

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPRENG



## Extracorporale Stosswellentherapie

in der Orthopädie

Dr. Raphael Scheuer  
Facharzt für Orthopädie

UNTERNEHMEN DER VINZENZ GRÜRPE Medizin mit Qualität und Seele www.vinzenzgruppe.at

---

---

---


---

---

---

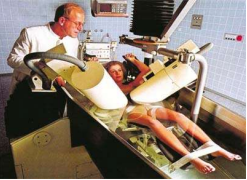
---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPRENG

## Geschichte der Stosswellen

- 1980 erste Nierensteinerzrümmerungen
- 1986 Knochendichtezunahme beobachtet
- 1989 Knochenbruchbehandlung
- 1990er Schmerzen am Bewegungsapparat



**promoveo**

---

---

---


---

---

---

---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPRENG

## Klassische Wellenlehre

- Verschiedene Medien haben unterschiedliche
  - Dichte
  - Impedanz (akustischer Widerstand)
- Wellen haben somit unterschiedliche Geschwindigkeiten
- An Grenzflächen erfolgt Energiefreigabe
  - Transmission (Transversal-/Longitudinalwelle)
  - (partieller) Reflexion
  - Beugung
  - Streuung

**promoveo**

---

---

---

---

---

---

---

---

**ORTHOPÄDISCHES SPITAL**  
WIEN SPITZING

### Was sind Stosswellen!?

- Druckwellen
  - Explosion, Blitz
- Überschallgeschwindigkeit
- rascher Druckanstieg
  - >100 bar

Quelle: www.digest-ev.de

**promoveo**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ORTHOPÄDISCHES SPITAL**  
WIEN SPITZING

### Druckverlauf

- Gegenüberstellung
  - **Fokussiert**
  - Radial (3 bar output)
  - Ultraschall

Cleveland et al 2007

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

**promoveo**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ORTHOPÄDISCHES SPITAL**  
WIEN SPITZING

### Druckverlauf

- Stosswellendruck
  - Spitzendruck
  - Anstieg
  - Pulsdauer
  - Unterdruckphase

Cleveland et al 2007

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

**promoveo**

---

---

---

---

---


---

---

---

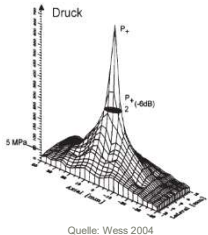
---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### ESWT Parameter

- Unabhängig von Generierungsmethode
- Energie (E)
  - üblicherweise positiv + negativ
  - Akustische Energie in mJ
  - Gesamtenergie = E \* Impulsanzahl
- Energieflussdichte (EFD)
  - E / A
  - mJ / mm<sup>2</sup>



Quelle: Wess 2004

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

*promoveo*

---

---

---

---

---


---

---

---

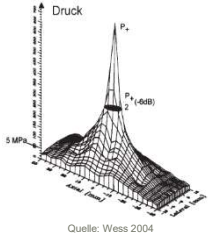
---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### ESWT Parameter

- -6 dB- Stosswellenfokus
  - Fokuszone
  - $\geq \frac{1}{2}$  des zentralen Spitzendrucks



Quelle: Wess 2004

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

*promoveo*

---

---

---

---

---


---

---

---

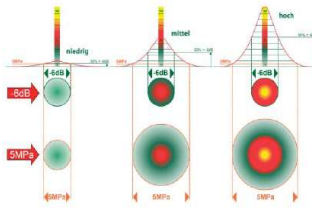
---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### ESWT Parameter

- 5 MPa Therapiezone
  - $\approx 50$  bar
  - willkürlicher Grenzwert



Quelle: Wess 2004

- Welche Parameter für den Erfolg verantwortlich sind ist nicht geklärt

*promoveo*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mechanische Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

- Kraftwirkung großteils in Ausbreitungsrichtung
- Impulsübertragung an Grenzflächen
  - Änderung der Dichte & Wellengeschwindigkeit (durch Impedanz)
  - kaum innerhalb homogener Medien
- Weichteilgewebe nicht homogen
  - Mechanische Zerstörung von Zellen, Knochentrabekeln,...?
  - Zellstimulation durch reversible Deformation der Membran?
  - Gesteigerte Durchblutung
  - Intensivierter Stoffwechsel

promoveo

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mechanische Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

Mechanisch

- Desintegration / Gewebszerreissung
- Zerstörung der Blutgefäßarchitektur

ABER: Der Orthopäde zertrümmert nichts!



promoveo

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mechanische Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

- Desintegration / Knochenfissuren / Gewebszerreissung
  - Spannungsrisse durch direkte Krafeinwirkung
  - Spallationseffekte (Hopkins-Effekt) durch Reflexion an rückwändiger Grenzschicht (Vakil 1991)
- Kavitation

promoveo

---

---

---

---

---

---

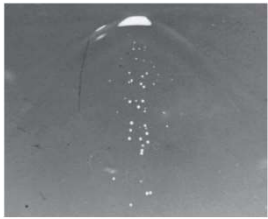
---

---

**Indirekte Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPESING

- Kavitation
  - Auftreten gasgefüllter Hohlräume in flüssigen Medien wenn Unterdruck der Welle die chemischen Bindungskräfte homogener Medien übersteigt
  - bestehende Mikroblasen oszillieren in Ihrer Größe um ein Vielfaches



Quelle: Wess 2004

promoveo

---

---

---

---

---

---

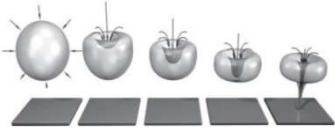
---

---

**Indirekte Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPESING

- Kavitation
  - trifft eine weitere Stosswelle auf eine Kavitationsblase kommt es zum erzwungenen Blasenkollaps
    - durch einseitiges Auftreffen der Welle und speziell grenzflächennah ist dies ein asymmetrischer Kollaps -> Micro-Jets (400-800m/s; Crum 1982) Richtung Grenzfläche



Quelle: Wess 2004

promoveo

---

---

---

---

---

---

---

---

**Indirekte Wirkung**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPESING

- Kavitation
  - nicht auf Fokus beschränkt, aber dort besonders ausgeprägt
  - Zerreißschwelle von Geweben ~16MPa (Herbertz 1996; Church 1999)
  - grenzflächennahe auch deutlich darunter
  - petechiale Blutungen
  - Erhöhung der Permeabilität von Zellwänden (Wolfrum 2004)

promoveo

---

---

---

---


---

---

---

---

**Mechanische Wirkung**

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIESING

- Thermische Effekte
  - Erwärmung
    - Frequenz zu gering
- Chemische Effekte

-> Wirkung bei orthopädischen Indikationen nicht nachgewiesen

*promoveo*

---

---

---

---


---

---

---

---

**Neuronale Effekte**

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIESING

- Unfähigkeit nozizeptiver Neuronen nach ESWT adäquate Rezeptorpotentiale zu generieren
  - Schelling et al. 1994
- Degeneration von Nozizeptoren
  - Verlängerung des Effekts durch Wiederholung der Therapie
    - Takahashi et al 2006
- Aktivierung und Sensitivierung primär afferenter nocizeptiver C-Fasern
  - beides wurde durch LA verhindert
  - LA verändert die biologische Gewebeantwort
    - Klonschinski et al 2011

*promoveo*

---

---

---

---


---

---

---

---

**Neuronale Effekte**

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIESING

- Reduktion der auf calcitonin gene-related peptide (CGRP) und Substanz P reaktiven Neuronen im dorsalen Wurzelganglion
  - Takahashi et al 2003, Hausdorf et al 2008
  - Neurogene Entzündung (Substanz P, CGRP) ?
    - Holzer et al 1988, Richardson and Vasko 2002
- Reduktion der Anzahl der nicht-myelinisierten Nervenfasern
  - C-Fasern -> Haupttransmitter bei chronischem Schmerz (Kandel et al 2000)
  - Hausdorf et al 2008
- Hyperstimulationsanalgesie
  - Gate-control-Theorie (Melzack and Wall 1965)
  - Rompe et al 1996 + 1998

*promoveo*

---

---

---

---

---

---

---

---



### Stoßwellen-Generierung

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

Elektrohydraulische Quelle    Piezoelektrische Quelle    Elektromagnetische Quelle, Flachspule    Elektromagnetische Quelle, Zylinderspule

promoveo

---

---

---

---

---

---

---

---

### Focusgröße

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

Elektrohydraulisch  
Elektromagnetisch  
Piezoelektrisch

10 mm

promoveo

---

---

---

---

---

---

---

---

### Eindringtiefe

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPIEBING

Fokussierte Stoßwelle ohne Vorsatz    Fokussiert  
Fokussierte Stoßwelle mit Nahbereich-Vorsatz    Fokussiert  
Radiale Stoßwelle mit Deep Impact-Vorsatz    Radial  
Radiale Stoßwelle mit Standard Vorsatz    Radial

140 mm  
120 mm  
100 mm  
80 mm  
60 mm

promoveo

---

---

---

---

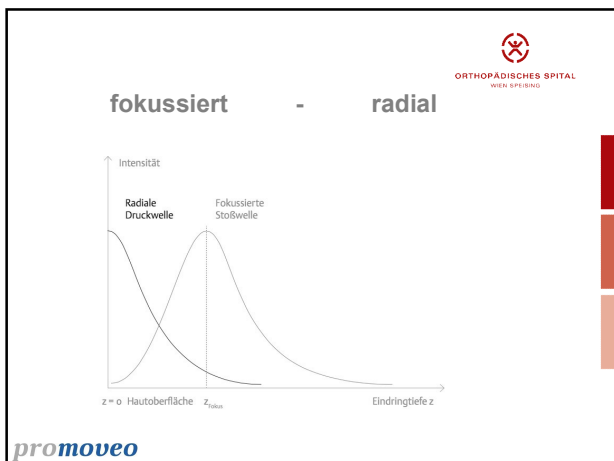
---

---

---

---






---

---

---

---

---

---

---

---

**fokussiert - radial**

ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPERLING

STOSSWELLE		DRUCKWELLE
100 - 1000 bar	Druck	1 - 10 bar
$\approx 0,2 \mu\text{s}$	Pulsdauer	0,2 - 0,5 ms
fokussiert	Druckfeld	radial, divergent
groß	Eindringtiefe	gering, oberflächlich
Zellen	Wirkung	Gewebe

promoveo

---

---

---

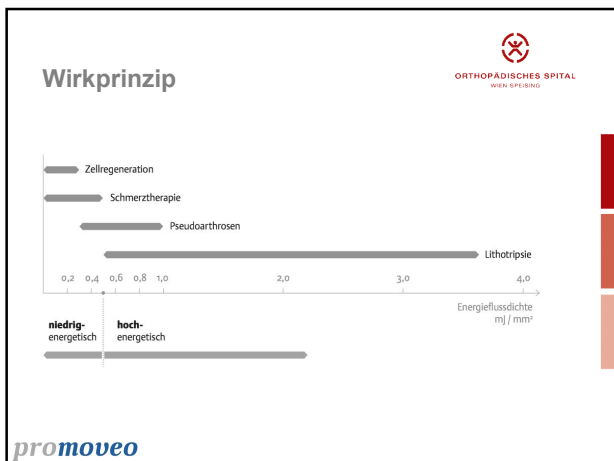
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### Anwendungsgebiete

- Sehnenansatzbeschwerden
- Pseudoarthrosen
- Avaskuläre Knochennekrosen
- Osteochondrosis dissecans
- Arthrose?
- Weichteilverkalkungen
- Muskuläre Verspannungszustände
  - Triggerpunkte
  - Faszientherapien



*promoveo*

---

---

---


---

---

---

---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### Kontraindikationen

- akuter Weichteilinfekt, Osteomyelitis
- Malignome, maligne Grunderkrankungen
- Offene Wachstumsfugen im Fokus
- Blutgerinnungsstörungen (angeboren / iatrogen)
- Schwangerschaft
- Herzschrittmacher
- Anfallsleiden
- Rippen-, Wirbelsäulen- und Schädelknochenbehandlungen
- Fokussierung auf
  - große Gefäße
  - große Nerven
  - auf Lungengewebe oder parenchymatöse Organe

*promoveo*

---

---

---


---

---


---

---

---

  
ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPITZING

### Anwendungsgebiete



Kalkschulter

Trochantererschmerz

Achillodynie

Tennisellbogen

Pes anserinus

Fersensporn

*promoveo*

---

---

---

---


---

---

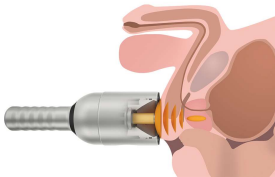
---

---

**Anwendungsgebiete**



- **Urologie**
  - Chronische Prostatitis (CPPS)
  - Induratio penis plastica (IPP)
  - Erektile Dysfunktion (ED)



Quelle: Storz medical

**promoveo**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Anwendungsgebiete**



- **Urologie**
- **Wundbehandlung**
  - chronische Wunden
- **Ästhetische Behandlungen**
  - Cellulite



**promoveo**

---

---

---

---


---

---

---

---

**Anwendungsgebiete**



**Experimentell**

- Herzmuskelschäden
  - nach Herzinfarkt
- Regeneration von Nervengewebe
  - nach Nervenschädigung
  - Querschnittverletzungen

**promoveo**

---

---

---

---

---


---

---

---

**Fazit**

- Effektive Schmerztherapie
- Anregung zur Selbstheilung
- Breites Anwendungsspektrum
- Keine bekannten Nebenwirkungen



**ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPEISING**

*promoveo*

---

---

---

---

---

---

---

---



**ORTHOPÄDISCHES SPITAL  
WIEN SPEISING**

**SAVE THE DATE**

II. Speisinger Stosswellensymposium  
24. September 2016  
[www.eswt.at](http://www.eswt.at)

---

---

---

---

---

---

---

---