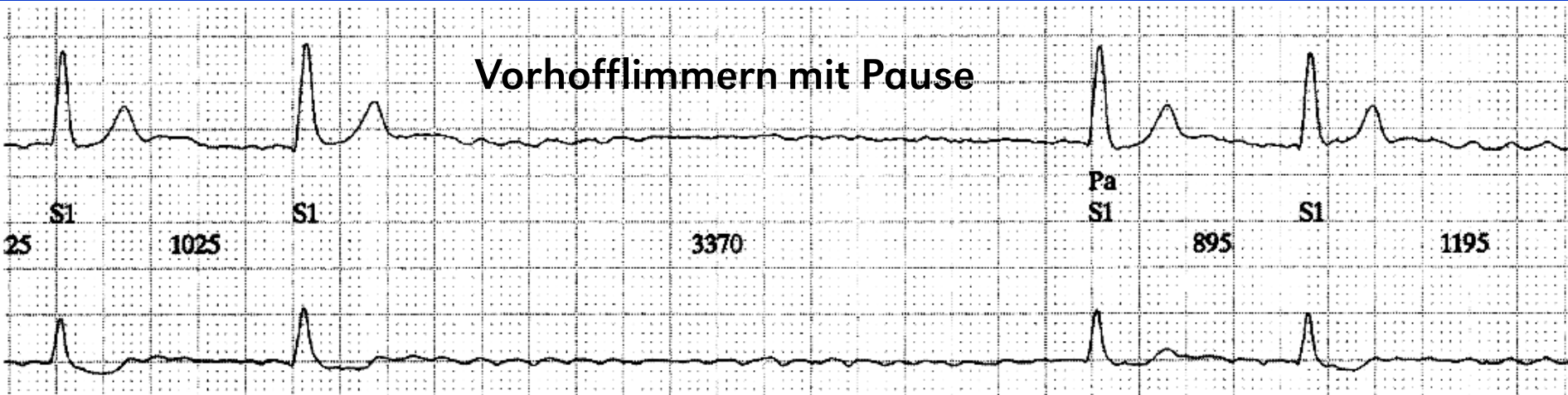
# Bradykarde absolute Arrhythmie

Kammerfrequenz 32 – 51/min.

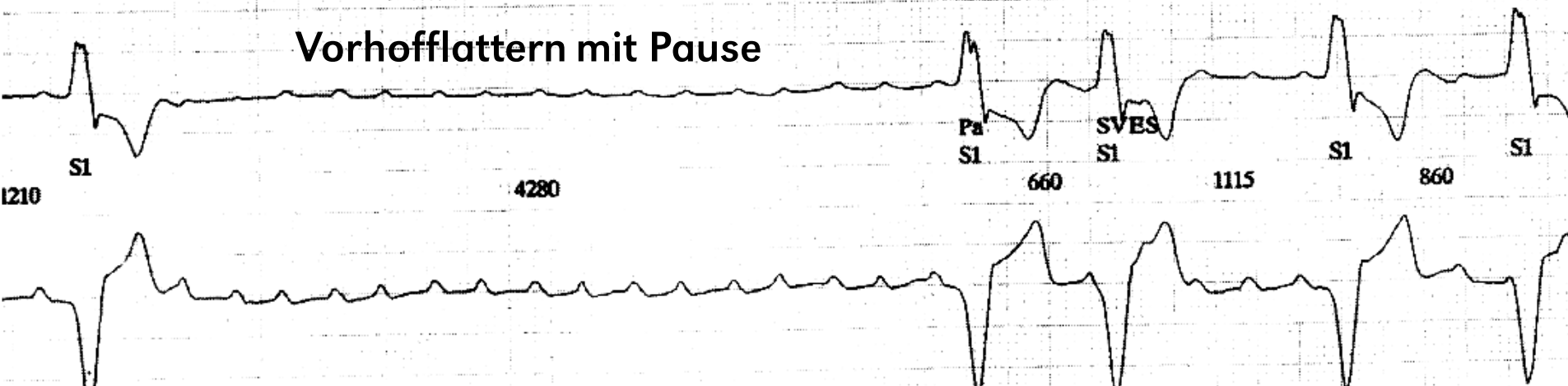
bradykardes Vorhofflimmern



Vorhofflimmern mit Pause



Vorhofflattern mit Pause





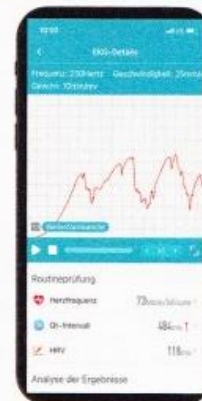


Die Apple Watch Series 4 bietet die Möglichkeit zur EKG-Aufzeichnung. © apple

WELT-  
NEUHEIT



**JETZT MIT EKG, BLUTDRUCK  
& SAUERSTOFF!**



## SmartWatch SW3 – die kluge Uhr!

Unsere neue SmartWatch SW3 macht Ihr Handgelenk zur Schaltzentrale mit modernster Touch-technologie! Die Uhr erstellt jetzt

erstmalig auch ein EKG, das in der kostenlosen APP erklärt und ausgewertet wird! Die SW3 misst auch den Blutsauerstoff (wichtig zur COVID19 Erkennung). **Außerdem:** Blutdruck, Herzfrequenz, Schritte, Kalorienverbrauch, die Uhr überwacht Ihren Schlaf und schlägt Alarm bei Atemaussetzern! Über Bluetooth 5.0 verbinden Sie die Uhr ganz einfach mit Ihrem Smartphone oder Tablet (dringend erforderlich) – egal ob iOS/iPhone oder Android. Mit der APP können Sie die Uhr einstellen und alle Daten perfekt auswerten! Aber damit nicht genug: Nutzen Sie den Multi-Sport Modus, Sie können sich individuelle Ziele setzen. **Weitere Vorteile:** Fernauslöser für Handykamera, 4 Ziffernblatt-Designs zum Wechseln, Bewegungserinnerung, Herzfrequenzalarm, Telefon suchen, Push-Nachrichten, Stoppuhr, Countdown, 2 Armbänder...

### SmartWatch tonArt SW3.

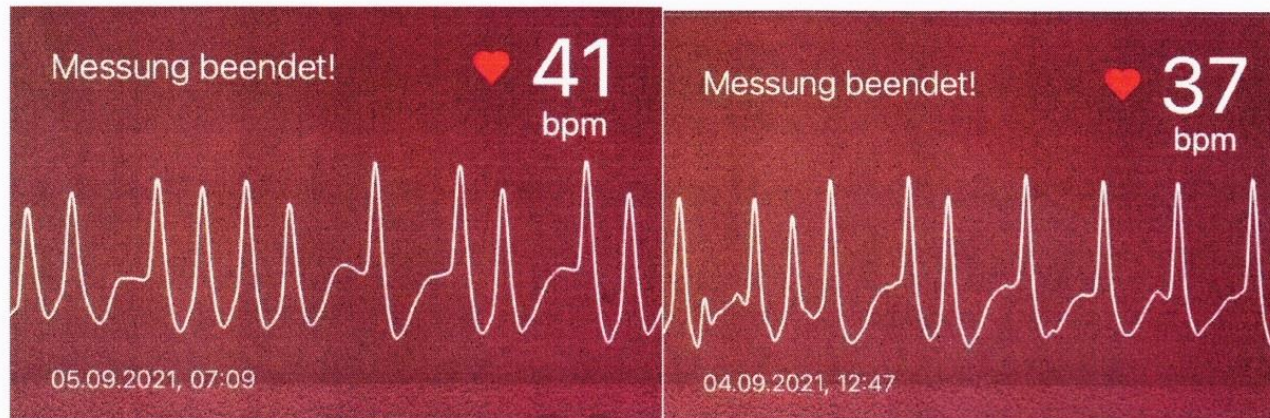
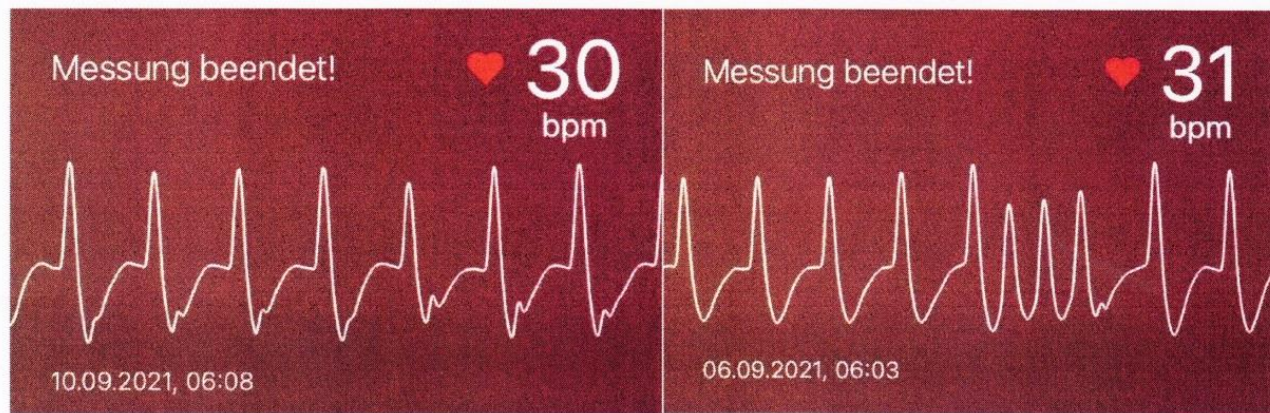
Maße: B 4,0 H 1,0 L 25 cm. 43g. Mit Lederarmband  
PLUS Silikonarmband (für Sport).

Best.Nr. 805 055

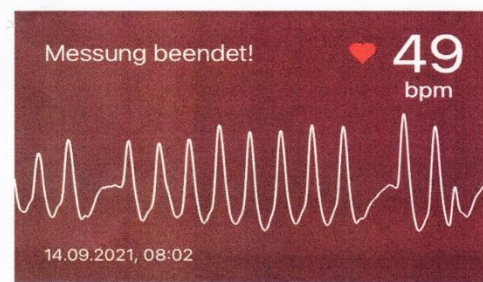
statt € 119,-

**Sparpreis verlängert nur € 99,-**

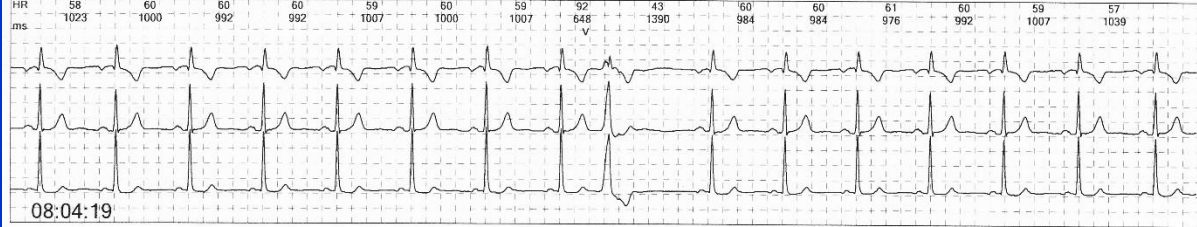
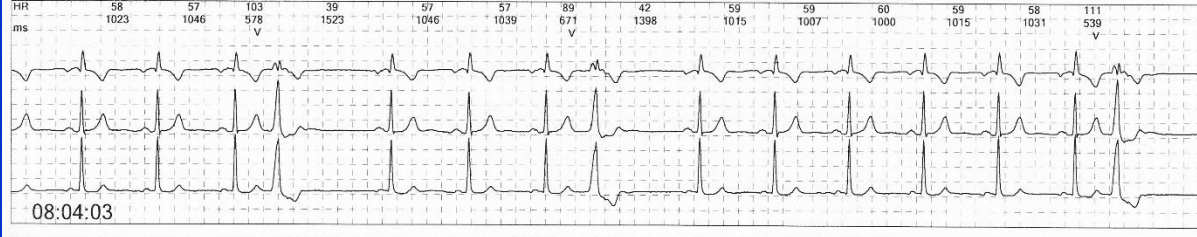
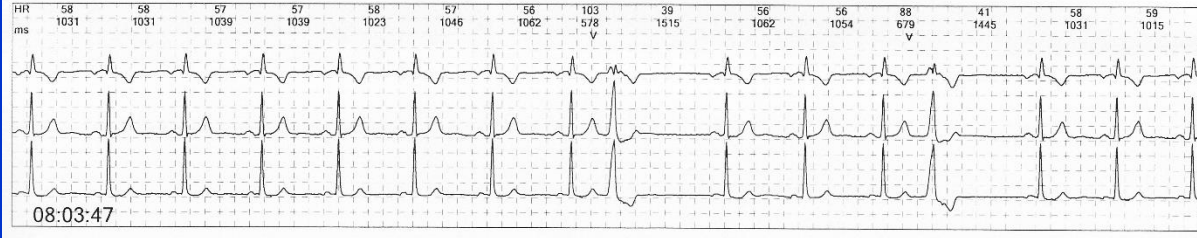
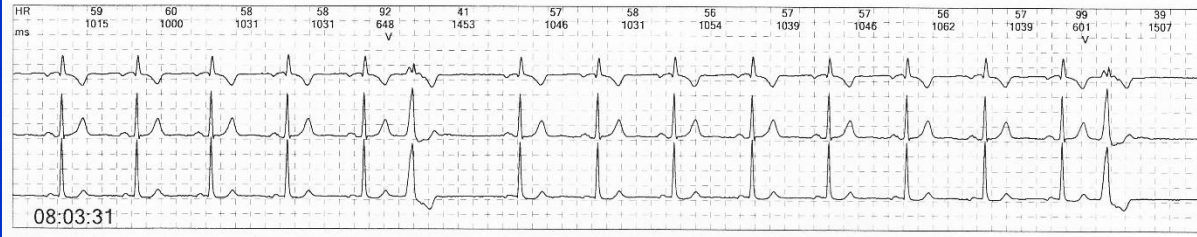
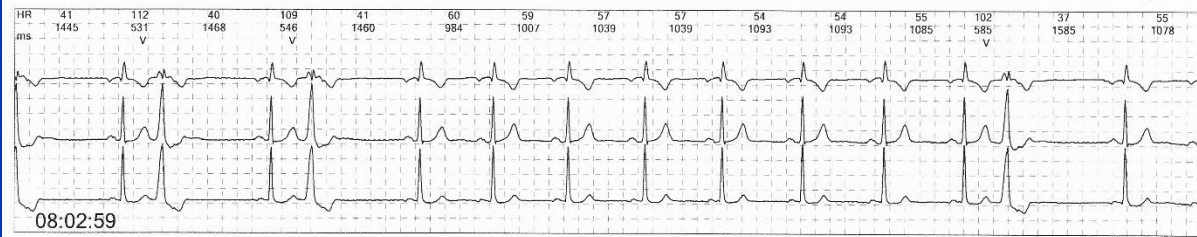




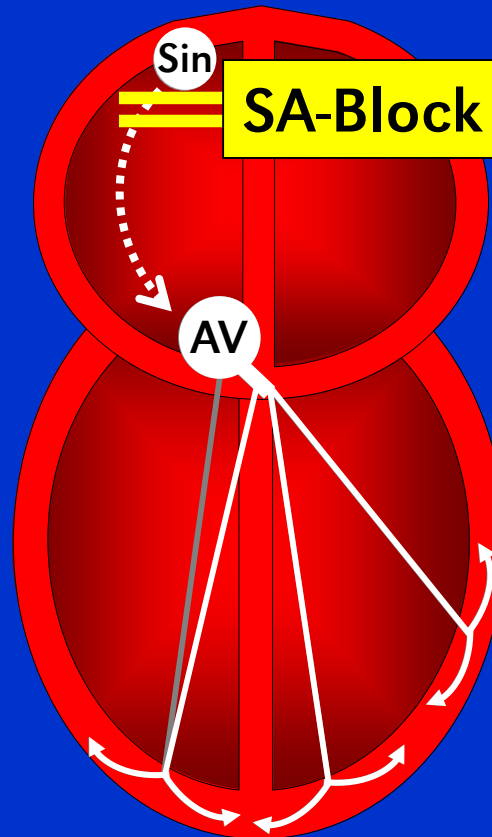
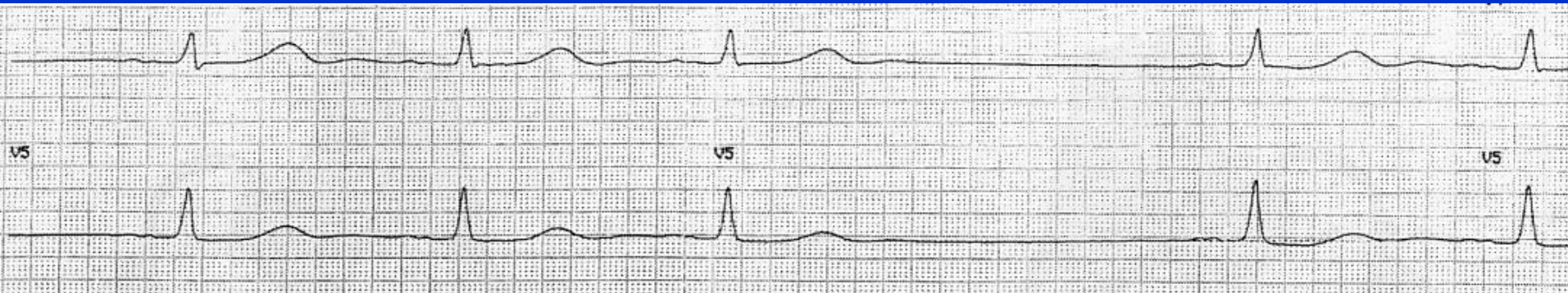






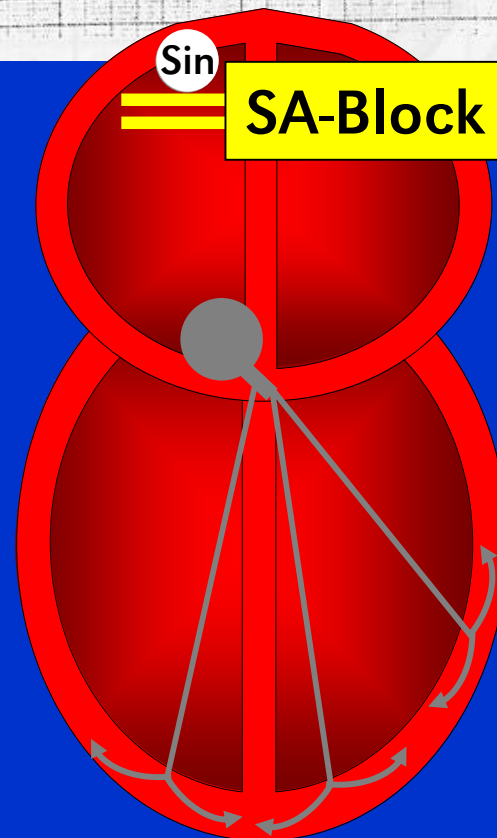
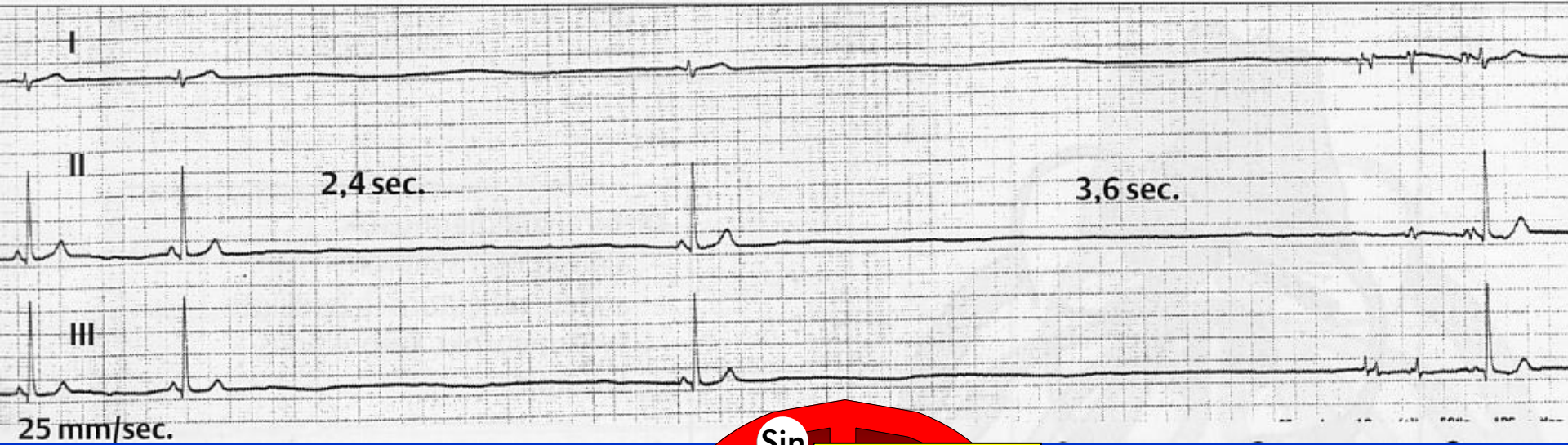


# 2:1-SA-Block



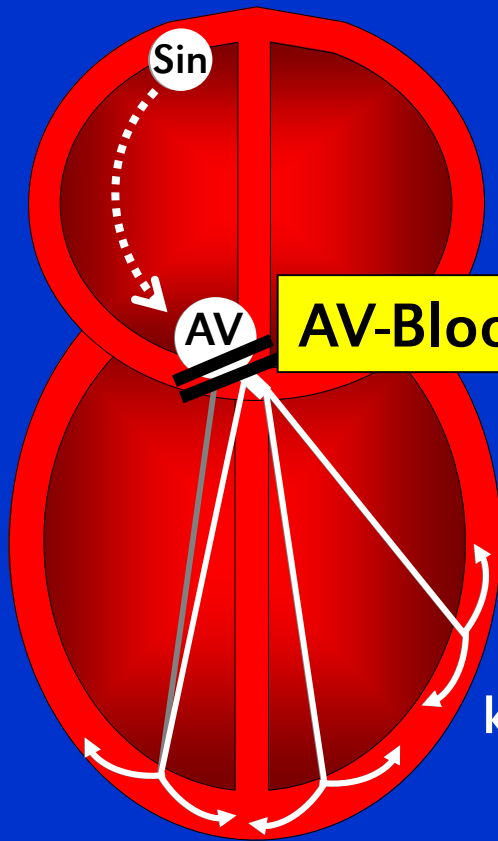


# SA-Block III bzw. Sinusknotenstillstand





# AV-Block II Typ Wenckebach

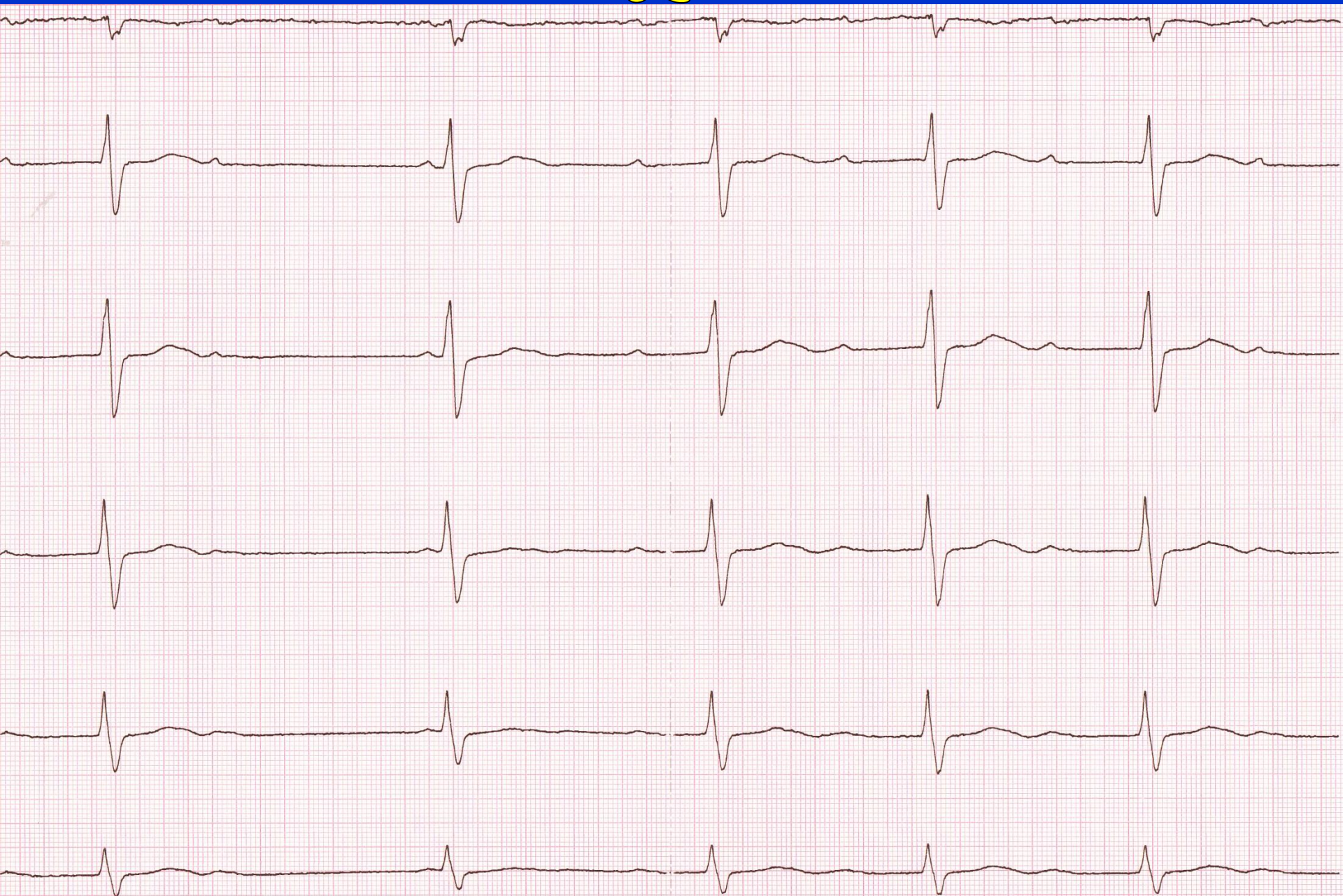


## AV-Block Typ Wenckebach

echter Block im AV-Knoten

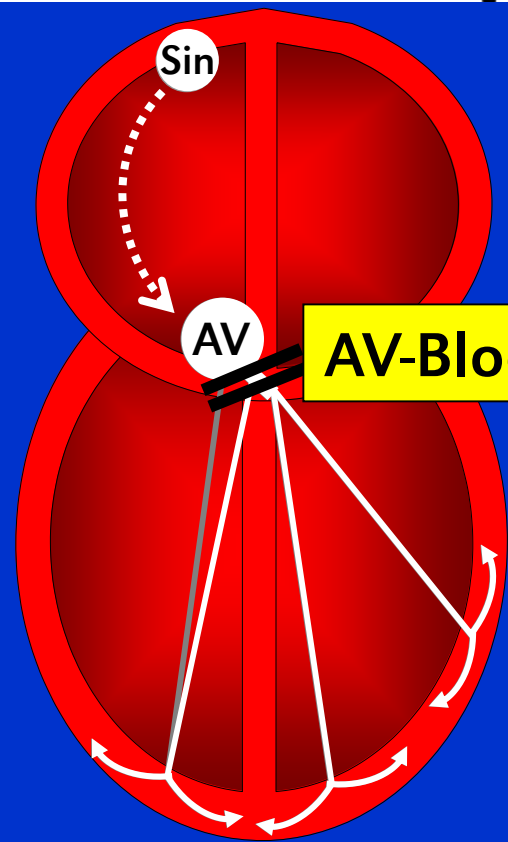
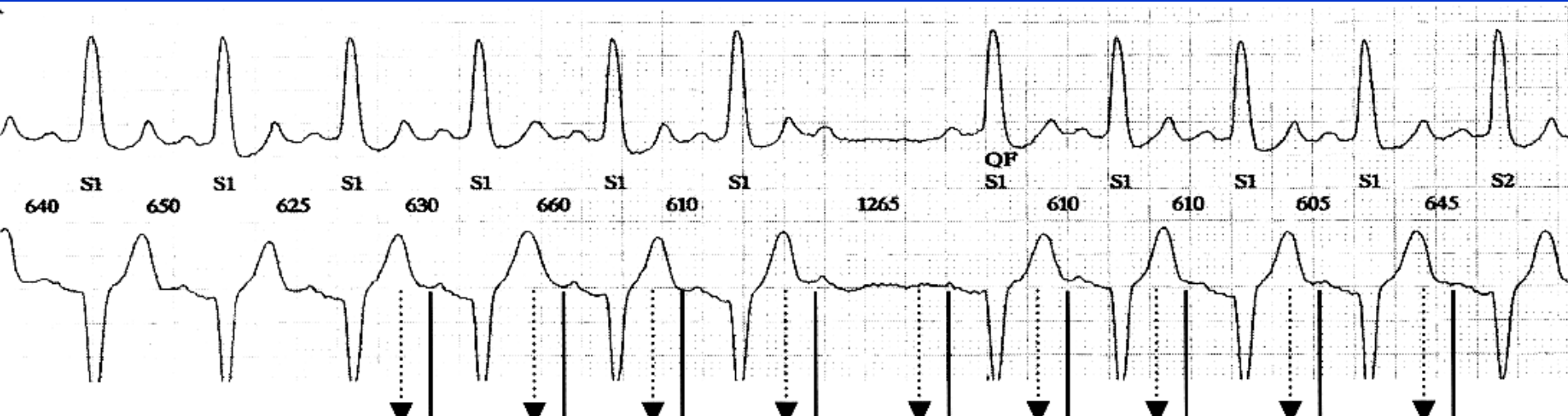
PQ nach einer Pause kürzer (entscheidendes Kriterium)  
Abschwächung durch Kathecholamine, deshalb benigne  
Zunahme durch bradykardisierende Medikamente;  
keine Schrittmacherindikation aus prognostischen Gründen,  
nur ggf. symptomatisch

# AV-Block II Typ Wenckebach





# AV-Block II Mobitz mit breitem QRS



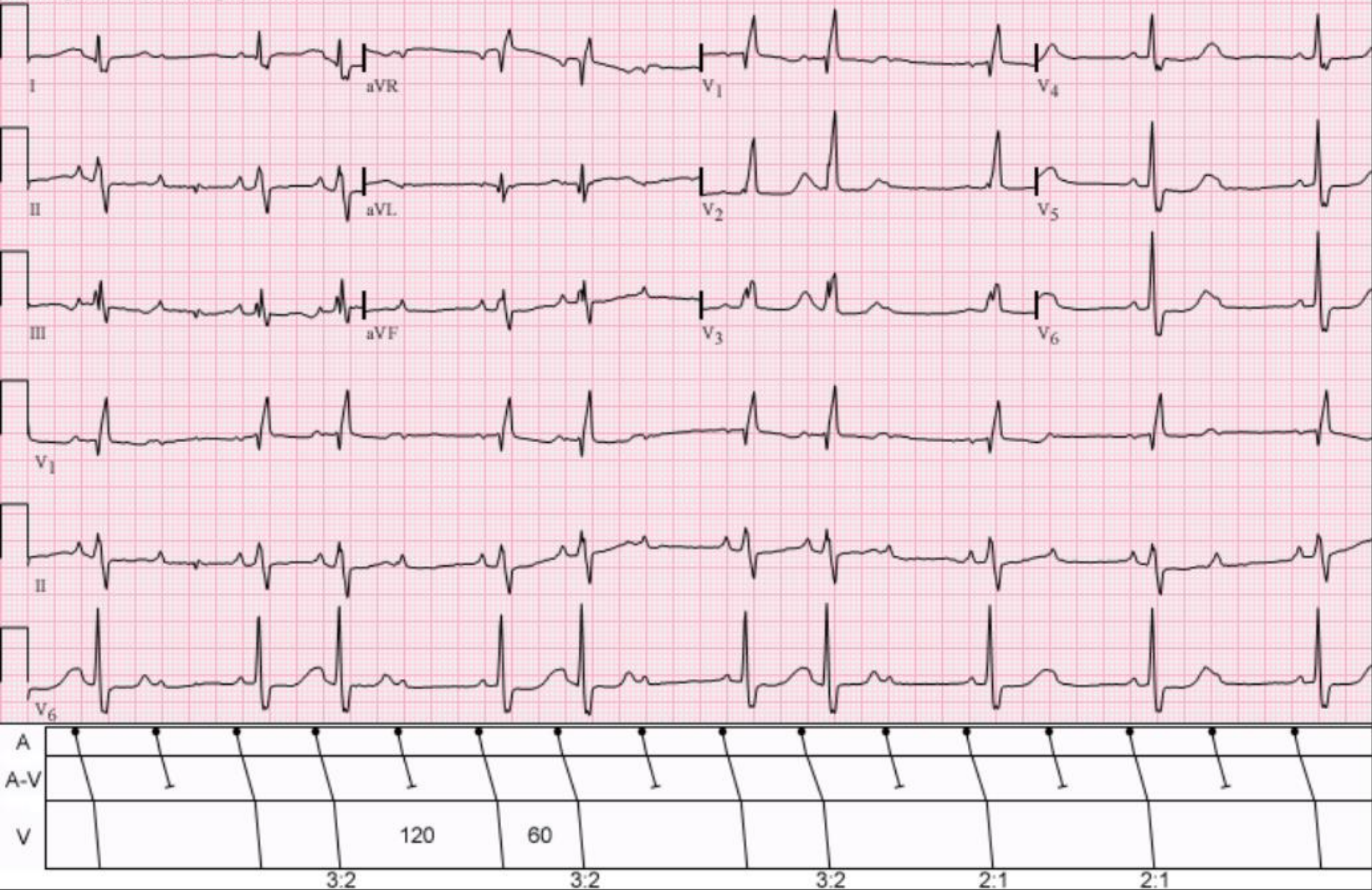
**AV-Block Typ Mobitz**

eigentlich His-Bündel-Block kurz nach dem AV-Knoten;  
PQ konstant, auch nach einer Pause  
in 87% mit Schenkelblock



# AV-Block II Mobitz mit schmalen QRS (selten)

Courtesy of Jason E. Roediger, CCT, CRAT



# AV-Block II: Unterschiede Typ Wenckebach versus Mobitz

## AV-Block II Typ Wenckebach

nach einem Block AV-Intervall  
zumindest etwas kürzer

Block im AV-Knoten

mäßig häufig

kein Zusammenhang mit QRS-Breite

tritt vorwiegend bei Vagotonus,  
v.a. in der Nacht auf

$\beta$ -Blocker und andere bradykardisierenden Medikamente führen zu mehr Blockierungen → absetzen!

relativ benigne, da Kathecholamine dagegen wirken

Schrittmacher-Indikation nur bei symptomatischer Bradykardie

## AV-Block II Typ Mobitz

nach einem Block AV-Intervall konstant

His-Bündel-Block am caudalen  
Ende des AV-Knotens

selten

in 87% mit Schenkelblock

tritt eher am Tag bei höherer Sinusfrequenz auf, z.B. bei Belastung

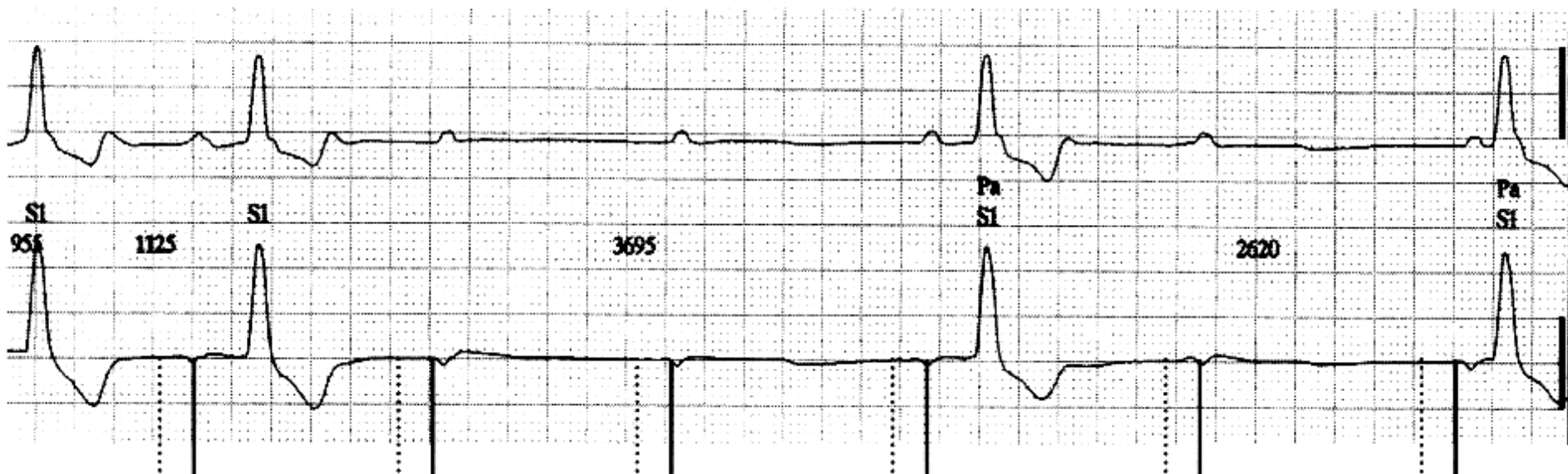
nicht beeinflussbar durch Medikamente  
→  $\beta$ -Blocker nicht absetzen!

nicht beeinflussbar durch Kathecholamine, Gefahr von AV-Block III

Schrittmacher-Indikation aus prognostischen Gründen, auch bei asymptomatischen Patienten

# AV-Block mit Ausfall von > 1 QRS-Komplex

fortgesetzte AV-Blockierung  
nach neuerer Definition mehrere (wenige) QRS-Ausfälle  
noch nicht automatisch AV-Block III  
Grenze vom AV-Block II zum AV-Block III oft schwierig,  
hier wegen Typ Wenckebach eher AV-Block II



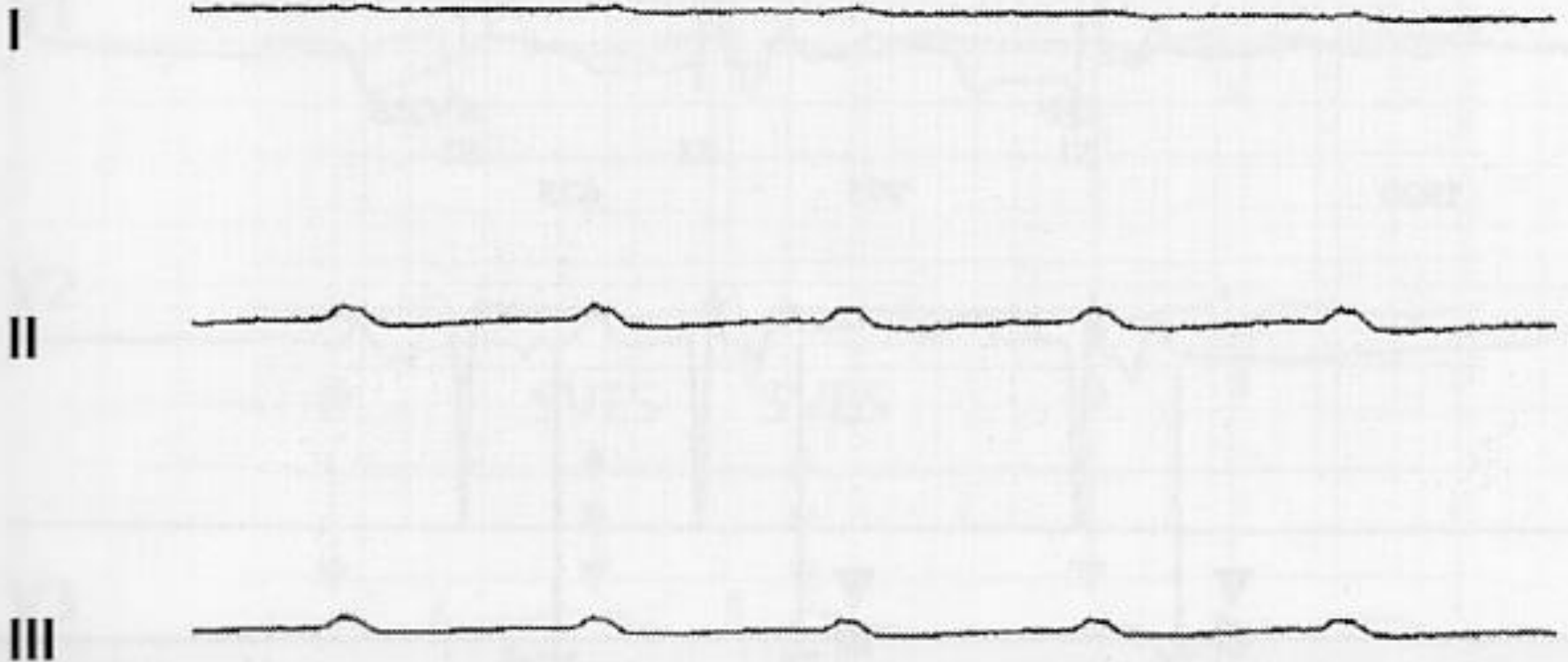


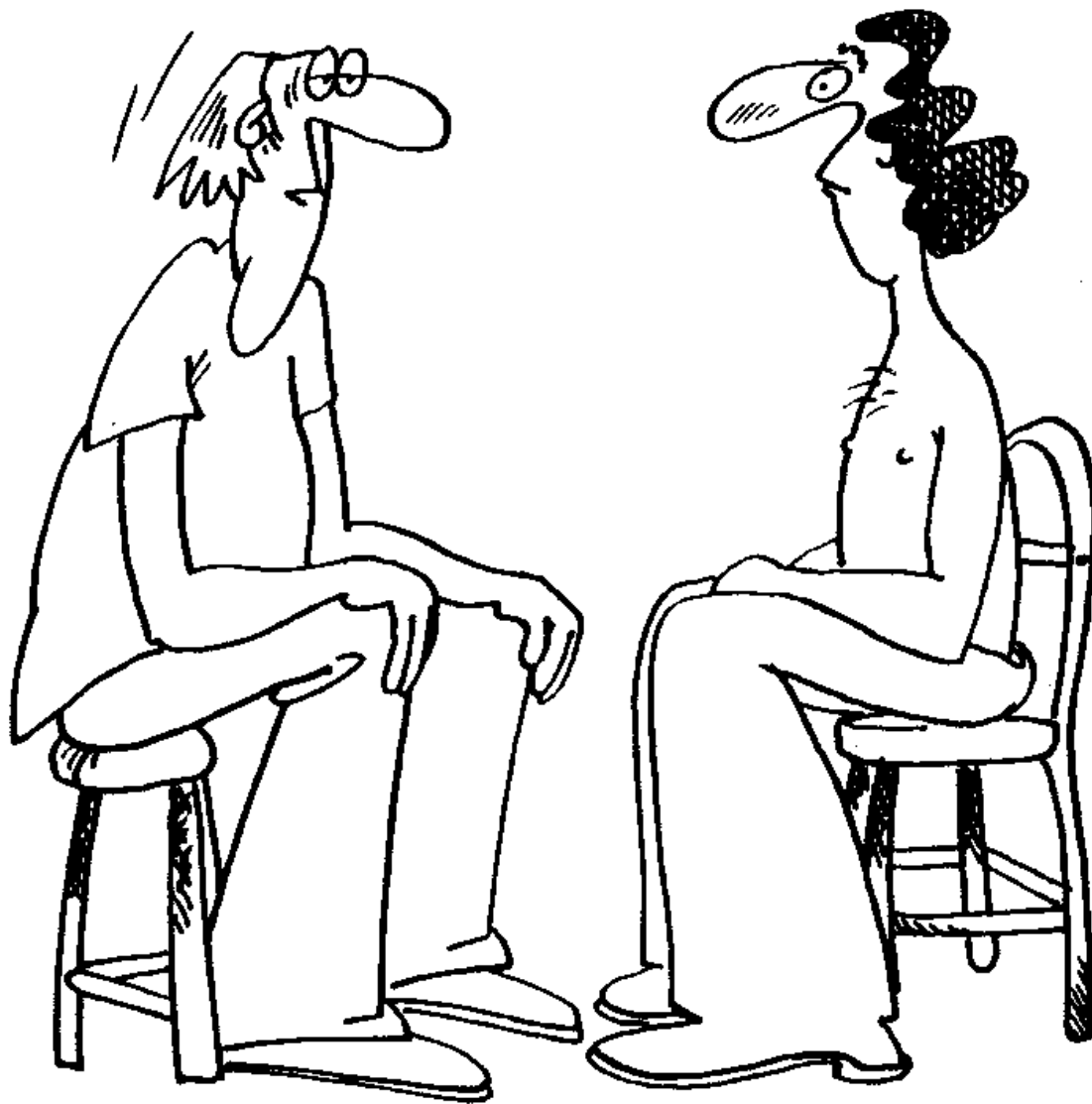
# AV-Block III mit Ventrikularersatzrhythmus

P-Wellen laufen durch  
ohne Beziehung zu den QRS-Komplexen



# AV-Block III ohne Ersatzrhythmus





„Um Ihr Herz brauchen Sie sich keine Sorgen zu machen. Es wird schlagen so lange Sie leben!“