

Neuromuskuläre elektrische Muskelstimulation -

(NMES, EMS)

sinnvoll im Sport ?

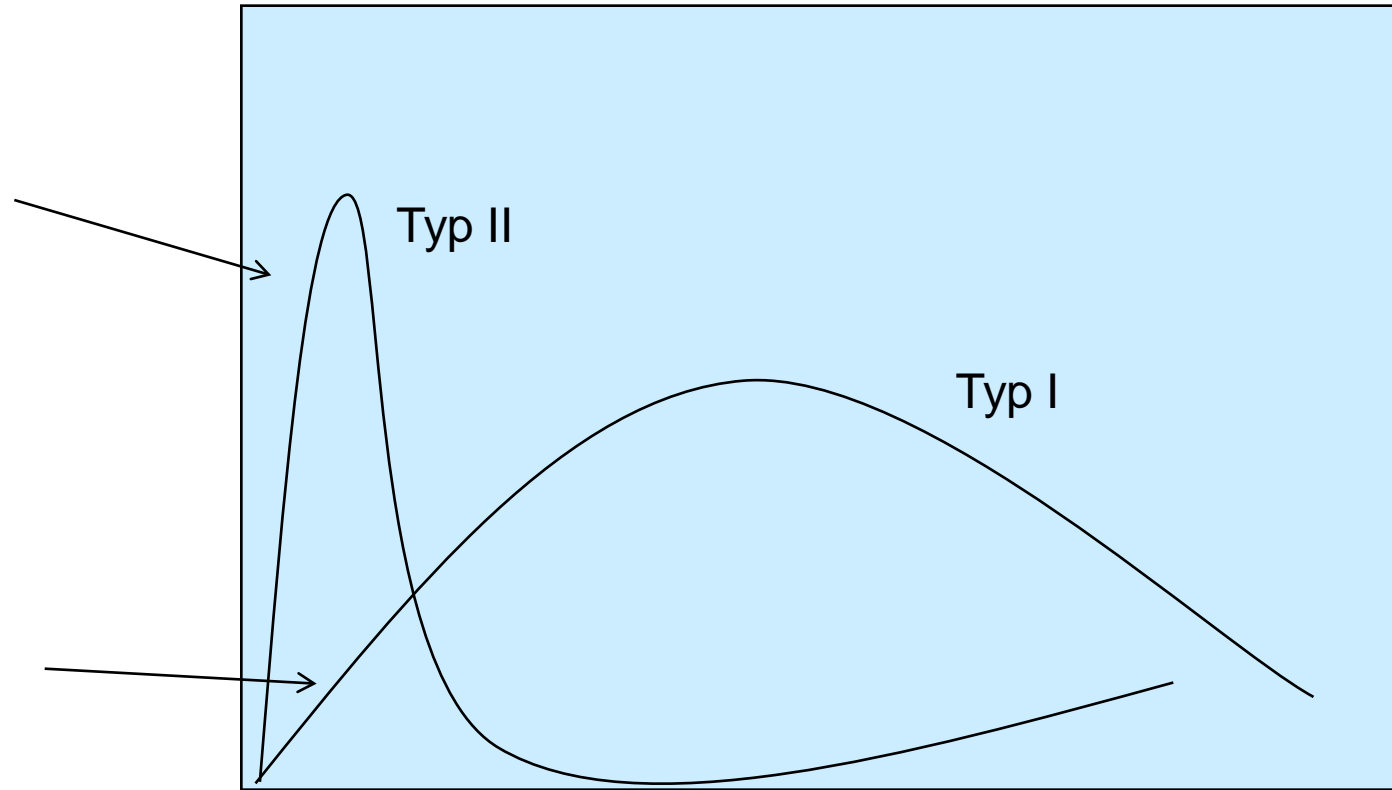
# Muskelfasern

Typ II = Kraft

- fast twitch
- anerob phasich
- ermüdbar

Typ I = Ausdauer

- slow twitch
- aerob tonisch
- wenig ermüdbar



# Physiologische Muskelfaserrekrutierung

## *Hennemanprinzip*

Erst Typ I;

dann Typ II (ab ca. 20 - 30% MVC)

# EMS

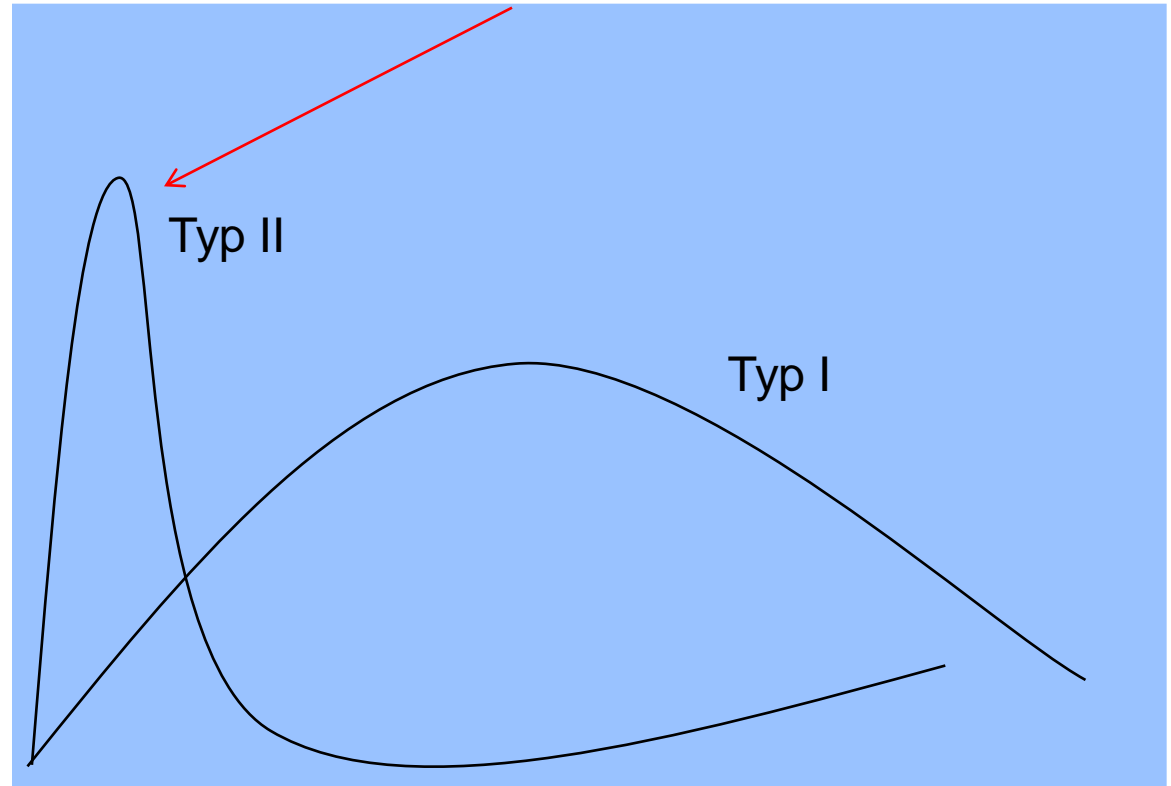
*umgekehrtes Rekrutierungsprinzip*

**EMS wirkt primär auf die Typ II-Fasern**

weil

1)  $\emptyset$  der Typ II Motoneurone  $\uparrow$   
= geringerer  $\Omega$

2) Typ II eher oberflächlich



# EMS

*umgekehrtes Rekrutierungsprinzip*

Physiologisch

- Typ I, dann Typ II Fasern

Elektrisch

- **Typ II, dann Typ I Fasern**

EMS fördert deshalb besonders  
Schnellkraft und Explosivkraft

# Elektrische Muskelstimulation (EMS) ist anders

- EMS ist ein eigenständiges Therapieelement
- EMS erweitert die bestehenden Optionen zum Muskeltraining

# Electromyostimulation - a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes

*Filipovic A et al. (2011) J Strength Cond Res 25 (11):3218-38*

89 RCTs Electromyostimulation (EMS) Ober-, Unterkörper

- 48 RCTs untrainierte Teilnehmer
- 31 RCTs trainierte Teilnehmer
- 10 RCTs Spitzensportler
- 8 RCTS Ganzkörper-Elektromyostimulation

**“Die EMS stellt eine vielversprechende Alternative zum traditionellen Krafttraining dar... “**

## Histologie stimulierter Muskeln

*Kern H (2011) Eur J Transl Myol 21 (3&4): 123-174*

- n= 9
  - Quadriceps stimulation, 7 Wochen, 2 x 30 min/Tag
  - 25 Hz
  - 4 Biopsien
- 
- **Kraftzunahme von Ø 19%**
  - **Volumenzunahmen von 12%**
  - **Typ IIa Faserzunahme von 16%**
  - **Dichtezunahme der Mitochondrien von 22%**
  - **Zunahme Ratio Kapillarien / Muskelfaser um 14%**
  - **Zunahme der oxydativen Kapazität um Ø 22%**



# EMS: Wirkung und Evidenz

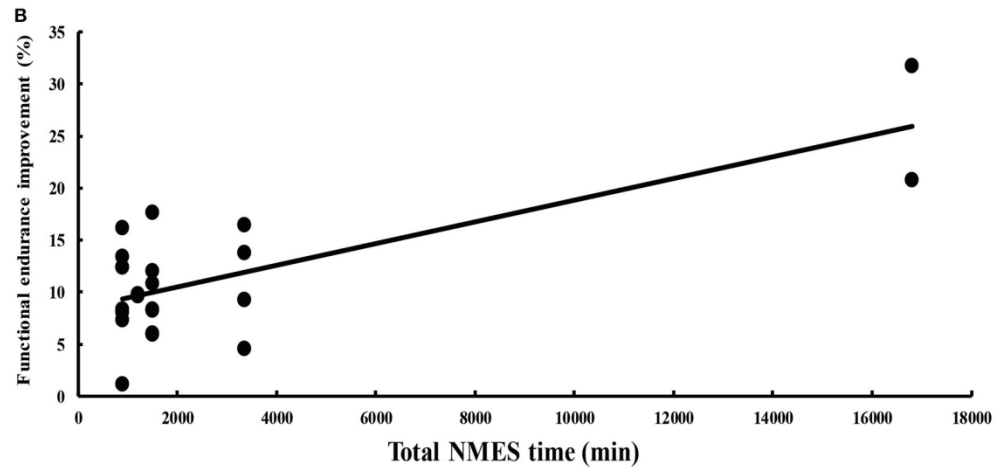
## EMS

- erhöht Muskelkraft (Typ II Fasern)
- wirkt auf oxydativen Zellstoffwechsel
- **erhöht Muskelkondition (Typ I Fasern)** *Veldmann*
- führt zu einer Re-edukation der Muskelfunktion mittels veränderter Bewegungsmuster durch
  - Bewußtmachung der Muskeln
  - Rekrutierung anderer motorischer Einheiten
  - Einfluss auf zentrale motorische Aktivierung

# Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Training on Endurance Performance

Veldman M et al. (2016) *Front. Physiol.* 7:544

8 RCTs



**“Hoch- und niederfrequente EMS kann die funktionale Ausdauer erhöhen....“**

# EMS: Wirkung und Evidenz

## EMS

- erhöht Muskelkraft (Typ II Fasern)
- wirkt auf oxydativen Zellstoffwechsel
- erhöht Muskelkondition (Typ I Fasern)
- **führt zu einer Re-edukation der Muskelfunktion mittels veränderter Bewegungsmuster durch**
  - **Bewußtmachung der Muskeln**
  - **Rekrutierung anderer motorischer Einheiten**
  - **Einfluss auf zentrale motorische Aktivierung**

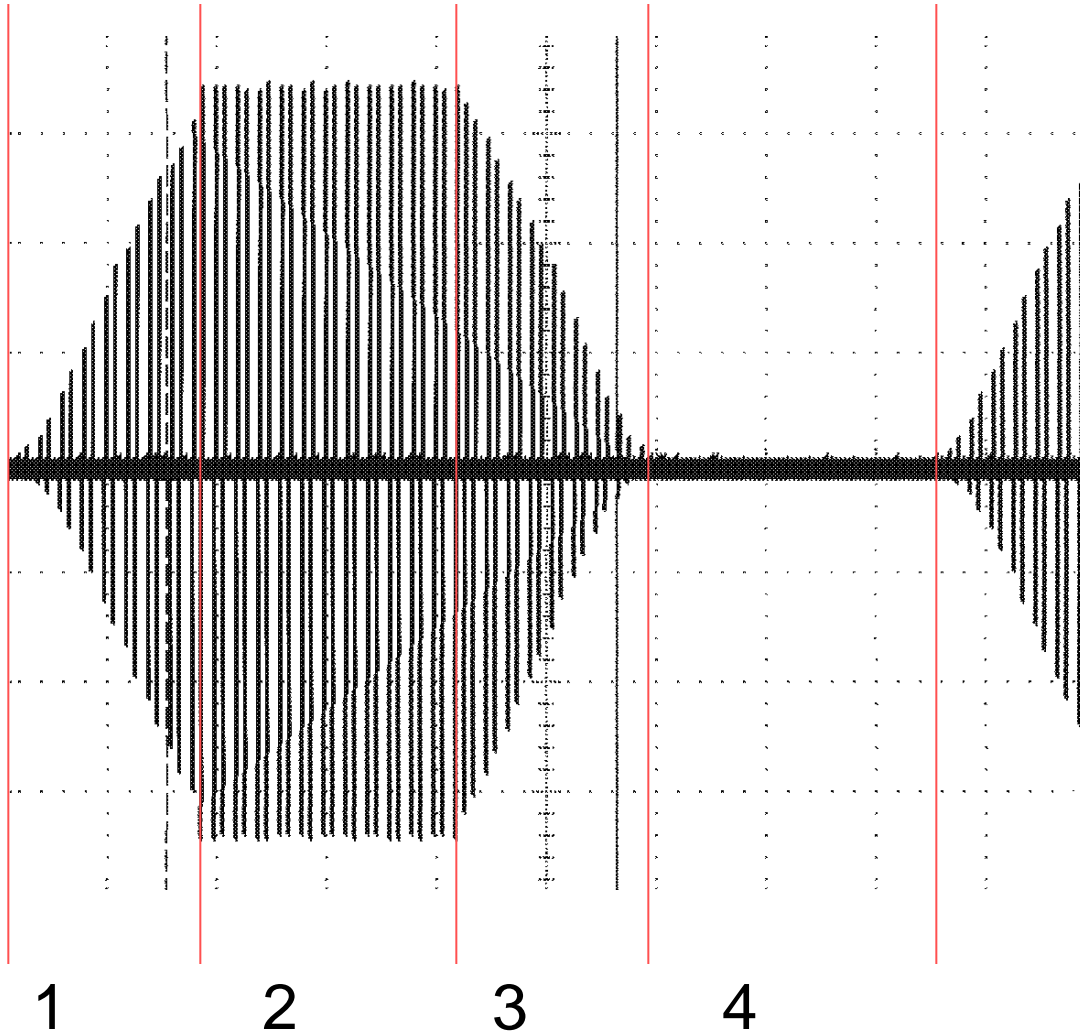
# Reaktionen des zentralen Nervensystems

EMS bewirkt

- initiale Kraftsteigerung ohne Zunahme der Muskelmasse
- verstärkte EMG-Aktivität während spontaner Kontraktionen
- Kraftsteigerung auch des kontralateralen Muskels

EMS

## Hüllkurvenform mit Rampen-, Arbeits- und Pausenzeit



1. Anstiegszeit: Vorspannung

2. Arbeitszeit: Kontraktion

3. Abstiegszeit: Entspannung

4. Pausenzeit: Erholung

EMS

## Parameter

- Intensität
- Impulsdauer
- **Frequenz**

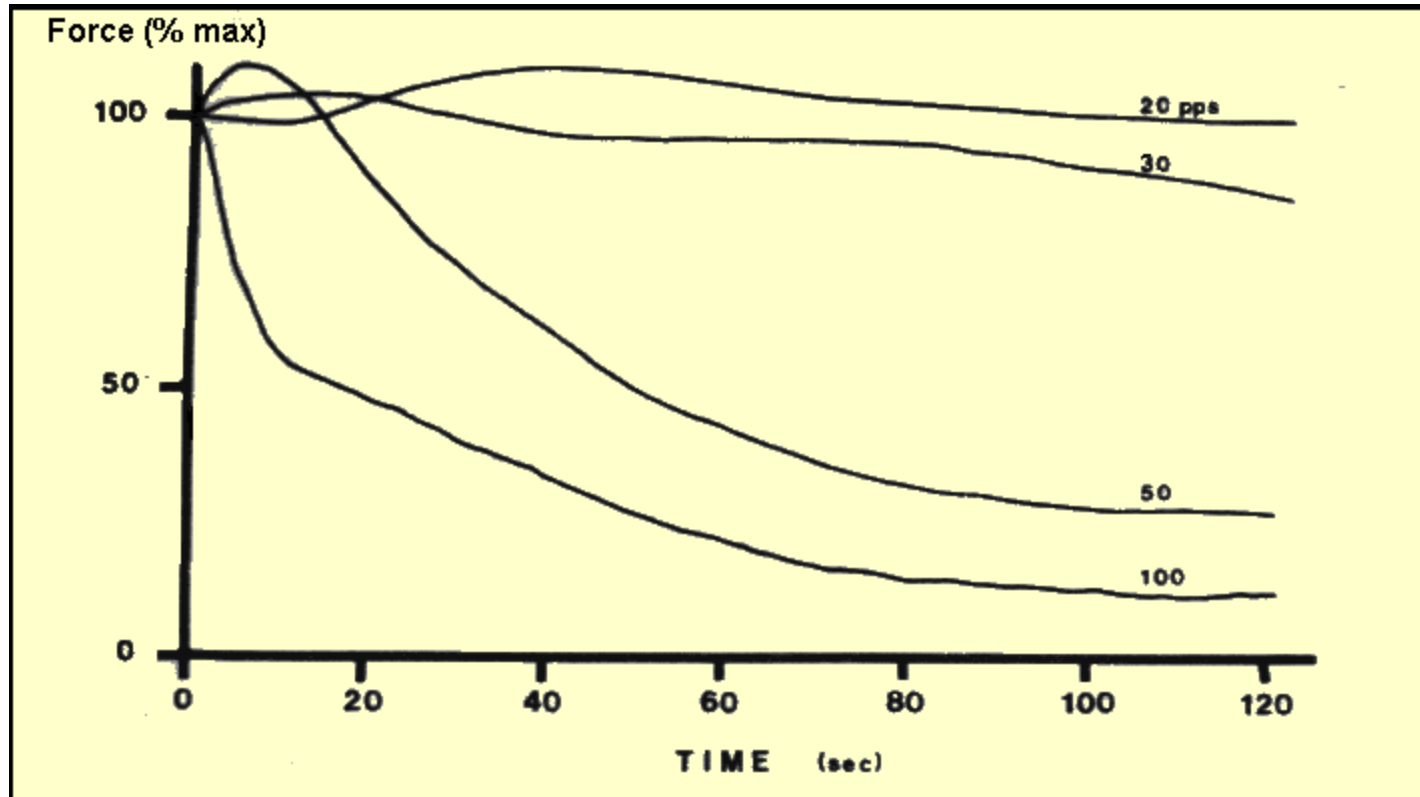
# EMS Frequenzen

## Übersicht

- ⌘ 2 - 20 Hz: Ausdauertraining (*Muskelfaser I*)
- ⌘ 20 - 30 Hz: Kombinationstraining Ausdauer + Kraft (*Muskelfasertyp I + IIa*)
- ⌘ 35 - 80 Hz: Kraft, Schnellkrafttraining (*Muskelfasertyp IIa + IIb*)

# Frequenz (Hz)

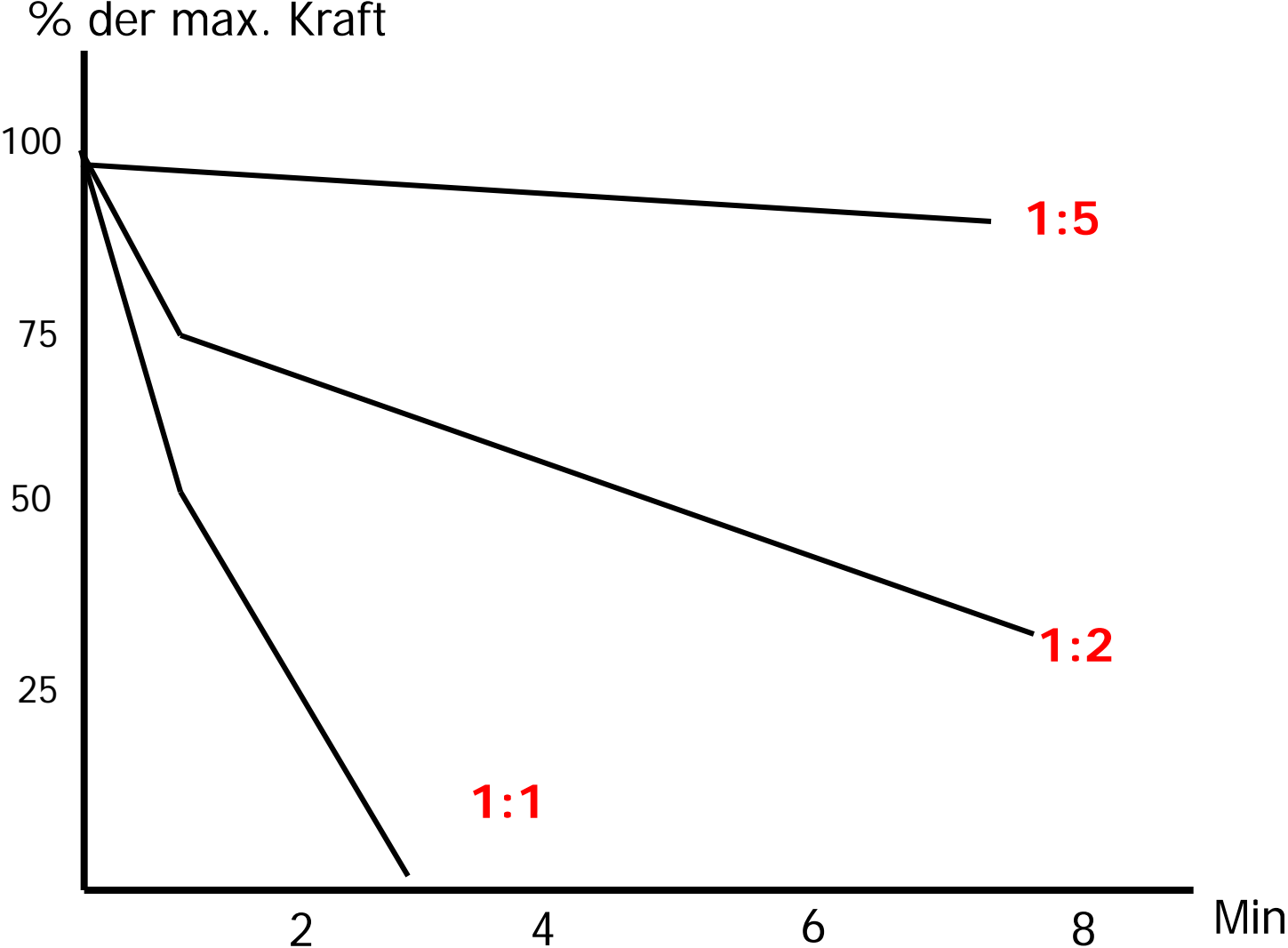
*höhere Frequenz = größere Ermüdung*



*Benton, Baker et al. 1981*



# Pausenzeit und Ermüdung

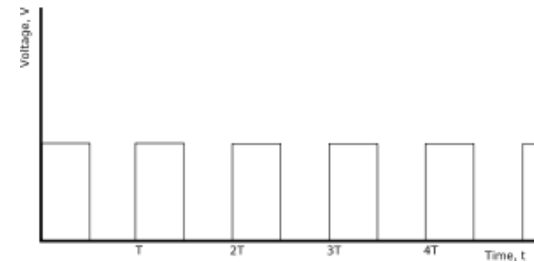


# Elektrotherapie

## Frequenzbereiche

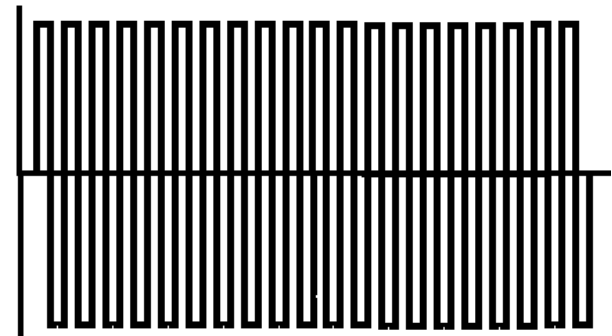
- Niederfrequenz  $< 1000$  Hz

(EMS 1 - 80 Hz,  
1 :1 Reizantwort )



- Mittelfrequenz 1000 - 100.000 Hz

(EMS 1000 - 6000 Hz,  
x:1 Reizantwort)



## Mittelfrequenz

*Minimaler kapazitiver Widerstand, angenehmes Stromgefühl*

Je höher die Frequenz, desto geringer der kapazitive Widerstand der Haut.

Bei einer Elektrode von 100 cm<sup>2</sup>: - bei 50 Hz Stimulation **3200 Ω**  
- bei 4 kHz **40 Ω**

Dieser Unterschied beträgt ca. **1:100**

# Mittelfrequenz

„*Volumentherapie*“

Der minimale Widerstand bedingt:

- eine maximale Breiten- und Tiefenwirkung wird erreicht: **Volumentherapie**
- höhere Stromstärken werden toleriert aufgrund **geringer sensibler Belästigung**
- **Die Mittelfrequenz hat eine sehr gute muskeltherapeutische Wirkung**
- **Die Verträglichkeit der Stimulation ermöglicht ein intensives Muskeltraining**

## Efficacy of selected electrical therapies on chronic low back pain: a comparative clinical pilot study

*Raifur et al. (2017) Med Svi Monit 23:85-100*

n= 127

- konventionelles TENS
- akupunktur-ähnlich TENS
- Hochvolt Stimulation
- Interferenz
- Diadynamische Ströme
- Kontrollgruppe

**“.. Interferenz penetriert tiefer in das Gewebe und führt zur signifikanter und effektiverer Schmerzbehandlung sowie Funktionsverbesserung bei Rückenschmerzpatienten ....“**

## Drei-Ziele-Behandlung vs. niederfrequente Elektrostimulation bei analer Inkontinenz: eine randomisierte kontrollierte Studie

*Schwandner T et al. (2011) Dtsch Ärztebl Int 108 (39):653-60*

n= 109, 3 kHz versus 100 Hz, Analsonde

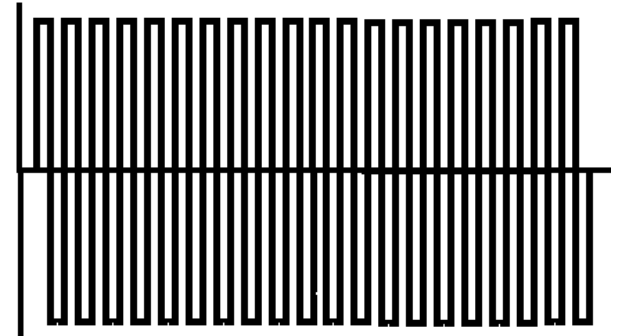
**„ ..Patienten (der Mittelfrequenzgruppe) berichteten über ein `Aufzug-Gefühl` zusammen mit einer starken Kontraktion... bei der sich der Beckenboden sichtlich hob.**

**Die maximal tolerierte Intensität in der Mittelfrequenzgruppe war deutlich höher als in der Niederfrequenzgruppe.**

**Die mittelfrequente Stimulation erwies sich als deutlich überlegen.“**

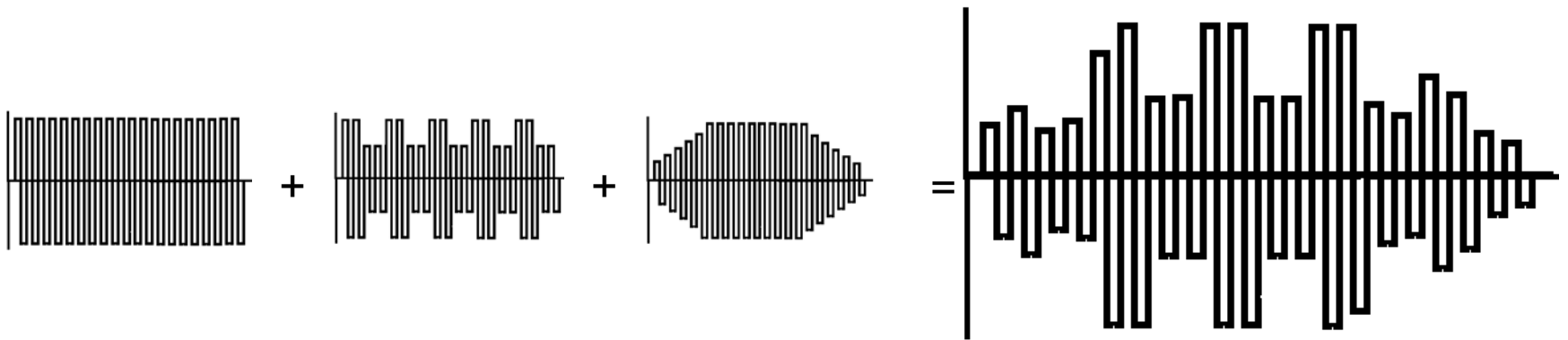
# EMS Frequenzen

## Übersicht



- ⌘ 2 - 20 Hz: Ausdauertraining (*Muskelfaser I*)
- ⌘ 20 - 30 Hz: Kombinationstraining Ausdauer + Kraft (*Muskelfasertyp I + IIa*)
- ⌘ 35 - 80 Hz: Kraft, Schnellkrafttraining (*Muskelfasertyp IIa + IIb*)

# Amplituden Modulierte Mittelfrequenz



Kombination der Vorteile der Mittelfrequenz mit dem Wissen aus der Niederfrequenz



# Elektroden



# Neuere Applikationsmöglichkeiten

## *Textilelektroden*



# Großflächige Rückenelektrode

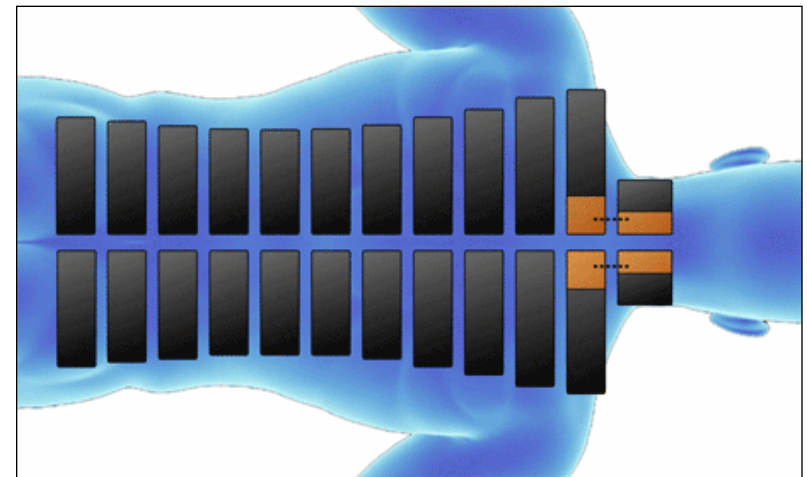
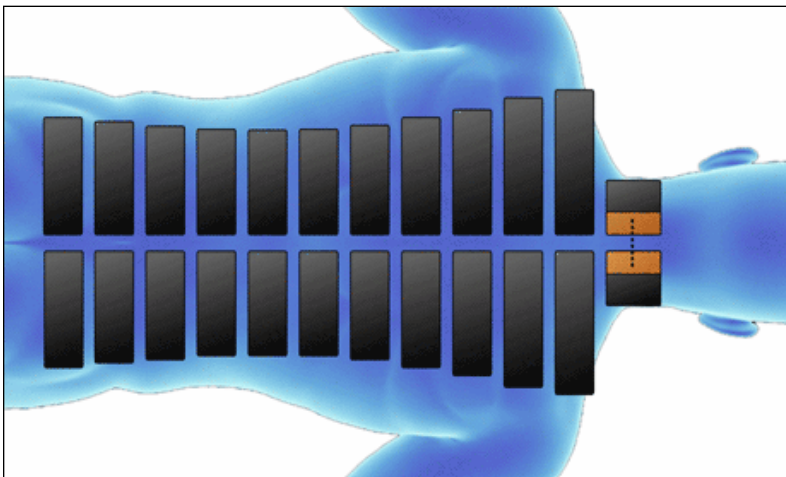
Kombination von

**EMS + Schmerztherapie + Massage + Wärme**



**StimaWELL®**

- 12 Kanäle, fließende Stimulation
- 2 - 6 kHz
- Amplitudenmodulation 5 -100 Hz



# Ganzkörper - EMS



# Oxygen consumption and muscle fatigue induced by whole-body electromyostimulation compared to equal-duration body weight circuit training

*Boccia G et al. (2016) Sport Sci Health*

n= 10, 2 Sitzungen a 15 min

- a) 5 Übungen mit gleichzeitiger WB-EMS
- b) 5 Zirkeltrainingsübungen

Muskelermüdung durch Belastungstests;  
Energieverbrauch durch O<sub>2</sub> -Bedarf berechnet.

**“Die Ergebnisse zeigen, dass WB-EMS ein erhebliche physische Aktivität darstellt.  
WB-EMS stellt eine grössere Stoffwechselbelastung dar und bewirkt eine stärkere Muskelermüdung als traditionelles Zirkeltraining.”**

# Whole-Body Electromyostimulation Versus High Intensity (Resistance Exercise) Training - Impact on Body Composition and Strength

*Kemmler W et al. (2015) Dtsch Z Sportmed. 2015; 66: 321-327*

- n= 46 untrainierte Männer, 30 - 50 Jahre, randomisiert über 16 Wochen in
- WB-EMS Gruppe, 85 Hz, 20 min, 3x/ 14 Tage
  - Intensivtrainingsgruppe (2x/ Woche, Intensität bis max. Kapazität)

Effektive Trainingszeit/ Woche: WB-EMS **30 min**, Intensivtraining **60 min**

Verleichbare hochsignifikante Zunahme in beiden Gruppen bei

- Muskelmasse
- max. dynamische Beinkraft
- max. isometrische Rückenkraft

**”Verglichen mit einem Intensivtraining stellt die WB-EMS für Anwender eine noch zeiteffizientere..Trainingsoption dar, um ihre Körperzusammensetzung und allgemeine Kraft zu verbessern.”**

## Whole body EMS in professional soccer player

*Kleinöder et al. (2013) medical fitness and healthcare 1*

n= 22 professionelle Fußballer (SC Fortuna Köln)

Gruppe 1: 28 x WB-EMS (80 Hz, 12 min), 2 x /Woche, zusätzlich zum üblichen Training (n= 12)

Gruppe 2: zusätzliche Sprungübungen zum konventionellem Training (n= 5)

Gruppe 3: Kontrolle (n= 5)

**“Ergebnisse zeigen eine effektive Leistungszunahme durch die WB-EMS bei professionellen Fußballspielern...**

**Aufgrund ihrer Zeiteffizienz und den Ergebnissen bietet die WB-EMS eine vielversprechende Alternative zum traditionellen Training im Leistungssport.“**

# Regeneration

*niederfrequente EMS (< 10 Hz)*

EMS bewirkt eine im Vergleich zur Ruhe bis 4-fach erhöhte Durchblutung (*Rigaux*)

- schnellere Laktat Elimination
- schnellere Ionenbalance und Glykogenaufbau
- endogene Opiodauschüttung wirkt analgetisch und relaxierend
- ohne zentrale Belastung und weitere Ermüdung

*Rigaux P (1996) Increase in femoral arterial flow as a result of neuromuscular electrostimulation of the leg. Kinésithérapie Scientifique, 357: 7-13*



## Neuromuscular electrical stimulation (NMES) during recovery from exercise: A systematic review

*Malone J et al. (2014) The Journal of Strength and Conditioning Research 28(9):2478-506*

13 Studien

**Trotz guter Evidenz, dass NMES eine stärkere Reduktion des Blutlaktats gegenüber der passiven Regeneration, sowie einen positiven Effekt auf subjektive Schmerz und Wohlbefinden hat, gibt es keine Evidenz, die eine Verbesserung anschließender Übungskapazität gegenüber traditionellen Regenerationsmethoden aufzeigt.**

# Rehabilitation

Effects of neuromuscular stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review

*Kim K et al (2010) Jorthop Sports Phys Ther 40*

8 RCTs

**“NMES kombiniert mit Übungen ist effektiver als Übungen alleine. Der Einfluss auf Funktionalität und patientenbezogene Effekte ist unklar.“**

***(Evidenzlevel 1a)***

# Übersicht: Vorteile der EMS im Sport

- **Steigerung der isometrischen und isokinetischen Kraft**
- **Verbesserung der Leistung in sportartspezifischen Tests (Sprint, Sprunghöhe etc.)**
- **Die durch Elektrostimulation möglichen Kraftgewinne sind kleiner oder gleich dem Willkürtraining**
- **Gewinn für den Sportler entstehen insbesondere durch die Kombination EMS und Willkürtraining (Typ II Fasern, neuronale Bahnung)**

# Übersicht: Nachteile der EMS im Sport

- **Regelkreise und Koordinierungssysteme umgangen**
- **Physiologische und psychologische (zentrale Ermüdung) Ermüdungsmechanismen ausgeschaltet:  
Gefahr von Muskelschädigungen!**

## Hinweise zur Vermeidung von Muskelüberlastung, Muskel- und Gesundheitsschäden bei der elektrischen Ganzkörpermuskelstimulation (GK-EMS) mit der StimaWELL® EMS

Die GK-EMS ermöglicht ein intensives Muskeltraining. Auch gesunde und trainierte Muskulatur kann, insbesondere bei und nach den ersten Trainingssitzungen, schnell an ihre Belastungsgrenze kommen. Die Folge können Muskelschmerzen sein, in seltenen Fällen ein Muskelzerfall (Rhabdomyolyse). Bei Muskelbelastung werden Enzyme (z.B. Kreatinkinase) und Eiweiße (z.B. Myoglobin) freigesetzt; bei starker Muskelbelastung oder Muskelzerfall kann dies in einem Ausmaß erfolgen, durch den auch innere Organe wie die Nieren geschädigt werden. Dies kann insbesondere bei den ersten Trainingseinheiten geschehen; im Laufe eines regelmäßigen Trainings nimmt die Freisetzung dieser Stoffe deutlich ab.

**Um eine Schädigung der Muskeln und der Gesundheit zu vermeiden, beachten Sie bitte folgende Hinweise:**

### Vor dem Training

- Trainieren Sie nur, wenn Sie sich fit und ausgeruht fühlen
- Trainieren Sie nicht, wenn Sie unter Fieber oder anderen Erscheinungen leiden, die Ihre körperliche Belastungsfähigkeit einschränken. Bei chronischen, länger bestehenden Erkrankungen sollte vor Trainingsbeginn eine ärztliche Beratung und Freigabe des Trainings erfolgen.
- Beachten Sie die Gegenanzeigen (Kontraindikationen) und Sicherheitshinweise in der Gebrauchsanweisung des Gerätes.
- Vor dem Training dürfen keine Drogen oder Stimulantien eingenommen werden
- Trinken Sie vor/während des Trainings 2 Gläser, z.B. Wasser, um die Nierentätigkeit zu unterstützen
- Trainieren Sie nicht auf nüchternem Magen, sondern nehmen Sie 1 - 2 Stunden vor dem Training eine kleine Mahlzeit zu sich, um einen Blutzuckerabfall zu vermeiden

### Training in der Eingewöhnungsphase

- Das Training sollte unter Anleitung eines Trainers erfolgen, der in der GK-EMS erfahren ist. Bei Trainingsbeginn muss der Muskulatur ausreichend Zeit gegeben werden, sich an die Belastung zu gewöhnen. Dies gilt auch für trainierte Muskulatur. Besonders in den ersten beiden Sitzungen darf nur ein leichtes Training mit kurzen Muskelanspannungsphasen und ohne muskuläre Vollbelastung über etwa 10 Minuten durchgeführt werden. Länger laufende Programme des Gerätes sollten nach dieser Zeit abgebrochen werden.
- In den nächsten 8 Trainingseinheiten kann dann die Trainingsintensität bis zur angestrebten Ausbelastung und einer Trainingsdauer von 20 Minuten langsam gesteigert werden.
- Muskelschmerzen dürfen während des Trainings nicht auftreten, eine Daueranspannung der Muskulatur muss vermieden werden. Das Training sollte nicht öfter als einmalwöchentlich stattfinden.
- Bei auftretenden Beschwerden, Unwohlsein oder Muskelschmerzen muss das Training abgebrochen werden und ärztlicher Rat eingeholt werden

*Vielen*

*Dank !*