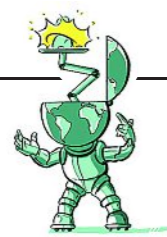


# WISSEN



DER GADGET-INSPEKTOR

## Glibberige Knetmasse

Der Gadget-Inspektor hat letzte Woche festgestellt: Da schwindelt doch einer. Was war geschehen? Ein Eintrag auf Facebook. Ein Kollege schrieb, er hätte Schweißperlen auf der Stirn gehabt, als er einen Laborbericht verfasste. Hä?, dachte der Gadget-Inspektor. Er könnte mit den Zähnen geknirscht haben vor Anstrengung. Oder er hat die Fingernägel in die Handballen gebohrt. Aber Schweiß auf der Stirn ist gelogen, weil mit so was kennt sich der Gadget-Inspektor aus. Er stammt aus der mechanisch-vordigitalen Ära, in der die Rasenmäher keinen Motor hatten, drei Kilometer Schulweg zu Fuß, bei Regen, Schnee oder stehender Sommersonne als Durchschnitt galten und elektrische Fensterheber in amerikanischen Straßenkreuzern als dekadent-weibischer Ami-Scheiß. Der Gadget-Inspektor behauptet nicht, dass Büromenschen clean sind wie aus Spritzgussformen gefallene Plastik-Nikoläuse. Er kennt den Schweiß der Arbeit, der Angst oder wegen dieser verdammten Klimaanlage. Er setzt sich in schwarzen Ringen auf der Computertastatur ab, zuerst auf dem E. Der Gadget-Inspektor gibt zu, dass er sich mit dem Cyper Clean Desk-Pro Reinigungsset (www.getDigital.de, 14,95 Euro) sauberer fühle, als es Tastatur und Bildschirm tatsächlich waren. Der Gadget-Inspektor bestätigt die Wirkung einer glibberigen Knetmasse auf den Dreck der Tastatur und die eines Sprüh/Wischmobs auf den Monitor. Er denkt jetzt daran, auch die Zahnbürste einmal zu erneuern. *Thomas Delekat*



Abhörlicher: Die „Secure VPN Gov-Net Box“ der Firma NCP hat die Sicherheitsfreigabe des Bundesamtes für Sichere Informationstechnik (BSI) erhalten. Die Hardware-Lösung, die NCP zusammen mit Fraunhofer-Forschern entwickelt hat, verschlüsselt die Internetkommunikation zwischen Standorten. Firmen und Behörden wird damit ein vertraulicher Kommunikationskanal zur Verfügung gestellt. Die Box wird per USB an den Computer angeschlossen und per Ethernet, WLAN oder UMTS mit dem Internet verbunden. Zur Authentisierung steckt der Benutzer seine Smartcard in die Box und gibt auf dem PIN-Pad der Box seine PIN ein. Bei korrekter Eingabe stellt die Box eine verschlüsselte Verbindung zur Gegenstelle her. Das Produkt soll keine Hintertüren für Geheimdienste haben. Die Box wird vom 8. bis 11. Oktober auf der Messe „it-sa“ in Nürnberg vorgestellt.

### WAS GIBT'S NEUES

## Mehr Sicherheit

Energiesicher: Jeder hat es wohl schon einmal erlebt. Man möchte unterwegs ein wichtiges Telefonat führen, und just in diesem Moment kommt die ernüchternde Botschaft „Akku leer“. Varta bietet diverse Powerpacks mit Micro-USB oder Apple-Stecker an, mit denen man im Notfall bis zu sieben Stunden Strom für sein Handy gewinnt. Das abgebildete Micro-USB PowerPack 57918 kostet rund neun Euro.



GETTY IMAGES/WITTEDEKX



Unterirdische Musikqualität? Forscher schauen jetzt in das Gehirn, um den Genuss von digitaler Musik zu optimieren

# Digitale Klänge können nerven

Vor 50 Jahren klang Musik noch prall. Heute wird digitaler Sound so stark komprimiert, dass er das Gehirn stresst

THOMAS JÜNGLING

Erst zehn Minuten läuft die Telefonkonferenz mit Kollegen aus Übersee, schon sind einige Teilnehmer unkonzentriert und zeigen erste Anzeichen von Ermüdung. Studien zeigen, dass dies oft an der schlechten Tonqualität liegt. Sind Klänge beeinträchtigt, hat das einen messbaren Effekt auf unser Gehirn – selbst dann, wenn wir die Übertragung subjektiv gar nicht als gestört wahrnehmen.

Forscher der TU Berlin um Benjamin Blankertz haben untersucht, wie Menschen auf Lücken in der Übertragung oder Audiosignale in niedriger Qualität reagieren. Sie haben Testpersonen Wörter und ganze Sätze vorgespielt, die mal in höchstmöglicher Klanggüte übertragen wurden, mal in schlechter Qualität, gestört durch Hintergrundrauschen oder durch Kompression. Das ist bei digitaler Musik oder der Übertragung von Mobilfunkgesprächen üblich.

„Auch wenn die Versuchspersonen subjektiv keinen Unterschied zwischen dem ursprünglichen und dem gestörten Signal ausmachen konnten: Das Gehirn war trotzdem unterschiedlich aktiv. Je stärker die Störung ausgeprägt war, desto stärker waren auch diese Aktivierungen“, sagt Jan-Niklas Antons, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Berlin. Der Prozess scheint sich also auf vorbewusster Ebene abzuspielen. Die Effekte lassen sich direkt im Hirn beobachten: Bei schlechtem Ton sind nicht nur wie beim Hören üblich die auditorischen Areale rechts und links aktiv, sondern auch fast alle zentralen Bereiche.

Die Synapsen im unbewusst aktivierten Gehirn feuern dabei häufiger, als würden die Klänge in höchster Qualität im Kopf ankommen. „Das führt zu einer verrin-

gerten Aufmerksamkeit, lässt den Rezipienten schneller ermüden und kann auch zu Stress führen“, sagt Antons. Ist etwa die Telefonverbindung zu einem Callcenter schlecht, wird der Mitarbeiter schnell ermüden, seine Aufmerksamkeit rasch nachlassen. Wird die schlechte Tonqualität bewusst wahrgenommen, dürften auch die Anrufer eine Reaktion zeigen und das Gespräch mit negativen Emotionen verbinden.

Erfasst der Rezipient nämlich die Störungen einer Übertragung, ist auch der Frontalbereich seines Gehirns mit emotionaler und kognitiver Verarbeitung aktiv. Auch das haben die Berliner Forscher untersucht. „Dabei wurde sogenannte Text-to-Speech-Software eingesetzt, die geschriebene Texte automatisch in Sprache übersetzt und sie vorliest. Je schlechter die Qualität, desto negativer bewerteten die Versuchsperson die Situation emotional“, sagt Antons.

Doch es kommt immer auch auf den Zusammenhang an. Wer statt zwei Stunden mit Kollegen per Videokonferenz über eine gestörte Leitung diskutiert eine gleich lange Zeit bei milderer Tonqualität mit Freunden plaudert, wird dadurch deutlich weniger gestresst.

Bei unbewusster wie bewusster Wahrnehmung von schlechter Tonqualität ist also das Gehirn besonders aktiv. Doch warum? „Im Gehirn wird das Signal analysiert, und es werden kognitive Zusammenhänge erschlossen. Es muss daher mehr arbeiten, wenn zum Beispiel der Gesprächspartner schwer zu verstehen ist. Auch versucht es, Lücken, die durch Störungen oder Komprimierung des Tonsignals entstehen, zu schlie-

ßen. Auf Dauer strengt das an und führt zu Ermüdung“, sagt Antons.

Die Ergebnisse lassen sich „wahrscheinlich auf das Musikhören übertragen“, sagt Antons, „wer sich lange Zeit hinweg digitaler, stark komprimierter Musik zum Beispiel im MP3-Format mit niedriger Bitrate aussetzt, dürfte ebenfalls ermüden und emotional negativ reagieren.“

Könnte also zweistündiges Hören von MP3-Musik Autofahrer schneller ermüden? Grundsätzlich auszuschließen ist das nicht, Antons will so weit aber nicht gehen. Andere Faktoren, etwa die Monotonie beim Fahren, dürften seiner Einschätzung nach einen größeren Einfluss haben.

Dennoch sind die Effekte mangelnder Tonqualität beim Musikhören interessant: Zum einen liegen Musikaufnahmen oft komprimiert als digitale MP3-Datei vor, zum anderen werden sie bereits verlustreich aufgenommen.

Bei der Komprimierung werden Klänge, die keinen Einfluss auf die Wahrnehmung des Hörers haben, entfernt. Bewusst ist kaum ein Unterschied auszumachen. Doch das Unterbewusstsein lässt sich nicht täuschen, das Gehirn versucht trotzdem permanent, die Lücken zu schließen.

„Außerdem sind Musikaufnahmen grundsätzlich kompakter, der Dynamikumfang ist deutlich geringer geworden. Dabei hat sich der Lautstärkepegel merklich nach oben verschoben“, sagt Rolf Schmitz, bei Dolby unter anderem zuständig für das Mobilgeschäft. Nuancen werden überdeckt, das Klangbild ausgedünnt. Das bringt das Gehirn dazu, aktiv zu werden, was zur Ermüdung führt.

In den 50er-Jahren hatte Musik noch einen prallen Klang, schon das Abspielen über Transistorradios aber hat ihn verflacht. Auf die Spitze getrieben wird es durch das Streaming auf Smartphones: Nicht

nur liefern die eingebauten Boxen wenig Leistung, auch müssen Audiodateien für die Übertragung auf dem Funkweg noch weiter komprimiert werden.

Dass Musik schon beim Entstehen darauf abgestimmt wird, glaubt Schmitz indes nicht: „Bei den meisten Top-Ten-Titeln dominieren die Beats und die Stimme. Das heißt aber nicht, dass Komponisten die Musik so anlegen, dass sie sich besonders zur Wiedergabe auf kleinen Lautsprechern eignet.“ Schließlich soll Musik nicht nur auf dem Handy einigermaßen gut klingen, sondern auch bei hochwertigen Audioanlagen in Clubs, im Auto oder über Kopfhörer.

Abgesehen von komprimierten und verlustreichen Klängen löst auch Musik Irritationen im Gehirn aus, die am Synthesizer oder Computer entstanden sind. Das hat eine Studie von Professor Theo Geisel am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation ergeben. „Das Besondere an elektronisch erstellter oder nachbearbeiteter Musik ist, dass sich Beats extrem gleichmäßig und präzise setzen lassen. Und sie können exakt und nach Belieben auf eine

Stelle im Musikstück positioniert werden“, erklärt Holger Hennig, der an der Studie beteiligt war und jetzt als Physiker an der Harvard University tätig ist. Solche Präzision ist jedoch alles andere als natürlich: „Ein professioneller Percussionist weicht bei seinen Schlägen – gemessen an einem von einem Metronom vorgegebenen Takt – um zehn bis 20 Millisekunden ab. Mal ist er etwas schneller, mal etwas langsamer“, so Hennig.

„Bei den Instrumenten hat sich viel getan. Synthesizer können sehr natürlich klingen, und Drum-Machines bilden die natürlich auftretenden Schwankungen bei den Beats recht gut nach“, so Schmitz von Dolby. Die Software streut aber in der Regel die Abweichungen wahllos ein. Das hilft wenig, da die natürlichen Abweichungen nicht zufällig verteilt sind, sondern einem Muster folgen.

„Die zeitlichen Verschiebungen bilden selbstähnliche Strukturen: Das Muster in einer bestimmten gespielten Sequenz hat große Ähnlichkeit mit dem Muster über die gesamte Spielzeit hinweg. Solche Fraktale gibt es oft auch in der Natur. Der Ausschnitt eines Farnblatts etwa sieht ähnlich aus wie das ganze Farnblatt“, sagt Hennig.

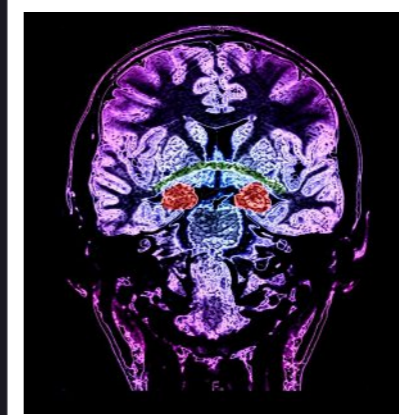
Nur wenn eine Software diesem Muster folgt, kommt die Musik beim Rezipienten gut an. „In einem Test haben Probanden Musikstücke, bei denen eine Software Abweichungen nach einem natürlichen Muster gesteuert hat, wird dagegen deutlich besser bewertet.“ Das Programm könnte auch als MP3 gespeicherte Musik nachträglich natürlich klingen lassen.

Auch hier zeigt sich: Das Gehirn ist bei schlecht humanisierter Musik besonders aktiv, vor allem das limbische System, in dem Gefühle verarbeitet werden. Stellen Experten in der Musikproduktion fest, dass eine für die Komprimierung zuständige Software dem Rezipienten nicht behagt, wird sie nicht eingesetzt: „Solche Codecs durchlaufen sehr ausführliche Hörtests und Analysen. Der ultimative Test ist das Hörerlebnis des Konsumenten, und das muss stimmen“, sagt Schmitz.

Auch die Konsumenten können einiges dafür tun und etwa auf MP3-Musik verzichten. Amazons Cloud Player, iTunes und zahlreiche Spezialservices wie Linn Records, 2L, Naim und Highres-audio bieten nahezu verlustfreie Musik zum Herunterladen an.

Die Auflösung dieser Dateien, die Abstufung der digitalen Speicherung der Töne, liegt mit 24 bit oft sogar höher als bei CDs. Auch die Abtastfrequenz, die angibt, wie oft das Signal abgetastet wird, erreicht mit 96 oder gar 192 Kilohertz Höchstwerte. Dabei kann der Mensch nur 16 Kilohertz wahrnehmen – zumindest bewusst. Vielleicht arbeitet aber das Gehirn trotzdem ganz unbewusst mehr, um die Lücken in der Abtastung zu füllen. Das wollen Forscher in weiteren Studien herausfinden.

Gegenstand der Forschung ist auch das Thema „Gewöhnung“. Wissenschaftler wollen herausfinden, ob sich Menschen an mindere Tonqualität gewöhnen können. Geht es um bewusste Wahrnehmung, ist dies bereits erwiesen, doch es könnte möglicherweise auch für unbewusstes Rezipieren gelten. Manche Forscher vermuten, dass Gehirne von Menschen, die schon als Jugendliche ausschließlich MP3-Musik hören, später die Lücken in der komprimierten Klängen nicht mehr füllen wollen und von schlechter Qualität völlig unberührt bleiben.



Schlechte Tonqualität führt im Hirn zu nachweisbaren Stressreaktionen

GETTY IMAGES