
Patienteninformation

FOKUSSIERTER ULTRASCHALL

(HiFUS)



AM NEUROZENTRUM
DES UNIVERSITÄTSKLINIKUMS FREIBURG
2025

Moderne Behandlung von Erkrankungen des Gehirns

Vorwort

Liebe Patientin, lieber Patient!

Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen einen umfassenden Einblick in die innovativen Behandlungsmöglichkeiten mit dem Fokussierten Ultraschall (HiFUS) geben. Das Verfahren ist seit mehr als 10 Jahren etabliert und es existiert weltweit Erfahrung mit der Behandlung der **Parkinson-Erkrankung** des **Tremors** und **neuropathischer Schmerzen**. Die nicht-invasive HiFUS Technik stellt einen bedeutenden Fortschritt in der Behandlung verschiedener neurologischer Erkrankungen dar.

Wir haben uns bemüht, die Informationen so zusammenzustellen, dass sie leicht verständlich sind und Ihnen helfen, gemeinsam mit Ihrem Ärzteteam eine fundierte Entscheidung über Ihre Behandlungsmöglichkeiten zu treffen.

Ihr **Behandlungsteam aus Stereotaktischer Neurochirurgie, Neurologie und Neuroradiologie** steht Ihnen für weiterführende Fragen gern zur Verfügung.

Wir wünschen Ihnen gute Besserung!

Ihr HiFUS-Team Freiburg



Univ.-Prof. Dr. med.
Volker A. Coenen

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



Dr. med.
Bastian E.A. Sajonz

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



Prof. Dr. med.
Michel Rijntjes

Neurologie und
Neurophysiologie



Univ.-Prof. Dr. med.
Horst Urbach

Neuroradiologie

Inhaltsverzeichnis

•	Vorwort	1
•	Ihr HiFUS-Team Freiburg	1
•	Inhaltsverzeichnis	2
•	Fokussierter Ultraschall (HiFUS), was ist das?	3
•	Funktionsweise	3
•	Anwendungsgebiete	4
•	Wer kann nicht behandelt werden?	5
•	Vorteile gegenüber herkömmlichen Verfahren	5
•	Behandlungsablauf - HiFUS	6
•	■ Vor der Behandlung	6
•	■ Während der Behandlung	7
•	■ Nach der Behandlung	8
•	Risiken und mögliche Nebenwirkungen - HiFUS	9
•	Abgrenzung zur Tiefen Hirnstimulation (DBS)	9
•	Wann ist Radiochirurgie eine Alternative?	12
•	Häufig gestellte Fragen	14
•	Kontakt und weitere Informationen	15
•	Glossar	16
•	Notizen	17

FOKUSSierter ULTRASCHALL (HiFUS), WAS IST DAS?

Fokussierter Ultraschall (eigentlich hochintensiver fokussierter Ultraschall = HiFUS) ist eine moderne, nicht-invasive Behandlungsmethode, bei der Schallwellen gebündelt und präzise auf einen bestimmten Bereich im Gehirn gerichtet werden. Sie finden auch die Begriffe FUS oder MRgFUS (MR-gestützter fokussierter Ultraschall). Diese Abkürzungen bedeuten alle das Gleiche. Im Gegensatz zu herkömmlichen neurochirurgischen Eingriffen wird dabei die Schädeldecke nicht geöffnet.

Die innovative Technik HiFUS nutzt die Energie von Ultraschallwellen, um gezielt kleine Areale im Gehirn zu behandeln, ohne das umliegende gesunde Gewebe zu schädigen.

FUNKTIONSWEISE

Der Fokussierte Ultraschall funktioniert nach einem einfachen, aber effektiven Prinzip:

- Ultraschallwellen sind für das menschliche Ohr nicht hörbare Schallwellen
- Bei der Behandlung werden hunderte einzelner Ultraschallstrahlen präzise auf einen kleinen Zielpunkt im Gehirn gerichtet
- Durch diese Bündelung entsteht am Zielpunkt eine lokale Erwärmung bis auf etwa 60°C
- Diese Wärme führt zu einer kontrollierten, präzisen und dauerhaften Deaktivierung der Nervenzellen im Zielbereich, der nur wenige Millimeter durchmisst (Abb. 1)
- Das umgebende Gewebe bleibt dabei völlig unversehrt

Die gesamte Behandlung wird in Echtzeit durch Magnetresonanztomographie (MRT) überwacht, was höchste **Präzision** und **Sicherheit** gewährleistet.

Fokussierter Ultraschall (HiFUS)

TECHNIK

- Ganzkopfrasur
- Kühlung der Kopfhaut / Membran
- Durchführung in wachem Zustand im MRT
- die **Gewebeausschaltung** im Gehirn führt zur Symptomkontrolle.

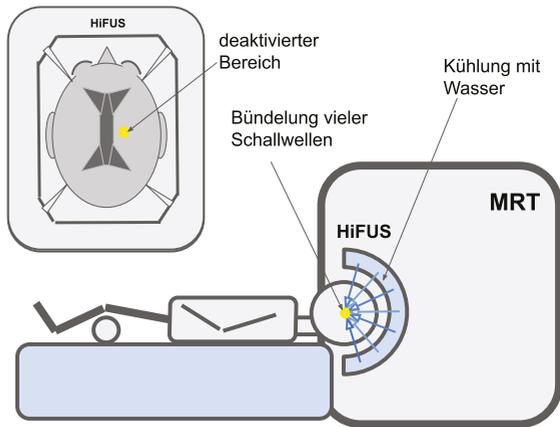


Abb. 1

ANWENDUNGSGEBIETE

Der Fokussierte Ultraschall kann bei verschiedenen neurologischen Erkrankungen eingesetzt werden:

ZUGELASSENE INDIKATIONEN:

- **Essenzieller Tremor:** Unkontrolliertes Zittern der Hände, oft bei Alltagsbewegungen
- **Parkinson-Tremor:** Zittern als Symptom der Parkinson-Krankheit
- **Parkinson-Erkrankung:** Verschiedene oft überwiegend einseitige Symptome (Unter-/Überbeweglichkeit, Steifigkeit) können behandelt werden
- **Bewegungsstörungen:** Verschiedene Arten von unwillkürlichen Bewegungen
- **Neuropathische Schmerzen:** Chronische Schmerzen durch Nervenschädigungen

ZUKÜNFTIGE INDIKATIONEN (IN ENTWICKLUNG):

- **Epilepsie:** Bei bestimmten Formen, die auf Medikamente nicht ansprechen
- **Depression**
- **Zwangsstörung**

Ihr Arzt wird mit Ihnen besprechen, ob die HiFUS-Behandlung für Ihre spezifische Erkrankung geeignet ist.

WER KANN NICHT BEHANDELT WERDEN?

PATIENTEN DIE...

- keine MRT-Untersuchung bekommen können
- wegen Platzangst ein MRT nur unter beruhigenden Medikamenten bekommen können
- an einer Demenz leiden
- bereits starke Gangunsicherheit und Gehprobleme haben, da sich diese durch die Behandlung stark verschlechtern könnten.
- Sprachprobleme haben, die einerseits die Kommunikation bei der Behandlung behindern bzw. sich verschlechtern könnten.

VORTEILE GEGENÜBER HERKÖMMLICHEN VERFAHREN

DER FOKUSSIERTE ULTRASCHALL BIETET IM VERGLEICH ZU HERKÖMMLICHEN NEUROCHIRURGISCHEN VERFAHREN MEHRERE VORTEILE:

- **Es ist keine Operation nötig:** Die Schädeldecke wird nicht geöffnet
- **Keine Strahlenbelastung,** im Gegensatz zur Strahlentherapie
- **Nur kurzer stationärer Aufenthalt:** In vielen Fällen ist nur ein wenige Tage dauernder Krankenhausaufenthalt nötig.
- **Geringere Komplikationsrate:** Da keine Schnitte gesetzt werden und die eigentliche Läsion vorher getestet wird.
- **Schnellere Erholung:** Oft können normale Aktivitäten bereits am gleichen oder am nächsten Tag wieder aufgenommen werden.
- **Präzise Wirkung:** Durch die kontinuierliche MRT-Überwachung.
- **Sofortige Symptomkontrolle:** Der Behandlungserfolg ist meist unmittelbar feststellbar.

BEHANDLUNGSABLAUF - HiFUS

Die Behandlung mit Fokussiertem Ultraschall gliedert sich in drei Phasen:

1. **Vorbereitung:** Ausführliche Voruntersuchungen und Planung
2. **Durchführung:** Die eigentliche Ultraschallbehandlung
3. **Nachsorge:** Kontrollen und Begleitung nach der Behandlung

In den folgenden Abschnitten erläutern wir diese Phasen genauer.

Typischer Behandlungseffekt

(Symbolbild)

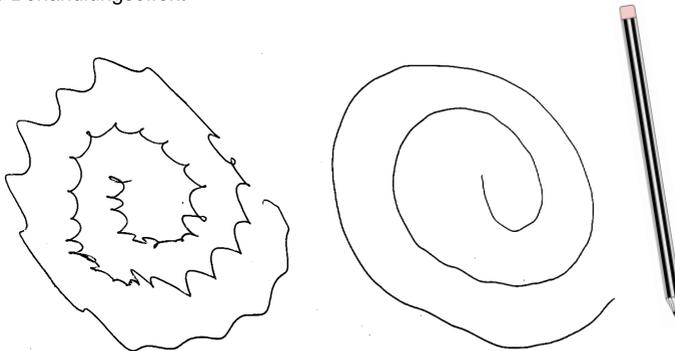


Abb. 2

vor Behandlung

nach Behandlung

» Vor der Behandlung

Vor der eigentlichen Behandlung sind folgende Schritte notwendig:

- **Ausführliche Diagnostik:** MRT-Untersuchungen und neurologische Tests
- **Beratungsgespräch:** Detaillierte Erklärung des Verfahrens, der Behandlungsalternativen und Beantwortung Ihrer Fragen
- **Aufklärungsgespräch:** Information über mögliche Risiken und Nebenwirkungen
- **Vorbereitung am Behandlungstag:** Kopfhaar wird rasiert, um optimalen Kontakt für die Ultraschallwellen zu gewährleisten

Bitte informieren Sie Ihren Arzt über alle Vorerkrankungen und Medikamente, die Sie einnehmen.

» Während der Behandlung

Der Ablauf der Behandlung gestaltet sich wie folgt:

- Sie liegen auf dem Behandlungstisch eines speziellen MRT-Geräts.
- Ihr Kopf wird mit einem Rahmen fixiert, um Bewegungen zu vermeiden. Dies ist schmerzfrei und erfolgt in Lokalanästhesie.
- Ein spezieller Helm mit Ultraschallsendern wird an Ihrem Kopf angebracht, während des Eingriffs wird der obere Teil des Kopfes mit Wasser umspült um das Gewebe zu kühlen.
- Während der Behandlung bleiben Sie jederzeit wach und ansprechbar.
- Der Arzt führt mehrere Testbehandlungen mit niedriger Energie durch und kontrolliert das Ergebnis.
- Nach Bestätigung der optimalen Wirkung erfolgt die eigentliche Behandlung
- Die Dauer des gesamten Eingriffs beträgt in der Regel 2-3 Stunden

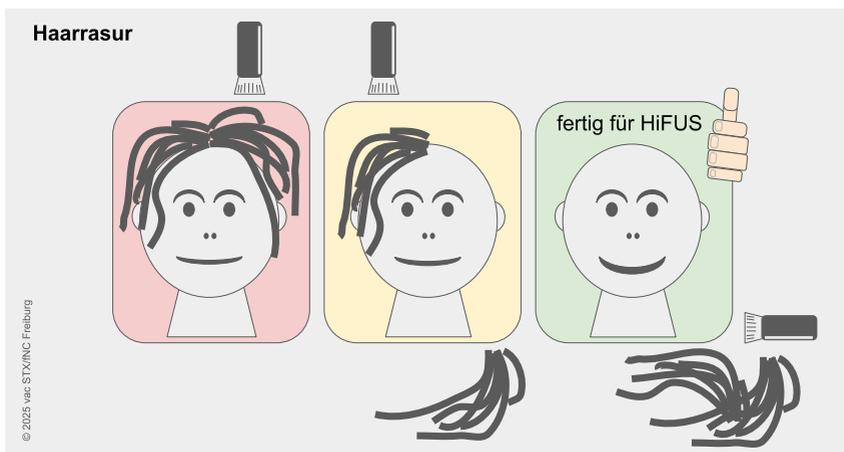


Abb. 3: Ganzkopfrasur ist notwendig.

HiFUS Behandlung

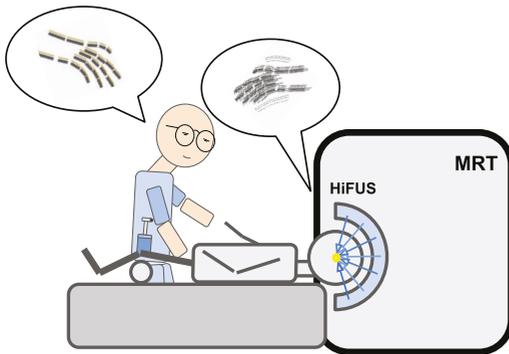


Abb. 4:
Behandlung. Während des gesamten Vorgangs können Sie mit dem Behandlungsteam kommunizieren.

HiFUS - System Insightec Exablate PRIME



Quelle: <https://www.medicalexpo.de>

Helm



Behandlung



Abb. 5: HiFUS-System

» Nach der Behandlung

Nach der Behandlung mit Fokussiertem Ultraschall:

- Es werden erste klinische Kontrolluntersuchungen durchgeführt.
- Sie sollten sich für 24-48 Stunden körperlich schonen.
- Eine normale Ernährung ist sofort wieder möglich
- Sie können in der Regel bereits nach einigen Tagen heimgehen.
- Es werden weitere Kontrollen nach 1, 3 und 6 Monaten durchgeführt.

Die Verbesserung der Symptome tritt oft unmittelbar nach der Behandlung ein und wird sich in den folgenden Wochen weiter stabilisieren.

RISIKEN UND MÖGLICHE NEBENWIRKUNGEN - HIFUS

Wie bei jeder medizinischen Behandlung können auch beim Fokussierten Ultraschall Nebenwirkungen auftreten:

- Kurzfristige Nebenwirkungen: Kopfschmerzen, leichte Übelkeit, Schwindel
- Mittelfristige Nebenwirkungen: Vorübergehende Gleichgewichtsstörungen, leichte Gefühlsstörungen
- Seltene Komplikationen: Infektionen, kleine Blutungen im Gehirn, unerwünschte Wirkungen auf benachbarte Hirnareale mit Gangverschlechterung, Aussprechstörungen, Missempfindungen.

Im Vergleich zu chirurgischen Eingriffen sind die Risiken aber deutlich geringer. Ihr Arzt wird Sie umfassend über die möglichen Risiken aufklären.

ABGRENZUNG ZUR TIEFEN HIRNSTIMULATION (DBS)

Die Tiefe Hirnstimulation (DBS) ist eine etablierte Behandlungsmethode für verschiedene neurologische Erkrankungen. Im Vergleich zum Fokussierten Ultraschall gibt es wichtige Unterschiede, die Sie zu einer besseren Entscheidungsfindung verstehen sollten:

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN VERFAHREN:

- Fokussierter Ultraschall: Nicht-invasives Verfahren ohne Operation und ohne Einbringen von Fremdmaterial in den Körper.
- Tiefe Hirnstimulation: Chirurgischer Eingriff (5-6h Operationsdauer), bei dem Elektroden im Gehirn und ein Neurostimulator (ähnlich einem Herzschrittmacher) unter die Haut implantiert werden.

UNTERSCHIEDE IN DER WIRKUNGSWEISE:

- Fokussierter Ultraschall: Erzeugt eine dauerhafte, nicht-regulierbare Deaktivierung bestimmter Hirnareale (strategische Gewebsausschaltung, Abb. 1)
- Tiefe Hirnstimulation: Stimuliert bestimmte Hirnareale durch elektrische Impulse, Stimulationsparameter können auch nach der Operation angepasst werden

UNTERSCHIEDE IN DER NACHSORGE:

- Fokussierter Ultraschall: Keine regelmäßigen technischen Kontrollen notwendig, keine Batteriewechsel
- Tiefe Hirnstimulation: Regelmäßige Kontrollen und Anpassungen der Stimulationsparameter, u.U. Batteriewechsel des Neurostimulators nach einigen Jahren erforderlich

Behandlung von Morbus Parkinson und Tremor mit der **Tiefen Hirnstimulation (DBS)**

einseitig oder beidseitig!

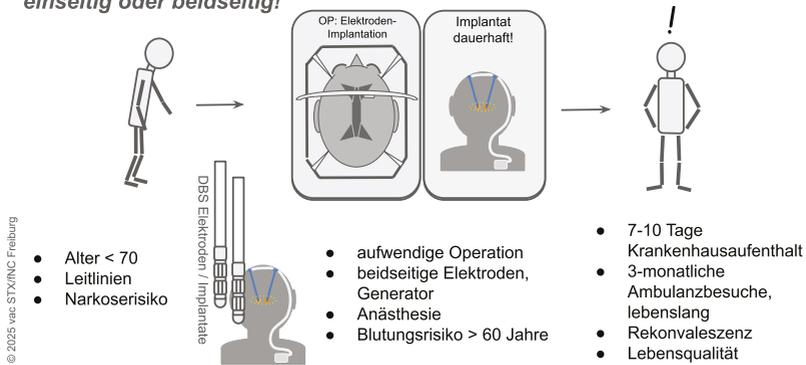


Abb. 6: Tiefe Hirnstimulation (DBS)

FÜR WEN IST WELCHES VERFAHREN GEEIGNET?

- Tiefe Hirnstimulation: Eher geeignet für jüngere Patienten, Patienten mit beidseitigen Symptomen und bei komplexeren Symptombildern, die eine Nachregulierung der Therapie erfordern könnten
- Fokussierter Ultraschall: Besonders geeignet für Patienten mit klar definierten Symptomen wie den einseitigen Tremor, für ältere Patienten und für Patienten, die keine Operation wünschen

Fokussierter Ultraschall (HiFUS) zur Behandlung von Morbus Parkinson und Tremor *einseitig oder beidseitig!*

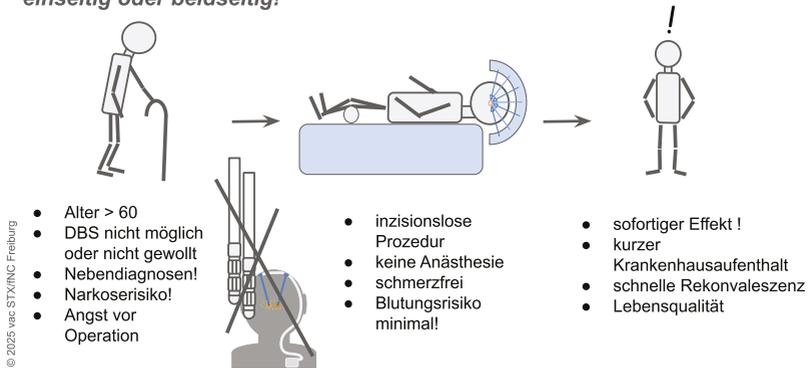


Abb. 7: HiFUS

Die Entscheidung, welches Verfahren für Sie am besten geeignet ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter Ihre spezifische Diagnose, das Stadium Ihrer Erkrankung, Ihr Alter, Begleiterkrankungen und natürlich Ihre persönlichen Präferenzen.

Ihr behandelnder Arzt wird Sie ausführlich beraten und die für Sie optimale Behandlungsstrategie empfehlen.

WANN IST RADIOCHIRURGIE EINE ALTERNATIVE?

In bestimmten Situationen kann die Radiochirurgie (auch Gamma Knife, Cyberknife oder Linearbeschleuniger genannt) eine Alternative zum HiFUS sein. Dies ist insbesondere in folgenden Fällen relevant:

Wenn die Schädeldichte eine Behandlung mit Ultraschall nicht ermöglicht.

Der Fokussierte Ultraschall ist nicht für jeden Patienten geeignet. Eine wichtige Voraussetzung ist eine ausreichende Schädeldichte, die als Skull Density Ratio (SDR) bezeichnet wird. Diese Kennzahl beschreibt, wie gut die Ultraschallwellen den Schädelknochen durchdringen können.

Die Schädeldichte wird vor der Behandlung mit einer speziellen CT-Untersuchung gemessen. Bei bestimmten Schädeldichtewerten können die Ultraschallwellen nicht genügend Energie zum Zielpunkt im Gehirn bringen, was die Wirksamkeit der Behandlung einschränkt.

WEITERE SITUATIONEN, IN DENEN RADIOCHIRURGIE IN BETRACHT GEZOGEN WIRD:

- Bei Patienten mit Metallimplantaten im Kopfbereich, die eine MRT-gestützte Ultraschallbehandlung unmöglich machen
- Bei Patienten, die eine deutlich kürzere Behandlungszeit wünschen/benötigen.

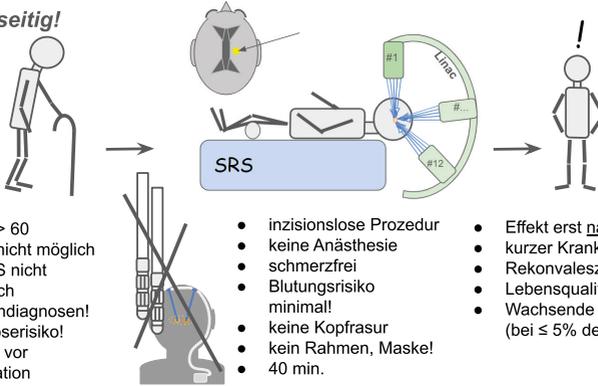
UNTERSCHIEDE VON RADIOCHIRURGIE UND HiFUS:

- Wirkungsprinzip: Die Radiochirurgie (Abb. 8-9) verwendet hochenergetische Strahlen statt Ultraschallwellen
- Zeitlicher Verlauf: Während der Fokussierte Ultraschall sofort wirkt, tritt die volle Wirkung der Radiochirurgie oft erst nach Wochen oder Monaten ein
- Überwachung: Bei der Radiochirurgie ist keine Echtzeit-Überwachung der Wirkung möglich
- Strahlenbelastung: Die Radiochirurgie setzt - anders als der HiFUS - den Körper einer Strahlenbelastung aus.
- Bei der Radiochirurgie muss der Kopf nicht rasiert werden und wird nur mit einem Maskensystem fixiert.
- Die Behandlungszeit ist mit ca. 40 Minuten deutlich kürzer als bei HiFUS.

Ihr Arzt wird anhand Ihrer individuellen Situation, der Schädeldichtemessung und weiterer diagnostischer Ergebnisse entscheiden, welches Verfahren für Sie am besten geeignet ist. In manchen Fällen kann auch eine Kombination verschiedener Verfahren sinnvoll sein.

Stereotaktische Radiochirurgie (SRS)
zur Behandlung von Morbus Parkinson und Tremor

nur einseitig!



- Alter > 60
- DBS nicht möglich
- HiFUS nicht möglich
- Nebendiagnosen!
- Narkoserisiko!
- Angst vor Operation

- inzisionslose Prozedur
- keine Anästhesie
- schmerzfrei
- Blutungsrisiko minimal!
- keine Kopfrasur
- kein Rahmen, Maske!
- 40 min.

- Effekt erst nach 8-12 Wochen
- kurzer Krankenhausaufenthalt
- Rekonvaleszenz
- Lebensqualität
- Wachsende Gewebsschädigung (bei ≤ 5% der Patienten)

Abb. 8: Radiochirurgie (SRS)

varian
A Siemens Healthineers Company



<https://www.varian.com/de/resources-support/blogs/green-light-us-frameless-radiosurgery-programs-treat>



Varian TrueBeam and Edge Radiosurgery Systems Receive FDA 510(k) Clearance for Treatment of Medically Refractory Essential Tremors with Stereotactic Radiosurgery

Centerline
August 2, 2023

Abb. 9: Links, Radiochirurgiesystem. Rechts, ein Patient mit Tremor

HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN ZU HiFUS

» Ist die Behandlung schmerzhaft?

Nein, die meisten Patienten empfinden die Behandlung als schmerzfrei. Gelegentlich kann ein leichtes Wärmegefühl auftreten.

» Werden die Kosten von der Krankenkasse übernommen?

Wir beraten Sie gerne zu den Kostenübernahmemöglichkeiten. Generell werden die Kosten aber übernommen.

» Wie lange dauert es, bis ich Besserung spüre?

Bei vielen Patienten tritt eine Verbesserung unmittelbar nach der Behandlung ein. Die volle Wirkung kann sich über einige Wochen entwickeln.

» Kann ich mit Implantaten behandelt werden?

Bestimmte Metallimplantate können eine Kontraindikation darstellen. Dies wird in der Voruntersuchung geklärt.

» Ist die Behandlung für alle Patienten geeignet?

Nein, nicht jeder Patient ist für diese Behandlung geeignet. Die Entscheidung basiert auf Ihrer individuellen Diagnose, Ihrem allgemeinen Gesundheitszustand und verschiedenen anatomischen Faktoren.

HiFUS

KONTAKT UND WEITERE INFORMATIONEN

Für weitere Informationen oder zur Vereinbarung eines Beratungsgesprächs stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

**Gemeinsame Ambulanz für Bewegungsstörungen
von Stereotaktischer und Funktioneller Neurochirurgie &
Klinik für Neurologie und Neurophysiologie**

Neurozentrum

Universitätsklinikum Freiburg
Breisacher Straße 64, 79106 Freiburg i. Br.

Telefon: 0761-270 50630
E-Mail: hifus@uniklinik-freiburg.de

Sprechzeiten:

Montag bis Freitag, 8:00 - 14:00 Uhr

WWW.UNIKLINIK-FREIBURG.DE/STEREOTAXIE



GLOSSAR

Fokussierter Ultraschall: Bündelung von Schallwellen zur präzisen Behandlung im Körper

MRT: Magnetresonanztomographie, bildgebendes Verfahren ohne Strahlenbelastung

Nicht-invasiv: Behandlung ohne Öffnung des Körpers

Tremor: Unwillkürliches Zittern, häufig der Hände oder des Kopfes

Neurochirurgie: Chirurgische Behandlung von Erkrankungen des Nervensystems

Parkinson-Syndrom: Neurologische Erkrankung mit Bewegungsstörungen

Epilepsie: Erkrankung mit wiederholten Krampfanfällen

Therapieresistent: Auf herkömmliche Behandlungen nicht ansprechend

Tiefe Hirnstimulation (DBS): Chirurgisches Verfahren, bei dem Elektroden im Gehirn platziert werden, die elektrische Impulse abgeben

Neurostimulator: Implantierbares Gerät, das elektrische Impulse zur Stimulation von Nervengewebe erzeugt

Radiochirurgie: Nicht-invasives Verfahren, bei dem hochkonzentrierte Strahlung zur Behandlung bestimmter Hirnareale verwendet wird

Skull Density Ratio (SDR): Maß für die Schäeldichte, das angibt, wie gut Ultraschallwellen den Schädelknochen durchdringen können

