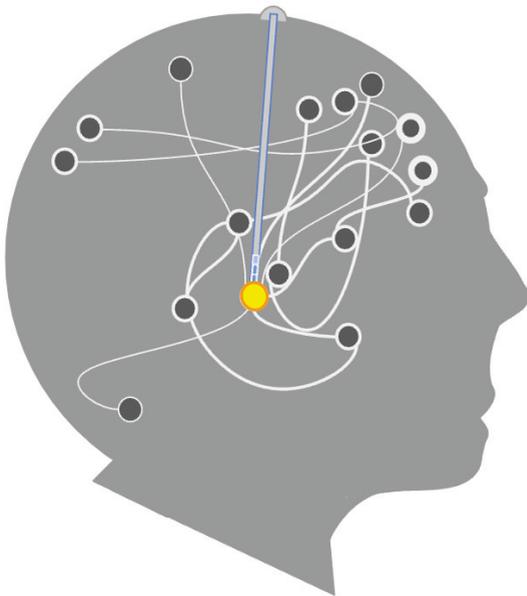

Patienteninformation **TIEFE HIRNSTIMULATION (DBS)**



2025

Moderne Behandlung von Erkrankungen des Gehirns

Vorwort

Liebe Patientin, lieber Patient!

Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen einen umfassenden Einblick in die Behandlungsmöglichkeiten mit der **Tiefen Hirnstimulation (DBS)** geben*. Das Verfahren ist seit mehr als 30 Jahren etabliert und es gibt weltweit Erfahrung mit der Behandlung der **Parkinson-Erkrankung des Tremors, der Dystonie, der Epilepsie, neuropathischer Schmerzen und anderer Indikationen**. Die DBS stellt einen wesentlichen Teil der Behandlung verschiedener neurologischer Erkrankungen dar, bei denen die konservative und medikamentöse Therapie nicht mehr greift oder zu Nebenwirkungen führt.

Wir haben uns bemüht, die Informationen für Sie 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 DBS - Experten-Team Freiburg



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

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



Dr. med.
Bastian E. A. Sajonz

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



PD Dr. med.
Peter C. Reinacher

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



Dr. med.
Thomas Prokop

Stereotaktische
und Funktionelle
Neurochirurgie



Prof. Dr. med.
Michel Rijntjes

Neurologie und
Neurophysiologie

(*diese Broschüre dient zur Ihrer allgemeinen Information, ersetzt aber nicht das ärztliche Gespräch.)

Inhaltsverzeichnis

• Vorwort	1
• Ihr DBS - Experten-Team Freiburg	1
• Einführung und Grundlagen	3
• Was ist die Tiefe Hirnstimulation (DBS)?	3
• Wie funktioniert DBS?	4
• Krankheitsbilder und Zielgebiete	4
• Morbus Parkinson	4
• Essentieller Tremor	6
• Dystonie	7
• Sekundäre Dystonie	8
• Fokale Epilepsie	8
• Weniger häufige Indikationen ohne Zulassung bzw. in Entwicklung	10
• Chronische neuropathische Schmerzen	10
• Erkrankungen aus dem Psychiatrischen Formenkreis	11
• Zwangserkrankung	11
• Depression	12
• Tourette-Syndrom	13
• Wann DBS, wann HiFUS (Fokussierter Ultraschall)?	14
• Für wen ist welches Verfahren geeignet?	14
• Der Weg zur DBS Operation	15
• Voruntersuchungen und Patientenauswahl	16
• Vorbereitung auf die Operation	17
• Der stationäre Aufenthalt	17
• Dauer des Krankenhausaufenthalts	17
• Detaillierter Ablauf der Operation	18
• Anwendung des Stereotaktischen Rahmensystems	18
• Implantation der Elektroden	18
• Die erste Einstellung des Neurostimulators	20
• Risiken und Nebenwirkungen	20
• Operative Risiken	20
• Mögliche Nebenwirkungen der Stimulation	20
• Technische Probleme	21
• Das zu erwartende Behandlungsergebnis	21
• Wirksamkeit bei verschiedenen ausgewählten Erkrankungen	21
• Zeitlicher Verlauf der Wirkung	22
• Langzeitperspektive	22
• Leben mit der Tiefen Hirnstimulation	22
• Alltag mit dem Neurostimulator	22
• Nachsorge und Kontrollen	23
• Lebensdauer, Austausch des Neurostimulators und Wiederaufladbarkeit	23
• Häufig gestellte Fragen zur DBS	24
• Kontakt und weitere Informationen	25

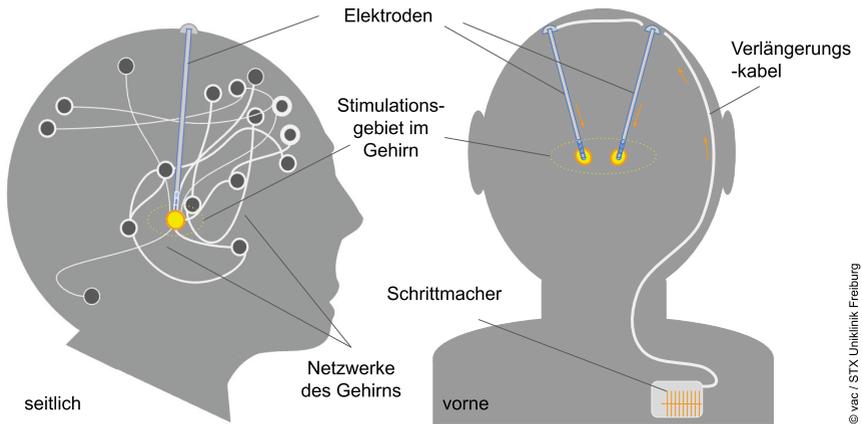
WAS IST DIE TIEFE HIRNSTIMULATION (DBS)?

Die Tiefe Hirnstimulation (THS oder Englisch Deep Brain Stimulation, DBS) ist ein neurochirurgisches Verfahren, bei dem dünne Elektroden präzise in bestimmte Bereiche des Gehirns eingeführt werden (Abbildung 1). Diese Elektroden sind mit einem Impulsgeber verbunden, der ähnlich einem Herzschrittmacher unter der Haut (meist unterhalb des Schlüsselbeins) platziert wird. Das Gerät sendet schwache elektrische Impulse an die Zielbereiche im Gehirn, um die Aktivität in diesen Regionen zu modulieren.

WIE FUNKTIONIERT DBS?

Die elektrischen Impulse beeinflussen die Aktivität der Nervenzellen in den Zielgebieten. Sie können überaktive Nervenzellen beruhigen oder unteraktive anregen und so gestörte Netzwerke im Gehirn normalisieren. Die Stimulationsparameter (Frequenz, Pulsdauer, Spannung) werden individuell angepasst, um die beste Wirkung für den Patienten zu erzielen.

Tiefe Hirnstimulation



© vac / STX Uniklinik Freiburg

Abb 1: Das DBS-System besteht aus drei Hauptkomponenten. **Elektroden:** Dünne, isolierte Drähte mit mehreren Kontakten an der Spitze. **Verlängerungskabel:** Verbinden die Elektroden mit dem Impulsgeber. **Impulsgeber (Neurostimulator):** Enthält die Batterie und die Elektronik zur Steuerung der Impulse.

KRANKHEITSBILDER UND ZIELGEBIETE

Wenn bestimmte Erkrankungen mit medikamentösen Maßnahmen nicht mehr ausreichend behandelbar sind oder diese Medikamente zu unerträglichen Nebenwirkungen führen, kann die DBS eine Option sein. Im Folgenden erklären wir Ihnen das Verfahren in der Anwendung bei den wichtigsten Erkrankungen.

MORBUS PARKINSON

Morbus Parkinson ist eine fortschreitende neurodegenerative Erkrankung, die durch den Verlust von Nervenzellen im Gehirn entsteht, die den Botenstoff Dopamin produzieren. Die klassischen Symptome sind Zittern (Tremor), Muskelsteifheit (Rigor), verlangsamte Bewegungen (Bradykinese) und Haltungsinstabilität. Im fortgeschrittenen Stadium leiden viele Patienten unter starken Schwankungen ihrer Beweglichkeit (sogenannte ON-OFF-Fluktuationen) und unwillkürlichen Überbewegungen (Dyskinesien) trotz optimierter medikamentöser Therapie.

Die DBS-Therapie kommt bei Parkinson-Patienten in Betracht, die grundsätzlich noch gut auf die medikamentöse Therapie mit L-Dopa ansprechen, aber unter erheblichen Fluktuationen, Dyskinesien oder anderen Nebenwirkungen leiden. Eine typgerechte Diagnosestellung und ein Erkrankungsalter unter 70 Jahren verbessern die Erfolgschancen.

ZIELGEBIETE BEI MORBUS PARKINSON:

1. NUCLEUS SUBTHALAMICUS (STN):

- Der am häufigsten gewählte Zielort bei Morbus Parkinson
- Meist eingesetzt bei Wirkfluktuationen
- Besonders wirksam gegen alle Kardinalsymptome (Tremor, Rigor, Bradykinese)
- Ermöglicht oft eine deutliche Reduktion der Medikamentendosis (30-60%)
- Kann gelegentlich Stimmungsschwankungen oder kognitive Veränderungen auslösen

2. GLOBUS PALLIDUS INTERNUS (GPI):

- Besonders wirksam gegen Dyskinesien
- Geringere Möglichkeit zur Medikamentenreduktion im Vergleich zum STN
- Geringeres Risiko für psychiatrische Nebenwirkungen
- Bevorzugt bei älteren Patienten oder bei bereits bestehenden kognitiven Einschränkungen

3. NUCLEUS VENTRALIS INTERMEDIUS THALAMI (VIM):

- Wirkt hauptsächlich gegen den Tremor
- Weniger Effekt auf andere Parkinson-Symptome
- Wird heute seltener verwendet, außer bei Patienten mit tremordominantem Parkinson
- Kann auch beim Essentiellen Tremor eingesetzt werden

Die Wahl des Zielgebiets erfolgt individuell und berücksichtigt die dominierenden Symptome, das Alter, die kognitiven Fähigkeiten und weitere patientenspezifische Faktoren. Die DBS kann die Lebensqualität signifikant verbessern, indem sie die motorischen Symptome um durchschnittlich 60-70% reduziert und die behandlungsbedingten Komplikationen vermindert.

ESSENTIELLER TREMOR

Der Essentielle Tremor ist die häufigste Bewegungsstörung und betrifft etwa 4-5% der Bevölkerung über 65 Jahre. Im Gegensatz zum Parkinson-Tremor tritt er typischerweise bei Bewegung oder Haltung auf (Halte- und Aktionstremor) und bessert sich in Ruhe. Am häufigsten sind die Hände betroffen, aber auch Kopf, Stimme, Zunge und andere Körperteile können betroffen sein. Die Erkrankung verläuft oft familiär gehäuft und wird häufig vererbt. Oft bemerken Patienten eine Besserung schon bei der Einnahme geringer Mengen Alkohol.

Der Essentielle Tremor kann sehr belastend sein und alltägliche Aktivitäten wie Essen, Trinken, Schreiben oder feine Handarbeiten erheblich beeinträchtigen. Viele Patienten erleben auch soziale Isolation aufgrund von Schamgefühlen. Die medikamentöse Therapie mit Propranolol (ein Betablocker) oder Primidon (ein Antiepileptikum) ist bei etwa 50% der Patienten wirksam, lässt aber mit der Zeit oft nach oder verursacht unerwünschte Nebenwirkungen.

Die DBS ist bei medikamentös therapieresistentem Essentiellen Tremor eine besonders wirksame Option. Hauptsächlicher Zielort ist der Nucleus ventralis intermedius des Thalamus (Vim). Die Stimulation kann das Zittern um 80-90% reduzieren, was zu einer erheblichen Verbesserung der Lebensqualität führt. Die Wirkung bleibt in der Regel über viele Jahre bestehen, kann aber bei einigen Patienten mit der Zeit nachlassen (Habituation). Typische Kandidaten für eine DBS sind Patienten mit schwerem, behindertem Tremor, der auf Medikamente nicht ausreichend anspricht und den Alltag erheblich einschränkt. Das Alter spielt eine geringere Rolle als bei Parkinson, solange der allgemeine Gesundheitszustand eine Operation zulässt.

Typischer Behandlungseffekt

(Symbolbild)

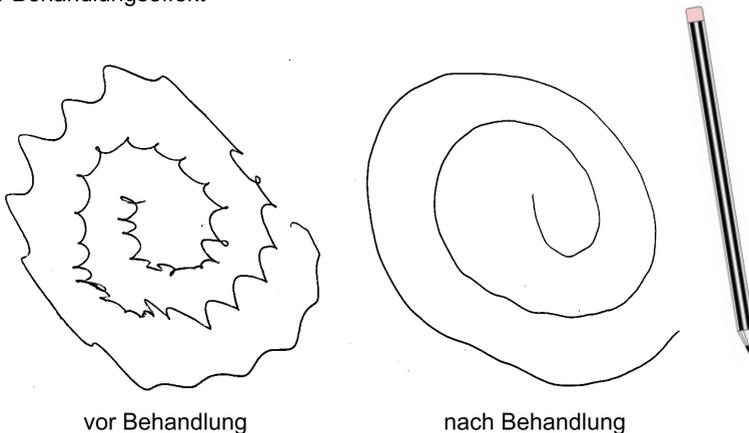


Abb 2: Typischer Therapieeffekt auf den Tremor unter Behandlung mit der DBS

DYSTONIE

Dystonie ist eine neurologische Bewegungsstörung, die durch anhaltende oder wiederkehrende Muskelkontraktionen gekennzeichnet ist. Diese führen zu unwillkürlichen Drehbewegungen, abnormen Körperhaltungen oder wiederholten Bewegungen. Dystonien können einen einzelnen Körperteil betreffen (fokale Dystonie), mehrere benachbarte Körperteile (segmentale Dystonie) oder den gesamten Körper (generalisierte Dystonie).

BEISPIELE FÜR FOKALE DYSTONIEN SIND:

- Cervikale Dystonie (Torticollis): Verdrehung des Halses und / oder des Kopfes
- Blepharospasmus: Unwillkürliches Augenschließen
- Oromandibuläre Dystonie: Kiefer- und Gesichtskrämpfe
- Schreibkrampf: Verkrampfung der Hand beim Schreiben

Die primäre Dystonie ist oft genetisch bedingt, wobei die DYT1-Genmutation die häufigste Ursache für früh beginnende generalisierte Dystonien ist. Die Symptome beginnen oft in der Kindheit oder Jugend an einem Körperteil und breiten sich dann aus.

Die DBS hat sich bei schweren, medikamentenresistenten Dystonien als wirksame Behandlungsoption erwiesen. Der Globus pallidus internus (GPi) ist dabei das bevorzugte Zielgebiet. Im Gegensatz zu Parkinson oder Essentiellem Tremor tritt die volle Wirkung der DBS bei Dystonie oft erst nach Wochen oder Monaten ein, da sich die neuronalen Netzwerke langsamer umorganisieren.

Die Erfolgsaussichten sind besonders gut bei primären generalisierten oder segmentalen Dystonien mit DYT1-Mutation (Verbesserung um 60-90%). Bei fokalen Dystonien wird in der Regel zunächst eine Behandlung mit Botulinumtoxin versucht, bevor eine DBS in Erwägung gezogen wird.

SEKUNDÄRE DYSTONIE

Sekundäre Dystonien unterscheiden sich von den primären Dystonien dadurch, dass sie durch identifizierbare Ursachen wie Hirnverletzungen, Schlaganfälle, Sauerstoffmangel bei der Geburt, Infektionen, bestimmte Medikamente oder metabolische Störungen verursacht werden. Die häufigste Form ist die zerebrale Bewegungsstörung nach frühkindlicher Hirnschädigung.

Das klinische Bild ist oft komplexer als bei primären Dystonien und kann mit anderen Bewegungsstörungen wie Spastik, Chorea oder Athetose kombiniert sein. Die Symptome können sich im Tagesverlauf deutlich verändern und durch Müdigkeit, Stress oder bestimmte Körperpositionen verstärkt werden.

Die DBS bei sekundären Dystonien ist komplizierter und die Ergebnisse sind weniger vorhersehbar als bei primären Formen. Der Erfolg hängt stark von der Grunderkrankung, dem Alter bei Erkrankungsbeginn und der Dauer der Erkrankung ab. Bei dystonischer Zerebralparese können Verbesserungen der motorischen Funktionen um 20-30% erreicht werden, während tardive Dystonien (medikamenteninduziert) besser auf DBS ansprechen mit Verbesserungen um 50-70%.

Der Globus pallidus internus (GPI) ist auch hier das bevorzugte Zielgebiet. Bei Patienten mit sekundärer Dystonie ist eine besonders sorgfältige Patientenauswahl und Beratung wichtig, um realistische Erwartungen zu schaffen. Häufig steht die Verbesserung der Pflegesituation und die Schmerzreduktion im Vordergrund, nicht die vollständige Wiederherstellung der Funktion.

FOKALE EPILEPSIE

Die Epilepsien behandeln wir üblicherweise gemeinsam mit dem Behandlungsteam des Epilepsiezentrums. Auch hier sind regelmäßige ambulante Kontrollen notwendig.

Epilepsie ist eine chronische neurologische Erkrankung, die durch wiederkehrende, unprovizierte epileptische Anfälle gekennzeichnet ist. Diese Anfälle entstehen durch abnorme, synchronisierte elektrische Aktivität im Gehirn. Etwa 50 Millionen Menschen weltweit leiden an Epilepsie, wobei die Häufigkeit im Kindesalter und im höheren Lebensalter statistisch ansteigt.

Die Standardbehandlung besteht aus Antiepileptika, die bei etwa 70% der Patienten die Anfälle kontrollieren können. Bei medikamenten-resistenter Epilepsie (fortbestehende Anfälle trotz adäquater Therapie mit zwei verschiedenen Antiepileptika) kommen resektive chirurgische Verfahren in Betracht, bei denen der anfallsauslösende Herd entfernt wird.

Die DBS wird bei Patienten mit medikamenten-resistenter Epilepsie eingesetzt, bei denen eine resektive Operation nicht möglich ist, weil:

- der Anfallsursprung nicht sicher lokalisiert werden kann
- mehrere Anfallsherde bestehen
- der Anfallsherd in einem funktionell wichtigen Bereich liegt
- frühere Operationen nicht erfolgreich waren

Als Zielgebiete haben sich der anteriore Nucleus des Thalamus (ANT), der Nucleus centromedianus des Thalamus, der Hippocampus und das Kleinhirn etabliert. Besonders gut untersucht ist die Stimulation des ANT, die in der SANTE-Studie zu einer medianen Anfallsreduktion von 56% nach zwei Jahren führte, wobei circa die Hälfte der Patienten eine Anfallsreduktion von mindestens 50% erreichten.

Die Wirkung der DBS bei Epilepsie entwickelt sich oft langsam über Monate bis Jahre und kann bei manchen Patienten im Laufe der Zeit zunehmen. Anders als bei der Parkinson-Krankheit oder dem Essentiellen Tremor ist eine sofortige Anfallskontrolle durch Einschalten der Stimulation nicht zu erwarten. Die antiepileptische Medikation wird in der Regel fortgeführt, kann aber bei gutem Ansprechen oft reduziert werden.

WENIGER HÄUFIGE INDIKATIONEN OHNE ZULASSUNG BZW. IN ENTWICKLUNG (EXPERIMENTELL)

CHRONISCHE NEUROPATHISCHE SCHMERZEN

Die chronischen Schmerzsyndrome behandeln wir üblicherweise gemeinsam mit dem **Behandlungsteam des Interdisziplinären Schmerzzentrums**. Für diese Erkrankungen gibt es zur Zeit noch keine Zulassung und sie gelten als experimentelle Indikationen für die DBS. Operationen werden entweder in Studienprotokollen durchgeführt bzw. es werden Einzelabsprachen zur Kostenübernahme mit der Krankenkasse getroffen. Auch hier sind regelmäßige ambulante Kontrollen notwendig.

Chronische Schmerzen sind definiert als Schmerzen, die länger als drei bis sechs Monate anhalten oder wiederkehren. Sie können durch verschiedene Ursachen ausgelöst werden, darunter Nervenverletzungen (neuropathische Schmerzen), anhaltende Gewebeschäden, Entzündungen oder Funktionsstörungen des zentralen Nervensystems. Chronische Schmerzen betreffen etwa 20% der Erwachsenen und können die Lebensqualität erheblich beeinträchtigen. Die konventionelle Behandlung umfasst Medikamente (Analgetika, Antikonvulsiva, Antidepressiva), physikalische Therapie, psychologische Interventionen und minimalinvasive Verfahren wie Nervenblockadetechniken. Bei bestimmten Schmerzsyndromen kann die Rückenmarkstimulation (SCS) wirksam sein.

Die DBS wird bei ausgewählten chronischen Schmerzsyndromen in Betracht gezogen, wenn alle konventionellen Behandlungen versagt haben. Die am besten untersuchten Indikationen sind:

- Neuropathische Schmerzen (z.B. nach Schlaganfall, Rückenmarksverletzung)
- Gesichtsschmerzen (z.B. Trigeminusneuralgie, atypische Gesichtsschmerzen)
- Phantomschmerzen nach Amputationen
- Regionales Schmerzsyndrom (CRPS)

Als Zielgebiete haben sich der ventrale posterolaterale und posteromediale Thalamus, die periaquäduktale graue Substanz und der anteriore cinguläre Cortex bewährt. Die Wirkung der DBS auf Schmerzen ist komplex und umfasst die Modulation der Schmerzwahrnehmung und -verarbeitung sowie emotionale Aspekte des Schmerzerlebens.

Die Ansprechraten variieren je nach Schmerzsyndrom und liegen zwischen 25% und 80%. Die besten Ergebnisse werden bei neuropathischen Schmerzen mit klarer anatomischer Ursache erzielt. Bei vielen Patienten ist keine vollständige Schmerzfreiheit, aber eine deutliche Reduktion der Schmerzintensität und ein verminderter Analgetika-Bedarf möglich.

ERKRANKUNGEN AUS DEM PSYCHIATRISCHEN FORMENKREIS

Die folgenden Erkrankungen behandeln wir üblicherweise gemeinsam mit dem Behandlungsteam der Sektion Interventionelle Biologische Psychiatrie (IBP) der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie. Für die DBS bei diesen Erkrankungen gibt es zur Zeit noch keine Zulassung und sie gelten als experimentelle Indikationen. Operationen werden entweder in Studienprotokollen durchgeführt bzw. es werden Einzelabsprachen zur Kostenübernahme mit der Krankenkasse getroffen. Auch hier sind regelmäßige ambulante Kontrollen notwendig.

ZWANGSERKRANKUNG

Die Zwangserkrankung (Obsessive-Compulsive Disorder, OCD) ist eine psychische Störung, die durch wiederkehrende, ungewollte Gedanken, Bilder oder Impulse (Zwangsgedanken) und/oder sich wiederholende Verhaltensweisen oder Rituale (Zwangshandlungen) gekennzeichnet ist. Betroffene erkennen ihre Zwänge als übertrieben oder unsinnig, können sie aber nicht kontrollieren.

Typische Zwangsgedanken betreffen Themen wie Verschmutzung, Krankheit, Ordnung, Symmetrie oder aggressive und sexuelle Inhalte. Häufige Zwangshandlungen sind übermäßiges Waschen und Reinigen, wiederholtes Kontrollieren, Zählen, Ordnen oder das Sammeln von Gegenständen. Die Erkrankung betrifft etwa 2-3% der Bevölkerung und beginnt meist im Kindes- oder im jungen Erwachsenenalter.

Standardbehandlungen umfassen kognitive Verhaltenstherapie (insbesondere Expositionstherapie mit Reaktionsverhinderung) und medikamentöse Therapie mit Serotonin-Wiederaufnahmehemmern (SSRI). Etwa 30-40% der Patienten sprechen jedoch nicht ausreichend auf diese Therapien an.

Die DBS kommt bei therapieresistenten, schweren Zwangserkrankungen in Betracht, wenn mindestens drei adäquate medikamentöse Therapieversuche und eine qualifizierte Verhaltenstherapie nicht zum Erfolg geführt haben. Als Zielgebiete haben sich die anteriore Kapsel (ALIC) mit dem angrenzenden Bettkern der Stria terminalis (BNST) sowie der subthalamische Nucleus (amSTN) oder das angrenzende mediale Vorderhirnbündel (slMFB) bewährt.

Die Wirksamkeit der DBS bei Zwangserkrankungen wurde in mehreren Studien nachgewiesen, mit einer durchschnittlichen Symptomreduktion von 40-60%. Im Durchschnitt zeigen 50-75 % der Patienten, die mittels DBS behandelt werden, ein gutes Ansprechen. Die Wirkung tritt meist innerhalb von Wochen bis Monaten ein. Wichtig ist, dass die DBS bei Zwangsstörungen mit einer fortgesetzten psychotherapeutischen Behandlung kombiniert wird, um die besten Ergebnisse zu erzielen.

Bis vor wenigen Jahren war die DBS aufgrund der guten Ergebnisse für die Behandlung von Zwangsstörungen zugelassen. Aktuell existiert eine solche Zulassung nicht. Die Gründe sind nicht in fehlender Wirksamkeit begründet, sondern haben mit kostenintensiven Wiederzulassungen durch die Herstellerfirmen der DBS-Systeme zu tun.

DEPRESSION

Die Depression ist eine der häufigsten psychischen Erkrankungen und betrifft weltweit mehr als 300 Millionen Menschen. Sie ist gekennzeichnet durch anhaltend gedrückte Stimmung, Interessenverlust, Antriebslosigkeit, verminderte Konzentration, Schlafstörungen, Appetitveränderungen und negative Gedanken bis hin zu Suizidgedanken.

Die Standardbehandlung umfasst Psychotherapie und Antidepressiva, ergänzt durch Maßnahmen wie Lichttherapie, Sport und Entspannungstechniken. Bei schweren Depressionen ist auch die Elektrokonvulsionstherapie (EKT) wirksam. Dennoch spricht etwa ein Drittel der Patienten nicht ausreichend auf die verfügbaren Therapien an.

Die DBS wird als experimentelle Behandlungsoption bei schwerer, therapieresistenter Depression eingesetzt, wenn mindestens vier adäquate medikamentöse antidepressive Behandlungsversuche, Psychotherapie und andere Behandlungsoptionen wie EKT versagt haben. Verschiedene Hirnregionen werden als Zielgebiete untersucht, darunter:

- Subgenual-cingulärer Cortex (Brodmann-Areal 25)
- vordere Kapsel / Ventrales Striatum (ALIC)
- Mediales Vorderhirnbündel (slMFB)

Diese Regionen sind Teil des Belohnungs- und Emotionsverarbeitungssystems des Gehirns. Studien zeigen, dass etwa 40-60% der behandelten Patienten eine klinisch relevante Besserung erfahren, wobei die Wirkung oft innerhalb von Wochen eintritt, sich aber auch über längere Zeit entwickeln kann.

Die DBS bei Depression befindet sich noch im experimentellen Stadium und wird hauptsächlich in spezialisierten Zentren im Rahmen von Studien durchgeführt. Die Kostenübernahme durch die Krankenkasse muss individuell geklärt werden. Die fortlaufende psychotherapeutische und psychiatrische Behandlung bleibt ein wichtiger Bestandteil des Therapiekonzepts auch nach der Operation.

TOURETTE-SYNDROM

Das Tourette-Syndrom ist eine neuropsychiatrische Erkrankung, die durch das dauerhafte Auftreten motorischer und vokaler Tics gekennzeichnet ist. Tics sind plötzliche, schnelle, nicht-rhythmische Bewegungen oder Lautäußerungen. Sie beginnen typischerweise in der frühen Kindheit, erreichen ihren Höhepunkt in der frühen Adoleszenz und bessern sich oft im Erwachsenenalter.

Einfache motorische Tics umfassen Blinzeln, Kopfschütteln oder Schulterzucken, während komplexe motorische Tics koordinierte Bewegungsabläufe wie Hüpfen, Berühren von Objekten oder obszöne Gesten (Kopropraxie) sein können. Vokale Tics reichen von einfachen Lauten wie Räuspern und Schnüffeln bis zu komplexen Äußerungen wie Wortwiederholungen, Echolalie oder dem seltenen Aussprechen von Obszönitäten (Koprolalie).

Bei etwa 90% der Tourette-Patienten bestehen begleitende psychische Störungen, insbesondere Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) und Zwangsstörungen. Die Standardbehandlung umfasst Psychoedukation, verhaltenstherapeutische Ansätze wie das Habit Reversal Training und bei stärkerer Ausprägung Medikamente wie Antipsychotika, u.a.

DIE DBS WIRD BEI SCHWEREM, THERAPIERESISTENTEM TOURETTE-SYNDROM ERWOGEN, WENN:

- die Tics zu erheblichen funktionellen Einschränkungen oder körperlichen Schäden führen
- mehrere adäquate medikamentöse Therapieversuche und Verhaltenstherapie nicht erfolgreich waren
- eine spontane Verbesserung der Tics im Rahmen der Hirnreifung nicht mehr zu erwarten ist
- keine schweren psychiatrischen Komorbiditäten bestehen, die das Ergebnis der DBSnegativ beeinflussen könnten

Mehrere Zielgebiete werden untersucht, darunter der anteromediale Globus pallidus internus (GPi) und der Nucleus centromedianus-parafascicularis des Thalamus. Studien zeigen eine durchschnittliche Tic-Reduktion von 30-60 %, wobei nicht nur die motorischen und vokalen Tics, sondern oft auch begleitende Zwangssymptome gebessert werden. Die Wirkung der DBS beim Tourette-Syndrom kann innerhalb von Tagen bis Wochen eintreten. Die optimale Elektrodenplatzierung und Stimulationsparameter werden noch erforscht, weshalb die Behandlung hauptsächlich in spezialisierten Zentren durchgeführt wird

WANN DBS, WANN HIFUS (FOKUSSIERTER ULTRASCHALL)?

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 Gewebesausschaltung, Abb. 2)
- **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

FÜR WEN IST WELCHES VERFAHREN GEEIGNET?

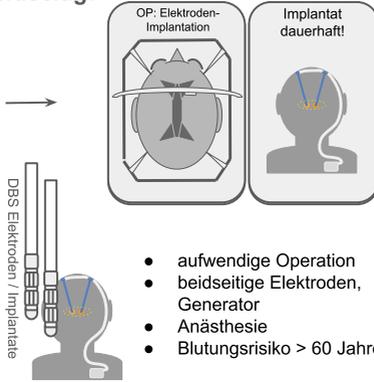
- **Tiefe Hirnstimulation:** Eher geeignet für jüngere Patienten, Patienten mit beidseitigen Symptomen und bei komplexeren Symptombildern, die eine Nachregulierung der Therapie erfordern könnten
- **Fokussierter Ultraschall:** Besonders geeignet für Patienten mit klar definierten Symptomen wie den einseitigen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

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

einseitig oder beidseitig!

© 2025 vae-STX/INC Freiburg

- Alter < 70
- Leitlinien
- Narkoserisiko



- aufwendige Operation
- beidseitige Elektroden, Generator
- Anästhesie
- Blutungsrisiko > 60 Jahre

- 7-10 Tage Krankenhausaufenthalt
- 3-monatliche Ambulanzbesuche, lebenslang
- Rekonvaleszenz
- Lebensqualität

Abbildung 3: Tiefe Hirnstimulation (DBS)

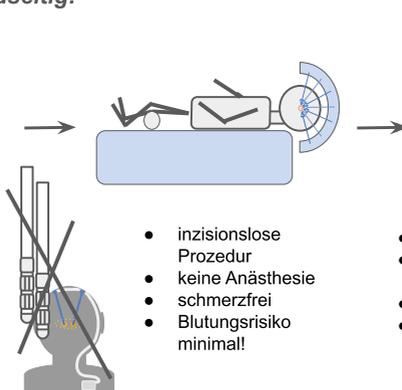
Fokussierter Ultraschall (**HiFUS**)

zur Behandlung von Morbus Parkinson und Tremor

einseitig oder beidseitig!

© 2025 vae-STX/INC Freiburg

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



- inzisionslose Prozedur
- keine Anästhesie
- schmerzfrei
- Blutungsrisiko minimal!

- sofortiger Effekt !
- kurzer Krankenhausaufenthalt
- schnelle Rekonvaleszenz
- Lebensqualität

Abbildung 4: 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.

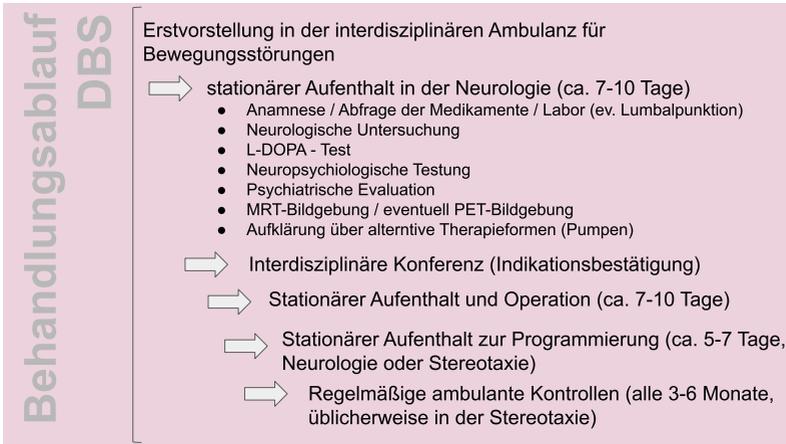


Abbildung 5: Behandlungsablauf für die Tiefe Hirnstimulation (DBS)

VORUNTERSUCHUNGEN UND PATIENTENAUSWAHL

Der Prozess beginnt mit einer ausführlichen Erstbeurteilung durch ein multidisziplinäres Team, das in der Regel aus Neurologen, Neurochirurgen, Psychiatern, Neuropsychologen und spezialisierten Pflegekräften besteht.

Folgende Untersuchungen werden durchgeführt:

- 1. Ausführliche neurologische Untersuchung:** Beurteilung der motorischen und nicht-motorischen Symptome
- 2. Bildgebende Verfahren:** MRT des Gehirns zur Ausschluss von Kontraindikationen und zur Operationsplanung
- 3. Neuropsychologische Testung:** Überprüfung der kognitiven Funktionen
- 4. Psychiatrische Beurteilung:** Insbesondere bei Patienten mit psychiatrischen Erkrankungen oder Auffälligkeiten
- 5. L-Dopa-Test:** Bei Parkinson-Patienten zur Beurteilung des Ansprechens auf Dopa-

min

6. Weitere spezifische Tests: Je nach Erkrankung (z.B. Video-EEG bei Epilepsie)

Aufgrund dieser Untersuchungen wird entschieden, ob ein Patient für eine DBS-Operation geeignet ist. Die Indikation wird in einer interdisziplinären Konferenz (MODIS) gestellt, bei der die Vorteile gegen die Risiken abgewogen werden.

VORBEREITUNG AUF DIE OPERATION

Etwa 2-4 Wochen vor der Operation erfolgt ein Aufklärungsgespräch mit dem Neurochirurgen. Dabei werden der genaue Ablauf der Operation, die möglichen Risiken und Komplikationen sowie die Verhaltensmaßnahmen vor und nach der Operation besprochen.

ETWA EINE WOCHEN VOR DER OPERATION WIRD DIE MEDIKATION ANGEPAST:

- Gerinnungshemmende Medikamente werden nach Rücksprache mit dem behandelnden Arzt abgesetzt oder umgestellt
- Bei Parkinson-Patienten erfolgt eine Umstellung der Medikation, da einige Medikamente für die intraoperative Testung abgesetzt werden müssen

DER STATIONÄRE AUFENTHALT

DAUER DES KRANKENHAUSAUFENTHALTS

Der gesamte stationäre Aufenthalt dauert in der Regel 7-10 Tage:

- 1-2 Tage für die Voruntersuchungen
 - Am Vortag wird eine letzte MRT-Untersuchung durchgeführt, die für die Operationsplanung benötigt wird.
 - Medikamente (Morbus Parkinson) werden am Abend des Vortages abgesetzt.
- Operationstag
- 5-7 Tage für die unmittelbare Nachbeobachtung

DETAILLIERTER ABLAUF DER OPERATION

Die DBS-Operation erfolgt in der Regel in zwei Schritten: Die Implantation der Elektroden im Gehirn und die Implantation des Impulsgebers unter dem Schlüsselbein. Diese Schritte werden typischerweise am selben Tag oder - im Rahmen von Studien - mit einem Abstand von einigen Tagen durchgeführt.

ANWENDUNG DES STEREOTAKTISCHEN RAHMENSYSTEMS

Am Morgen der Operation wird unter lokaler Betäubung ein stereotaktischer Rahmen am Kopf des Patienten befestigt. Dieser Rahmen dient als Koordinatensystem für die präzise Navigation zum Zielgebiet im Gehirn.

Das Befestigen des Rahmens erfolgt durch vier Schrauben, die in den Schädelknochen eingebracht werden. Die Schrauben werden mit einer lokalen Betäubung gesetzt, was kurzzeitig unangenehm sein kann. Der Rahmen selbst ist leicht und verursacht keine Schmerzen, kann aber als ungewohnt und einschränkend empfunden werden.

Nach dem Anbringen des Rahmens wird eine spezielle Bildgebung (CT oder MRT) durchgeführt. Diese Bilder werden mit dem zuvor erstellten MRT elektronisch überlagert (fusioniert), um die genauen Koordinaten der Zielgebiete zu berechnen.

IMPLANTATION DER ELEKTRODEN

Der Patient wird in den Operationssaal gebracht und auf dem Operationstisch positioniert. Der Kopf wird mit dem stereotaktischen Rahmen fixiert. Ein Teil der Haare wird rasiert. Wir rasieren üblicherweise nicht den gesamten Kopf. Die Operation erfolgt entweder in lokaler Betäubung, sodass der Patient wach bleibt und mit dem Operationsteam kommunizieren kann. Dies ist wichtig, um die Wirkung der Stimulation direkt testen zu können und unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden. Einige Operationen führen wir in Absprache mit den Patienten inzwischen in Vollnarkose durch.

DER ABLAUF DER ELEKTRODENIMPLANTATION:

- 1. Lokale Betäubung:** Die Kopfhaut wird an den Stellen betäubt, wo die Bohrlöcher gesetzt werden. Das Gehirn selbst hat keine Schmerzrezeptoren und ist daher selber nicht schmerzempfindlich.
- 2. Hautschnitt und Bohrlochanlage:** Kleine Schnitte (ca. 3-4 cm) werden gemacht und Bohrlöcher (14mm) in den Schädel gebohrt.

- 3. Mikroelektrodenableitung:** Durch die Bohrlöcher werden zunächst dünne Messelektroden eingeführt, um die elektrische Aktivität im Gehirn zu messen. Diese Messungen helfen, die optimale Position für die endgültigen Elektroden zu finden.
- 4. Teststimulation:** Es wird eine vorübergehende Stimulation durchgeführt, um die Wirkung und mögliche Nebenwirkungen zu überprüfen. Der Patient wird gebeten, bestimmte Bewegungen auszuführen oder Fragen zu beantworten.
- 5. Implantation der permanenten Elektroden:** Nachdem die optimale Position gefunden wurde, werden die permanenten Elektroden implantiert und mit kleinen Kappen am Schädel fixiert.
- 6. Kontrolle der Elektrodenposition:** Mit einer intraoperativen Bildgebung (Röntgen, CT) wird die korrekte Position der Elektroden überprüft.

Die Implantation der Elektroden dauert etwa 3-5 Stunden, je nach Zielgebiet und Anzahl der Elektroden. Nach der Operation wird der stereotaktische Rahmen entfernt.

IMPLANTATION DES IMPULSGEBERS

In einem zweiten Schritt wird der Impulsgeber implantiert. Dies erfolgt in Vollnarkose, entweder am selben Tag oder einige Tage nach der Elektrodenimplantation.

DER ABLAUF DER IMPULSGEBERIMPLANTATION:

- 1. Vollnarkose:** Der Patient wird in Vollnarkose versetzt.
- 2. Hautschnitt unterhalb des Schlüsselbeins:** Ein etwa 5-10 cm langer Schnitt wird gemacht.
- 3. Schaffung einer Tasche:** Unter der Haut des Schlüsselbeins wird eine Tasche für den Impulsgeber geschaffen.
- 4. Tunnelierung:** Ein kleiner Tunnel unter der Haut wird vom Kopf zum Schlüsselbein geschaffen, um die Elektroden mit dem Impulsgeber zu verbinden. Das gesamte System liegt damit unter der Haut.
- 5. Anschluss der Elektroden:** Die Elektroden werden mit dem Impulsgeber verbunden.
- 6. Wundverschluss:** Die Wunden am Kopf und Schlüsselbein werden verschlossen.

Die Implantation des Impulsgebers dauert etwa 1 Stunde. Nach der Operation wird der Patient auf die Station Riechert verlegt.

DIE ERSTE EINSTELLUNG DES NEUROSTIMULATORS

Nach einer Überwachung von ca. 1 Woche wird der Patient nach Hause entlassen. Die Programmierung des Systems (Morbus Parkinson) erfolgt ca. 4-6 Wochen nach Implantation. Dies kann mehrere Sitzungen erfordern. Die optimale Einstellung (ambulant) kann noch einige Wochen bis Monate dauern, da verschiedene Parameter angepasst werden müssen.

RISIKEN UND NEBENWIRKUNGEN

OPERATIVE RISIKEN

Wie bei jedem chirurgischen Eingriff gibt es auch bei der DBS gewisse Risiken:

- Blutungen im Gehirn (1-2%), diese sind meist nur im Computertomogramm sichtbar, sind asymptomatisch und benötigen keiner Therapie
- Infektionen (3-5%)
- Wundheilungsstörungen
- Krampfanfälle (selten) (0.5%)
- Komplikationen durch die Narkose

MÖGLICHE NEBENWIRKUNGEN DER STIMULATION

Die meisten stimulationsbedingten Nebenwirkungen sind vorübergehend und können durch Anpassung der Stimulationsparameter behoben werden:

- Sprechstörungen (v.a. bei Parkinson)
- Gleichgewichtsstörungen
- Beeinträchtigung der Augenbewegungen
- Kribbeln oder Taubheitsgefühle
- Veränderungen der Stimmung, der Emotion
- Kognitive Veränderungen (selten)

TECHNISCHE PROBLEME

In seltenen Fällen kann es zu technischen Problemen kommen:

- Elektrodenverschiebung
- Kabelbruch
- Defekt des Neurostimulators
- Batterielebensdauer (je nach Modell 3-5 Jahre, danach Austausch notwendig); wir implantieren in den meisten Fällen inzwischen wiederaufladbare Systeme, die durch die Haut aufgeladen werden (üblicherweise 1-2 mal / Monat).

Die wiederaufladbaren Systeme haben eine Lebensdauer von 15-20 Jahren und müssen dann auch ausgetauscht werden.

DAS ZU ERWARTENDE BEHANDLUNGSERGEBNIS

Wirksamkeit bei verschiedenen ausgewählten Erkrankungen

DIE WIRKSAMKEIT DER DBS VARIERT JE NACH ERKRANKUNG:

BEI MORBUS PARKINSON:

- Verbesserung der motorischen Symptome um durchschnittlich 50-70%
- Reduzierung von Zittern, Steifigkeit und verlangsamten Bewegungen
- Verminderung der Medikamentendosis und damit verbundener Nebenwirkungen
- Verbesserung der Lebensqualität

BEI ESSENTIELLEM TREMOR:

- Reduzierung des Tremors um 70-90%
- Deutliche Verbesserung der Alltagsaktivitäten

BEI DYSTONIEN:

- Verbesserung der abnormalen Bewegungen und Haltungen um 50-80%
- Oft kontinuierliche Verbesserung über mehrere Monate
- An Flughäfen sollten Metalldetektoren vermieden werden. Bitte weisen Sie das Sicherheitspersonal auf das Vorhandensein eines Schrittmachers („Pacemaker“) hin.

ZEITLICHER VERLAUF DER WIRKUNG

Die Wirkung der DBS kann zeitlich unterschiedlich eintreten:

- Bei Tremor: oft unmittelbar nach Einschalten der Stimulation
- Bei Parkinson: innerhalb von Tagen bis Wochen
- Bei Dystonie: allmähliche Verbesserung über Wochen bis Monate

LANGZEITPERSPEKTIVE

Die DBS ist eine symptomatische Behandlung, die die Grunderkrankung nicht heilt, aber die Symptome über viele Jahre lindern kann. Bei fortschreitenden Erkrankungen wie Morbus Parkinson kann die Wirksamkeit mit der Zeit abnehmen, da die DBS den Krankheitsfortschritt nicht aufhalten kann und dieser den Stimulationseffekt überwiegt.

LEBEN MIT DER TIEFEN HIRNSTIMULATION

ALLTAG MIT DEM NEUROSTIMULATOR

Mit einem implantierten DBS-System können Sie ein weitgehend normales Leben führen:

- Sport ist mit Einschränkungen möglich (Kontaktsportarten vermeiden)
 - Wir weisen die Patienten darauf hin, dass insbesondere nach der STN DBS bei Morbus Parkinson die Fähigkeit zu schwimmen verloren gehen kann! Hier muss besonders unmittelbar nach der Operation (6 Monate) auf ausreichende Sicherung beim Badegang geachtet werden.
- Nach der Operation besteht ein unmittelbares Fahrverbot für 3 Monate! Autofahren ist nach ausreichender Erholungsphase und bei guter Symptomkontrolle meist wieder möglich, solange es keine anderen medizinischen Gründe gibt, die dagegen sprechen.
- Reisen sind grundsätzlich möglich, informieren Sie sich aber über medizinische Versorgungsmöglichkeiten am Reiseziel und denken Sie an die Mitnahme Ihres Ladesystems!

NACHSORGE UND KONTROLLEN

Regelmäßige Kontrolluntersuchungen sind wichtig:

- Anfangs engmaschige Kontrollen zur Anpassung der Stimulationsparameter
- Später Kontrollen alle 3-6 Monate
- Batteriestatus-Überprüfungen

LEBENSDAUER, AUSTAUSCH DES NEUROSTIMULATORS UND WIEDERAUFLADBARKEIT

Je nach Modell und Einstellung hält die Batterie des Neurostimulators zwischen 3 und 5 Jahre. Der Austausch erfolgt in einem kleinen stationären Eingriff (wenige Tage), meist in Lokalanästhesie.

Die meisten der von uns implantierten Systeme sind wiederaufladbar. Die Wiederaufladung erfolgt durch die Haut durch Magnetinduktion. Je nach Indikation laden die Patienten 2-3x/Monat für jeweils 1-2 Stunden.

Ausgewählte Stimulationssysteme



Abbott / St. Jude Medical

Boston Scientific



Bioinduction, UK



Medronic



SceneRay

Abbildung 6: Unterschiedliche DBS-Systeme. Am UKF implantieren wir üblicherweise Systeme der Firmen Boston Scientific und Medronic. Wir können prinzipiell die Nachsorge für die meisten Systeme übernehmen. Das System von Bioinduction ist lediglich für Studien zugelassen (Bildnachweis: [www.jeweiliger Hersteller](http://www.jeweiligerHersteller)).

HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN ZUR DBS

» Ist die DBS-Operation schmerzhaft?

Die Operation kann unter lokaler Betäubung oder in Vollnarkose durchgeführt werden. Ihr Arzt berät Sie über die für Sie beste Variante. In lokaler Betäubung spüren Sie nur ganz wenig Schmerzen während des Eingriffs, ähnlich wie bei einem Zahnarztbesuch. Nach der Operation können leichte Kopfschmerzen und Schmerzen an der Generatorstelle auftreten, die gut behandelbar sind.

» Kann ich mit einem Neurostimulator durch Sicherheitskontrollen gehen?

Flughafen-Sicherheitskontrollen könnten den Neurostimulator ausschalten. Sie erhalten einen Patientenausweis, mit dem Sie das medizinische Implantat nachweisen können.

» Kann ich mit DBS ein MRT durchführen lassen?

Je nach implantiertem System sind MRT-Untersuchungen unter bestimmten Bedingungen möglich. Informieren Sie immer Ihren Arzt über Ihr DBS-System, bevor Sie sich einer MRT-Untersuchung unterziehen.

» Muss ich nach der Operation weiterhin Medikamente einnehmen?

Abhängig von der Erkrankung ist in den meisten Fällen weiterhin eine medikamentöse Behandlung notwendig, jedoch oft in reduzierter Dosierung.

» Ist die DBS umkehrbar?

Ja, im Prinzip kann die Stimulation jederzeit ausgeschaltet werden. Auch eine vollständige Entfernung des Systems ist in den meisten Fällen möglich, wenn nötig.

KONTAKT UND WEITERE INFORMATIONEN

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

**Interdisziplinäre 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 50270 (für gesetzlich Versicherte, Kasse)
0761-270 50630 (für privat Versicherte, Privat)

E-Mail: stereotaxie@uniklinik-freiburg.de

Sprechzeiten:

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

WWW.UNIKLINIK-FREIBURG.DE/STEREOTAXIE



Frau Nicole Oser
Sekretariatsleitung/
Assistenz



Frau Tatjana Schätzle
Assistenz

