



Ultraschall wird durch die Parameter Frequenz, Schallgeschwindigkeit und Intensität beschrieben. Weitere wichtige Größen sind der Beschallungsmodus sowie die Beschallungszeit.

**Frequenz** - Man unterscheidet zwischen niederfrequentem (20–80 kHz) und hochfrequentem (>800 kHz) Ultra-

schall. Ersterer wird vor allem eingesetzt in Reinigungsgeräten, zur Zahnsteinentfernung und in der Chirurgie. Hochfrequenter Ultraschall findet Anwendung in der Diagnostik (3,5 bis 10 MHz) und in der Therapie (880 kHz bzw. 1 MHz) sowie in der Kosmetik (880 kHz bzw. 1 MHz und 3 MHz).

## Die vielfältigen Effekte des Ultraschalls

*Der Ultraschall spielt in vielen kosmetischen Behandlungskonzepten eine wichtige Rolle. Nachfolgend beleuchten wir genauer seine komplexen Eigenschaften, seine Wirkungsweise, aber auch die Kontraindikationen.*

**U**ltraschall wird dem Schall zugeordnet. Es handelt sich dabei um einen Schall, dessen Frequenz jenseits (ultra) der oberen Hörbarkeitsgrenze beim Menschen liegt. Die untere Grenze des Ultraschalls wird dabei mit 20.000 Hz angegeben. Die unterschiedlichen Schallfrequenzbereiche können Sie aus nebenstehender Tabelle ersehen.

### Ultraschall erhöht die Durchblutung

Die Ultraschallerzeugung erfolgt unter Ausnutzung des so genannten umgekehrten piezoelektrischen Effektes. Legt man an „piezoelektrisches Material“, wie z.B. eine Blei-Zirkonium-Titanat-Platte, einen Wechselstrom an, verformt es sich im Rhythmus des Wechselstromes, d.h., seine Abmessungen werden größer oder kleiner. Durch diese Veränderungen werden Schallwellen erzeugt. Je höher dabei die Frequenz der Wechselspannung ist, desto mehr lässt sich die Frequenz der Ultraschallwellen steigern. Der

schall. Ersterer wird vor allem eingesetzt in Reinigungsgeräten, zur Zahnsteinentfernung und in der Chirurgie. Hochfrequenter Ultraschall findet Anwendung in der Diagnostik (3,5 bis 10 MHz) und in der Therapie (880 kHz bzw. 1 MHz) sowie in der Kosmetik (880 kHz bzw. 1 MHz und 3 MHz).

**Schallgeschwindigkeit** - Die Geschwindigkeit des Ultraschalls ist in den verschiedenen Gewebetypen des menschlichen Körpers unterschiedlich. Sie hängt von deren spezifischer Dichte ab und wird bei einer Frequenz von 1 MHz wie folgt angegeben:

- Fettgewebe ca. 1.450 m/s
- Muskeln ca. 1.530 m/s
- Knochengewebe ca. 4.080 m/s

Man erkennt, dass mit steigender spezifischer Dichte eines Gewebes (z.B. Knochen) auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen steigt.

**Intensität** - Die Intensität ist diejenige Schallenergiemenge, die in den Körper pro Sekunde und Fläche eingebracht wird. Sie nimmt beim Durchdringen von Weichgeweben, wie beispielsweise Muskeln und Fettgewebe, ständig ab, wird also gedämpft. Dies beruht vor al-

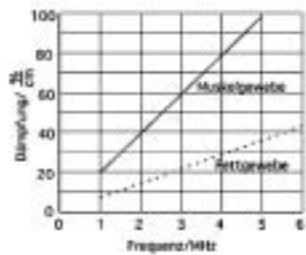
lem auf der Umwandlung von Schall in Wärmeenergie, aber auch auf Reflexion und Streuung. Im Weichgewebe hängt die Dämpfung des Ultraschalls in einem weiten Frequenzbereich direkt von der Frequenz ab. So steigt sie mit zunehmender Frequenz, so dass die Eindringtiefe und damit die Wirkung in der Tiefe sinkt. Umgekehrt gilt, dass der Ultraschall mit abnehmender Frequenz tiefer in das Gewebe eindringt. Daher wird für die Behandlung tieferer Gewebeschichten eine Frequenz von 1 MHz und für oberflächliche Behandlungen eine Frequenz von 3 MHz verwendet. Einzelne Gewebetypen wandeln die Schallenergie verschieden gut in Wärme um, da sie den Ultraschall unterschiedlich gut absorbieren. So nimmt zum Beispiel Knochengewebe den Ultraschall 10-mal besser auf als Muskelgewebe, Letzteres 2,5-mal besser als Fettgewebe.

**Beschallungsmodus** - Der Ultraschall kann mit gleich bleibender Intensität (Dauerschall) oder impulsförmig (als Impulsschall) eingesetzt werden. Impulsschall ist dadurch cha-

#### Ultraschallbereiche und ihre Frequenzangaben

Schall	Frequenz (Hz)
Infraschall (IS)	> 0–20
hörbarer Schall	20–17.000
Ultraschall (US)	> 20.000
Hyperschall (HS)	> 1.000.000.000

Abhängigkeit der Dämpfung von der Frequenz



Charakterisiert, dass sich die Intensität zwischen Null und einer einstellbaren Größe periodisch verändert.

**Beschallungszeit** – Je nach Indikation und Anwendungsform variiert auch die Beschallungszeit. Sie beträgt in der Kosmetik zirka 5–10 Minuten pro zu behandelndem Areal.

**Ankopplung des Ultraschalls** – Um den Ultraschall ohne wesentliche Verluste in das Gewebe einzubringen, ist eine Kopplungssubstanz zwischen dem Ultraschallkopf und der Haut notwendig. Hierfür eignen sich Öle, Salben oder Ultraschallgele, aber auch wirkstoffhaltige Gele und Vitaminöle. Moderne Geräte verfügen über eine optische Kopplungskontrolle, die die Verteilung des Kopplungsmediums zwischen dem Ultraschallkopf und der Haut überwacht.

## Was bewirkt Ultraschall?

Der Ultraschall besitzt verschiedene Effekte, die man jedoch nicht isoliert sehen sollte:

**Mechanische Wirkungen** – Im Gewebe vollziehen sich infolge des Ultraschalls rhythmische Druck- und Zugbewegungen. Mechanische Kräfte in Form von Wechseldrücken, kleinen Teilchenverschiebungen und großen Beschleunigungen sind die Folge. Interessant ist, dass die auftretenden Drücke bei einer Behandlung mit mittlerer Energie (1 W/cm<sup>2</sup>) etwa 1,7 bar betragen können – dies entspricht dem Innendruck eines Autoreifens. Die auf die Gewebeteilchen ausgeübten Kräfte

wirken sich auf die Durchlässigkeit der Zellmembranen aus: Sie fördern beispielsweise Diffusionsvorgänge zwischen den Zellen u.Ä. Insgesamt kann man die mechanischen Wirkungen des Ultraschalls mit denen einer Mikromassage vergleichen. Letztendlich ist die durch diese Mikromassage erzeugte Reibungswärme mitverantwortlich für die Wärmeentwicklung im Gewebe. Deshalb kann man sie von den thermischen Wirkungen nicht eindeutig abgrenzen.

Je niedriger die Frequenz, desto tiefer dringt der Ultraschall ins Gewebe ein

Die mechanischen Komponenten lassen sich gegenüber den thermischen jedoch durch Anwendung von Impulsschall hervorheben. Hierdurch wird die mittlere thermische Energie und damit die der Gewebeerwärmung trotz gleichzeitiger Erhöhung der maximalen Ultraschallintensität reduziert.

**Thermische Wirkungen** – Die Absorption von Ultraschallenergie im Gewebe bedingt, dass die primär mechanische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Das Maß der umgesetzten Energie hängt vom Absorptionsgrad des Gewe-



Ultraschall bringt unbewegliche Wirkstoffe auf Trab

bes und dessen Dicke ab. Aufgrund ihrer spezifischen Dichte absorbieren die verschiedenen Gewebetypen den Ultraschall unterschiedlich gut (s. Kap. Ultraschallintensität). Dementsprechend unterschiedlich sind auch die Temperaturen in den einzelnen Gewebearten. Weil die Haut und das Unterhautfettgewebe den Ultraschall nur geringfügig absorbieren, tiefere Gewebeschichten, insbesondere bindegewebsartige Strukturen und Knochen, jedoch deutlich besser, kommt es zu einer besonderen Erwärmung und damit Tiefenwirkung des Ultraschalls an den Grenzflächen dieser Gewebe. Aus der thermischen Wirkung resultiert in erster Linie eine Blutgefäßerweiterung; dies führt im Endeffekt dazu, dass die beschallten Bereiche verstärkt durchblutet werden.

**Chemische Wirkungen** - Besonders zahlreich sind die chemischen Wirkungen des Ultraschalls, wobei eine eindeutige Abgrenzung gegenüber etwaigen gleichzeitig auftretenden thermischen Effekten nicht immer möglich ist. Für die Praxis von Bedeutung sind besonders reaktionsbeschleunigende und oxidierende Wirkungen.

**Phonophorese** - Der Ultraschall unterstützt Vorgänge, die die Lipid-

strukturen der Haut und den Blutfluss verändern. So werden auch Wirkstoffe, die normalerweise nur schlecht in die Haut eindringen, in ihrer Beweglichkeit gefördert. Über diese so genannte Phonophorese lassen sich sogar nichtpolarisierte und wasserunlösliche Substanzen in die Haut einbringen. Die Eindringtiefe der Wirkstoffe ist dabei von der Ultraschallfrequenz und der Behandlungszeit abhängig.

**Physiologische Wirkungen** - Die Effekte des Ultraschalls und der eingebrachten Produkte beeinflussen komplexe physiologische Vorgänge. Zusammenfassend lassen sich dem Ultraschall folgende Effekte zuordnen:

- Steigerung des Zellstoffwechsels,
- Zunahme der ATP (Adenosintriphosphat)-Aktivität,
- Durchblutungsförderung,
- Regeneration der Haut,
- Förderung der Resorption von Wirkstoffen in den Geweben,
- Beschleunigung der Lymphzirkulation,
- verbesserte Dehnbarkeit kollagener Fasern,
- Detonisierung verspannter Muskulatur.

Bei einer kosmetischen Behandlung wird der Ultraschallkopf langsam und unter geringem Druck kreisförmig, spiralförmig oder sich überlappend über das zu behandelnde Areal bewegt. Man bezeichnet dies als dynamische Behandlung. Ultraschallbehandlungen werden meist als Kur angeboten. In der Regel sind es 10–12 Sitzungen, ein- bis zweimal pro Woche. Wichtig

für eine erfolgreiche Ultraschallbehandlung ist jedoch vor allem auch eine gründliche Schulung durch den Hersteller. Hierbei sollten neben der Anwendung auch die Kontraindikationen sowie die Körperregionen zur Sprache kommen, die nicht behandelt werden dürfen. ○

## Indikationen und Kontraindikationen

### Indikationen in der Kosmetik

- Fältchen
- Atrophische Haut
- Couperose und Teleangiektasien
- Narben
- Unreine Haut
- Schwangerschaftsstreifen (Striae)
- Cellulite
- Muskuläre Verspannungen
- Pigmentflecken

### Kontraindikationen

- Fieberhafte Zustände und Entzündungserscheinungen
- Schwangerschaft
- Bakterielle Infektionen der Haut (z.B. Tuberkulose)
- Bösartige Tumoren
- Körperbereiche mit schweren Durchblutungsstörungen
- Kreislaufinsuffizienz
- Koronarerkrankungen
- Herzrhythmusstörungen
- Hautschädigungen (z.B. offene Wunden)
- Störungen der Blutgerinnung
- Thrombosen

Außerdem gibt es Körperregionen, die nicht mit Ultraschall behandelt werden dürfen. Hierzu gehören:

- Rückenmark und Gehirn,
- Augapfel (Bulbus oculi),
- Keimdrüsen,
- Epiphysenfugenbereich bei Kindern und Jugendlichen

### Dr. Holger Meyer-Waarden

Dr. rer. nat. Holger Meyer-Waarden studierte an der Universität Karlsruhe Biologie und promovierte am Institut für Molekulare Genetik der Universität Heidelberg. Bei Ionto-Comed ist er als wissenschaftlicher Berater und Produktmanager mit Schwerpunkt Reizstrom, Biomechanische Muskelstimulation, Infrarot, Laser u.a. Spezialgeräte tätig.

