



DER NÄCHSTE SCHRITT

Ein Team der Universität Lausanne lässt Querschnittgelähmte aufstehen und gehen. Das ist noch keine Heilung, doch ein Meilenstein auf dem Weg dorthin.

TEXT: WERNER JESSNER
FOTOS: ROMAN BURRI, CONRAD VON SCHUBERT

D

DER VIERFACHE SCHWEIZER FAMILIENVATER SEBASTIAN TOBLER WAR 43, als er mit dem Mountainbike in Gegenwart seines ältesten Sohnes Tom – auch er ein begeisterter Biker – stürzte. Ein relativ banaler Crash auf seinem Touren-Mountainbike, mit einem Helm auf dem Kopf, wie man ihn bei normalen Ausflügen ins Gelände trägt.

Tobler ist Familienmensch, konsequent, empathisch, kein Adrenalinjunkie, nur ein bisschen. Einer, der Freude am Draußensein hat, der die Natur an sich und Bewegung in der Natur liebt. Als Ausgleich für seinen leitenden Job an der Berner Fachhochschule, Fachgebiet Fahrzeugbau.

Dann der Sturz, über den er mittlerweile emotionslos reden kann: „Eine Welle, es hat mich ausgehoben, durch die hohe Sattelposition war der Überschlag nach vorn unvermeidlich. Beim Aufprall ist der Helm gebrochen, ich habe nicht mehr geschafft mich abzurollen. Als ich wieder aufstehen wollte, habe ich von der Brust abwärts nichts mehr gespürt.“

Der Fachterminus für Querschnittslähmung, die alle vier Extremitäten betrifft, heißt Tetraplegie (sind nur die Beine betroffen, spricht man von Paraplegie). Sebastian hat eine so genannte inkomplette Lähmung: Manche Nervenbahnen sind nicht völlig durchtrennt, irgendwo können sich noch elektrische Impulse durchzwängen.

Wie im normalen Leben gilt bei Querschnittslähmungen ganz besonders: Jeder ist anders. Sebastian Tobler beschreibt sein Körpergefühl so: „Bis zur Brust spüre ich alles ganz normal. Je weiter nach unten es geht, desto weniger Oberflächengefühl ist tendenziell vorhanden. Manchmal bemerke ich mit geschlossenen Augen an einigen

Stellen am Bein, ob mich jemand berührt. Werde ich auf die Füße gestellt, spüre ich so etwas Ähnliches wie Druck. Andere Körperteile antworten überhaupt nicht.“

Die motorische Funktion der Arme und Hände ist bei Tobler – für einen Tetraplegiker – noch sehr gut erhalten: „Mein größtes Problem ist der Kreislauf.“ Ein bekanntes Phänomen: Viele Rollstuhlfahrer brauchen morgens lang, um in Schwung zu kommen. Sebastians Herz schlägt nur

noch mit maximal 98 Schlägen pro Minute, was zu dem bizarren Effekt führt, „dass ich trainieren kann bis mir schwarz vor Augen wird, aber jemand der meine Herzfrequenz überwacht könnte meinen, ich sei noch im grünen Bereich.“

Diese Voraussetzungen – und das Mindset eines Sportlers, der in den ersten vier Jahren im Rollstuhl härter trainiert hat als in den Jahren zuvor – haben Sebastian Tobler zu einem der ersten drei Patien- →



Bei der STIMO-Methode überbrückt ein implantierter Impulsgeber beschädigte Nervenbahnen: Sein Ehrgeiz, durch Training die Fortschritte zu steigern, macht den Querschnittgelähmten Sebastian Tobler zum Musterpatienten.

SO FUNKTIONIERT STIMO

Wie ein in den Körper implantierter Elektro-Stimulator querschnittgelähmten Patienten wieder Hoffnung gibt.

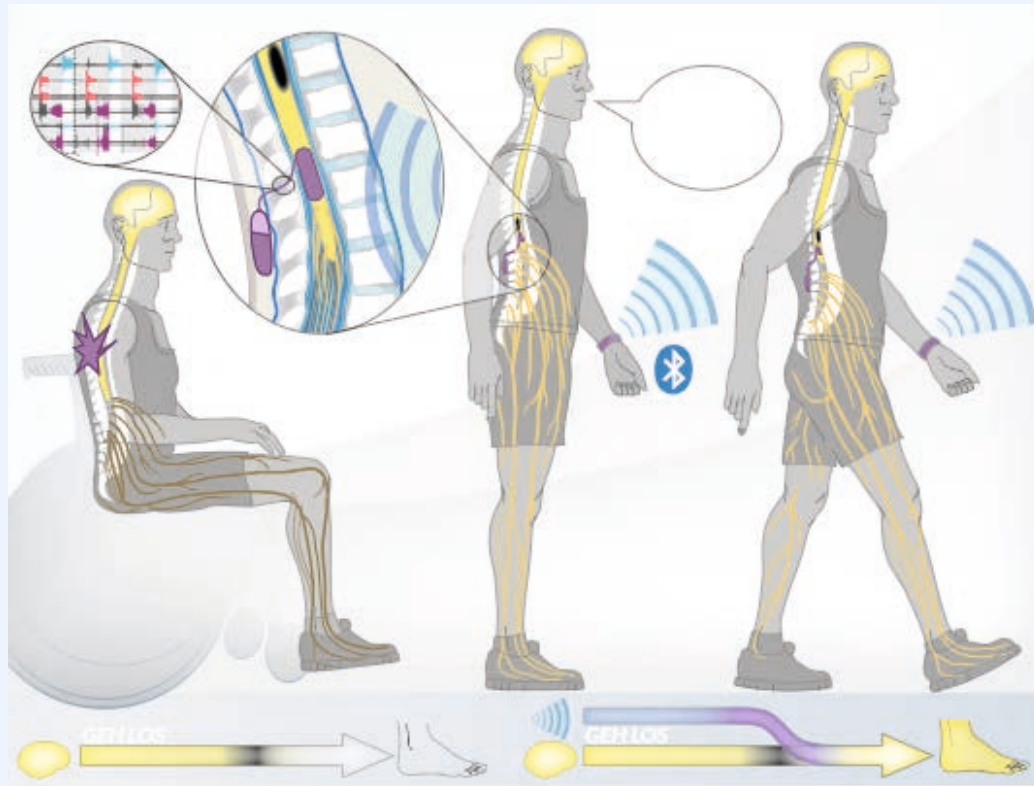
Das beschädigte Rückenmark verhindert, dass die vom Gehirn ausgehenden Impulse in den Extremitäten ankommen.

Ein implantierter Impulsgeber (Neurostimulator) schickt über eine auf der Rückenmarkshaut sitzende Elektrode elektrische Signale (Detail) in den unverletzten Teil des Rückenmarks unterhalb der traumatisierten Stelle, etwa den Befehl zum Losgehen.

Die STIMO-Elektronik wird per Voice-Control-System und über eine Smart-Watch aktiviert und gesteuert.

Der magische Moment:

Die durch die Elektro-Stimulation präzise aktivierten Nervenbahnen „erwachen“ gleichsam und beginnen wieder in Richtung verletzter Stelle zu wachsen.



ten von Professor Grégoire Courtines revolutionärer Methode STIMO gemacht: Dabei bekommt die beschädigte Nervenbahn durch externe Impulse einen Bypass. Ein implantierter Impulsgeber aktiviert dabei präzise jene Nervenbahnen, die die Beine für die Befehle zum Gehen brauchen.

In der Regel trainiert Sebastian Tobler drei Mal pro Woche, im Schnitt 20 Stunden und neben dem normalen 40-Stunden-Job und Familie. Zusätzlich hat er ein Trike für Gelähmte konstruiert, das geländetauglich ist und Arme wie Beine bewegt – letztere mit einem eigenen Programm seines implantierten Geh-Gehirns. Die wichtigen Atemübungen absolviert er zwischendurch, etwa, während er auf Kollegen wartet. „Ich will nicht in meinem Rollstuhl in einem Restaurant sitzen, wenn ich in der gleichen Zeit etwas zur Verbesserung meiner körperlichen Restfunktionen tun kann.“

Salle 3025, dritte Etage des orthopädischen Krankenhauses in der Avenue Pierre Decker, Lausanne. Vor der Tür Krankenhaus-Linoleum und lange Gänge, drinnen Rockmusik. Sebastians Trike im Eck. Eine lange Tischreihe mit Computern, eine Liegefläche, ein Barren. Die Fensterfront nach Süden, zwei Patienten trainieren. Einer, dessen Verletzung weniger gravierend war als die Sebastians, geht unter präziser Kontrolle seiner Physiotherapeutin auf einem Laufband und beobachtet im Spiegel die eigenen Schritte.

Sebastian hat sich umgezogen, seine Betreuerin montiert mit Klettbändern orthopädische Stützen an die Sprunggelenke: „Die Gefahr, dass er beim Gehen umknöchelt, ist ohne sie zu groß.“ Auf der rechten Seite seines Bauches sitzt eine kleine Narbe: Darunter ist der Impulsgeber implantiert. Die Kabel, die zu den Elektroden selbst an

der Wirbelsäule führen, kann man durch seine Haut fühlen.

Tobler setzt sich über die Ellbogen auf, schwingt sich in den Rollstuhl: Klassische Bewegungsmuster eines geübten Gelähmten. Nun wird das Gestell für den FLOAT an ihm befestigt, eine Art Motorkran, der in einer Schiene an der Decke geführt wird und dazu dient, Gewicht von Sebastians noch schwachen Beinen zu nehmen. Jetzt wird das Hilfssystem auf 50 Prozent eingestellt: Bei seinem Körpergewicht von 70 Kilo müssen Sebastians gelähmte Beine 35 Kilo tragen – und in dem Moment, wo er ein Bein vor das andere setzt, eines diesen Wert ganz allein.

Bevor alle zu ehrfürchtig werden, holt sie Professor Courtines Humor ein. Der 44-jährige, der es in der Jugend ein wilder Snowboarder war und es bis in den Kletter-Weltcup geschafft hat, stürmt ins →

Der Traum des Sebastian Tobler
 „Eines Tages möchte ich über einen Waldboden gehen!“ nennt der nach einem Radunfall querschnittgelähmte Sebastian Tobler das Endziel seiner Rehabilitation. Bis es soweit ist, sind Training und Physiotherapie – im Schnitt 20 Stunden die Woche – seine permanenten Begleiter.





Der Sender für den Impulsgeber

Noch sitzt er aussen, doch im nächsten Schritt sollen alle Teile von STIMO implantiert werden – bis hin zu Sensoren im Gehirn, die den Wunsch zu gehen lesen können.

Labor und verströmt geradezu eine Aura der Leichtigkeit. Dobler und Courtine sind ein eingespieltes Team, sie reißen Witze, fast meint man, in den Fitnessraum eines sportlichen Trainingslagers geraten zu sein. Die nächste Stunde ist eine Mischung aus Staunen (die Beobachter), Analyse (das Team) und Kämpfen (Sebastian). Ein Sender wird in einer Bauchtasche um Sebastians Taille geschnallt, dann über Bluetooth per Smartphone angesteuert.

Programm eins: aufstehen. Sebastian erhebt sich mit FLOAT-Unterstützung aus eigener Kraft aus seinem Rollstuhl. Ein berührender Moment, Sebastian Dobler hingegen bleibt ganz cool, mit der Routine tausender bereits absolvierter Wiederholungen: „Am Anfang hatte ich Probleme mit dem Kreislauf und musste mich nach vier Jahren des Sitzens wieder an die neue Optik von hier oben gewöhnen.“ Inzwi-

schen kann er schon eine Hand vom Barren nehmen oder überhaupt frei stehen, bis ihn der Gurt des FLOAT vor dem Umfallen retten muss.

Programm zwei: gehen. Der Impulsgeber, das im Bauch implantierte Gehirn, gibt an den unverletzten Teil des Rückenmarks unterhalb der verletzten Stelle den Befehl zum Losgehen. Das rechte Bein schwingt vor, dann das linke, noch recht ungestüm. Mit jedem Schritt wird es geschmeidiger. Sebastian ist nicht gänzlich ferngesteuert, kontrolliert seine Bewegungen durchaus auch willentlich, und es wird immer besser. Die noch vorhandenen Nerven zu stimulieren und zu kontrollieren: Darum geht es. Außerdem sollen Muskeln an den Beinen aufgebaut werden. Tatsächlich zeichnen sich bereits zarte Muskelpakete unter den Shorts ab, Ergebnis der Mühens. Einmal im Gehen fällt auf, dass Sebastian die Knie

nicht völlig durchstrecken kann: Die elektrische Stimulation aktiviert Muskelbündel im Gesamten und damit manchmal eben auch den Gegenspieler. Man unterschätzt, welch komplizierter Bewegungsablauf der menschliche Gang ist. Sebastian Tobler setzt sich freilich das größtmögliche Ziel: „Eines Tages möchte ich über einen Waldboden gehen.“

Bei Sebastian Toblers steiler Lernkurve, bei künftigen Verbesserungen an der Steuerungselektronik von STIMO und Toblers Trainingsethos scheint es nicht ausgeschlossen, ihn eines Tages tatsächlich mit seiner Familie und auf eigenen Beinen im Wald bei Bern zu begegnen. „Ich sehe nicht die Fortschritte. Ich sehe die Möglichkeiten,“ sagt Sebastian Tobler, bevor er ins Auto steigt.

Präziser lässt sich der Spirit von Salle 3025 nicht zusammenfassen.

„1000 PATIENTEN IN FÜNF JAHREN“

Der französische Wissenschaftler Prof. Grégoire Courtine, Entwickler der revolutionären STIMO-Elektro-Therapie, im Interview.

TERRA MATER: In der ersten Phase haben Sie STIMO, den im Bauchraum implantierten Elektro-Stimulator, drei Patienten implantiert. Wie geht es weiter?

COURTINE: Jetzt sind die nächsten 20 dran, um auf einer statistisch breiteren Basis zu zeigen, dass unser Modell tatsächlich funktioniert. Dazu bekommen wir ein zweites Zentrum wie in Lausanne, brandneu und in den Bergen gelegen.

Wie kamen sie von einer Idee zur Therapie?

Durchbruch eins: Zeige, dass es bei Tieren funktioniert. Verstehe, was du tust. Generiere robuste Daten. Durchbruch zwei: Zeige, dass es auch bei Menschen funktioniert. An diesem Punkt sind wir gerade. Durchbruch drei: 1000 Patienten. Das wollen wir in den nächsten fünf Jahren erreichen. Zuvor brauchen wir die perfekte Hard- und Software: Wir müssen den Apple-Computer der Elektrostimulation entwickeln.

Wie viele Leute arbeiten für Sie?

In Summe sind wir hier rund hundert Spezialisten.

Warum konzentrieren Sie sich aufs Gehen?

Weil wir es am besten verstehen. Zusätzlich reduziert die Verbesserung motorischer Funktionen andere Probleme. Kreislauf. Wundsitzen oder Wundliegen. Temperaturregulierung. Blasenfunktion. Im nächsten Schritt werden wir auch diese Themenfelder gezielt angehen.

Bedeutet konkret?

Gerade die Daten bezüglich Kreislauf-Stabilität lesen sich vielversprechend. Vereinfacht gesprochen könnte man eine Aufwach-Funktion in unser Gerät integrieren. Der Patient drückt morgens auf die Smartwatch, die sein STIMO steuert, und der Kreislauf fährt hoch.



Wie kamen sie auf die Idee mit Elektrostimulation?

Wir haben herausgefunden, dass die Nerven in der Lendenregion Bewegungen steuern. Liegt die Verletzung anderswo, kann das Gehirn die Nerven in der Lendenregion nicht mehr anregen. Vor 15 Jahren haben wir überlegt: Können wir diesen Reiz irgendwie ersetzen? Da kamen wir auf elektronische Impulse.

Wie ein Froschschenkel, den man an eine Batterie klemmt?

Im Prinzip ja, aber viel spezifischer. Wir haben gelernt, wie man präzise Impulse setzt und wo genau die ansetzen müssen. Amerikanische Forscher haben ebenfalls daran gearbeitet, aber nur unsere Stimulation ist so präzise wie einer Schweizer Uhr. Zweiter Punkt: Durch intensives Training wecken wir Nerven unterhalb der ver- →

Grégoire Courtine, 44 geboren in Dijon. Studium der Medizin (Neurologie) und Physik. Diplomarbeit zu den Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen Bewegungsapparat in der Raumstation MIR. Seit 2012 Professor an der Eidgenössischen Technische Hochschule Lausanne (EPFL), speziell am Zentrum für Neuroprothetik. 2009 erhielt Courtine den Schellenberg-Preis für seine Forschung zum Thema Rückenmarksverletzungen.

letzten Stelle auf – plötzlich kommen wieder Impulse zu den Muskeln durch. Jetzt kombinieren wir Elektro-Stimulation und erwachende Nerven – und plötzlich wollen die beiden dasselbe! Nervenbahnen wachsen wieder: Das ist die Magie dahinter.

Kann man dieses Nervenzwachstum zeigen?

Ja, und die Ergebnisse sind spektakulär. Wir haben sie mit fluorisierenden Proteinen eingefärbt, um es anschaulich zu machen. Man kann Ergebnisse aber auch in der Elektrophysiologie messbar machen.

Welche Rolle spielt FLOAT, der Gewichts-Assistent?

Ganz wichtig: Was wir hier machen, ist kein automatisiertes Gehen. Wir machen den Patienten nicht zum Roboter, den wir einschalten. Wenn er geht, arbeitet sein Gehirn mit. Unser Prozess ist so natürlich wie bei einem Kind, das gehen lernt. Und wie hilft man einem Kind? Man reduziert anfangs das Gewicht, das auf seinen Beinen lastet und stabilisiert es, bevor es umfällt. Das macht FLOAT.

Wer hat STIMO entwickelt?

Die Komponenten waren vorhanden, die Programmierung kam von unserem Labor hier in Lausanne. Mit entscheidend ist die exakte Positionierung der Elektroden an der Wirbelsäule. Bevor wir die implantieren, machen wir ein hoch präzises MRI der Region und lokalisieren, welche Nervenbündel wo an den Lendenwirbeln andocken. Dort „montieren“ wir die Elektroden – eine Arbeit im Millimeter-Bereich.

Wie lang dauert die Operation?

Zwei, drei Stunden. Nach zehn Tagen dürfen die Patienten versuchen aufzustehen.

Sie arbeiten seit 15 Jahren an dieser Idee.

Gab es auch Rückschläge?



„Wir machen den Patienten nicht zum Roboter.“

STIMO-Entwickler Prof. Grégoire Courtine mit Sebastian Tobler und dem Gewichtsassistenten FLOAT, der die Gehübungen auf dem Laufband unterstützt.

Täglich – und nicht nur auf der rein wissenschaftlichen Ebene. Ich musste ständig die Idee an sich verteidigen. Es waren die wissenschaftlichen Durchbrüche, die uns immer wieder gerettet haben.

Wie sind Sie ursprünglich auf dieses Themenfeld gestoßen?

Ich habe mich immer gern bewegt, war Extremsportler. Zuerst habe ich Neurologie studiert, danach wollte ich Astrophysiker werden und habe noch ein Physikstudium angehängt. Meine Diplomarbeit hat sich mit den Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen Bewegungsapparat in der MIR-Raumstation beschäftigt. So bin ich nach Los Angeles gekommen, um Fortbewegung genauer zu untersuchen. Das wiederum hat mich mit der Christopher-Reeve-Foundation in Verbindung gebracht, die sich ja mit Querschnittsläh-

mung auseinandersetzt. Die Wissenschaftler dort waren in meinem Alter und hatten ebenfalls ein Faible für Extremsport. Ich habe mich in diesem Umfeld sofort wohl gefühlt und bin beim Thema geblieben.

Wo stehen wir in zehn Jahren?

Ich zitiere meine Neuro-Chirurgin Jocelyne Bloch, die überzeugt ist, dass unsere Behandlungsmethode Standard werden wird. Der nächste Schritt ist, STIMO direkt über ein Brain-Interface zu steuern. Alles was man dazu braucht, sind ein paar Elektroden, man ins Gehirn implantiert und die die Geh-Befehle an den Stimulator weiterleiten. Bei Versuchen mit Affen habe ich das bereits zum Funktionieren gebracht. Als nächstes will ich es auf den Menschen umlegen.