

Akustische Stimuli zur Reduzierung von Stottern – Forschungserkenntnisse

Hintergrund: Ablenkung als Ansatz gegen Stottern

Neurowissenschaftliche und sprechwissenschaftliche Forschung zeigt seit Jahrzehnten, dass bestimmte akustische Veränderungen beim Sprechen sofort die Stottersymptomatik verringern können. Schon früh wurde beobachtet, dass Personen, die stottern, unter **fluency-inducing conditions** wie gemeinsamem Sprechen (Chorsprechen) oder Singen nahezu flüssig sprechen – teils über 90 % weniger Stottern gegenüber normalem Sprechen ¹. Allgemein gilt: **Ablenkung durch veränderte akustische Rückmeldung** kann Stotterern spontan zu flüssigerem Sprechen verhelfen ². Dazu zählen etwa laute Geräusche, die das eigene Gesprochene überdecken, oder technische Veränderungen der eigenen Stimme (z.B. Verzögerung oder Tonhöhenverschiebung) ². Im Folgenden werden die wichtigsten akustischen Stimuli und Frequenzbereiche vorgestellt, die in der Forschung als vielversprechende „Ablenkungen“ zur Stotterreduktion identifiziert wurden, zusammen mit optimalen Parametern für die Anwendung.

Verzögertes auditives Feedback (Delayed Auditory Feedback, DAF)

Eine sehr bekannte Methode ist das **verzögerte Hören der eigenen Stimme**. Dabei hört die Person ihre eigene Sprache mit einer kurzen Verzögerung über Kopfhörer – ähnlich einem Echo. Studien zeigen, dass selbst **sehr kurze Verzögerungen um ca. 50–75 ms** deutliche Verbesserungen bringen ³. Kalinowski et al. (1996) fanden z.B., dass 50 ms die kürzeste Verzögerung war, die eine maximale Stotterreduktion bewirkte ³. In neueren Experimenten erreichte eine Verzögerung von **75 ms** alleine durchschnittlich etwa **35 % weniger Stotterereignisse** ⁴. Wichtig ist, dass die Verzögerung nicht zu kurz und nicht zu lang gewählt wird. Eine Untersuchung mit verschiedenen Verzögerungen bestätigte, dass **50 ms** Verzögerung zwar schon half, aber deutlich **weniger Reduktion** erzielte und statistisch nicht vom Normalhören zu unterscheiden war, während **75 ms** deutlich effektiver war ⁵.

Längere Verzögerungen (z.B. 200–300 ms, wie in einigen älteren Studien genutzt) können zwar ebenfalls Stottern verringern ⁶, gehen aber mit unerwünschten Nebenwirkungen einher. Bei **sehr langen Delays (≥ 200 ms)** verlangsamt sich nämlich meist automatisch die Sprechrate, und das Sprechen klingt unnatürlich echohaft ⁷. Für den Alltagsgebrauch sind deshalb **kürzere Verzögerungen um ca. 50–100 ms** vielversprechend – sie lenken das Gehirn genug ab, ohne die natürliche Sprechgeschwindigkeit stark zu beeinträchtigen ⁷. Insgesamt ist DAF einer der bestuntersuchten Ansätze: Bereits Lee (1950) zeigte den Effekt; neuere Geräte nutzen kurze Echo-Verzögerungen und berichten unmittelbar 30–60 % flüssigeres Sprechen im Durchschnitt, mit individuellen Unterschieden.

Optimale Parameter: Auf Basis der Forschung sind **ca. 50–75 ms Delay** ein guter Ausgangspunkt. Bei Monologsprechen könnten etwas längere Delays (um ~100 ms) nötig sein als beim abgelesenen Sprechen, um den gleichen Effekt zu erzielen ⁶. Verzögerungen deutlich über 150–200 ms sollten vermieden werden, da sie zwar fluency-inducing wirken, aber meist die Sprachmelodie und -geschwindigkeit

unnatürlich verändern ⁷ . Wichtig ist auch, dass die Rückmeldung laut genug ist, um wahrgenommen zu werden (typisch in normaler Gesprächslautstärke, ~70 dB), aber nicht so laut, dass sie stört.

Frequenzverschobenes Feedback und Chorsprechen-Effekt (Frequency Altered Feedback, FAF)

Ein verwandter Ansatz ist, zusätzlich zur Verzögerung die **Tonhöhe der zurückgespielten Stimme** leicht zu verändern. Durch solche Frequenzverschiebung bekommt der Sprechende den Eindruck, **mit einer zweiten Person im Chor zu sprechen** – etwa indem die eigene Stimme etwas tiefer oder höher erklingt, als würde eine andere Person gleichzeitig sprechen ⁸ . Dieses simulierte Chorsprechen ist äußerst effektiv: Tatsächliches gleichzeitiges Sprechen mit jemand anderem kann das Stottern schlagartig um ~90–100 % reduzieren ⁹ , und technische Hilfen versuchen, diesen Effekt nachzuahmen.

In der Forschung nennt man das **Altered Auditory Feedback (AAF)**, wenn Verzögerung und Frequenzshift kombiniert werden. Ein Beispiel: In einer Studie mit dem Pocket Speech Lab-Gerät wurden **0,5 Halbton-Oktaven Tieferlegung** (etwa eine Halbierung der Frequenz) plus **75 ms Verzögerung** getestet. Diese Kombination erreichte im Schnitt eine **44 % Reduktion dysfluenter Wörter** – mehr als jede andere getestete Einstellung ⁴ . Zum Vergleich brachte derselbe Delay ohne Frequenzverschiebung ~35 % Verbesserung ⁴ . Auch eine kleinere Pitch-Verschiebung (Studie Stuart et al. 2004: **60 ms Verzögerung + ca. 500 Hz tiefer** gelegt) führte zu **67 % Stotterreduktion** unmittelbar ¹⁰ . Offenbar verstärkt der Tonhöhenunterschied den Ablenkungs- und Choreffekt. Interessanterweise schien in einer Untersuchung ein **nach unten verschobener** Ton (tiefere Stimme) noch etwas effektiver zu sein als nach oben ¹¹ – vermutlich weil ein tiefer “Zweitsprecher” vom Gehirn als stärker unterschiedlich wahrgenommen wird. Allerdings wirken auch **höhere** Frequenzverschiebungen positiv; beide Varianten schaffen den Eindruck einer zweiten Stimme und können die Sprechflüssigkeit steigern ¹² .

Optimale Parameter: Ein **Pitch-Shift von etwa einer halben Oktave** (entspricht ~4–6 Halbtontschritten) nach unten hat sich als wirksam erwiesen ⁴ . Alternativ wird in kommerziellen Geräten oft ein fester Frequenzversatz (z.B. +500 Hz oder -500 Hz) genutzt, was einer leichten Verschiebung der Formanten entspricht ¹⁰ . Wichtig ist, dass der Frequenzshift nicht so groß ist, dass die Stimme völlig unnatürlich klingt – sie sollte noch als eigene Stimme erkennbar bleiben, aber wie eine zweite Person. Meist genügen **±0,5 Oktaven** Verschiebung. Diese Frequenzmanipulation wird idealerweise **mit einem kurzen Delay (50–100 ms)** kombiniert, da beide Effekte zusammen die größte Ablenkung bieten.

Rhythmische auditive Reize (Metronom-Effekt)

Nicht nur die Veränderung des eigenen Stimmklangs, sondern auch **externe rhythmische Signale** können das Gehirn vom Stottern ablenken. Ein klassisches Beispiel ist das **Sprechen mit einem Metronom-Takt**. Schon seit langer Zeit ist bekannt, dass stotternde Personen viel flüssiger sprechen, wenn sie ihre Worte an einen regelmäßigen Takt koppeln (z.B. jedes syllable auf einen Klick). Aktuelle Studien bestätigen diesen **Metronom-Effekt**: *„Das Sprechen zum Schlag eines Metronoms erhöht die Sprechflüssigkeit bei Stotternden zuverlässig, unabhängig vom Schweregrad“* ¹³ . Im Grunde fungiert der Tick-Tack als externe Timing-Hilfe, die die normalerweise variable Eigenkontrolle ersetzt und so die unwillkürlichen Blockaden überdeckt. Interessanterweise müssen die Reize nicht unbedingt auditiv sein – auch optische oder tactile rhythmische Signale können das Sprechen flüssiger machen, solange ein stabiler Takt vorgegeben wird ¹⁴ . Akustisch ist es jedoch am einfachsten umzusetzen.

Optimale Parameter: Der Taktrate sollte alltagstauglich sein – also weder extrem langsam noch stressig schnell. Oft wird ein Tempo gewählt, das grob der natürlichen Syllabenrate entspricht, z.B. **2–4 Schläge pro Sekunde** (120–240 BPM), weil dies einer typischen Sprechgeschwindigkeit nahekommt. In der Praxis hat sich ein Metronom von ~90–120 BPM in Therapieansätzen bewährt, um das Sprechen zu rhythmisieren und zu verlangsamen, aber für Alltagssprache könnte ein etwas höherer Takt nötig sein, damit die Sprache nicht unnatürlich gedehnt wirkt. Wichtig ist, dass der Ton **dezent** ist (leise Klicks oder Taps), damit er im Alltag nicht stört – beispielsweise ein leiser Klickton im Ohrhörer, den der Sprechende hört, aber andere kaum wahrnehmen. Studien zeigen, dass diese **rhythmische Stimulation** die Variabilität der Sprechbewegungen bei Stotternden reduziert und sie auf das Niveau flüssiger Sprecher bringen kann ¹⁵ ¹⁶. Der metronomische Reiz dient somit als kontinuierliche, unaufdringliche Ablenkung und Taktgeber für das Gehirn, was das Stottern deutlich mindern kann.

Binaurale Beats und neuronale Frequenz-Entrainment

Ein neuerer neurowissenschaftlicher Ansatz zielt darauf ab, das Gehirn durch akustische **Schwebungen (binaurale Beats)** in bestimmten Frequenzbändern zu stimulieren. Binaurale Beats entstehen, wenn man auf jedes Ohr einen geringfügig verschiedenen Ton gibt – das Gehirn nimmt dann die Differenzfrequenz als rhythmische Pulsation wahr. Diese Methode kann Gehirnwellen in bestimmten Frequenzen „mitziehen“ (Entrainment). In einer Studie von 2023 wurde untersucht, ob binaurale Beats die Sprechflüssigkeit bei Stotterern verbessern können. Die Forscher nutzten ein speziell komponiertes Audiosignal mit **drei Frequenzkomponenten (Delta ~3 Hz, Theta ~7 Hz und Beta ~21 Hz)** als binaurale Beats ¹⁷. Diese Frequenzen liegen in Bereichen, die mit Entspannung (Delta/Theta) bzw. wacher Aufmerksamkeit (Beta) assoziiert sind. Um den Klang angenehmer und alltagstauglich zu machen, wurde der Beat in **hintergründige Musik mit Gesang** eingebettet – so dass auch Sprachverarbeitungscentren aktiviert werden ¹⁸. Die Gesamtlautstärke wurde moderat bei ~73 dB gehalten, was in Tests als komfortabel und nicht ablenkend empfunden wurde ¹⁹.

Die Ergebnisse sind vielversprechend: Bereits **5 Minuten** dieses binauralen Audio-Stimulus führten direkt danach zu einer **deutlichen Flüssigkeitssteigerung**. Konkret sank die Stotterhäufigkeit im Durchschnitt auf **~75 % des Ausgangswerts** (also ca. 25 % weniger Dysfluenten) unmittelbar nach der Stimulation ²⁰. Gleichzeitig stieg die Sprechrate auf ~133 % des Ausgangswerts – die Probanden sprachen also flüssiger und schneller ²⁰. Interessanterweise zeigten EEG-Messungen, dass sich **die Beta-Gehirnwellenleistung im linken Frontotemporal- und Temporoparietal-Kortex** (Sprachverarbeitungsareale) signifikant erhöhte ²¹. Die Forscher interpretieren dies so, dass die binauralen Beats das Gehirn in einen Zustand versetzen, der flüssiges Sprechen begünstigt – vermutlich durch gesteigerte Aufmerksamkeit oder Stabilisierung der neuronalen Sprechsteuerung (Beta-Aktivität wird mit kognitiver Fokus und motorischer Kontrolle in Verbindung gebracht). Die Verbesserung der Fluency korrelierte direkt mit dem Anstieg dieser Beta-Leistung ²¹. Zudem berichteten die Probanden über **weniger Stress** nach der akustischen Stimulation ²¹, was darauf hindeutet, dass solche Klänge auch die Anspannung beim Sprechen reduzieren können.

Optimale Parameter: Binaurale Beats müssen *personalisiert* werden – die 2023er Studie deutet an, dass die **optimale Frequenz individuell unterschiedlich** sein könnte ²². Als Ausgangspunkt scheinen jedoch **niedrige Frequenzen (Delta/Theta) kombiniert mit einer Beta-Komponente (~20 Hz)** sinnvoll, um Entspannung und zugleich erhöhte Sprech-Aufmerksamkeit zu fördern. Die Lautstärke sollte im **mittleren Bereich (~70 dB)** liegen ¹⁹: genug, um wirksam zu sein, aber nicht so laut, dass Umgebungsgeräusche komplett überdeckt werden. Die Verwendung eines **angenehmen Trägersignals** (z.B. leise Musik oder Naturklänge) kann die Akzeptanz erhöhen, sodass das Hören im Alltag nicht als störend empfunden wird.

¹⁸ . Binaurale Beats könnten z.B. über Kopfhörer im Hintergrund laufen, während der Betroffene spricht – als unaufdringliche, kontinuierliche Ablenkung auf neuronaler Ebene. Dieser Ansatz ist noch neu, zeigt aber erstmals, dass direktes EEG-Feedback (Beta-Power-Anstieg) mit flüssigerem Sprechen einhergeht ²¹ .

Maskierendes Rauschen (auditive Maskierung)

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass **weißes Rauschen oder breitbandiger Klang** im Ohr des Sprechers eine weitere klassische Methode ist, um Stottern zu unterbrechen. Schon in den 1950er Jahren entdeckte man, dass stotternde Personen fast flüssig sprechen können, wenn sie ein lautes Rauschen hören, das das eigene Wort überlagert. Dieses **Masking Noise** verhindert, dass der Sprechende sein Stottern auditiv mitbekommt, und unterbricht damit den Teufelskreis aus Erwartungsangst und Kontrollversuchen. Tatsächlich gehörte lautes Rauschen (ähnlich Radio-Statik) zu den frühesten „Hilfsmitteln“ gegen Stottern. Allerdings ist dieser Ansatz **im Alltag kaum praktikabel** – man kann nicht dauerhaft ein lautes Geräusch tragen, ohne die Kommunikation mit anderen zu stören. Moderne Varianten versuchen daher, das Rauschen selektiv einzusetzen, z.B. nur in dem Moment eines drohenden Blocks ein kurzes Geräusch einzuspielen. Frequenzspezifische Ansätze – etwa **ein schmalbandiges Rauschen in einem bestimmten Frequenzbereich** – wurden ebenfalls diskutiert, um weniger störend zu sein. Zum Beispiel könnte ein **hochfrequentes Rauschen** verwendet werden, das das Sprachverständnis weniger beeinträchtigt (weil Sprachinformationen eher in tieferen Frequenzen liegen). Allerdings gibt es hierzu wenig konkrete Forschungsergebnisse in der neueren Literatur; meist wird entweder breitbandiges Rauschen oder gar kein Rauschen verwendet. Entscheidend ist: Das Signal muss **stark genug** sein, um die auditive Selbstwahrnehmung zu überdecken ² . In der Praxis wären dauerhafte Geräusche trotz Wirksamkeit wahrscheinlich als zu ablenkend für den Alltag empfunden. Daher setzt man heute eher auf die oben genannten, *gezielteren* akustischen Stimuli (DAF/FAF, Rhythmusreize, Beats), die selektiv das Sprechen beeinflussen, anstatt alle Geräusche zu überdecken.

Fazit: Alltagsbalancierte Stimulierung des Gehirns

Zusammenfassend haben sich mehrere akustische Stimuli als vielversprechend erwiesen, um stotterndes Sprechen durch Ablenkung des Gehirns flüssiger zu machen:

- **Verzögertes eigenes Sprachsignal (DAF):** Ein Echo von ~50–100 ms der eigenen Stimme im Ohr kann das Stottern deutlich verringern, ohne die Verständlichkeit zu beeinträchtigen ³ ⁷ . Dies lenkt den Sprecher von der unmittelbaren Selbstbeobachtung ab und „trick“ das Gehirn aus, indem es den auditorischen Kontrollloop verändert.
- **Tonhöhenveränderung der Stimme (FAF/Chor-Effekt):** Eine moderate Frequenzverschiebung (z.B. eine halbe Oktave tiefer) zusammen mit leichtem Delay erzeugt den Eindruck, man spreche synchron mit jemand anderem – ein Zustand, in dem Stottern nahezu verschwindet ⁴ . Geräte, die Delay + Pitch-Shift bieten, konnten in Studien Fluency-Steigerungen von 30–60% erzielen ⁴ ¹⁰ . Wichtig ist hierbei, den Shift so zu wählen, dass er das Gehirn maximal ablenkt (tiefe zweite Stimme scheint etwas vorteilhafter) ¹¹ , aber das Umfeld akustisch nicht irritiert (diese Veränderungen hört ja nur der Nutzer über einen Ohrstöpsel).
- **Rhythmische akustische Stimuli:** Ein sanfter, regelmäßiger Takt (Metronom-Klick) kann das Timing-Netzwerk im Gehirn stabilisieren. Indem man seine Silben im Takt spricht, wird die spontane

Variabilität reduziert und die Fluency steigt zuverlässig bei praktisch allen Stotternden ¹³. Für den Alltag müsste dieser Taktgeber unauffällig sein (z.B. ein vibrierendes Metronom am Handgelenk oder ein leiser Ton im Ohr). Das **Frequenzspektrum des Metronomtons** ist weniger entscheidend – hier geht es um zeitliche Frequenz (Schläge pro Minute). Ein Frequenzbereich des Klicksounds, der gut hörbar ist aber Sprache nicht maskiert (viele Geräte nutzen z.B. einen Klick mit überwiegend mittleren Frequenzen ~500–1000 Hz), ist sinnvoll. Die **Tempo-Frequenz** sollte an normales Sprechtempo angepasst sein (ca. 2–4 Hz).

- **Binaurale Beats / neuronales Entrainment:** Durch speziell designte Audiofrequenzen, die **Delta-, Theta- und Beta-Wellen** stimulieren (z.B. 3 Hz, 7 Hz, 21 Hz gleichzeitig), kann man das Gehirn in einen günstigeren Zustand versetzen ¹⁷. Erste Studien zeigen ~25 % weniger Stottern unmittelbar nach 5 Minuten solcher Stimulation ²⁰. Dieses Verfahren wäre relativ einfach in Software umzusetzen – etwa als Hintergrundsound in Kopfhörern. Frequenzparameter lassen sich anpassen; aktuell scheint eine **Beta-Beat-Komponente (~20 Hz)** wichtig zu sein, um die für flüssige Sprache erforderliche Hirnaktivität zu fördern ²¹. Die akustischen Trägerfrequenzen (die Töne, aus denen der Beat besteht) liegen meist im niedrigen bis mittleren akustischen Bereich (unter 170 Hz in der genannten Studie, per Low-Pass-Filter begrenzt ²³ ²⁴, damit die Beats sauber wirken). Für den Hörer klingt das Ergebnis wie ein leises, monotones Flattern in einem Musikstück.

Abschließend lässt sich sagen, dass **Ablenkung durch Audio** ein valider Ansatz ist, um Stottern zu reduzieren. Die **Kunst besteht darin, einen Stimulus zu finden, der stark genug das Sprachzentrum stimuliert, aber den Sprecher im Alltag nicht übermäßig stört**. Die Forschung liefert Anhaltspunkte: Ein leichter Echo-Effekt und/oder zweiter *Stimmenklang* im Ohr, gepaart mit einem sanften Takt oder Hintergrundton, könnte eine optimale Kombination sein. Wichtig sind Feineinstellungen – z.B. Delay im zweistelligen Millisekundenbereich, moderate Lautstärke um ~70 dB, ein Frequenzmuster das das Gehirn involviert (etwa Sprachfrequenzen oder rhythmische Komponenten in ~3–20 Hz Bereich). Solche Parameter gilt es in der Software flexibel zu halten, da individuelle Unterschiede bestehen. Einige Stotternde sprechen auf bestimmte Frequenzen besser an als auf andere ²², und je nach Stottertyp (entwicklungsbedingt, neurogen etc.) könnten Anpassungen nötig sein.

Die **vielversprechendsten Parameter** aus heutiger Sicht sind also: **Verzögerungen um ca. 50–100 ms, Tonhöhenverschiebungen um einige hundert Hz oder eine halbe Oktave, regelmäßige Taktimpulse im niedrigen Hz-Bereich** (2–4 Hz für das Timing) und ggf. **binaurale Modulationen im Theta- und Beta-Band** zur neuronalen Unterstützung. Mit einer gut gewählten Balance – genügend Stimulus, um das Stottern zu "überlagern", aber dezent genug für den Alltag – lässt sich das Gehirn beim Sprechen stimulieren, sodass die Konzentration weg vom Stottern und hin zum Sprechrhythmus gelenkt wird. Die beschriebenen Forschungsergebnisse bieten eine Grundlage, um eine solche Software praktisch umzusetzen und in iterativen Tests weiter zu optimieren.

Quellen: Die obigen Angaben basieren auf aktuellen Studien und Übersichtsarbeiten zur Stottertherapie und auditiven Rückmeldung, u.a. Antipova et al. 2008 (Journal of Fluency Disorders) ⁴, Kalinowski & Stuart 1996 ³, Andrews et al. 1982 ¹, Wiltshire et al. 2024 (PLoS ONE) ¹³ sowie Chernetchenko et al. 2023 (Brain Sciences) ²¹ ¹⁷, die detailliert in den Fußnoten referenziert sind.

- 1 Stuttering: speech pattern characteristics under fluency-inducing conditions - PubMed
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7120960/>
- 2 8 (PDF) Effects of delayed auditory feedback and frequency-shifted feedback on speech control and some potentials for future development of prosthetic aids for stammering
https://www.researchgate.net/publication/5591827_Effects_of_delayed_auditory_feedback_and_frequency-shifted_feedback_on_speech_control_and_some_potentials_for_future_development_of_prosthetic_aids_for_stammering
- 3 Stuttering amelioration at various auditory feedback delays and speech rates - PubMed
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8944848/>
- 4 5 6 7 10 11 12 doi:10.1016/j.jfludis.2008.09.002
http://www.csun.edu/~ainslab/readings/Victor/Antipova_2008_Effects%20of%20altered%20auditory%20feedback.pdf
- 9 Conflicting Evidence for a Motor Timing Theory of Stuttering: Choral ...
https://pubs.asha.org/doi/10.1044/2024_JSLHR-24-00405
- 13 15 16 Speaking to a metronome reduces kinematic variability in typical speakers and people who stutter | PLOS One
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0309612>
- 14 Studies on the metronome effect on stuttering - ScienceDirect.com
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0005796769900333>
- 17 18 19 20 21 22 23 24 (PDF) Effects of Binaural Beat Stimulation in Adults with Stuttering
https://www.researchgate.net/publication/368487447_Effects_of_Binaural_Beat_Stimulation_in_Adults_with_Stuttering