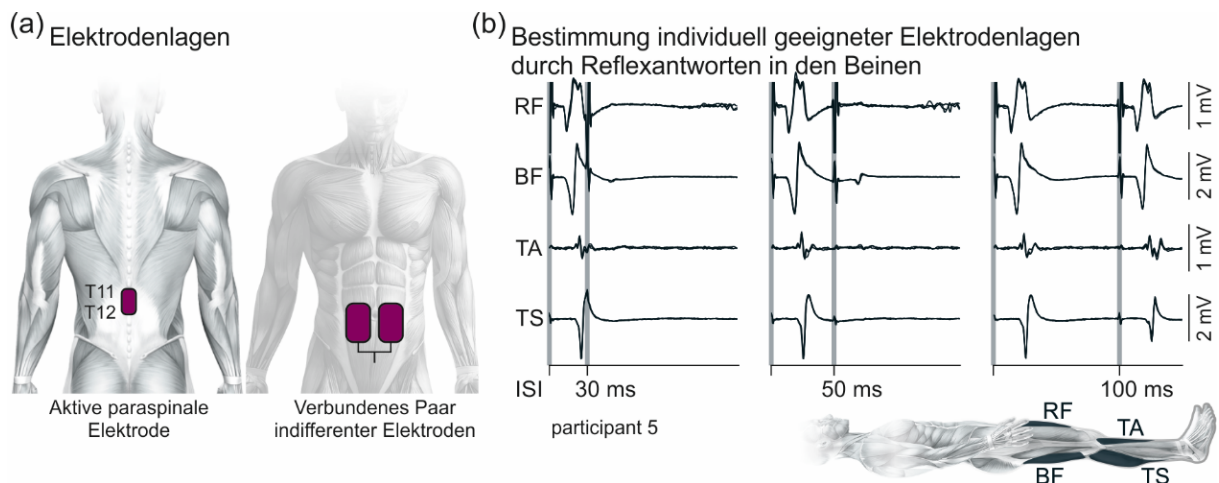


## Was ist die transkutane Rückenmarkstimulation und wie wird sie angewendet?

Die transkutane Rückenmarkstimulation ist eine nicht-invasive elektrische Neuromodulationstechnik. Über die Stimulation von Hinterwurzelfasern gelangt afferenter Input über natürliche Verschaltungen in das lumbale und obere sakrale Rückenmark, das die Beine innerviert. Je nach applizierten Stimulationsparametern werden auf Rückenmarksebene verschiedene neuronale Netzwerke transsynaptisch aktiviert, die beispielsweise für das Gehen oder für die Spastizitätskontrolle von Bedeutung sind.

Die transkutane Rückenmarkstimulation wird über handelsübliche selbstklebende TENS-Elektroden appliziert. Eine Elektrode (9 x 5 cm) wird längs der Wirbelsäule auf Höhe der letzten beiden Brustwirbel aufgeklebt (Abb. 1a). Ein Paar großer Gegenelektroden (je 8 x 13 cm) wird am Bauch angebracht. Das Ziel ist es, mit der Elektrode am Rücken jene Segmente des Rückenmarks abzudecken, welche die unteren Extremitäten mit Nerven versorgen. Vor der ersten therapeutischen Anwendung wird eine individuell geeignete Elektrodenlage einmalig an Hand elektrophysiologischer Parameter (Reflexantworten in den Beinmuskeln bei Einzelpulsapplikation; Abb. 1b) bestimmt und bildlich dokumentiert. Für alle weiteren Stimulations Sitzungen kann mit dieser Platzierung gearbeitet werden.



**Abb. 1:** Transkutane Rückenmarkstimulation. (a) Platzierung der Stimulationselektroden am Rücken und Bauch. (b) Individuelle Bestimmung der Elektrodenlage über dem Lumbosakralmark durch simultan ausgelöste Reflexantworten in Rectus femoris (RF), Biceps femoris (BF), Tibialis anterior (TA) und Trizeps surae (TS) in liegender Position. Die Reflexantworten zeigen ein charakteristisches Erholungsverhalten bei Doppelpulsapplikation (grau hinterlegt) mit 30 ms, 50 ms und 100 ms. Daten einer Probandin mit Multipler Sklerose. Die Platzierung wird einmalig für jeden Patienten vor der ersten therapeutischen Anwendung bestimmt.

Für die Therapieanwendung reicht in den meisten Fällen ein herkömmliches TENS-Gerät aus, das die Applikation von Stimulationsimpulsen mit einer Pulsbreite von mindestens 300  $\mu$ s erlaubt. Eine mögliche Variante ist der TENS eco 2 von Schwa-Medico mit einer Pulsbreite von bis zu 400  $\mu$ s und einer Stimulationsstärke von bis zu 100 mA (<https://schwa-medico.de/de/tens-eco-2>). Dieser Stimulator kann meist auch gemietet und später teilweise durch die Krankenkasse für den Patienten angekauft werden. Für die Bestimmung der individuellen Elektrodenlage ist dieser Stimulator nicht geeignet. Hierfür bieten sich beispielsweise elektrophysiologische Diagnosegeräte oder ausgewählte Stimulatoren an. Ende 2021 wird voraussichtlich ein Gerät auf den Markt kommen, mit dem automatisch die richtige Elektrodenlage bestimmt und das in weiterer Folge über das Smartphone direkt in der Therapie eingesetzt werden kann. Bei Patienten, die an laufenden Studien zur

transkutanen Rückenmarkstimulation am Neurologischen Zentrum, Klinik Penzing, teilnehmen, können die ermittelten Elektrodenlagen für die weitere Anwendung zur Verfügung gestellt werden, sofern die Patienten dies wünschen.

### Welche Ausschlusskriterien gibt es?

- Verletzungen des lumbosakralen Rückenmarks und der entsprechenden Spinalnerven (Conus-Cauda-Syndrom)
- Aktive Implantate (z.B. Pumpensysteme, Herzschrittmacher) und passive Implantate (z.B. Schrauben und Platten zur Wirbelstabilisierung) im Bereich der transkutanen Rückenmarkstimulation (Höhe Wirbelkörper Th10 und kaudal)
- Floride Infektionen oder Krankheiten, Dekubitus
- Dermatologische Erkrankungen im Bereich der elektrischen Stimulation
  
- Maligne Erkrankungen
- Herzinsuffizienz NYHA III-IV
- Schwangerschaft
- Eingeschränkte Anwendbarkeit bei Adipositas

### Welche Risiken gibt es?

In mehrjährigem Einsatz bei Personen mit Querschnittsverletzung und Multipler Sklerose hat sich die transkutane Rückenmarkstimulation als sicher und unkompliziert erwiesen. In der Regel ist mit keinen unerwünschten Nebenwirkungen zu rechnen, lediglich in seltenen Ausnahmefällen kann es zu Hautreizungen unterhalb der TENS-Elektroden kommen. Als ungewöhnlich wird bei der ersten Anwendung häufig die Mitstimulation von Bauch- und Rückenmuskulatur unterhalb der Klebeelektroden empfunden. Effekte wie vorübergehende Muskelverspannungen im Stimulationsbereich und Muskelkater sind möglich.

Bei der transkutanen Rückenmarkstimulation kommt es zu einem Stromfluss durch den Körper. Durch die spezielle Anordnung und die Dimensionen der Stimulations- und Gegenelektroden erfolgt eine Konzentration des reizwirksamen elektrischen Feldes auf den Bereich unterhalb der Stimulationselektroden am Rücken. Eine selektive Anregung von Hinterwurzeln durch die transkutane Rückenmarkstimulation ergibt sich aus den besonderen anatomischen Verhältnissen, die im Stimulationsbereich nur für diese neuronalen Strukturen zutreffen. Da die elektrische Feldstärke mit der Entfernung von der Quelle rasch abnimmt, kann die Erregung anderer Nervenstrukturen über Streufelder ausgeschlossen werden. Potenziell kritische Strukturen, etwa präganglionäre autonome Fasern, werden auf Grund ihrer geringen Faserdurchmesser bei den applizierbaren Stimulationsamplituden nicht erregt. Weitere denkbare Störströme, die eine Gefährdung verursachen könnten, sind bei Verwendung CE-zertifizierter Stimulatoren auszuschließen.