STOSSWELLEN
ZENTRUM OBERÖSTERREICH

stosswellenzentrum-wien.at

Extrakorporale Stosswellentherapie

Rainer Mittermayr

AUVA Unfallkrankenhaus Meidling

Ludwig Boltzmann Institut für experimentelle und klinische Traumatologie

Austrian Cluster for Tissue Regeneration

International Society for Medical Shockwave Treatment (ISMST)

STOSSWELLEN
ZENTRUM OBERÖSTERREICH

stosswellenzentrum-wien.at

Wunderwuzzi oder Voodoozauber ?

Disclosure

- Es besteht weder ein finanzieller noch wissenschaftlicher Interessenskonflikt

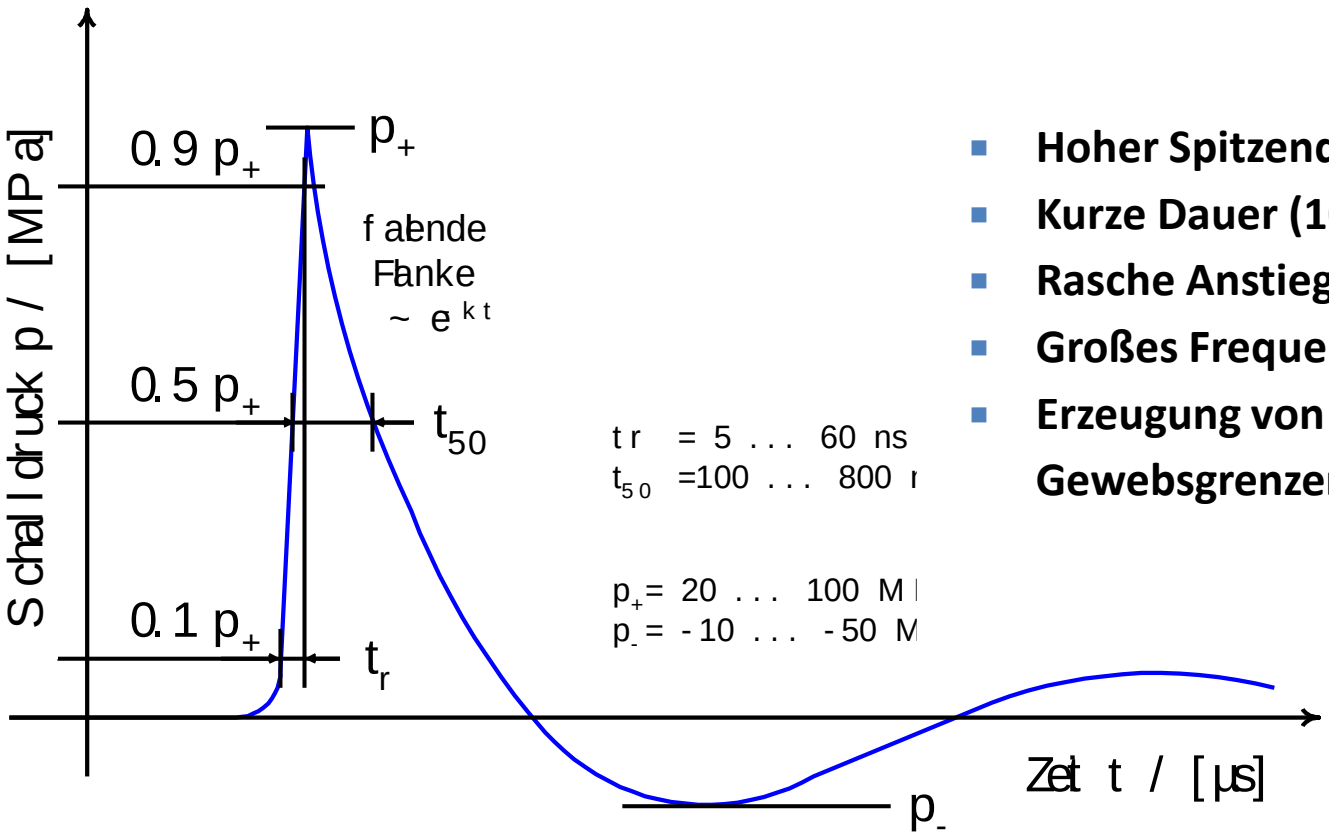
Inhalt

- Physikalische Grundlagen
- Verzögert/Nicht heilende Frakturen
- Tendinopathien
- Wirkungsmechanismus

Physikalische Grundlagen

Physikalische Charakteristika

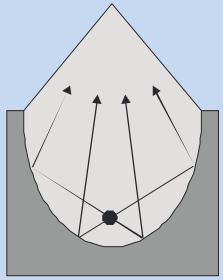
Stosswellen sind energiereiche, hörbare Druckimpulse, die sich mit Schallgeschwindigkeit wellenförmig im Medium ausbreiten.



- **Hoher Spitzendruck (100 MPa)**
- **Kurze Dauer (10ms)**
- **Rasche Anstiegszeit (<10 ns)**
- **Großes Frequenzspektrum (1Hz-20Mhz)**
- **Erzeugung von hohem Stress an Gewebsgrenzen (Impedanz-Sprünge)**

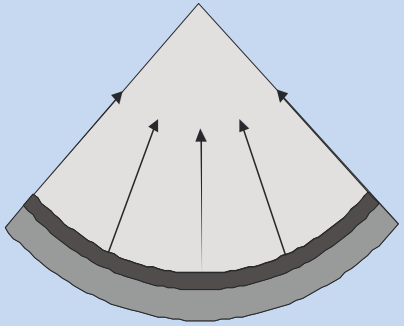
Generierungsformen

Elektro-hydraulisches Ellipsoid



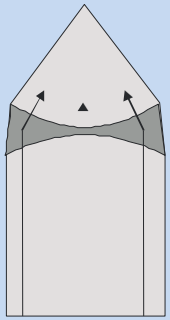
1980

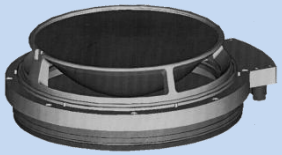
Piezo-eletrische Sphäre



1985

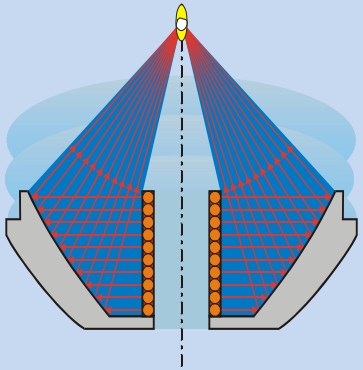
Akustische Linse und flache elektromagnet. Spule

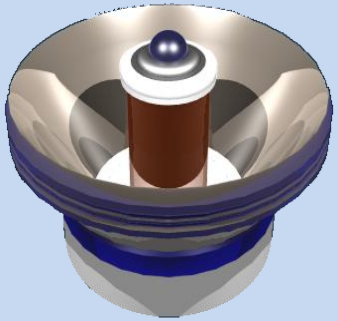




1986

Zylindrische elektromagnet. Spule



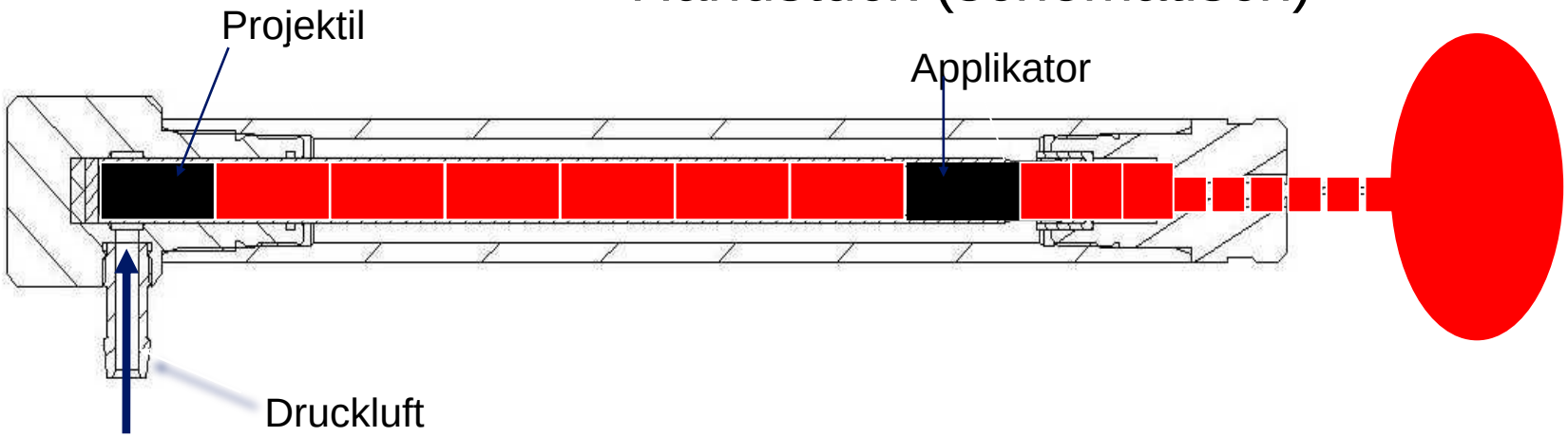


1989

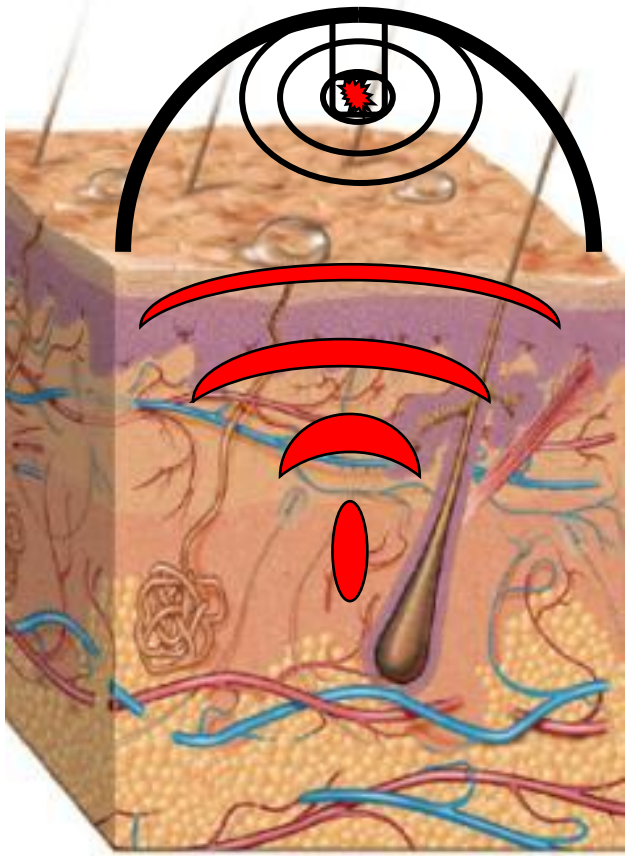
Pneumatisch-Ballistische Druckwelle

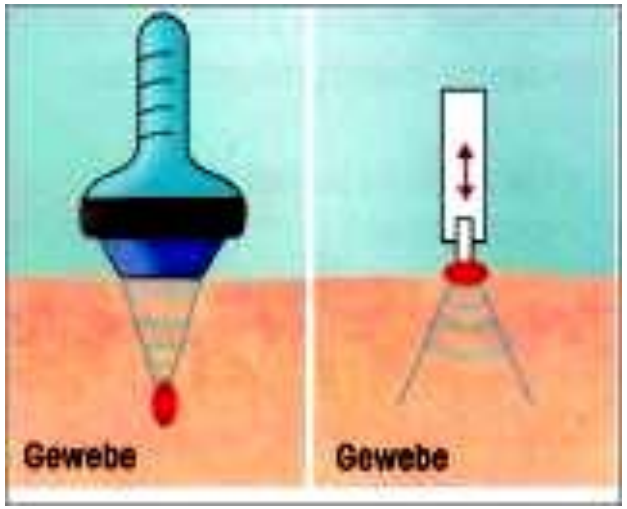
- Transformation von kinetischer Energie
- Emission der SW in radialer Richtung
- rESWT spielt bei der Behandlung von Knochen <u>keine</u> bedeutende Rolle

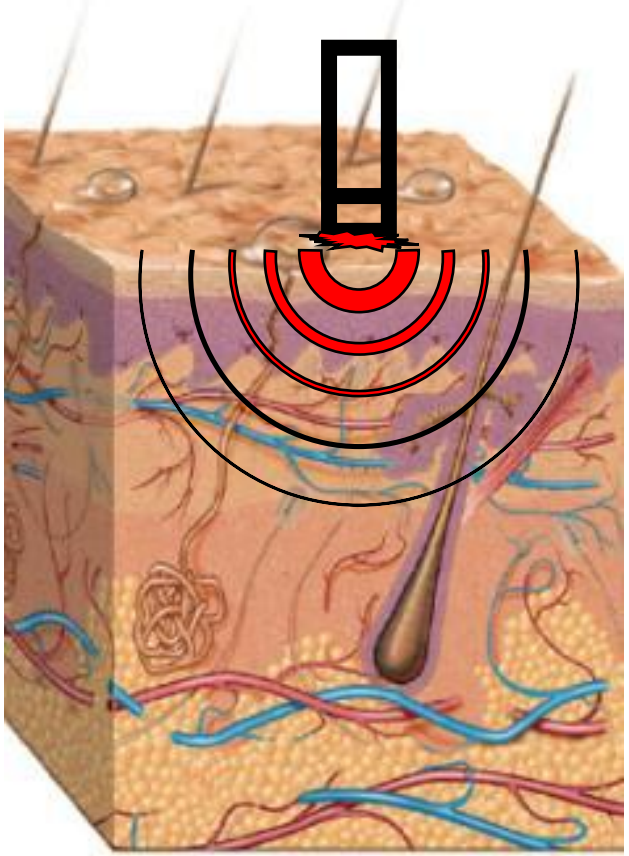
Handstück (schematisch)



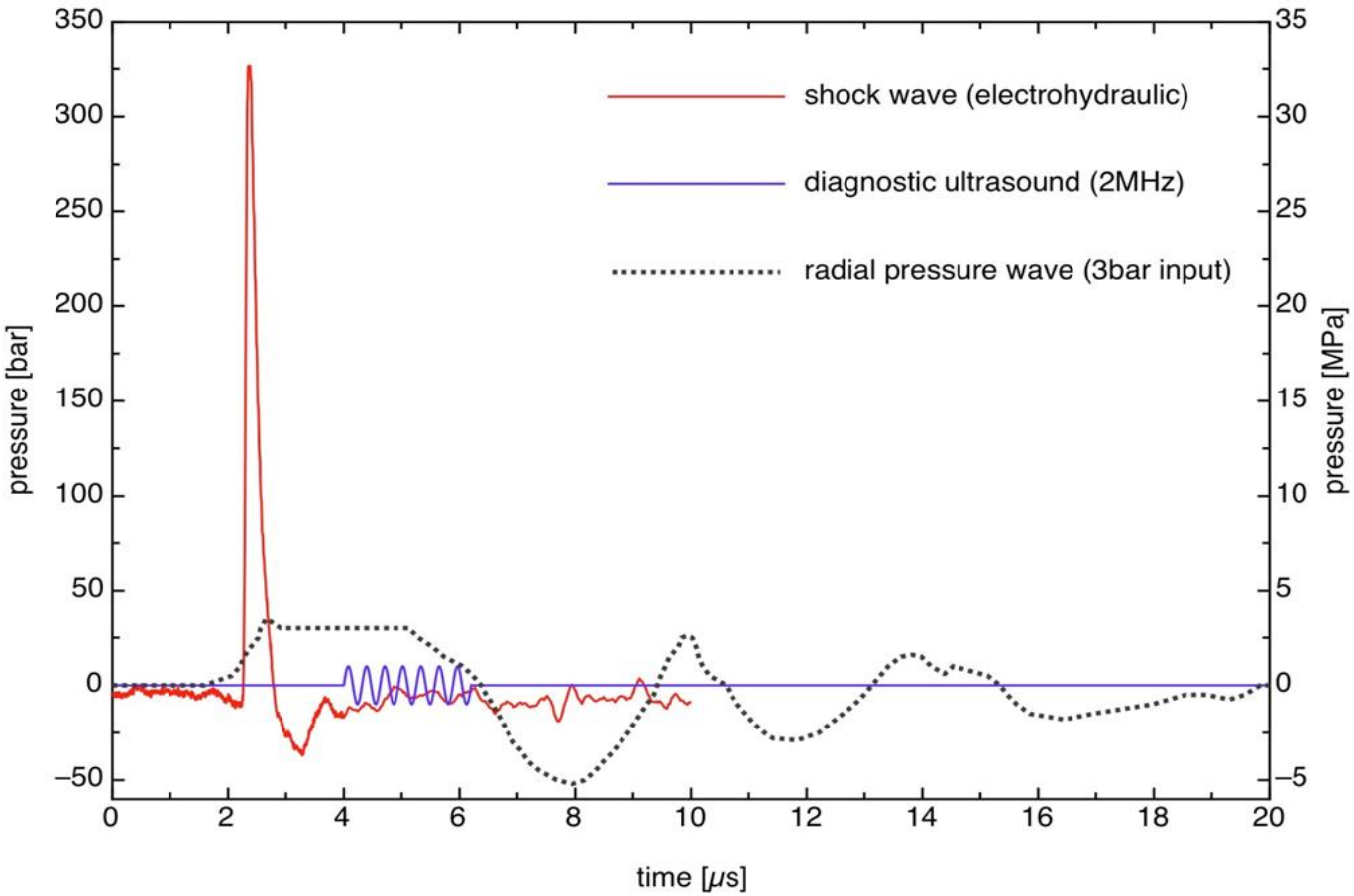
Stosswelle vs. Druckwelle





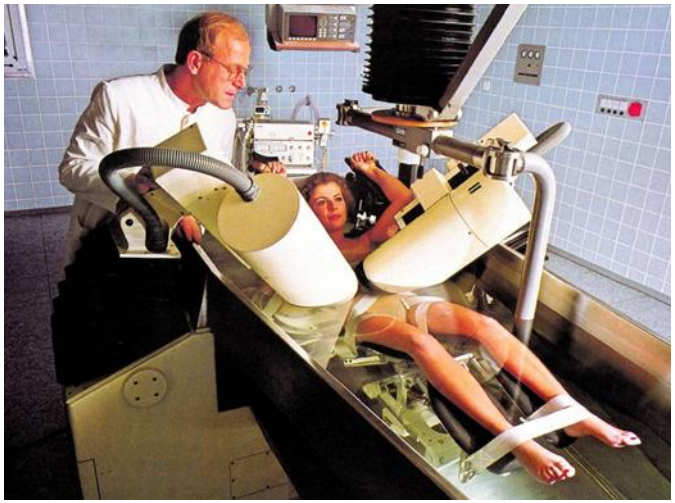


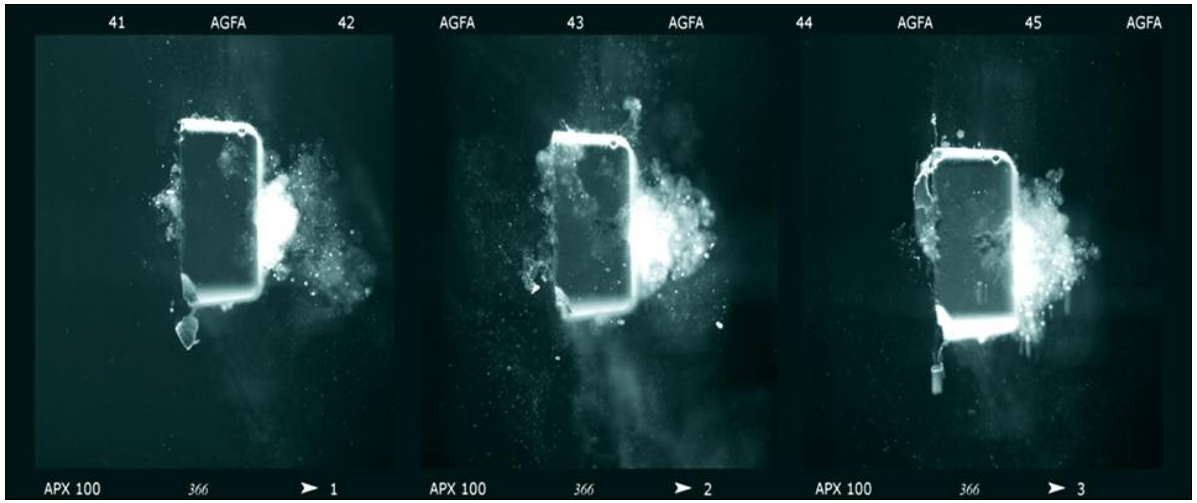
Vergleich Druck/Zeit Kurve

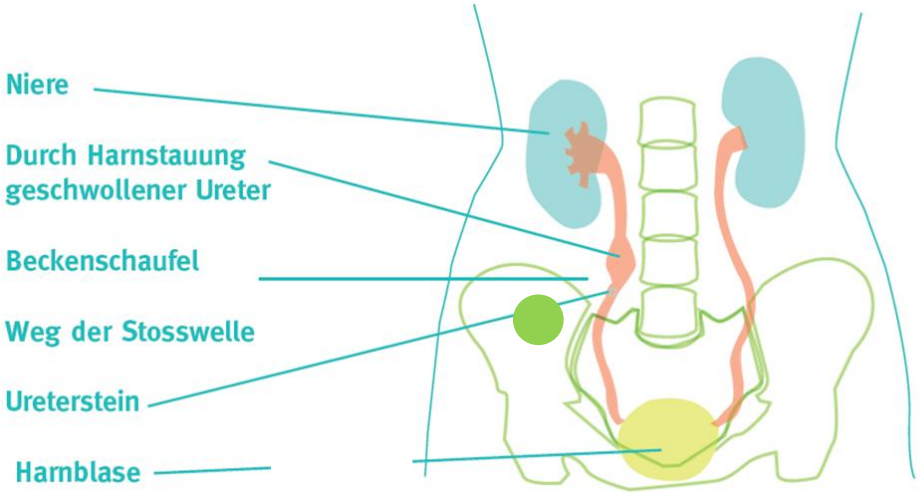


Source:
electrohydraulic shock wave: MTS Europe GmbH, measurement orthogold100, focused applicator
diagnostic ultrasound: sine wave, calculated with 1 MPa peak pressure at 2MHz
radial pressure wave: R. O. Cleveland, P. V. Chitnis, and S. R. McClure. Acoustic field of a ballistic shock wave therapy device. Ultrasound Med Biol, 33(8):1327–1335, 2007, Figure 6a

Interaktion mit biologischem Gewebe







Haupt (Bochum, 1986)

Verdickung des kortikalen Knochens an der Darmbeinschaufel an der Stelle, wo die Stoßwellen auf ihrem Weg zum Stein durchgelaufen waren

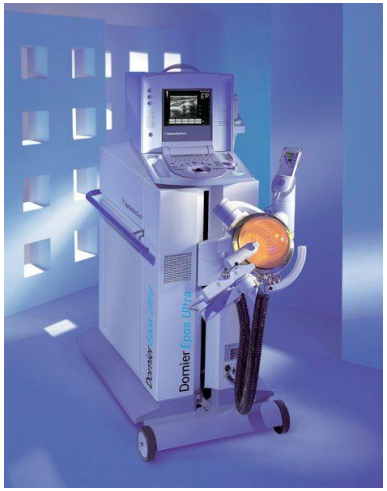
Verzögert/nicht heilende Frakturen

"Cured? Well, I'll know more once the stitches are removed and the swelling goes down. But I'm fairly certain we've at least improved your defective golf swing."

Wirkung basiert auf Aktvierung der Knochenheilung ohne Schäden im Gewebe zu verursachen

Grundsätze der Knochenbehandlung

Auf Grund der Erfahrung und der Daten aus der Literatur werden gute Ergebnisse (rund 80% knöcherne Heilung) nur mit elektromagnetischen und elektrohydraulischen Systemen mit großem Fokus (Großgeräte) erzielt.

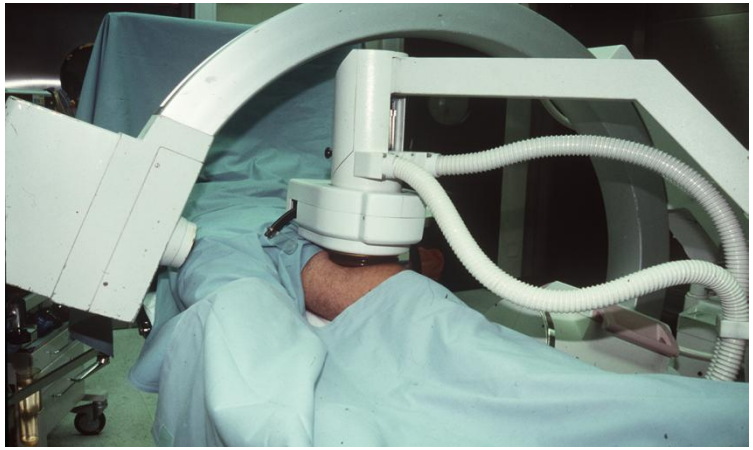


Grundsätze der Knochenbehandlung

Üblicherweise wird die elektromagnetische Stoßwelle 2 bis 4 Mal in ein bis zweiwöchigem Abstand eingesetzt.

Die Elektrohydraulische ein Mal.

Die Nachbehandlung ist für beide Systeme die Gleiche, das Ergebnis kann je nach Lokalisation nach 2 bis 4 Monaten beurteilt werden.



Grundsätze der Knochenbehandlung

Es gibt einzelne Fallberichte mit anderen Stoßwellenquellen und kleinen Geräten, die aber nicht annähernd die gleichen Erfolge zeigten:

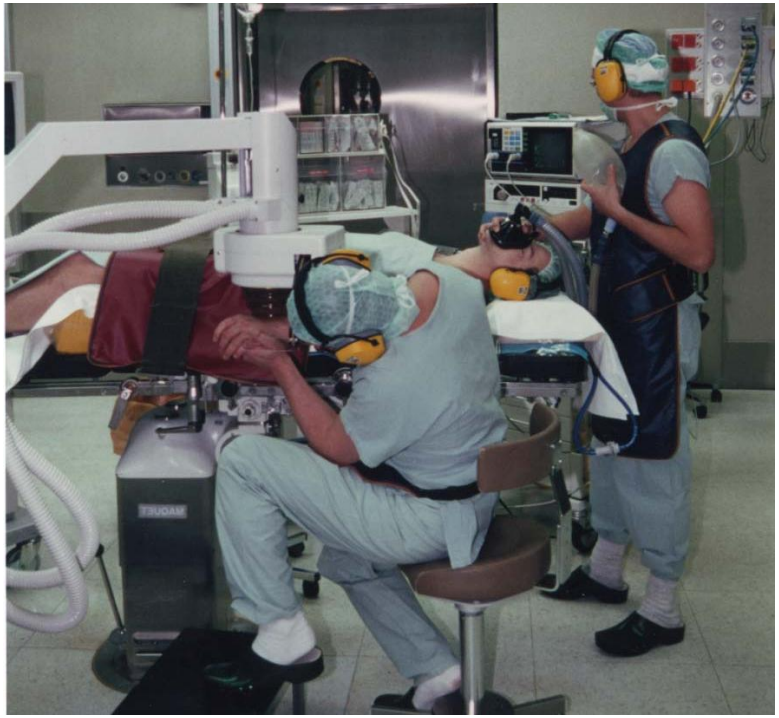
Gerät	Anzahl	geheilt	nicht geheilt
Orthowave 180	65	43 (66%)	22 (34%)
Modulith	129	87 (67%)	42 (33%)
Ossatron	861	643 (75%)	218 (25%)
Orthowave 280	725	587 (81%)	138 (19%)

Grundsätze der Knochenbehandlung

Patienten mit Knochenheilungsstörungen sind ernsthaft in ihrem Leben eingeschränkt und verdienen daher die bestmögliche Versorgung!!

Grundsätze der Knochenbehandlung

ESWT am Knochen wird prinzipiell hochenergetisch fokussiert und daher meist in Analgesie durchgeführt (Sedierung, Regional-, Leitungsanästhesie, allgemein Narkose).



Applikation

elektrohydraulisch, *elektromagnetisch*

Energieflussdichte:	0,3 – 0,4 mJ/mm2 *(0,4 – 0,6)*
Frequenz:	1 – 5 Hz
Anzahl der Impulse:	2000 - 4000 *(4000 - 6000)*
Fokus:	fokussiert, („groß“)
Anzahl der Behandlungen:	1 *(2-4 in ein- bis zweiwöchigem Abstand)*

Voraussetzungen für ESWT am Knochen

- Ausgebildeter Arzt
- Behandlungseinwilligung (Kostendeckung)
- Liege oder OP-Tisch
- Fixierte Lagerung während der ESWT
- Bildwandler (Sonographie)
- Möglichkeit zur Anästhesie/Monitoring
- Ruhigstellung nach ESWT
- Wenn Begleiteingriffe (Metallentfernung, Fixateur ext., Osteotomie etc.) erforderlich => OP

Kontraindikationen

1. Lungengewebe im Fokus
2. Maligner Tumor im Fokus
3. Ausgeprägte Koagulopathie
4. Epiphysenfuge im Fokus?
5. Hirngewebe oder RM im Fokus?
6. akute Infektion?
7. Schwangerschaft?

Nachbehandlung

Nach ESWT von Pseudarthrosen (verzögert heilenden Brüchen) sollte nach den Richtlinien der konservativen Knochenbruch-behandlung vorgegangen werden:

Vermeidung von Mikrobewegungen im Pseudarthrosenspalt (3-5 Wochen) durch:

Schonung (bei stabiler Osteosynthese),

Immobilisierung (Gips, Schiene, Orthese),

Entlastung,

Fixateur externe

Nachbehandlung

Röntgenkontrollen

wenn klinisch keine Gefahr der Dislokation besteht:

in 4-wöchigen Abständen (wie nach Spongiosaplastik)

bis 12 Wochen: „Klinik vor Röntgen“

im Zweifel: CT!!

Bei Ausbleiben der knöchernen Heilung nach 12 bis 16 Wochen:

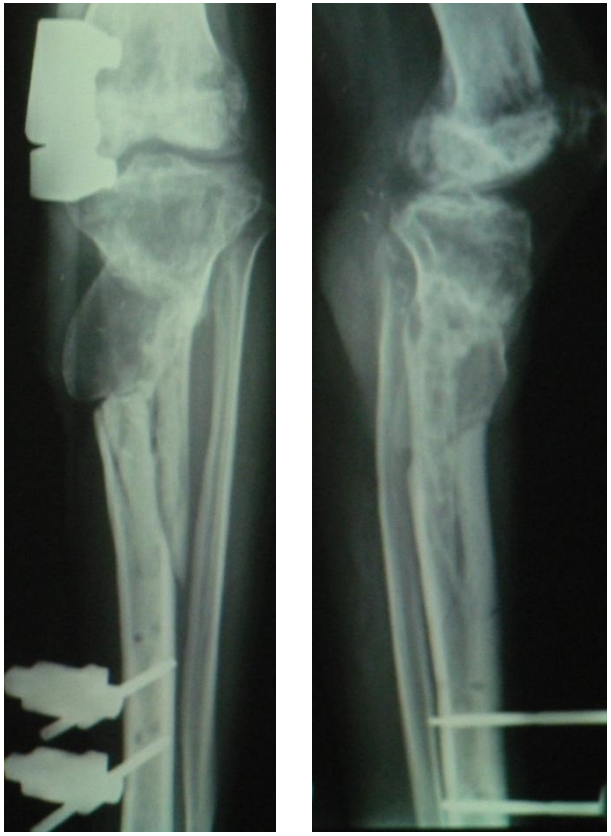
2. ESWT / 2. Serie (bei Progression im Nativröntgen/CT)

OP

Fallbeispiel

31a alter Mann, AU, Trümmerfraktur, Fix. Ext., Infektion, Mehrere Revisionseingriffe, nach 4 Monaten osteo-myocutaner Lappen + Fix. Ext. Nach 8 Monaten ESWT

8 Monate nach Trauma



3 Monate später: 2nd ESWT + Entfernung Fix. Ext.

3 Monate nach 2nd ESWT

Anwendungsgebiete (ISMST)

Approved standard indications	Common empirically tested clinical uses	Exceptional/expert indications and Experimental
Chronic Tendinopathy Plantar fasciitis * Achilles tendon Tennis elbow Rotator cuff * Patellar tendon Greater trochanter	Chronic Tendinopathy Ulnar epicondylopathy Adductor syndrome Pes anserinus syndrome Peroneal tendon syndrome	Exceptional/Expert Spasticity Early stage OD (pre skeletal maturity Osgood Schlatter Disease Peyronie's Disease
Impaired bone healing Delayed bone healing Non-unions * Stress fracture Early stage AVN Early stage OD (post-maturity)	Muscular pathology and impaired soft tissue healing Myofascial syndrome Muscle injury w/o discontinuity Impaired wound healing/burns	Experimental Myocardial ischemia Peripheral nerve lesions Abacterial prostatitis Peri-odontal disease Osteoarthritis
Urologic lithotripsy	Salivary stones	Cellulitis

Tendinopathien

- … entstehen aus der Dysbalance zwischen Belastung und Belastbarkeit in und um Sehnen und ihren Ansätzen.

- Diagnostik:
- Klinik
- Ultraschall
- Röntgen
- (MRI)

Therapien bei Tendinopathien

- Physiotherapie (Dehnung, Querfriktion,…)
- Infiltration (Kortison, Lokalanästhesie)
- Einlagen
- Analgetika
- Elektrotherapie
- Ultraschall
- Kälte-/Wärmeanwendung
- Neuraltherapie
- Akupunktur
- Niedrig Röntgenbestrahlung (nicht empfohlen)
- Ruhigstellung (nicht empfohlen)
- ….

Tendinopathien

Voraussetzung für ESWT

Schmerzen > 6 Monate ?

Erfolglose konservativer Therapieversuch über die letzten 3 Monate ?

Erfolglose chirurgische Intervention ?

Extrakorporale Stosswellentherapie

Energie:	Geräteabhängig (0,1 – 0,3mJ/mm^2)
Frequenz:	4 – 5 Hz
Impulse:	1000 - 3000
Fokus:	fokussiert und unfokussiert
Behandlung:	1 (mehr möglich)

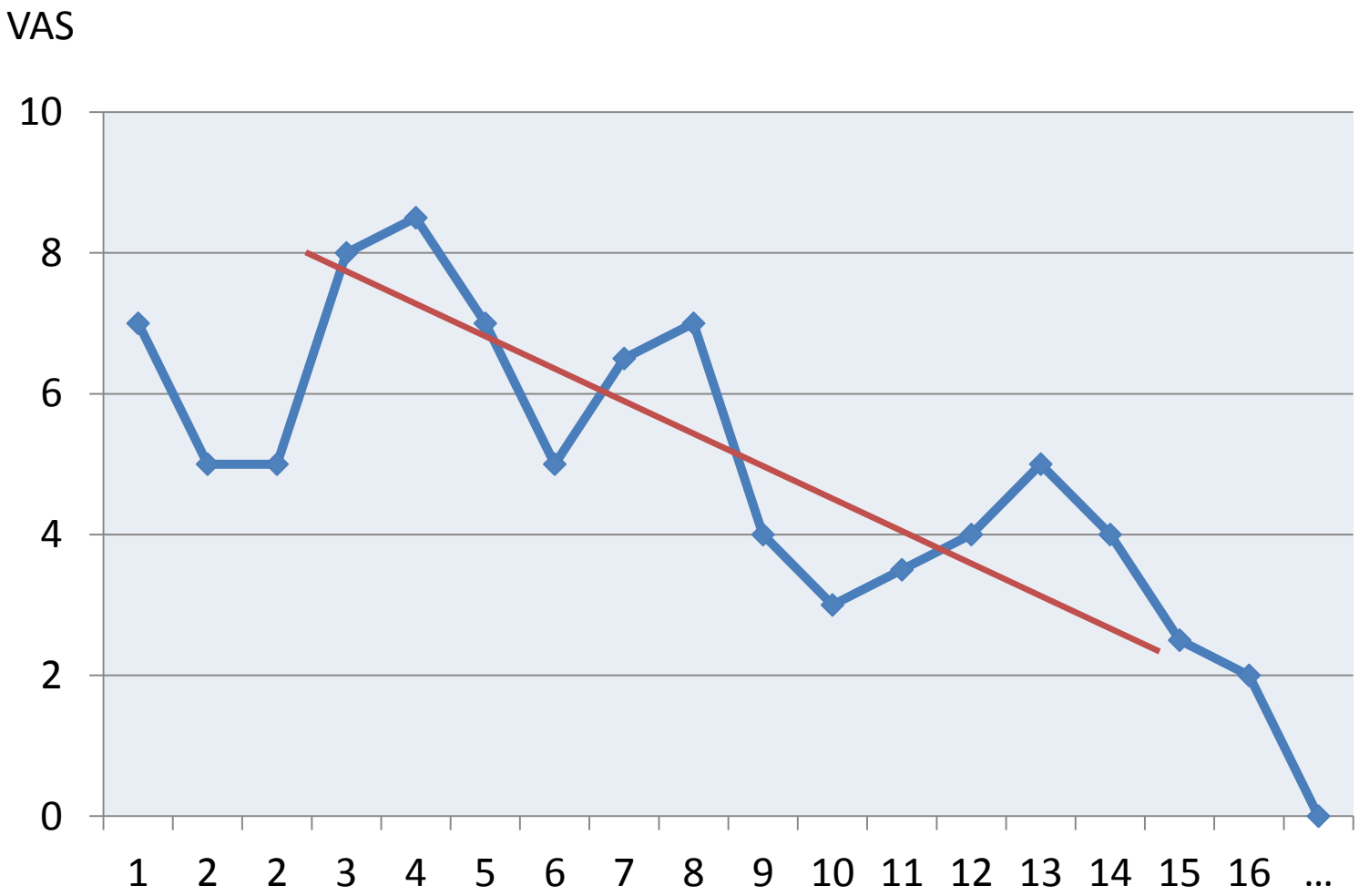
Anästhesie bei der ESWT

- Schmerz und Schmerzgrenzen variieren zwischen Geschlechtern, Ländern und Kulturen. Jeder Patient braucht adaptierte Therapie.
    - **<u>Keine</u>**
    - **anästhetisches Gel**
    - **NSAIDs**
    - **Regional**
    - **Spinal**
    - **Plexus**
    - **Allgemein**
    - **Lokalanästhesie nicht empfohlen**

ESWT - Durchführung

- Reichlich blasenfreies Kontaktgel
- Beginn in der Peripherie, dann P.M. (analgetische Wirkung der ESWT)
- Zusätzlich Beginn mit geringeren Energieflussdichten
- Im Laufe der Behandlung sukzessive Erhöhung der Energieflussdichten
- Patienten Feedback

Patientenaufklärung



Patientenaufklärung

- Aktiv:
- Dehnungsübungen
- eve. Massage, Einlagen, etc.

- Passiv:
- Geduld/Compliance (10-12 Wochen)
- Sportkarenz für 4-6 Wochen

Kontraindikationen

1. Lungengewebe im Fokus
2. Maligner Tumor im Fokus
3. Schwere Koagulopathie?
4. Epiphyse im Fokus?
5. Hirn oder Rückenmark im Fokus?
6. Akute Infektion?
7. Schwangerschaft?

Qualitätsstandards

Das Ergebnis der ESWT kann negativ beeinflusst werden durch

- Ausschlusskriterien nicht beachtet
- Andere zugrundeliegende orthopädische Erkrankungen
- Andere nicht-orthopädische Erkrankungen
- Chronizitätsgrad?

Voraussetzung Anwender

- - Spezialist (Orthopäde/Unfallchirurg/Chirurg)
- - Erfahrung mit Röntgen- und US-Untersuchung und Befundung

- Theorie der ESWT

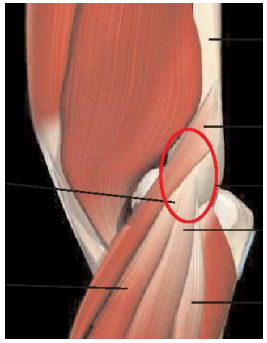
- Training mit den unterschiedlichen Geräten

- - Training der praktischen Anwendung

Haupindikationen der ESWT bei Tendinopathien

- Epicondylitis humero-radialis (Tennisellbogen)

  (55% - 88%)

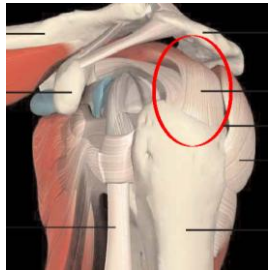


- Fasciitis plantaris (mit/ohne Fersensporn)

  (65% - 95%)

- Tendinosis omi (mit/ohne Kalkdepot)

  (65% - 90%)



Anwendungsgebiete (ISMST)

Approved standard indications	Common empirically tested clinical uses	Exceptional/expert indications and Experimental
Chronic Tendinopathy Plantar fasciitis * Achilles tendon Tennis elbow Rotator cuff * Patellar tendon Greater trochanter	Chronic Tendinopathy Ulnar epicondylopathy Adductor syndrome Pes anserinus syndrome Peroneal tendon syndrome	Exceptional/Expert Spasticity Early stage OD (pre skeletal maturity Osgood Schlatter Disease Peyronie's Disease
Impaired bone healing Delayed bone healing Non-unions * Stress fracture Early stage AVN Early stage OD (post-maturity)	Muscular pathology and impaired soft tissue healing Myofascial syndrome Muscle injury w/o discontinuity Impaired wound healing/burns	Experimental Myocardial ischemia Peripheral nerve lesions Abacterial prostatitis Peri-odontal disease Osteoarthritis
Urologic lithotripsy	Salivary stones	Cellulitis

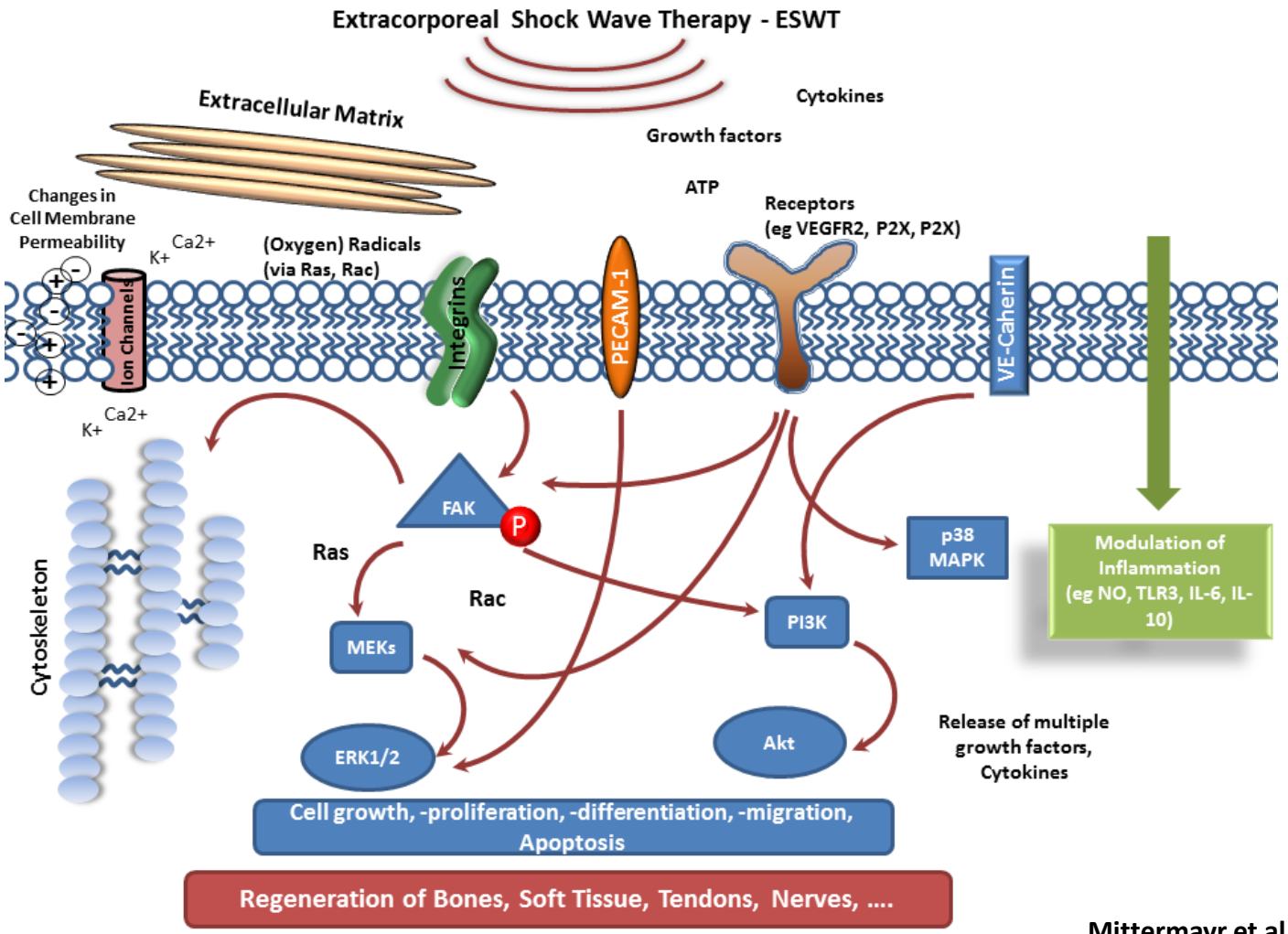
Wirkungsweise der ESWT

Hypothese

Die extrakorporale Stosswellentherapie induziert eine **biologische (endogene) Reaktion** ohne eine Gewebsschädigung hervorzurufen, welche durch das mechanische Modell postuliert wurde.

- Film Biologische Wirkung

Wirkungsweise der ESWT



Mittermayr et al., Jatros, 2015

Biologische Wirkungen der Stosswelle

Angiogenese
Vasculogenese
Lymphogenese

Freisetzung von Wachstumsfaktoren

Stammzellen
Progenitorzellen

NO-Homeostase

Modulation der Inflammation

Veränderung der Zellpermeabilität

……

Zukünftige Indikationen

- “Stammzelltherapie”
- Herzinfarkttherapie
- Zentrale und periphere Nervenregeneration
- “Organregeneration”

Rainer Mittermayr

rainer.mittermayr@trauma.lbg.ac.at

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

STOSSWELLEN
ZENTRUM OBERÖSTERREICH

stosswellenzentrum-wien.at