



# Kleiner Stich mit grosser Wirkung

**IMPfstoffe** Jeder kennt ihn, den kleinen Piks. Doch was geschieht beim Impfen genau? Ein Überblick über die verschiedenen Impftechniken und Impfstoffe, bei deren Herstellung die Gentechnik eine immer wichtigere Rolle spielt. **Text: Ruth Jahn**

**Der Effekt** des Impfens lässt sich vergleichen mit einer Krankheit, die man durchmacht. Impfungen erzeugen im Körper eine spezifische Immunität gegen Viren oder Bakterien. Das heisst: Der Geimpfte ist für eine gewisse Zeit, manchmal für das ganze Leben, vor der Ansteckung durch diesen Krankheitserreger geschützt. Diese Immunität lässt sich im Körper entweder aktiv oder passiv erzeugen.

**Bei einer aktiven Immunisierung** (hier spricht man von eigentlicher «Impfung») werden abgetötete oder abgeschwächte Erreger oder deren unschädlich gemachte Gifte verabreicht. Unser körpereigenes Immunsystem wird sozusagen mit einer harmlosen Variante des Erregers respektive seines Giftes in Kontakt gebracht. Das System registriert charakteristische Strukturen des Keims oder seines Gifts und produziert spezifische Antikörper, die zusammen mit den weissen Blutkörperchen fortan Wache halten. Die Antikörper passen wie ein Schlüssel zu den Strukturen auf der Oberfläche der Erreger. Dadurch kleben die Eiweisse an den Eindringlingen. Beim Kontakt mit dem betreffenden Krankheitskeim wird dieser sofort als unerwünscht erkannt und eliminiert. Die Folge: Der Betroffene ist gegen den Erreger immun geworden.

Bei einer passiven Immunisierung werden fertige Antikörper oder Antitoxine gespritzt, die gegen einen Erreger wirken. Das Immunsystem braucht also keine eigenen Antikörper zu produzieren: Es kann passiv bleiben. Zwar hält der Impfschutz bei passiven Impfungen nur wenige Wochen an, dafür setzt er sofort ein: Ein zwei-

ter Kontakt zum Erreger ist nicht nötig. Die passive Immunisierung wenden Ärzte etwa nach dem Biss eines tollwütigen Tieres an, oder um jemanden nach einer Verletzung vor dem Tetanus-Erreger zu schützen. Heute werden hierzu sogenannte humanisierte Antikörper verwendet – von Tieren stammende Antikörper, die mit Hilfe gentechnischer Verfahren menschlichen Antikörpern ähnlich gemacht werden. Oder es werden Antikörper

gespritzt, die von Menschen stammen, die die betreffende Erkrankung bereits durchgemacht haben.

Sogenannte Lebendimpfstoffe enthalten Erreger, die sich vermehren können. Krank machen sie nicht, sie können allerdings zu leichten Beschwerden führen. Ein Beispiel dafür sind die Impfmastern, die in der Regel harmlos verlaufen. Für die Impfung werden abgeschwächte Erreger ausgewählt, die ihre krank machenden

## HINTERGRUND

### Kleine Geschichte des Impfens

**Indische Brahmanen** sollen erstmals auf die Idee einer Impfung gekommen sein: Sie rieben ihren Versuchspersonen ein wenig vom Inhalt eines getrockneten Pockenbläschens unter die Nase oder in die angeritzte Haut. Die Methode kam im 18. Jahrhundert nach Europa, funktionierte aber mehr schlecht als recht: Viele der Behandelten starben.

**Dem Prinzip der Impfung** zu mehr Beachtung verhalf Edward Jenner. Der englische Landarzt führte 1796 ein riskantes Experiment durch: Er infizierte einen Achtjährigen absichtlich mit den weniger gefährlichen Kuhpocken und einige Wochen später mit echten Pocken. Der kleine James litt zwar an einer lokalen Pockenreaktion an der Impfwunde, gegen die echten Pocken hingegen war er durch die Behandlung mit den Kuhpocken immun geworden. Jenner nannte seine Impfung Vaccination (lat. «vaccinus»: «von Kühen stammend»).

**Dass Bakterien und Viren** die Ursache von Infektionskrankheiten sind, wusste Jenner noch nicht. Erst die Versuche des Franzosen Louis Pasteur und des Deutschen Robert Koch konnten Mitte des 19. Jahrhunderts nachweisen, dass Keime die Auslöser von Krankheiten wie Tuberkulose sind. Pasteur entwickelte Impfstoffe gegen Milzbrand, Geflügelcholera und Tollwut.

**In vielen Ländern** wurden wenige Jahre später erste Impfprogramme gestartet. Dabei kam es auch zu schwerwiegenden Folgen: So starben 1930 bei der «Lübecker Impfkatastrophe» 77 Babys nach einer Tuberkuloseimpfung. Der Impfstoff war mit krank machenden Tuberkulosebazillen verunreinigt. Ab 1950 entwickelten Pharmafirmen Impfstoffe gegen diverse Infektionskrankheiten, die zu einem Rückgang vieler Krankheiten führten. Seit 1967 macht sich die Weltgesundheitsorganisation für internationale Impfprogramme stark.

**Die Kinderlähmung (Polio)** konnte dank weltweiten Impfprogrammen fast überall zurückgedrängt werden. In den letzten Jahren kam es jedoch in Ländern wie Indien und Nigeria wieder zu Epidemien. Die Pocken hingegen sind ausgerottet: 1977 kam es in Somalia zum letzten Pockenfall.

Eigenschaften verloren haben. Abgeschwächte Impfstämme von Viren werden in Hühnerembryonen oder menschlichen Zelllinien vermehrt, Impfstämme von Bakterien in Kulturen dieser Bakterien. Die Impfstämme können auch durch gentechnische Manipulation abgeschwächt werden, indem einzelne Gene aus dem Erbgut des Erregers entfernt werden. Lebendimpfstoffe werden zum Schutz vor Viren eingesetzt, die Röteln, Mumps, Masern oder Windpocken auslösen.

**Totimpfstoffe** enthalten abgetötete Erreger, die in Hühnerembryonen oder Zelllinien vermehrt, gereinigt und abgetötet werden. Da Totimpfstoffe eine schwächere Immunantwort auslösen als lebende, enthalten sie eine höhere Konzentration der Erreger. Impfungen mit Totimpfstoffen sind etwa Impfungen gegen Kinderlähmung oder FSME (Frühsommer-Meningoenzephalitis, siehe «Hirnhautentzündung», Seite 36).

Totimpfstoffe, die nur Teile von Erregern enthalten, heissen Spaltimpfstoffe. Hier kommt die Gentechnik zum Einsatz: Hefezellen etwa wird ein Gen für einen Baustein aus der Hülle eines Virus eingesetzt, worauf die Hefe diesen Baustein massenweise produziert. Ein Beispiel dafür ist die Impfung gegen Humane Papillomaviren (siehe «Krebsvorsorge», Seite 30). Grippeimpfstoffe sind meist Spaltimpfstoffe, werden aber meist auf Hühnerembryonen produziert; ebenso die Hepatitis-B-Impfung oder die Impfung gegen Keuchhusten.

Bei Konjugat-Impfstoffen werden Teile der Hülle des Erregers an ein Trägereweiss gebunden. Gewisse Bakterien tragen auf der Oberfläche Zuckermoleküle, und Impfstoffe, die auf den Zuckern basieren, sind zwar bei Erwachsenen wirksam, nicht aber bei Kindern unter zwei Jahren. Dadurch, dass die Zuckermoleküle an ein Trägereweiss gekoppelt werden, kann das Immunsystem der Kinder reagieren und eine Immunität aufbauen. Konjugat-Impfstoffe kommen gegen *Haemophilus influenzae b* (Hib), Pneumokokken und Meningokokken zum Einsatz – Bakterien, die Hirnhautentzündung auslösen.

Auch Gifte der Krankheitserreger können für Impfungen verwendet werden. Und zwar dann, wenn nicht der Erreger krank macht, sondern sein Gift. Auf zuvor entgifteten Toxinen bauen zum Beispiel die Impfungen gegen Diphtherie oder Tetanus auf.

**DNS-Impfstoffe** befinden sich noch in der Entwicklung. Solche Impfstoffe enthalten Stücke des Erbguts (DNS) der Viren oder Bakterien, die zuvor gentechnisch verändert wurden. Das Prinzip der Impfung funktioniert so: Die Erbgutinformationen des Virus gelangen mit der Impfung in die menschlichen Zellen – und darauf stellt der Körper seinen Impfstoff quasi selbst her. Die Zellen vervielfachen das Virenerbgut und produzieren, gemäss der DNS-Bauanleitung, Eiweisse, transportieren diese nach aussen und kleben sie an die Zellaussenwand. Da die Eiweisse die gleiche Struktur wie die Erregereiweisse haben, wird im Körper eine Immunantwort ausgelöst. Ähnliches geht vor, wenn wir eine Viruserkrankung durchmachen.

Der Vorteil der Methode liegt in der einfachen Herstellung des Impfstoffs und im langwährenden Kontakt des Immunsystems mit den Bestandteilen des Erregers. Mögliche Risiken sind Schäden am Erbgut der menschlichen Zellen oder ein ungewollter dauerhafter Einbau des Erregerebguts. Forscher testen derzeit DNS-Impfstoffe gegen Aids-auslösende HI-Viren, Grippeviren oder das Masernvirus.

**Verabreicht werden Impfstoffe**, indem man sie in einen Muskel oder in die Unterhaut spritzt. Der Impfstoff wird dort vom Immunsystem aufgenommen, in die Lymphdrüsen transportiert, und die Immunantwort wird eingeleitet. Eine weitere Möglichkeit ist die Schluckimpfung. Viele Erreger dringen über die Schleimhäute ein, über die Atemwege oder den Darm, wie der Erreger der Kinderlähmung (Polio). Auch die Impfung durch die Nase soll den natürlichen Infektionsweg imitieren: Masern- oder Grippeimpfungen könnten künftig per Spray verabreicht werden. Der Impfstoff wird somit dort aufgenommen, wo die Immunantwort wirken soll. ■

## Tinnitus - Ohrensausen

**Neue Studien belegen: Selbstbehandlung mit Softlaser ist erfolgreich!**

Nachdem in den vergangenen Jahren bereits über 20'000 Betroffene von Tinnitus und ähnlichen Innenohrerkrankungen wie tinnitusbedingter Schwerhörigkeit, Druck im Ohr, Morbus Ménière (Schwindel), Hörsturz und Hörverzerrung erfolgreich mit dem **TinniTool® EarLaser-System** behandelt wurden, belegen jetzt zwei neue klinische Studien den Erfolg der Lasertherapie: Das Zentrum für Behandlung von Tinnitus der HNO-Abteilung der Klinik von Piacenza hat, im Rahmen einer Doppel-Blind-Studie, einen Behandlungserfolg bei rund 88% aller Betroffenen festgestellt. Im Weiteren hat eine Studie der Mailänder Universitätsklinik San Raffaele aufgezeigt, dass mit dem **TinniTool® EarLaser** Anzahl und Dauer von Schwindelanfällen bei Morbus Ménière signifikant reduziert werden kann.

Die täglich ca. 20-minütige Anwendung erfolgt vom Betroffenen selbst, bequem und kostengünstig zu Hause (ohne Fachkenntnisse) und ist völlig sicher und schmerzlos. Das konzentrierte Licht des EarLasers stimuliert die Zuckerverbrennung und verbessert somit die ATP-Versorgung der Zellen. ATP (Adenosintriphosphat) ist eine Schlüsselsubstanz der menschlichen Körperzellen. Die Regeneration der unterversorgten und damit geschädigten Hörsinneszellen kann somit mit der Softlasertherapie beschleunigt werden. Der batteriebetriebene EarLaser sitzt bequem am Kopf und kann genau in die zu behandelnde Ohrzone eindringen. Der Laserstrahl durchdringt selbst tiefere Unterhautschichten und wirkt so als heilsame Biostimulation direkt auf den Stoffwechsel im Ohr.



**TinniTool® EarLaser**  
CHF 460.- oder  
Miete für 3 Monate:  
CHF 229.-

**DisMark GmbH**  
Rellikonstrasse 7  
CH-8124 Maur  
Tel: 043 / 366 06 66  
info@tinnitus-hilfe.ch  
www.tinnitus-hilfe.ch