

2.1.2.1. Reinigung durch Ultraschall

Ultraschall – Reinigungsanlagen sind in der industriellen Technik weit verbreitet, die Anwendungsgebiete weit gestreut.

Dabei reichen die Größenverhältnisse der Anlagen von riesigen Becken, in denen Lkw's leicht Platz haben bis hin zu sehr kleinen Behältern zur Säuberung kleiner Werkzeuge etc. Nicht zu vergessen die zahlreichen Varianten an Ultraschall – Reinigungsgeräten, die vom Handel angeboten werden und zur Reinigung von Brillen, Münzen usw. bestimmt sind.

Nach welchem Prinzip funktionieren diese Geräte überhaupt?

Generell versteht man unter Schall immer Druckwellen der verschiedensten Art, die sich in elastischen Stoffen auszubreiten vermögen. (das kann in Gasen, Festkörpern und Flüssigkeiten erfolgen) Die Ursache für die Druckwellen ist eine Schallquelle, die eine sich fortpflanzende mechanische Verformung des Übertragungsmediums bewirkt. Die Wirkungen, die der Schall auf Objekte ausübt, die sich in diesem Übertragungsmedium befinden, hängen vor allem von Wellenform und Intensität der Quelle ab. (Schallwechseldruck) Dabei breiten sich in Gasen und Flüssigkeiten lediglich longitudinale Wellen aus, diese bewirken eine periodische Druck- und Zugphase in der Schwingungsrichtung. (Längswellen)

Als Ultraschall bezeichnet man die für menschliche Ohren nicht hörbaren Schallfrequenzen oberhalb von etwa 20 kHz. Die Grenze des US's im oberen Bereich gelangt bis an die Nähe von 1 GHz.

Ausschlaggebend für die Reinigungswirkung des Ultraschalls sind mehrere Effekte:

Der Kavitationseffekt

Wenn die US – Wellen die Reinigungsflüssigkeit durchqueren, entstehen Verdünnungen und Verdichtungen, und zwar in einem Rhythmus, welcher der doppelten Frequenz des Schalls entspricht. Winzig kleine Bläschen entstehen in der Flüssigkeit, die schlagartig wieder zusammenbrechen, was zur Folge hat, dass die Energie zur Erzeugung dieser Bläschen blitzartig freigesetzt wird. Diese Implosion der Bläschen vollzieht sich bei einer Frequenz von etwa 20 kHz innerhalb von Mikrosekunden. Dadurch entstehen sehr starke Schockwellen, die Druckkräfte bis zu 1000 at freisetzen können. Die Folge dieser Kräfte ist die sog. Kavitationserosion. Dieser Effekt hat den größten Anteil an der Reinigungswirkung, er ist am ausgeprägtesten bei Frequenzen von 20 – 45 kHz. Bei höheren Frequenzen nimmt die Kavitationswirkung ab, um ab etwa 800 kHz unwirksam zu werden.

Bei der Reinigungswirkung durch US spielt also der schnelle Wechsel von Unterdruck und Überdruck die wichtigste Rolle. Dabei ist eine gewisse Unterscheidung hinsichtlich verschiedener Reinigungsstufen üblich, diese kann man in eine Grobstufe und eine Feinstufe einteilen:

Grobreinigungs- Stufe: niedrige Ultraschall - Frequenz, etwa 25 kHz, erzeugt grobe und harte Kavitation

Feinstreinigung – Stufe: hohe Ultraschall -Frequenz, ca. 40 - 132 kHz und höher, ergibt feinere, schonendere Kavitation

Von geringerer Wirkung für die Reinigung ist die Tatsache, dass durch die entstehenden Mikroströmungen andauernd neue Reinigungsflüssigkeit an das Objekt herangeführt wird.

Ein dritter Effekt kommt durch die vom US ausgelöste Teilchenbeschleunigung zu Stande, das heißt, abgelöste Schmutzpartikel werden schnell abgelöst und vom Objekt entfernt. Vor allem durch Zusatz von Netzmitteln (Tensiden) kann dieser Vorgang unterstützt werden.

Zur Erzeugung der US – Wellen verwendet man magnetostriktive oder piezoelektrische Schallsender, die den hochfrequenten elektrischen Strom in US – Wellen umwandeln und an die Badflüssigkeit weitergeben können. Die Schallgeber bestehen heute hauptsächlich aus Nickel bzw. bei den piezoelektrischen Gebern aus Bariumtitanat und Bleizirkontitanat. Außerdem werden noch Schwinger aus ferritischen Materialien verwendet, die im Gegensatz zu den Bariumtitanatschwingern auch für Temperaturen über 70 °C einsetzbar sind, genau wie die magnetostriktiven auf Nickelbasis.

Aufbau der Reinigungsgeräte:

Der Ultraschallschwinger ist bei vielen handelsüblichen Geräten am Boden der Wanne fest montiert. Die Wanne selbst wird dadurch zu Schwingungen angeregt. Außerdem gibt es noch die Systeme, bei denen der Schallerzeuger als Tauchschwinger ausgeführt ist, diese gestatten eine wesentlich flexiblere Anordnung des Reinigungsgutes in der Wanne.

Reinigung:

Das Reinigungsgut darf niemals auf dem Boden der Wanne liegen, sondern muss sich in der Reinigungsflüssigkeit frei hängend befinden. Schallschatten sollten dabei weitgehend vermieden werden, daher ist das US – Verfahren nicht so gut für Massenware geeignet. Für jedes Gerät gibt es als Standard bzw. als Zubehör spezielle Einhängekörbe.

Generell hängt der erzielte Reinigungseffekt vom Überschreiten der sog. „Kavitations – Schwelle“ ab, dazu ist eine bestimmte Mindestleistung und eine bestimmte Arbeitsfrequenz nötig. (s. o.)

Höherwertige Geräte verfügen über Abstimmknöpfe, mit denen es möglich ist, die Resonanzfrequenz anzupassen, diese ist abhängig von der verwendeten Reinigungsflüssigkeit und der Höhe des Flüssigkeitsspiegels in der Wanne. Beim Erreichen der Resonanzfrequenz nimmt das im Bad befindliche Objekt die maximale Schalleistung auf. Optisch ist das Erreichen der Resonanzfrequenz an den sich bildenden Wellen an der Oberfläche zu erkennen, es entsteht das typische Riffelmuster. Es ist zu empfehlen, die jeweilige Bedienungsanleitung des Gerätes genau zu lesen.

Dazu noch folgendes: Es wird häufig im Zusammenhang mit US – Reinigungsgeräten deren mangelnde Leistungsfähigkeit beklagt. Allerdings kann man von den preiswerten, mit eher geringerer Leistung arbeitenden Reinigern kaum durchschlagende Leistungen erwarten. Das hängt mit dem Funktionsprinzip der entsprechenden Geräte zusammen, der auf den Verwendungszweck abgestellt ist. Meist dienen diese zur Säuberung von Brillen, Kontaktlinsen und anderen eher gering verschmierten Objekten. Außerdem arbeiten diese Geräte sehr wahrscheinlich mit etwas höherer Frequenz und nur geringen Kavitationseffekten. Denn schlussendlich sollen die zu reinigenden Teile ja nicht beschädigt werden.

Die Güte des Reinigungs- – Effektes hängt auch von der verwendeten Badflüssigkeit ab, es gibt saure, neutrale und auch alkalische Bäder. Die zu verwendende Art der Badflüssigkeit hängt natürlich zuerst einmal von den zu reinigenden Teilen ab, je nach deren Korrosionsbeständigkeit.

Sehr wichtig ist auch der Einfluss der Temperatur, am besten scheint die Wirkung im Bereich von 45 bis 60 °C zu sein, in wässrigen Reinigungsflüssigkeiten. Bei höherer Temperatur lässt die Wirkung nach, kurz vor dem Siedepunkt steigt sie wieder stark an.

Für welche Objekte eignet sich das US – Verfahren?

Generell sollte man patinierte Objekte, sprich Münzen und andere Kleinteile aus Buntmetallen, nicht mit Ultraschall behandeln. Der Kavitationseffekt kann zum Abspringen größerer Teile der Patina führen.

Gut geeignet scheint das US – Verfahren zur Vorreinigung von Münzen und anderen Teilen zu sein, bei denen eine Beschädigung der Patina nicht möglich ist, also hauptsächlich bei blankem Metall. Auch die entfettende Wirkung ist nicht unerheblich. Als Reinigungsflüssigkeit sollte Wasser von etwa 50 °C mit Zusatz von 1 % Spülmittel verwendet werden bzw. die als Zubehör erhältlichen Reiniger. Dabei sollten allerdings bei Münzen keine sauren oder alkalischen Reiniger verwendet werden!

Sehr gut bewährt haben sich die US – Geräte, wenn es um die Säuberung von verschmutzten Teilen aus kompliziert zusammengesetzten Formen geht, da der Ultraschall auch in Löchern und Spalten wirksam ist. Die Geräte eignen sich auch sehr gut zum Entstauben von Münzsammlungen oder ähnlichen Dingen, immer vorausgesetzt, man achtet auch mögliche Beschädigungen an patinierten Münzen.

Gute Erfolge wurde teilweise bei der Säuberung von Mineralien und Fossilien erzielt, es empfiehlt sich bei solchen Vorhaben, ausgedehnte Versuche durchzuführen.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist die Verwendung von speziellen Reinigern zum Entfernen von Hornsilber etc., diese können dann in Verbindung mit den US – Reinigungsgeräten angewendet werden.

Generell geeignet ist das Ultraschall – Verfahren zum Beispiel auch für Waffenteile, die von Pulverresten befreit werden sollen oder zwecks Oberflächenbehandlung zu entfetten sind. Außerdem kann man geätzte Platinen damit reinigen und entfetten, insbesondere in Verbindung mit Fett lösenden Reinigern.

Empfehlenswerte Literatur:

R. Pohlmann: Ultraschallreinigung. Ind. Anzeiger 78, S. 35—38 (1956)

P. Wenlc: Die Anwendung des Ultraschalls bei der Oberflächenbearbeitung von Metallen. Metalloberfläche 10, S. 257 bis 260 (1956).

MÜHLETHALER, B. Über die Anwendung von Ultraschall zur Reinigung von Bodenfunden Technische Beiträge zur Archäologie II, Mainz 1965, S. 52 – 57

Kramer, W.: Reinigung mittels Ultraschall. - Erg.-Bd. Berlin. Jahrb. Vor- u. Frühgeschichte JA (1964) S. 41-45. Berlin - W.

LEHFELDT, W.: Fortschritte auf dem Gebiete der Ultraschall-Reinigung. Jahrb. d. Oberflächentechn. 15 (1959) / 93/105

DELFS, J.: Über die Grundlagen der Ausbreitung und Wirkung von Ultraschallwellen mit besonderer Berücksichtigung der Vorgänge bei der Metallreinigung. Metall-Reinigung + Vorbehandl. 7 (1958) Nr. 5, / 81/3