



DOSSIER · THERAPIE

Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF)

Die Datenbank verzeichnet eine erhebliche Anzahl von Arbeiten zur **Magnetfeldtherapie (PEMF)** am Menschen, davon kontrollierte Studien. Die Forschung konzentriert sich auf den **Bewegungsapparat** und **Knochenheilung**, während andere Anwendungsgebiete deutlich seltener untersucht sind. Die methodische Qualität variiert, und nicht alle Ergebnisse sind konsistent.

538

STUDIEN
INSGESAMT

343

AM MENSCHEN

192

DAVON
KONTROLLIERT

14

AN TIEREN

38

IM LABOR

Zahlen aus der IHR-Studiendatenbank · Stand 2026-10-04

So lesen Sie dieses Dossier

BELEGT

am Menschen gemessen, mit
Vergleichsgruppe

PLAUSIBEL

gestützt durch Wirkmechanismus,
Tierversuch oder Beobachtung

VERMUTUNG

ein naheliegender Zusammenhang,
der noch geprüft werden muss

Magnetfeldtherapie (PEMF) auf einen Blick

HERKUNFT:

Die Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF) ist ein physikalisches Verfahren, bei dem gepulste elektromagnetische Felder niedriger Intensität extern auf den Körper einwirken. Entwickelt in den 1970er-Jahren, stammt sie aus der physikalischen Medizin und wurde zunächst in Orthopädie und Unfallchirurgie erforscht. Die Anwendung erfolgt über Geräte, die lokal oder systemisch eingesetzt werden, ohne thermische Effekte zu erzeugen.

STUDIENLAGE:

538 ausgewertete Arbeiten · 192 kontrollierte Studien am Menschen · 151 Beobachtungsstudien · 44 Übersichtsarbeiten · 14 Tierversuche · 37 Zellkulturarbeiten

STÄRKSTE BELEGE:

- Knochenheilung (Frakturen) PEMF zeigt in kontrollierten Studien signifikant höhere Heilungsraten (bis 77,4 %) bei verzögerter Frakturheilung oder Pseudarthrosen, insbesondere bei frühzeitiger Anwendung (innerhalb von 6 Monaten). Radiologische Konsolidierungszeiten verkürzen sich bei nicht-operativen Frakturen und oberen Extremitäten.
- Arthrose (Knie) Doppelblinde RCTs zeigen kurzfristige Schmerzreduktion (VAS, WOMAC) und verbesserte Lebensqualität bei Kniearthrose nach 4–6 Wochen PEMF-Anwendung. Effektstärken sind moderat (z. B. -0,73 für VAS), mit analgetikasparenden Effekten, aber fehlenden Langzeitdaten.
- Postoperative Schmerzen PEMF reduziert postoperative Schmerzen (z. B. nach Brustoperationen) um bis zu 300 % innerhalb von 5 Stunden und senkt den Analgetikaverbrauch.
- Chronische Wunden Multicenterstudien zeigen 47,7 %ige Reduktion der Wundfläche bei venösen Beingeschwüren nach 8 Wochen PEMF, mit signifikanter Abnahme von Wundtiefe und Schmerzen. 50 % der Patienten erreichen deutliche Besserung (Placebo: 0 %).
- Wirbelsäulenfusion PEMF verbessert Fusionsraten bei Wirbelsäulenoperationen, besonders bei Risikopatienten (Raucher, Mehrsegmentfusionen). Präklinische Studien liefern Hinweise auf Mechanismen wie die Hochregulation von Wachstumsfaktoren (BMP-2, TGF- β), doch ihre klinische Relevanz steht noch aus.

GRENZEN:

- Parameterstandardisierung Frequenz, Intensität, Pulsform und Anwendungsdauer variieren stark zwischen Studien, was direkte Vergleiche und Dosis-Wirkungs-Analysen verhindert. Eine einheitliche Nomenklatur fehlt.
- Langzeitdaten Fast alle Studien erfassen nur kurzfristige Effekte (Wochen bis Monate). Daten zu Sicherheit, Wirksamkeit oder Nebenwirkungen über Jahre hinweg stehen noch aus.
- Kleinere Anwendungsgebiete Bereiche wie Kognition, Fibromyalgie oder Stoffwechsel (z. B. diabetische Polyneuropathie) basieren auf kleinen Stichproben oder Pilotstudien mit widersprüchlichen Ergebnissen.

EINORDNUNG:

PEMF ist ein physikalisches Verfahren mit belegten Effekten auf die Beschleunigung der Knochenheilung und Schmerzlinderung bei Arthrose. Andere Anwendungsgebiete wie Wundheilung zeigen vielversprechende Ergebnisse, während Entzündungsmodulation oder weitere Indikationen weniger gut abgesichert sind und weiterer Forschung bedürfen.

1. Was Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF) ist

Die **Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF)** ist ein physikalisches Verfahren, bei dem gepulste elektromagnetische Felder niedriger Intensität auf den Körper einwirken. Die Anwendung erfolgt über externe Geräte, die entweder lokal (z. B. an Gelenken) oder systemisch (z. B. über Matten) eingesetzt werden. Die Therapie stammt aus der physikalischen Medizin und wird seit den 1970er-Jahren erforscht, zunächst vor allem in der Orthopädie und Unfallchirurgie. Die Felder werden in definierten Frequenzen und Intensitäten erzeugt, um biologische Prozesse zu beeinflussen. Technisch handelt es sich um nicht-ionisierende Strahlung, die keine thermischen Effekte hervorruft.

Entscheidend für das Verständnis der Studienlage ist die **Vielfalt der Parameter**: Frequenz, Pulsform, Intensität, Anwendungsdauer und Gerätetyp variieren stark. Selbst innerhalb eines Anwendungsgebiets wie der **Knochenheilung** kommen unterschiedliche Protokolle zum Einsatz, was direkte Vergleiche erschwert. Zudem fehlt eine standardisierte Nomenklatur – Begriffe wie *low-intensity*, *pulsed* oder *static* werden nicht einheitlich verwendet. Die meisten Studien messen **klinische Endpunkte** (Schmerz, Funktion, Heilungsdauer), während **biologische Marker** (z. B. Zytokine, Knochendichte) seltener erfasst werden. Die **Placebo-Kontrolle** ist methodisch anspruchsvoll, da elektromagnetische Felder schwer zu simulieren sind.

2. Was die Studien im Einzelnen zeigen

Die tragenden Arbeiten am Menschen und die wichtigsten Übersichten — nach Anwendungsgebiet, mit Population, Dauer, Zubereitung, Messgröße und Ergebnis, so wie die Originalarbeiten es berichten. Zahlen stehen nur dort, wo die Arbeit sie nennt.

Verteilung der **kontrollierten Studien am Menschen** nach Anwendungsgebiet — die Zahlen sind nicht addierbar, da eine Arbeit mehreren Gebieten zugeordnet sein kann:

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Bewegungsapparat	91
Knochen und Gelenke	80

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Sicherheit und Verträglichkeit	47
Entzündungsgeschehen	27
Kognition und Psyche	18
Erschöpfung und Stress	16
Haut	14
Stoffwechsel	11

Stoffwechsel – Diabetische Polyneuropathie

Die Teilnehmer trugen über vier Monate kontinuierlich multipolare, magnetisierte Schuhsohlen (Verumgruppe) oder unmagnetisierte Placebo-Sohlen. Primäre Endpunkte waren tägliche visuelle Analogskalen (VAS) für Taubheitsgefühl, Kribbeln und brennende Schmerzen sowie Lebensqualität (QOL). Sekundär wurden Nervenleitungsmessungen und quantifizierte sensorische Tests durchgeführt. Bei Patienten mit initial schweren Schmerzen waren die Effekte noch ausgeprägter. Einschränkend war die fehlende Differenzierung zwischen Typ-1- und Typ-2-Diabetes sowie die fehlende Langzeitbeobachtung über vier Monate hinaus.

VERMUTUNG Die Studie legt nahe, dass statische Magnetfeldtherapie bei DPN symptomatisch wirken könnte, insbesondere bei Patienten mit starken Schmerzen. Allerdings fehlt eine Untersuchung zur Wirkung auf die Nervenregeneration oder zur langfristigen Verträglichkeit. Da die Therapie lediglich als Schuhsohle appliziert wurde, ist unklar, ob höhere Feldstärken oder andere Applikationsformen stärkere Effekte erzielen würden. Die Ergebnisse sind nicht auf PEMF übertragbar.

Knochen und Gelenke – Frakturheilung

Eine systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse ⁽¹⁾ evaluierte randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) zur Wirkung gepulster elektromagnetischer Felder (PEMF) und niederintensiven gepulsten Ultraschalls (LIPUS) auf die Heilung akuter Frakturen. Die gepoolten Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen PEMF/LIPUS und Placebo hinsichtlich der Rate an Pseudarthrosen. Bei der radiologischen Konsolidierungszeit ergaben sich jedoch heterogene Ergebnisse: PEMF/LIPUS beschleunigten die Heilung signifikant bei nicht-operativ behandelten Frakturen und Frakturen der oberen Extremität. Zudem deuteten die Daten auf eine Verkürzung der klinischen Konsolidierungszeit bei diaphysären Frakturen hin. Einschränkend war die hohe Heterogenität der Studien (u. a. unterschiedliche PEMF-Parameter, Frakturlokalisationen und Follow-up-Zeiten).

Eine prospektive, randomisierte Studie ⁽⁸⁾ untersuchte die frühe Anwendung von PEMF bei 58 Patienten mit verzögerter Frakturheilung (16 Wochen bis 6 Monate postoperativ). Die Verumgruppe erhielt täglich PEMF-Stimulation, die Kontrollgruppe eine Scheinbehandlung. Nach durchschnittlich 4,8 Monaten zeigte die PEMF-Gruppe eine signifikant höhere Heilungsrate. Einschränkend war die kleine Stichprobe und die fehlende Standardisierung der PEMF-Parameter (z. B. Frequenz, Intensität). Eine weitere prospektive klinische Studie ⁽²¹⁾ mit 44 Patienten mit tibialen Pseudarthrosen oder verzögerter Heilung zeigte eine Heilungsrate von 77,3 % nach PEMF-Therapie, unabhängig von Alter, Frakturtyp oder initialer Behandlung. Allerdings war die Therapiedauer nicht standardisiert, und längere Anwendungen zeigten einen Trend zu besseren Ergebnissen ($p = 0,081$).

VERMUTUNG PEMF scheint insbesondere bei verzögerter Frakturheilung oder Risikofaktoren für Pseudarthrosen (z. B. Rauchen, Mehrfragmentfrakturen) wirksam zu sein. Die kontrollierten Studien deuten darauf hin, dass eine frühzeitige Anwendung (innerhalb der ersten 6 Monate) die Heilungschancen erhöht. Allerdings fehlen standardisierte Protokolle zur optimalen Dosierung und Dauer der Therapie.

Knochen und Gelenke – Arthrose

Eine doppelblinde, placebokontrollierte RCT ⁽⁴⁾ untersuchte die Wirkung von PEMF bei 60 Patienten mit radiologisch gesicherter Kniearthrose und persistierenden Schmerzen (VAS > 40 mm). Die Verumgruppe erhielt täglich 12 Stunden PEMF-Stimulation über einen Monat, die Placebogruppe eine Scheinbehandlung. Primäre Endpunkte waren Schmerzreduktion (VAS, WOMAC) und Lebensqualität (SF-36 v2). Sekundär wurden Druckschmerzschwellen (PPT) und der Analgetikaverbrauch erfasst. Nach einem Monat zeigte die PEMF-Gruppe eine signifikante Reduktion der VAS-Schmerzwerte (Effektstärke: -0,73; 95 % CI: -1,24 bis -0,19) und der WOMAC-Scores (Effektstärke: -0,34; 95 % CI: -0,85 bis 0,17). Zudem verbesserten sich die PPT-Werte und die körperliche Gesundheit. 26 % der PEMF-Patienten setzten NSAR/Analgetika ab, während keine Nebenwirkungen auftraten. Einschränkend war die kurze Therapiedauer und das Fehlen einer Langzeitbeobachtung.

Eine weitere RCT ⁽⁵⁾ mit 83 Kniearthrose-Patienten verglich PEMF (2 Stunden täglich, 5 Tage/Woche, 6 Wochen) mit Placebo. Die Verumgruppe zeigte signifikante Verbesserungen in Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), Steifigkeit und Schmerzen (WOMAC) nach 2 und 6 Wochen, während die Placebogruppe erst nach 6 Wochen schwache Effekte aufwies. Die Druckschmerzschwellen (PPT) verbesserten sich in Messungen an den Patienten, wobei die klinische Relevanz dieser Veränderung nicht untersucht wurde. Einschränkend war die Heterogenität der PEMF-Parameter und die teilweise Überschreitung der empfohlenen Feldstärken (21,4 % der Studien).

Eine Pilotstudie ⁽¹¹⁾ mit 34 Patienten mit früher Kniearthrose zeigte, dass nicht-thermische PEMF (moduliert über den CaM/NO/cGMP-Signalweg) bereits nach einem Tag eine 50 %ige Schmerzreduktion (VAS) bewirkte, die bis Tag 42 anhielt ($p < 0,001$). Die Placebogruppe zeigte keine signifikante Veränderung. **Vermutung:** PEMF scheint bei Kniearthrose kurzfristig Schmerzen und Steifigkeit zu lindern, wobei die Effekte nach Therapieende möglicherweise nicht anhalten. Die optimale Therapiedauer und -frequenz sind unklar, und Langzeitdaten fehlen.

Knochen und Gelenke – Wirbelsäulenfusion

Einschlusskriterien waren Risikofaktoren für Pseudarthrosen (Rauchen > 1 Packung/Tag oder Mehrsegmentfusionen). Primäre Endpunkte waren neurologische Parameter, Schmerzscores und Fusionsraten (radiologisch). Einschränkend war die fehlende Verblindung der Radiologen und die Heterogenität der Fusionskriterien. Eine Übersichtsarbeit zu verschiedenen Therapien bestätigte, dass PEMF *unter den untersuchten Verfahren* die Fusionsraten bei Wirbelsäulenoperationen verbessern könnte, wobei die Mechanismen auf einer Hochregulation von Wachstumsfaktoren (z. B. BMP-2, TGF- β) beruhen könnten.

Entzündungsgeschehen

Eine doppelblinde, placebokontrollierte Pilotstudie ⁽³⁾ untersuchte die Wirkung von PEMF auf postoperative Schmerzen und Entzündungsmarker bei 24 Patientinnen nach Brustverkleinerung. Die Verumgruppe erhielt PEMF-Stimulation (moduliert über den CaM/NO/cGMP-Signalweg), die Placebogruppe eine Scheinbehandlung. Nach 1 Stunde zeigte die Verumgruppe eine 57 %ige Schmerzreduktion (VAS, $p < 0,01$), nach 5 Stunden eine 300 %ige Reduktion ($p < 0,001$), die bis 48 Stunden anhielt. Der Analgetikaverbrauch sank um das 2,2-Fache ($p = 0,002$). Die IL-1 β -Konzentration im Wundexsudat war in der Verumgruppe um 275 % niedriger ($p < 0,001$). Einschränkend war die kleine Stichprobe und die fehlende Messung weiterer Entzündungsmarker (z. B. TNF- α).

Eine RCT ⁽¹²⁾ mit 32 Patienten mit chronischen muskuloskelettalen Schmerzen (davon 17 mit Fibromyalgie) verglich PEMF (400 μ T, 40 Minuten zweimal täglich, 7 Tage) mit Placebo. Bei Fibromyalgie-Patienten zeigte sich ein Trend zur Schmerzreduktion ($p = 0,06$), während bei Nicht-Fibromyalgie-Patienten keine Effekte auftraten. Eine Übersichtsarbeit ⁽²³⁾ fasste zusammen, dass PEMF in präklinischen Modellen die Adenosin-Signalwege aktiviert und die Entzündungsreaktion moduliert. **Vermutung:** PEMF könnte über die Modulation von Entzündungsmediatoren (z. B. IL-1 β , NO) analgetisch und antiödematös wirken, insbesondere in der frühen postoperativen Phase. Allerdings steht eine Untersuchung der Wirkung auf systemische Entzündungsprozesse oder Autoimmunerkrankungen beim Menschen noch aus.

Haut – Chronische Wunden

Eine randomisierte, doppelblinde, placebokontrollierte Multicenterstudie ⁽⁶⁾ untersuchte die Wirkung von PEMF bei 31 Patienten mit therapieresistenten venösen Beingeschwüren. Nach 8 Wochen zeigte die Verumgruppe eine 47,7 %ige Reduktion der Wundfläche (Placebo: +42,3 %, $p < 0,0002$), eine signifikante Abnahme der Wundtiefe ($p < 0,04$) und der Schmerzintensität ($p < 0,04$). 50 % der Verum-Patienten zeigten eine vollständige oder deutliche Besserung (Placebo: 0 %). Eine Übersichtsarbeit ⁽²²⁾ bestätigte, dass PEMF die Wundheilung durch Vasodilatation, Angiogenese und Modulation der Entzündungsreaktion fördert. **Vermutung:** PEMF könnte insbesondere bei chronischen Wunden mit gestörter Mikrozirkulation wirksam sein, wobei die optimale Therapiedauer und -frequenz unklar sind.

Kognition und Psyche – Fibromyalgie

Die Verumgruppe erhielt 30 Minuten PEMF-Stimulation zweimal täglich über 3 Wochen, die Placebogruppe eine Scheinbehandlung. Primäre Endpunkte waren der Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ), VAS-Schmerz, Beck-Depressions-Inventar (BDI) und SF-36. Diese Effekte hielten bis zur 12-Wochen-Nachbeobachtung an, mit Ausnahme des FIQ-Gesamtscores. Die Placebogruppe zeigte nur Verbesserungen im BDI und SF-36. **Vermutung:** PEMF könnte bei Fibromyalgie symptomatisch wirken, insbesondere auf Schmerzen und depressive Symptome. Allerdings steht eine Untersuchung der langfristigen Wirksamkeit und der zugrundeliegenden neurobiologischen Mechanismen noch aus.

Weitere Anwendungen – Postoperative Schmerzen und Orthodontie

Eine doppelblinde, placebokontrollierte Pilotstudie ⁽¹⁰⁾ untersuchte PEMF bei 42 Patientinnen nach Brustaugmentation. Die Verumgruppe erhielt bilateral PEMF-Stimulation, die Placebogruppe Scheinbehandlungen. Nach 3 Tagen zeigte die Verumgruppe eine signifikante Schmerzreduktion (VAS, $p < 0,001$) und einen geringeren Analgetikaverbrauch ($p = 0,002$). Die Effekte hielten bis Tag 7 an.

Eine systematische Übersichtsarbeit evaluierte Interventionen zur Beschleunigung der orthodontischen Zahnbewegung. Von fünf eingeschlossenen RCTs untersuchte nur eine Studie PEMF und fand keine signifikanten Effekte auf die Zahnbewegung oder Behandlungsdauer. Einschränkend waren die geringe Studienqualität und die Heterogenität der PEMF-Parameter. **Vermutung:** PEMF könnte in der postoperativen Schmerztherapie wirksam sein, insbesondere bei Weichteileingriffen. In der Orthodontie steht eine Klärung der Wirksamkeit noch aus.

Gesamtbild

Die kontrollierten Studien am Menschen liefern Hinweise darauf, dass PEMF in verschiedenen klinischen Anwendungsgebieten potenziell wirksam sein könnte, insbesondere bei Knochen- und Gelenkerkrankungen, chronischen Wunden und postoperativen Schmerzen. Die stärksten Hinweise aus den kontrollierten Studien liegen für die Beschleunigung der Frakturheilung (insbesondere bei verzögerter Konsolidierung) und die Schmerzreduktion bei Kniearthrose vor, wobei die Effekte oft moderat und kurzfristig sind. Bei diabetischer Polyneuropathie, Fibromyalgie und chronischen Wunden deuten die Daten aus kontrollierten Studien auf symptomatische Verbesserungen hin, allerdings mit kleinen Stichproben und methodischen Einschränkungen (z. B. fehlende Langzeitbeobachtung, Heterogenität der PEMF-Parameter).

Deutliche Lücken bestehen in der Standardisierung der Therapieprotokolle (Feldstärke, Frequenz, Dauer, Applikationsform) und in der Erforschung der zugrundeliegenden Mechanismen. Die meisten Studien untersuchen kurzfristige Effekte (Wochen bis Monate), während Langzeitdaten zur Sicherheit und Wirksamkeit fehlen. Zudem sind viele Studien mit kleinen Stichproben durchgeführt, was die Generalisierbarkeit einschränkt. Systematische Untersuchungen zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen oder zur Kombination mit anderen Therapien (z. B. Physiotherapie, Medikamente) sind rar.

Methodik der Studienlage

Ein Teil der kontrollierten Studien zu PEMF ist randomisiert und placebokontrolliert, wobei die Verblindung häufig durch Scheingeräte erreicht wird. Typische Studiendauern liegen zwischen 4 Wochen (z. B. postoperative Schmerzen) und 6 Monaten (z. B. Frakturheilung), wobei Langzeit-Follow-ups (> 12 Monate) selten sind. Primäre Endpunkte umfassen meist klinische Parameter wie Schmerz (VAS, WOMAC), Funktion (ADL, SF-36) oder radiologische Heilungsraten (z. B. Frakturkonsolidierung). Sekundäre Endpunkte beinhalten oft Entzündungsmarker (z. B. IL-1 β), Analgetikaverbrauch oder Lebensqualität. Systematische Schwächen sind die fehlende Standardisierung der PEMF-Parameter (Feldstärke: 400 μ T bis 450 G; Frequenz: 7,5 Hz bis 75 Hz; Dauer: 30 Minuten bis 12 Stunden/Tag) und die Heterogenität der Patientenpopulationen (z. B. unterschiedliche Arthrose-Stadien, Frakturlokalisationen). Zudem fehlen häufig Dosisfindungsstudien und Untersuchungen zu Langzeiteffekten oder Nebenwirkungen.

PEMF: Ein Verfahren mit vielen Parametern – und vielen offenen Fragen

Die

PARAMETER-VIELFALT

ist Fluch und Segen der PEMF-Forschung. Während die **Flexibilität** der Methode theoretisch eine **Anpassung an verschiedene Indikationen** ermöglicht, führt sie in der Praxis zu **inkonsistenten Ergebnissen**. Selbst bei scheinbar ähnlichen Anwendungen (z. B. Kniearthrose) variieren **Frequenz** (5–50 Hz), **Intensität** (0,1–20 mT) und **Anwendungsdauer** (10 Minuten bis mehrere Stunden täglich) so stark, dass **Metaanalysen** oft nur **subgruppen-spezifische Aussagen** treffen können. Die **meistzitierten Studien** (z. B. zu Arthrose oder diabetischer Neuropathie) verwenden **unterschiedliche Geräte** und Protokolle, was die **Übertragbarkeit** einschränkt. Zudem fehlen **Dosis-Wirkungs-Studien**, die klären würden, ob bestimmte Parameterbereiche in den untersuchten Bereichen wirksamer sind als andere.

Ein weiteres Problem ist die

MANGELNDE STANDARDISIERUNG

der **Placebo-Kontrolle**. Da elektromagnetische Felder **subjektiv wahrnehmbar** sein können (z. B. durch Kribbeln oder Wärmeempfinden), ist eine **echte Verblindung** schwierig. Einige Studien verwenden **Scheingeräte**, die keine Felder erzeugen, aber auch keine sensorischen Effekte – was die **Placebo-Wirkung** möglicherweise unterschätzt. Zudem werden **klinische Endpunkte** (z. B. Schmerzskalen) oft **subjektiv** erhoben, was die **Reliabilität** der Ergebnisse beeinträchtigt. **Objektive Marker** (z. B. Entzündungsparameter, Knochendichte) werden seltener gemessen, obwohl sie **kausale Zusammenhänge** besser abbilden würden. Die **Grundlagenforschung** zeigt zwar **biologische Effekte** (z. B. auf Zytokine oder Stammzellen), doch der **Transfer in die klinische Praxis** bleibt unklar.

3. Wie belastbar die Forschung ist

Die Forschung zur **PEMF** ist stark auf den **Bewegungsapparat** und die **Knochenheilung** fokussiert: Die Mehrzahl der kontrollierten Studien am Menschen entfällt auf diese Gebiete, wobei **Arthrose** (v. a. Knie und Wirbelsäule) und **Frakturheilung** die häufigsten Indikationen sind. Weitere Anwendungsbereiche wie **Entzündungsprozesse**, **Erschöpfung** oder **Hauterkrankungen** sind deutlich seltener untersucht, oft mit kleineren Stichproben oder weniger robusten Designs. Die **Sicherheit** wurde in kontrollierten Studien geprüft, allerdings meist als sekundärer Endpunkt. **Grundlagenforschung** (Zellkultur, Tiermodelle) macht einen Teil der Arbeiten aus und dient vor allem der Aufklärung von **Signalwegen** (z. B. Adenosinrezeptoren, Osteoblastenaktivität).

Die **methodische Qualität** der kontrollierten Studien ist heterogen. Viele Arbeiten der 1980er–2000er-Jahre weisen **kleine Stichproben**, kurze Nachbeobachtungszeiten oder unklare Randomisierungsverfahren auf. Neuere Studien (ab 2010) sind häufiger **doppelblind** und **placebokontrolliert**, allerdings bleibt die **Verblindung** eine Herausforderung, da Probanden elektromagnetische Felder teilweise wahrnehmen können. **Einzelne Metaanalysen** (z. B. zu Arthrose oder Frakturheilung) kommen zu **widersprüchlichen Ergebnissen**, was auf die **Parameter-Vielfalt** und **Publikationsbias** zurückgeführt wird. Die **meistzitierten Arbeiten** stammen aus der Orthopädie und zeigen **klinisch relevante Effekte** auf Schmerz und Funktion, allerdings mit **geringer bis moderater Effektstärke**. **Langzeitdaten** fehlen fast vollständig.

4. Was häufig behauptet wird – und was die Daten hergeben

AUSSAGE	STUDIENLAGE
PEMF beschleunigt die Knochenheilung bei Frakturen.	Kontrollierte Studien zeigen heterogene Ergebnisse . Während einige Arbeiten eine Verkürzung der Heilungsdauer berichten, finden andere keine si
PEMF lindert Schmerzen bei Arthrose.	Die Datenlage ist uneinheitlich . Einige kontrollierte Studien zeigen klinisch relevante Schmerzreduktion , andere finden keine Überlegenheit gegenü
PEMF wirkt entzündungshemmend.	Laborstudien zeigen Effekte auf Entzündungsmarker (z. B. Interleukin-1 β), doch klinische Studien sind rar. Die wenigen kontrollierten Arbeiten (z. B.

AUSSAGE	STUDIENLAGE
PEMF wurde zur Verbesserung der kognitiven Leistung untersucht; die kontrollierten Ergebnisse sind uneinheitlich.	18

5. Die belastbarsten Arbeiten

Geordnet nach Aussagekraft, nicht nach Bekanntheit. Die vollständige Auswertung umfasst deutlich mehr Arbeiten; hier stehen die tragfähigsten.

Kontrollierte Studien am Menschen

- Static magnetic field therapy for symptomatic diabetic neuropathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial (2003)
- ¹ The effects of low-intensity pulsed ultrasound and pulsed electromagnetic fields bone growth stimulation in acute fractures: a systematic review and meta-analysis (2014)
- ² Pulsed electromagnetic field therapy of persistent rotator cuff tendinitis. A double-blind controlled assessment (1984)
- ³ Effects of pulsed electromagnetic fields on interleukin-1 beta and postoperative pain: a double-blind, placebo-controlled, pilot study in breast cancer patients (2010)
- ⁴ Pulsed electromagnetic fields in knee osteoarthritis: a double blind, placebo-controlled, randomized clinical trial (2016)
- ⁵ Treatment of knee osteoarthritis with pulsed electromagnetic fields: a randomized, double-blind, placebo-controlled study (2005)
- ⁶ A portable pulsed electromagnetic field (PEMF) device to enhance healing of recalcitrant venous ulcers: a double-blind, placebo-controlled clinical trial (1992)
- ⁷ Effects of Pulsed Electromagnetic Field Therapy on Pain, Stiffness, Physical Function, and Quality of Life in Patients With Osteoarthritis: A Systematic Review (2020)
- ⁸ Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled trial (2013)
- ⁹ Effects of pulsed electromagnetic field on knee osteoarthritis: a systematic review (2013)
- Electrotherapy modalities for rotator cuff disease (2016)
- ¹⁰ Effects of pulsed electromagnetic fields on postoperative pain: a double-blind randomized pilot study in breast augmentation patients (2008)
- Randomized, prospective, and controlled clinical trial of pulsed electromagnetic field stimulation for cervical fusion (2008)
- ¹¹ Non-invasive electromagnetic field therapy produces rapid and substantial pain reduction in early knee osteoarthritis: a randomized double-blind pilot study (2013)
- ¹² A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial using a low-frequency magnetic field in the treatment of musculoskeletal chronic pain (2007)
- Efficacy of static magnetic field therapy in chronic pelvic pain: a double-blind pilot study (2002)
- ¹³ Magnetic pulse treatment for knee osteoarthritis: a randomised, double-blind, placebo-controlled study (2001)
- ¹⁴ Low-frequency pulsed electromagnetic field therapy in fibromyalgia: a randomized, double-blind, sham-controlled clinical study (2009)
- ¹⁵ Additional effect of pulsed electromagnetic field therapy on knee osteoarthritis treatment: a randomized, placebo-controlled study (2010)
- ¹⁶ Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy in the management of osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials (2009)
- ¹⁷ The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of cervical osteoarthritis: a randomized, double-blind, sham-controlled trial (2006)
- ¹⁸ Pulsed electromagnetic field stimulation for acute tibial shaft fractures: a multicenter, double-blind, randomized trial (2011)
- ¹⁹ Electromagnetic Field Therapy: A Rehabilitative Perspective in the Management of Musculoskeletal Pain - A Systematic Review (2020)
- ²⁰ The effects of pulsed electromagnetic fields in the treatment of knee osteoarthritis: a randomized, placebo-controlled trial (2009)

6. Resümee

PEMF zeigte in kontrollierten Studien Effekte bei verzögerter Frakturheilung (Heilungsraten bis 77,4 %), Kniearthrose (Schmerzreduktion, verbesserte Funktion) und postoperativen Schmerzen (Analgetikareduktion, Entzündungshemmung). Bei chronischen Wunden (venöse Ulzera) beschleunigte PEMF die Heilung signifikant. Die Sicherheit wurde in Studien als sekundärer Endpunkt geprüft, ohne schwerwiegende Nebenwirkungen. Die Effekte sind jedoch oft moderat und kurzfristig, mit heterogenen Parametern und fehlenden Langzeitdaten.

VERMUTUNG PEMF könnte über die Modulation von Signalwegen (z. B. Adenosinrezeptoren, CaM/NO/cGMP, Wachstumsfaktoren wie BMP-2) wirken, was die beobachteten Effekte auf Knochenheilung, Entzündung und Wundheilung erklärt. Bei diabetischer Polyneuropathie deuten Daten auf symptomatische Verbesserungen hin, insbesondere bei starken Schmerzen, allerdings ohne Nachweis einer Nervenregeneration. Bei Fibromyalgie

könnten analgetische und antidepressive Effekte auf neurobiologische Mechanismen (z. B. Adenosin-Signalwege) zurückgehen, doch fehlen hier Langzeitstudien. **Vermutung:** Die Wirksamkeit könnte von der Applikationsform abhängen – lokale Stimulation (z. B. bei Frakturen) zeigt stärkere Effekte als systemische Anwendungen (z. B. Schuhsohlen). Eine Kombination mit anderen Therapien (Physiotherapie, Medikamente) könnte synergistisch wirken, ist aber kaum untersucht.

Zukünftige Studien müssen standardisierte Protokolle entwickeln, um Dosis-Wirkungs-Beziehungen (Feldstärke, Frequenz, Dauer) zu klären. Langzeitstudien sind essenziell, um Sicherheit, Wirksamkeit und mögliche Spätfolgen zu evaluieren. Mechanistische Studien sollten die zugrundeliegenden Signalwege (z. B. Osteoblastenaktivität, Entzündungsmediatoren) weiter aufschlüsseln, insbesondere bei Anwendungen außerhalb des Bewegungsapparats (z. B. Kognition, Stoffwechsel). Methodisch sind doppelblinde, placebokontrollierte RCTs mit größeren Stichproben und einheitlichen Endpunkten (z. B. radiologische Konsolidierung, Schmerzscores) notwendig, um die Heterogenität der bisherigen Daten zu reduzieren. Zudem sollte die Kombination mit etablierten Therapien (z. B. Physiotherapie bei Arthrose) systematisch untersucht werden, um additive Effekte zu prüfen.

7. Was offen ist

- **Dosis-Wirkungs-Beziehung:** Es fehlen systematische Studien, die klären, welche **Frequenzen, Intensitäten und Anwendungsdauern** für welche Indikationen optimal sind.
- **Langzeiteffekte:** Fast alle Studien haben **kurze Nachbeobachtungszeiten** (Wochen bis Monate). Unklar ist, ob Effekte **anhaltend** sind oder ob es **Spätfolgen** gibt.
- **Mechanismen:** Zwar sind **Signalwege** (z. B. Adenosinrezeptoren) identifiziert, doch der **kausale Zusammenhang** zwischen Laborbefunden und klinischen Effekten ist nicht vollständig geklärt.

Häufige Fragen

Kann PEMF bei chronischen Wunden (z. B. diabetischen Ulzera) eingesetzt werden?

Die Studienlage ist **noch im Aufbau**. Eine der meistzitierten kontrollierten Studien (1992) zeigt **beschleunigte Heilung** bei **venösen Ulzera**, allerdings mit **kleiner Stichprobe** und **kurzer Nachbeobachtung**. Neuere Arbeiten fehlen. Die **Grundlagenforschung** deutet auf **Effekte auf Angiogenese und Entzündung** hin, doch klinische Empfehlungen lassen sich daraus nicht ableiten.

Gibt es Hinweise auf eine Wirkung von PEMF bei neurologischen Erkrankungen (z. B. Parkinson, Multiple Sklerose)?

Die Forschung ist **sehr begrenzt**. Es existieren **keine kontrollierten Studien** zu Parkinson oder MS. Einzelne Arbeiten zur **kognitiven Wirkung** zeigen **keine konsistenten Ergebnisse**. Die **Grundlagenforschung** untersucht **Neuroprotektion** und **Synapsenplastizität**, doch ein **klinischer Nutzen** ist nicht belegt.

Wie sicher ist PEMF? Gibt es bekannte Nebenwirkungen?

Kontrollierte Studien prüften die **Sicherheit**, meist als sekundären Endpunkt. **Schwerwiegende Nebenwirkungen** wurden nicht berichtet. **Leichte Effekte** wie **Kribbeln, Wärmeempfinden oder vorübergehende Schmerzzunahme** treten gelegentlich auf. **Kontraindikationen** (z. B. Schwangerschaft, Herzschrittmacher) sind **nicht systematisch untersucht**, werden aber in der Praxis **empirisch berücksichtigt**.

Quellen

- 1 The effects of low-intensity pulsed ultrasound and pulsed electromagnetic fields bone growth stimulation in acute fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials
Hannemann PF, Mommers EH, Schots JP, Brink PR, Poeze M · 2014
- 2 Pulsed electromagnetic field therapy of persistent rotator cuff tendinitis. A double-blind controlled assessment
Binder A, Parr G, Hazleman B, Fitton-Jackson S · 1984
- 3 Effects of pulsed electromagnetic fields on interleukin-1 beta and postoperative pain: a double-blind, placebo-controlled, pilot study in breast reduction patients
Rohde C, Chiang A, Adipoju O, Casper D, Pilla AA · 2010
- 4 Pulsed electromagnetic fields in knee osteoarthritis: a double blind, placebo-controlled, randomized clinical trial
Bagnato GL, Miceli G, Marino N, Sciortino D, Bagnato GF · 2016
- 5 Treatment of knee osteoarthritis with pulsed electromagnetic fields: a randomized, double-blind, placebo-controlled study
Thamsborg G, Florescu A, Oturai P, Fallentin E, Tritsarlis K, Dissing S · 2005
- 6 A portable pulsed electromagnetic field (PEMF) device to enhance healing of recalcitrant venous ulcers: a double-blind, placebo-controlled clinical trial
Stiller MJ, Pak GH, Shupack JL, Thaler S, Kenny C, Jondreau L · 1992
- 7 Effects of Pulsed Electromagnetic Field Therapy on Pain, Stiffness, Physical Function, and Quality of Life in Patients With Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials
Yang X, He H, Ye W, Perry TA, He C · 2020
- 8 Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study
Shi HF, Xiong J, Chen YX, Wang JF, Qiu XS, Wang YH et al. · 2013
- 9 Effects of pulsed electromagnetic field on knee osteoarthritis: a systematic review
Ryang We S, Koog YH, Jeong KI, Wi H · 2013
- 10 Effects of pulsed electromagnetic fields on postoperative pain: a double-blind randomized pilot study in breast augmentation patients
Hedén P, Pilla AA · 2008
- 11 Non-invasive electromagnetic field therapy produces rapid and substantial pain reduction in early knee osteoarthritis: a randomized double-blind pilot study
Nelson FR, Zvirbulis R, Pilla AA · 2013
- 12 A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial using a low-frequency magnetic field in the treatment of musculoskeletal chronic pain
Thomas AW, Graham K, Prato FS, McKay J, Forster PM, Moulin DE et al. · 2007
- 13 Magnetic pulse treatment for knee osteoarthritis: a randomised, double-blind, placebo-controlled study
Pipitone N, Scott DL · 2001
- 14 Low-frequency pulsed electromagnetic field therapy in fibromyalgia: a randomized, double-blind, sham-controlled clinical study
Sutbeyaz ST, Sezer N, Koseoglu F, Kibar S · 2009
- 15 Additional effect of pulsed electromagnetic field therapy on knee osteoarthritis treatment: a randomized, placebo-controlled study
Ozgüçlü E, Cetin A, Cetin M, Calp E · 2010
- 16 Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy in the management of osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials
Vavken P, Arrich F, Schuhfried O, Dorotka R · 2009
- 17 The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of cervical osteoarthritis: a randomized, double-blind, sham-controlled trial
Sutbeyaz ST, Sezer N, Koseoglu BF · 2006
- 18 Pulsed electromagnetic field stimulation for acute tibial shaft fractures: a multicenter, double-blind, randomized trial
Adie S, Harris IA, Naylor JM, Rae H, Dao A, Yong S et al. · 2011
- 19 Electromagnetic Field Therapy: A Rehabilitative Perspective in the Management of Musculoskeletal Pain - A Systematic Review
Paolucci T, Pezzi L, Centra AM, Giannandrea N, Bellomo RG, Saggini R · 2020
- 20 The effects of pulsed electromagnetic fields in the treatment of knee osteoarthritis: a randomized, placebo-controlled trial
Ay S, Evcik D · 2009
- 21 Pulsed electromagnetic fields for the treatment of tibial delayed unions and nonunions. A prospective clinical study and review of the literature
Assiotis A, Sachinis NP, Chaidis BE · 2012
- 22 Evidence-based use of pulsed electromagnetic field therapy in clinical plastic surgery
Strauch B, Herman C, Dabb R, Ignarro LJ, Pilla AA · 2009
- 23 Pulsed Electromagnetic Field Stimulation in Osteogenesis and Chondrogenesis: Signaling Pathways and Therapeutic Implications
Varani K, Vincenzi F, Pasquini S, Blo I, Salati S, Cadossi M et al. · 2021

International Health Research

Forschung, eingeordnet. Jede Aussage führt zur Originalarbeit; die Entscheidung im Einzelfall trifft die behandelnde Person.
ih-research.com/wissen/pemf-magnetfeld/ · Stand 2026-10-04