



Ultraschalltechnik & Oberflächenveredelung



Ultraschalltechnologie

 Swiss Quality

Reinheit durch Forschung

Wissenschaftliche Grundlagen der Ultraschall-Reinigung	7
Reinigung mit Ultraschall	9
Komponenten der Ultraschall-Reinigung	11
Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Ultraschall-Reinigungsbädern	14
DUAL- oder MIX-Frequenz-Ultraschall-Technologie	16

Reinheit mittels Technologie:
KKS-Ultraschall-Systeme

Hochleistungs-Ultraschall-Schallwandler	19
Hochleistungs-Ultraschall-Generatoren	20
Hochleistungs-Ultraschall-Schwingsysteme	23

Weiterführende Informationen unter:
www.kks-ultraschall.ch

Reinheit als
Vision

Der Puls der Reinheit schlägt im Herzen der Schweiz. Seit 1982 ist hier mit KKS ein Epizentrum für die ultraschallgestützte Reinigung entstanden. Was uns bewegt, sind Motivation und Kraft zur Innovation. Ebenso das Wissen zur Technologie und das Beherrschen unseres Handwerks. Doch vor allem ist es unsere Fähigkeit, Schwingungen wahrzunehmen. Das heisst: Wir hören unseren Kunden zu. Wir gehen auf ihre Bedürfnisse ein und erkunden ihre Anwendungen. Wir betrachten es als unsere Mission, für unsere Kunden technologisch führende Lösungen für ultraschallgestützte Reinigungs- und Oberflächenbearbeitungsprozesse zu schaffen. Dadurch sorgen wir für mehr Leistung, Wirtschaftlichkeit und Flexibilität. Und wir schaffen einen bedeutenden Mehrwert für unsere Kunden. Gemeinsam mit Ihnen wollen wir als international ausgewiesener Spezialist in diesen Nischenmärkten erfolgreich sein und einen effektiven Beitrag zur Weiterentwicklung leisten.

KKS bietet das komplette Spektrum an Ultraschall-Komponenten für den Einzel- und Ersatzteileverkauf an. Diese setzen wir auch in unseren Ultraschall-Systemen sowie Standard- und kundenspezifischen Anlagen ein und garantieren damit beste Qualität. Führende Unternehmen aus verschiedensten Industriezweigen haben uns dank der Qualitäten unserer Systeme wie Langlebigkeit und höchste Leistungsausbeute zu ihrem Technologiepartner gewählt. Die KKS SINGLE-, DUAL- oder MIX-Frequenz-Technologien in Kombination mit unseren Reinigungslösungen machen die Ultraschall-Reinigung zu einer effizienten und zugleich umweltschonenden Methode, die Produkte aller Art sauber zu reinigen vermag.

Einen kleinen Einblick in den Puls der Reinheit geben wir Ihnen auf den folgenden Seiten. Sollten Sie weitere Fragen zu unseren Produkten und Dienstleistungen haben, stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Reinheit durch Ultraschall

Reinste Wirtschaftlichkeit

Auf die bekannten Eigenschaften der KKS Systemlösungen wie

- höchste Leistung
- Funktionssicherheit
- Langlebigkeit
- Wirtschaftlichkeit

können unsere Kunden seit Jahrzehnten zählen – das Ergebnis unseres kompromisslosen Qualitätsbewusstseins.

Die ultraschallgestützte Reinigung ist ein sehr effektives und schonendes Verfahren, um Werkstoffe aller Art sowie fein strukturierte, poröse, offenporige Oberflächen und komplizierteste Geometrien in kürzester Zeit ohne manuelle Zusatzarbeit und ohne Beschädigung intensiv zu reinigen. Die Anwendungsbandbreite reicht von kleinsten Komponenten der Mikroelektronik und Optik über medizinische Implantate bis zu voluminösen Teilen der Automobilindustrie.

Ultraschall und Ultraschall-Reinigung – ein vielfältiges und breites Einsatzspektrum

- Medizintechnik/Pharmazeutische Industrie
- Feinwerktechnik/Uhrenindustrie
- Vakuumtechnik
- Beschichtungstechnik
- Formenreinigung
- Wasseraufbereitung
- Flug- und Raumfahrtindustrie
- Nahrungsmittelindustrie
- Optik
- Elektronik

Die einzigartige Wirkung des Ultraschalls beruht auf dem physikalischen Phänomen der Kavitation. In flüssigen Medien erzeugen Schallwellen von über 1 W/cm^2 mikroskopisch kleine Unterdruckbläschen (Kavitationsbläschen), die sogleich wieder implodieren. Dieser Vorgang, der bevorzugt an Grenzflächen zwischen Flüssigkeit und Reinigungsgut auftritt, erzeugt hohe Drücke und starke Turbulenzen und setzt enorme Energien frei. Durch die dabei entstehenden «Jets» sowie Sog- und Druckimpulse wird die Oberfläche von Reinigungsgütern intensiv gereinigt.

Reinheit durch Forschung

Reinste Flexibilität

Alle KKS-Ultraschallausrüstungen können – ganz nach Wunsch und Anforderung – mit SINGLE-, DUAL- oder MIX-Frequenz-Technologie ausgestattet werden.

SINGLE: 27/30/40/60/80/100 kHz

DUAL/MIX: 27&80 kHz/30&60 kHz/40 & 100 kHz

Reinste Leistung

KKS Generatoren, konzipiert für den industriellen Einsatz mit Leistungen bis 2000 Watt, zeichnen sich aus durch maximale Leistung bei minimalem Platzbedarf.

Wissenschaftliche Grundlagen der Ultraschall-Reinigung

Schall

Definition: Ausbreitung von kleinsten Druck- und Dichteschwankungen in einem elastischen Medium (Gas, Flüssigkeit, Festkörper).

Eigenschaften: Physikalisch werden unter dem Begriff «Schall» alle Signale zusammengefasst, die das menschliche oder tierische Gehör wahrnehmen und akustisch erfassen kann. Der Schall ist eine mechanische Welle und somit an ein Übertragungsmedium gebunden, worin er sich durch Druck- und Dichteschwankungen fortsetzt. Er kann sich in Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern mit ganz unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten, die zusätzlich von der Temperatur und dem Aussendruck beeinflusst werden. In Gasen und Flüssigkeiten pflanzt sich Schall durch Longitudinalwellen fort, in Festkörpern treten zusätzlich auch Transversalwellen auf.

Einheit: Der Schall wird in Frequenzen eingeteilt, die in der Einheit Hertz [Hz] angegeben werden. Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde (1/s).

Ultraschall

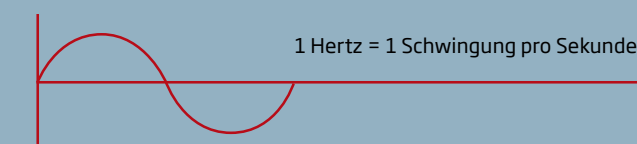
Definition: Schallwellen im Frequenzbereich ab 20 kHz bis zu 1 GHz, also oberhalb des Hörbereichs des Menschen.

Eigenschaften: Die Schallwellen des Ultraschalls werden wesentlich energiereicher, d. h. «lautstärker», als Hörschall erzeugt. Je nach Beschaffenheit eines Hindernisses werden sie an diesem reflektiert, von ihm absorbiert oder an ihm gestreut bzw. gehen durch dieses hindurch (Transmission). Wie bei anderen Wellen treten auch Effekte der Brechung, Beugung und Interferenz auf. In der Ultraschalltechnik unterscheiden wir grob zwischen:

- Kleinsignalanwendungen (Materialprüfung, Medizintechnik, Diagnostik) mit Leistungen unter 1 W/cm^2 und Frequenzen über 100 kHz
- Leistungsschallanwendungen wie in der Ultraschall-Reinigung mit Leistungen über 1 W/cm^2 und Frequenzen meist unter 100 kHz

In der Akustik werden folgende Frequenzbereiche unterschieden:

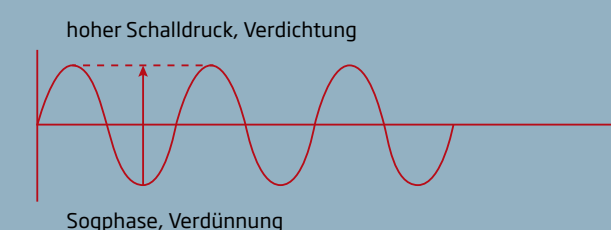
0 Hz	bis	20 Hz	Infraschall
16 Hz	bis	20 kHz	Hörschall
20 kHz	bis	1 GHz	Ultraschall
	ab	1 GHz	Hyperschall



Ultraschall in Flüssigkeiten

Flüssigkeiten werden durch Kohäsionskräfte zusammengehalten, die zwischen den einzelnen Atomen und Molekülen innerhalb eines Stoffs wirken und dadurch die Zugfestigkeit einer Flüssigkeit bestimmen. Der Schallwechseldruck bewirkt fortlaufende Dichte- bzw. Druck-Änderungen im Medium («Kompression» und «Expansion»). In der «Sogphase» der Schwingung herrscht ein relativer Unterdruck (Expansion). Die Flüssigkeit kann unter Bildung eines blasenartigen Hohlraums (eines «transienten Vakuums») zerreißen, verdampft jedoch sofort an der Grenzfläche des Hohlraums und die Blase wird mit Flüssigkeitsdampf gefüllt. In der «Kompressionsphase» kondensiert der Dampf wieder. So entsteht eine oszillierende Dampfblase (Kavitationsblase). Schon bei einer Ultraschall-Intensität ab ca. 1 W/cm^2 sind die Zugkräfte grösser als die Bindungskräfte einer Flüssigkeit, die bei ca. 1000 N/cm^2 liegen. Durch Verunreinigungen (unlösliche Staubpartikel, Gasspuren – sogenannte Kavitationskeime) zerreißen Flüssigkeiten meist schon bei ca. 10 N/cm^2 und führen zum Eintritt des Kavitationseffekts.

Kompression/Expansion



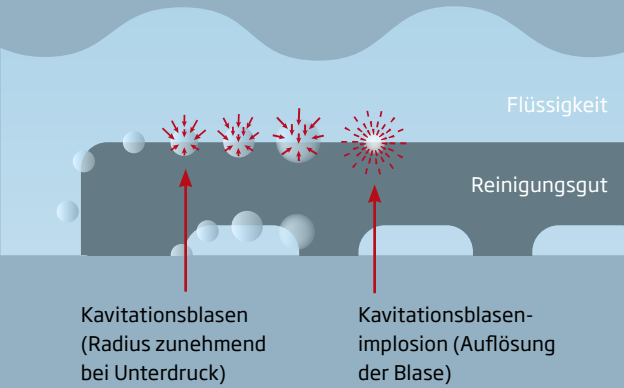
Im Idealfall sind die oszillierenden Kavitationsbläschen also mit reinem Flüssigkeitsdampf gefüllt. Real findet man in der Flüssigkeit jedoch auch Gasbläschen. Diese entstehen z. B. immer beim Befüllen des Reinigungsbades. Gasbläschen beeinträchtigen das Verhalten der Kavitationsblasen, die Reinigungsflüssigkeit muss daher vor der Anwendung entgast werden.

Kavitationseffekt

Während der Unterdruckphase des Schallfelds nimmt der Radius der Kavitationsblase im Laufe einiger Schwingungszyklen zu. Dabei nimmt jede Blase sehr viel Energie aus dem Schallfeld auf. Wird genügend Ultraschallenergie eingetragen, kann die Kavitationsblase nicht mehr stabil oszillieren, kollabiert am Anfang einer nächsten Kompressionsphase (einer «transienten Kavitation») plötzlich innerhalb von Nanosekunden und gibt die gesamte Energie wieder an die umgebende Flüssigkeit ab. Dabei entstehen Schockwellen, starke Turbulenzen und Strömungen, die mehr als tausendmal stärker sind als die des primären Ultraschall-Feldes. Diese Phänomene sind es, die bewirken, dass sich Schmutzpartikel von einer Objektoberfläche lösen. Kavitationsblasenimplosionen entstehen vorwiegend an den Grenzflächen zwischen Flüssigkeit und Reinigungsgut. Also genau dort, wo sie zur Reinigung erwünscht sind. Dieser physikalische Vorgang kann allerdings auch negative Folgen haben: So werden z. B. auch Schiffsschrauben, Wasserturbinen und Pumpenteile durch Kavitation angegriffen.

Allgemein gelten drei Reinigungsstufen

Grobreinigung		
niedrige Frequenz	27 kHz	starke Implosionskräfte
Feinreinigung		
mittlere Frequenz	40 kHz	mittlere Implosionskräfte
Feinstreinigung		
hohe Frequenz	80 kHz	geringe Implosionskräfte



Reinste Technologie

KKS bietet technologisch führende Lösungen für jeden Anwendungsbereich.

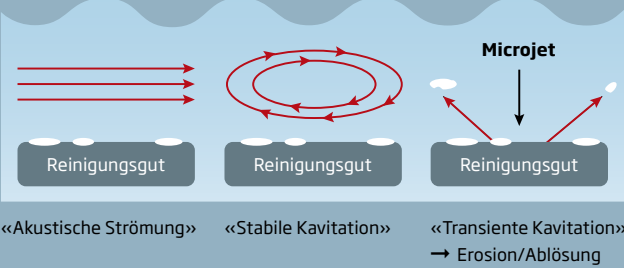
Technologie	Bedeutung
SINGLE-Frequenz	Der Generator arbeitet mit einer Frequenz.
DUAL-Frequenz	Der Generator kann wahlweise mit zwei Frequenzen betrieben werden.
MIX-Frequenz	Sind in einer Ultraschallwanne zwei Schwingkreise mit zwei Generatoren angebracht, kann im entsprechenden Bad mit zwei Frequenzen gleichzeitig gereinigt werden.

Reinigung mit Ultraschall

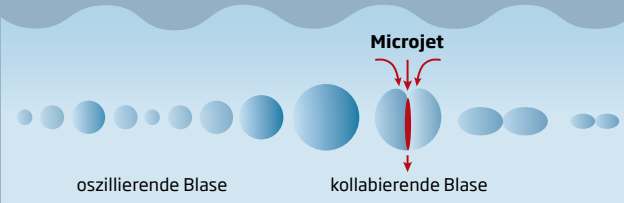
Kavitation und Microjets

Die Kavitation ist die Hauptursache für die Reinigungswirkung. Kollabiert eine Kavitationsblase an einer Phasengrenze, entsteht dabei ein gerichteter Flüssigkeitseinstrom («Grafik Microjet»), der mit einer Geschwindigkeit von etwa 400 km/h auf das Reinigungsgut prallt. Ausserdem treten lokal Druckspitzen bis 1000 bar und Temperaturen bis 5500° C auf. Durch den Microjet werden die Schmutzpartikel abgesprengt und gehen in die Reinigungsflüssigkeit über. Die durch die Oszillationen und den Kollaps der Kavitationsblasen verursachten akustischen Mikroströmungen wiederum begünstigen den Abtransport des abgesprengten Schmutzes von der Teileoberfläche. Gerade kleinste und schwer zugängliche Problemstellen (poröse oder offenporige Strukturen, Bohrlöcher, Hinterschnidungen usw.) werden so problemlos erreicht. Die Kavitationseffektivität ist abhängig von Parametern wie dem äusseren Druck, der Temperatur, der Viskosität der Flüssigkeit, der Ultraschallfrequenz sowie der eingebrachten Ultraschallleistung.

Akustische Effekte an verschmutzten Oberflächen

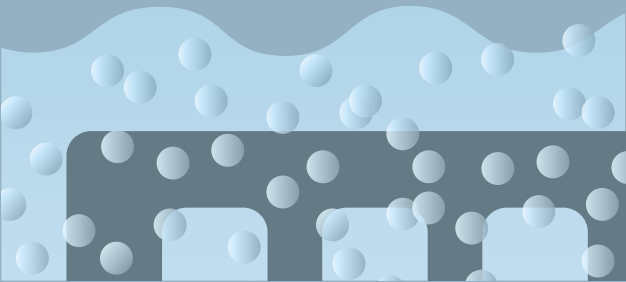


Kollabierende Blase nahe einer Grenzfläche mit Microjet

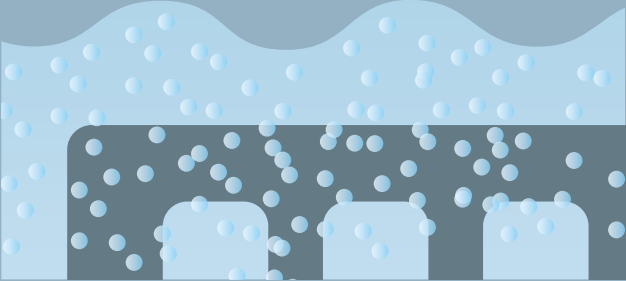


Schallfrequenz

Der Schallfrequenz kommt eine besondere Rolle zu: Bei niedrigen Frequenzen entstehen grosse Kavitationsblasen, deren Implosion Schockwellen mit hoher Kraft auslöst. Bei hohen Frequenzen hingegen ist der Radius der Blasen kleiner und somit die Implosionskräfte geringer. Deshalb wird hartnäckig anhaftender Schmutz am effektivsten mit niedrigen Ultraschall-Frequenzen entfernt. Bei empfindlichen Materialien kann es dabei jedoch zu Kavitationsschäden an den Oberflächen kommen. Doch auch höhere Ultraschallfrequenzen können Wirkung zeigen, da hier die Strömungsgeschwindigkeiten höher sind, wodurch insbesondere kleine, weniger fest anhaftende Partikel effektiv entfernt werden.



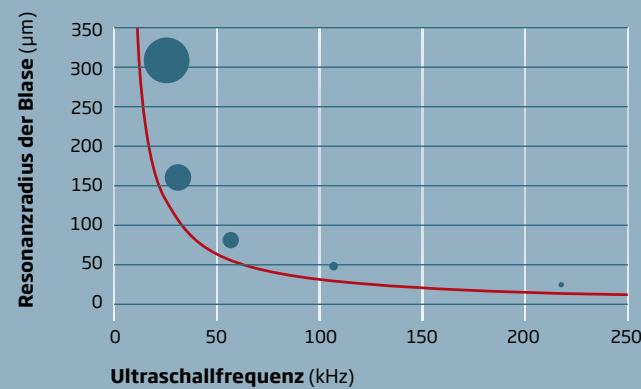
Tiefe Frequenzen für grobe Verschmutzung.



Hohe Frequenzen für kleine Bohrungen und filigrane Strukturen.

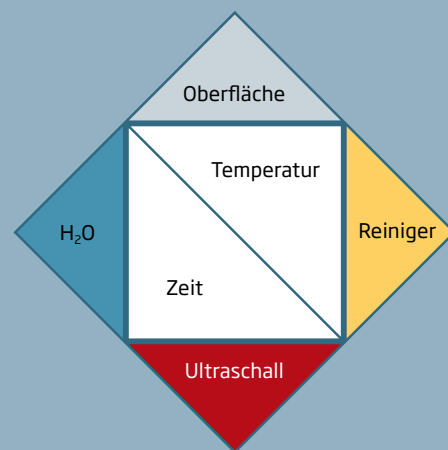


Der Resonanzradius der Kavitationsblasen als Funktion der Schallfrequenz



Weitere Reinigungsfaktoren

Zur effektiven Ultraschall-Reinigung gilt es noch eine Reihe weiterer Parameter zu beachten. So ist die richtige Wahl von Reinigungsdauer, Temperatur, chemischer Zusammensetzung des Reinigungsmediums und Qualität des Spülwassers essentiell für ein gutes Reinigungsergebnis.



Die Art des Reinigungsgutes und dessen Oberflächenbeschaffenheit sind in der Ultraschall-Reinigung ebenso wichtig wie bei anderen Reinigungstechniken. Darüber hinaus sind jedoch noch weitere Faktoren ausschlaggebend:

- **Ultraschallspezifisch:** Verwendung geeigneter Warenkörbe, wobei das Bad zur Minimierung der Ultraschallabsorption nicht mit zu vielen Teilen überladen wird.
- **Reinigungsflüssigkeit:** Zugabe von die Oberflächenspannung senkenden chemischen Zusätzen, um eine optimale Übertragung der Ultraschallenergie zu gewährleisten.
- **Temperatur:** Normal sind 40° C bis 90° C, bei wässrigen alkalischen, neutralen oder sauren Lösungen. Jede Reinigungsflüssigkeit hat ihre optimale Temperatur für die Schallübertragung und Kavitation. Mit steigender Temperatur nehmen Viskosität und Dichte ab, der Dampfdruck steigt.

Reinste Verfahren

KKS fokussiert und beweist seine Kompetenzen in drei klar umrissenen Tätigkeitsbereichen:

- Entwicklung und Produktion von Ultraschallkomponenten und Leistungsgeneratoren
- Ultraschall-Reinigungsanlagen der obersten Technologiestufe
- Optimierte Ultraschall-Reinigungsmedien für jede Anwendung

Sämtliche Kompetenzen wenden wir tagtäglich als Dienstleistung in unserem eigenen Oberflächenzentrum an.

Komponenten der Ultraschall-Reinigung

Erzeugung von Ultraschall

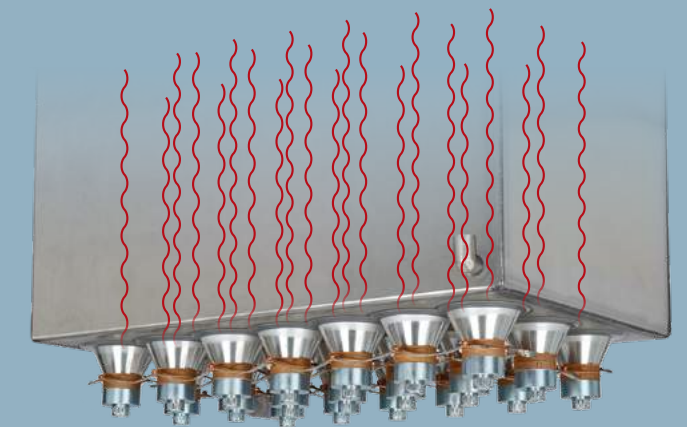
Das Prinzip der Ultraschall-Reinigung beruht auf dem Einbringen hochenergetischer Schallwellen in ein flüssiges Reinigungsmedium, welches das Reinigungsgut vollständig umgibt. Erzeugt wird der Ultraschall von einem Ultraschallwandler, angesteuert von einem **Generator**, der die Netzspannung in die entsprechende Ultraschallfrequenz und Ausgangsspannung wandelt.



Ein **Ultraschallwandler** enthält je nach Leistung eine unterschiedliche Anzahl parallel geschaltete Wandler-Elemente. Dieser Verbund von Elementen setzt die vom Generator erzeugten elektrischen Schwingungen über piezokeramische Scheiben in mechanische Schwingungen um.



Diese Schwingungen werden durch Koppelteile auf eine **Edelstahlmembran** übertragen. Durch die Auslenkung der Membranoberfläche wird das flüssige Medium in der Reinigungswanne in Schwingung versetzt, wodurch ein homogenes Schallfeld entsteht.



Reinste Komponenten

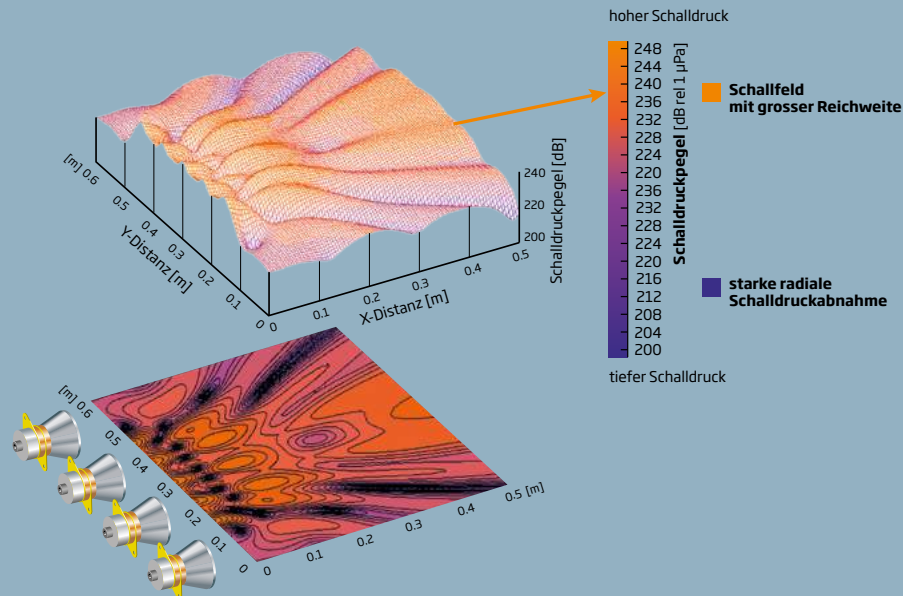
KKS Hochleistungs-Ultraschall-Komponenten für die wässrige Reinigung zeichnen sich aus durch eine Reihe herausragender Merkmale:

- Kompakt und leistungsstark – einzelne Ultraschallmodule bis 2000 Watt
- Höchste Verfügbarkeit – kurzschluss- und leerlaufsicher
- Beste Reinigungsergebnisse – automatische Frequenzmodulation, Frequenzoptimierung und Leistungskonstanthaltung
- Anpassungsfähig – verschiedene Ultraschallfrequenzen für SINGLE-, DUAL- oder MIX-Anwendungen
- Kommunikativ – über das «AnyBus»-Steuermodul lassen sich KKS-Generatoren relativ einfach in Steuerungen einbinden

Ultraschallwandler-Konstruktionen

Die Ultraschallwandler-Konstruktionen lassen sich in zwei Hauptkategorien aufteilen:

- Flächenschwinger mit direkter zielgerichteter Abstrahlung
- Stab-/Rohrschwinger mit Rundum-Abstrahlung.



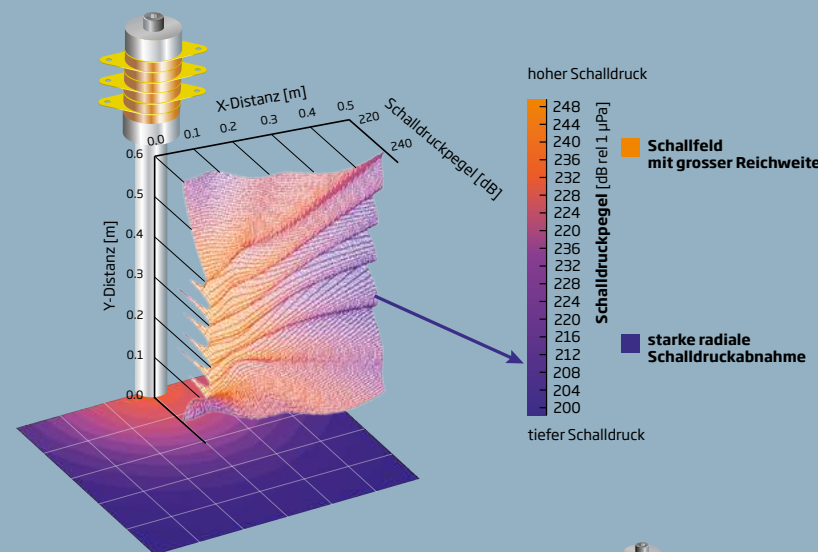
Flächenschwinger haben eine Nahfeldcharakteristik mit grosser homogener Reichweite.

Flächenschwinger

Über eine maximal grosse plane Oberfläche wird eine hohe Ultraschallenergie in ein Bad abgegeben. Es entsteht eine zielgerichtete Abstrahlung.

Vorteile

- DUAL-Frequenzen (27 & 80 kHz / 30 & 60 kHz / 40 & 100 kHz)
- optimales homogenes Schallfeld in der Reinigungswanne
- sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis
- beste Reinigungsqualität



Rohrschwinger strahlen mit starker radialer Schalldruckabnahme in tellerförmigen Ebenen ab.

Vorteile

- wenig Platzbedarf für den Einbau
- gezielte Beschallung von Bohrungen

Nachteile

- höhere Leistungsverluste bei der Schwingungserzeugung im Ultraschallwandler
- unerwünschte Rundumabstrahlung (Wannenbeschädigung)
- keine homogene Abstrahlung, mit toten Stellen
- nur Frequenzen bis ca. 40 kHz möglich

Mit der Rohr- oder Stabschallgeber-Bauform wird zuerst eine longitudinale Schwingung erzeugt, die dann über den massiven Stab, bzw. über das massive Rohr, in Form einer transversalen Komponente 360° radial abgestrahlt wird. Das heisst, diese «Schwingungsumlenkung» verursacht zusätzliche Verluste und hat über die Stablänge eine ungleichmässige Abstrahlung der Ultraschall-Energie zur Folge.

Reinigungsmittel

Da sich Wasser nur bedingt zur Ultraschall-Reinigung eignet, wird generell zum Einsatz von Reinigungsmitteln (Reinigungsflüssigkeiten mit chemischen Zusätzen, insbesondere oberflächenaktiven Substanzen) geraten. Diese müssen speziell entwickelt werden, um ein optimales Reinigungsergebnis zu gewährleisten. Bei der Ultraschall-Reinigung ist die Wahl der Reinigungsmittel ebenso wichtig wie die Auslegung der benötigten Ultraschall-Ausrüstung (Generatoren, Schwinger, Betriebsfrequenz usw.). Entscheidend ist, wie sich der Schmutz oder das Medium, das den Schmutz bindet, am besten lösen oder chemisch angreifen lässt. Dabei soll das Reinigungsgut selbst möglichst wenig angegriffen werden. Darüber hinaus sind auch der Werkstoff des Reinigungsgutes sowie die Vorgeschichte der Verschmutzung für die Wahl der Reinigungsflüssigkeit bestimmend. Im Voraus ist generell eine Versuchsreinigung in speziell dafür ausgestatteten Laboratorien von Reinigungsfirmen zu empfehlen. Dabei werden auch weitere Verfahrensschritte wie Trocknen, Spülen usw. geprüft.

Die industrielle Teilereinigung

Bei der industriellen Teilereinigung in der metallverarbeitenden Industrie oder Oberflächentechnik werden meist zwei Arten von Ultraschall-Reinigern eingesetzt:

Wässriges Bad

- Alkalisch, pH-Wert = 8-14
Weit verbreitet und günstig. Diese Mittel haben nicht nur eine gute Reinigungswirkung, sie sind auch weitgehend abbaubar, d.h. umweltfreundlich. Insbesondere sind sie für das Entfernen von Ölen und Fetten geeignet.
- Neutrales Bad, pH-Wert = 7
Diese Mittel auf der Basis von anorganischen oder organischen Säuren sind insbesondere für das Entzünden, Entrosten und Abtragen von Oxidschichten bei Metallen geeignet. Öle und Fette nichttierischen Ursprungs können auch entfernt werden.

Lösemittelanlagen

Lösemittelanlagen entfetten sehr gut, sind aber häufig nur für klar definierte Verunreinigungen und unter ganz bestimmten technischen Voraussetzungen einsetzbar.

Die Vorteile der Ultraschall-Reinigung

- Porentief saubere Oberflächen ohne Kratzen, Bürsten oder Schaben – auch bei porösen oder offenporigen Strukturen, komplizierter Geometrie, engen Spalten oder Sacklöchern im Reinigungsgut
- Kurze Reinigungszeiten von wenigen Sekunden bis Minuten
- Einfache und schnelle Handhabung
- Für praktisch alle Arten von Verunreinigungen und Materialien einsetzbar
- Wegfall mühsamer und kostenintensiver Handarbeit – die Reinigung wird zum Erfolgserlebnis
- Es werden wesentlich weniger chemische Zusätze benötigt als bei vielen herkömmlichen Reinigungsprozessen
- Der Reinigungsablauf ist automatisierbar und liefert reproduzierbare Ergebnisse

Reinste Zuverlässigkeit

KKS Ultraschallwandler sind Garanten für Langlebigkeit und Performance:

- Platzsparend einbaubar
- Höchste Leistungsabgabe
- DUPLEX-Edelstahl zur Minimierung der Kavitationserosion

Reinste Auswahl

KKS liefert als Lösungs-Komplettanbieter alles aus einer Hand für die Ultraschall-Reinigung:

- Ultraschall-Reinigungsmedien
- Ultraschall-Komponenten
- Ultraschall-Reinigungsanlagen

Allgemeine Hinweise zur Verwendung von Ultraschall-Reinigungsbädern

- Die Wanne oder das Bad wird mit dem Reinigungsmittel gefüllt (Füllhöhe und Verdrängungsvolumen bei grossvolumigen Teilen beachten!) und – wenn nötig – auf Betriebstemperatur aufgeheizt.
- Der chemische Reinigungszusatz wird hinzugegeben.
- Der Ultraschall wird eingeschaltet und auf maximale Leistung gestellt (vorzugsweise gepulster Ultraschall oder höhere Ultraschallfrequenz), dies zum «Entgasen der Badflüssigkeit». Der Vorgang dauert zwischen wenigen Minuten und 30 Minuten, je nach installierter Ultraschall-Leistung und Badtemperatur.

Entgasen der Badflüssigkeit

In «neuen und kalten Flüssigkeiten» sind immer grössere Mengen an Luft oder anderen Gasen gelöst oder als nicht lösbare Bläschen suspendiert. Zu Beginn einer Ultraschall-Beaufschlagung koagulieren diese zuerst (Gaskavitation) und steigen sichtbar auf.

Ein Grossteil der zugeführten Ultraschall-Energie wird während des Entgasens verbraucht – die Reinigungswirkung am Objekt ist erheblich gemindert.

Durch Zugabe von Netzmitteln bei wässrigen Lösungen wird das Entgasen beschleunigt. Ein Netzmittel ist bereits in vielen Reinigungszusätzen enthalten.

Das Entgasen ist gut zu beobachten und kann entsprechend kontrolliert werden. Dieser Vorgang muss bei der gleichen Flüssigkeit nur nach längerem Stillstand (Tag), oder intensiver Durchmischung (Pumpen-Filter-Aggregat) bei offener Badoberfläche wiederholt werden.

Teilereinigung

Die zu reinigenden Teile werden direkt in das Bad gehalten oder über eine Vorrichtung so eingehängt, dass sie vollständig eintauchen. Dabei ist ein Mindestabstand von ca. 5–10 cm zu den Ultraschall-Abstrahlflächen einzuhalten. Hier ist insbesondere Folgendes zu beachten:

- Kleinteile möglichst nicht schichten oder übereinanderlegen. Grossflächige Teile (Linsen, Leiterplatten) müssen meist parallel zur Schallrichtung angeordnet werden.
- Gestellware möglichst flächenkonform und einzeln positionieren.

Die Reinigungszeit beträgt, je nach Verschmutzung und der chemischen Lösefähigkeit der Reinigungsflüssigkeit, zwischen wenigen Sekunden und mehreren Minuten. Bei gealterten oder eingetrockneten Verschmutzungen, wie sie vor allem bei Wartungsarbeiten anfallen, können die Behandlungszeiten höher liegen. Hier kann z.B. ein vorheriges «Einweichen» im Bad sinnvoll sein. Das Reinigungsergebnis wird durch eine Bewegung der Teile im Bad, z.B. durch eine integrierte Oszillationsvorrichtung oder durch das manuelle Bewegen der Teile, wesentlich verbessert (Vermeidung der Auswirkung stehender Ultraschallwellen), weil dadurch zusätzlich die Abspülung schon angelöster Schichten begünstigt wird. Bei der Entnahme des Reinigungsgutes aus einem nicht kontinuierlich gepflegten Bad können an den Teileoberflächen Rückstände der Badflüssigkeit oder sogar gelöste Schmutzteilchen haften bleiben. Deshalb sollte das Reinigungsgut anschliessend abgespült werden.

Allgemeiner Reinigungshinweis

Trotz der «allumfassenden Ausbreitung» des Ultraschalls im gesamten Badvolumen kann es bei einer Anhäufung vieler kleiner Teile und auch bei grossformatigen Teilen zu Abschattungseffekten kommen. Das heisst, die vorhandene Ultraschall-Intensität am Teil selbst reicht nicht für die Auslösung von Kavitation an der Oberfläche aus. Das Teil wird nur ungenügend sauber.

Eine direkte Berührung mit der Schallfläche, insbesondere bei Bodenschall, hat eine ungenügende Reinigungsleistung zur Folge und beschädigt den Ultraschallgeber!

Badpflege

Nach jedem Reinigungszyklus und bei längerem Stillstand sollten die Badflüssigkeit ausgetauscht und die Wanne gereinigt werden. Eventuelle Rückstände müssen entfernt werden.

«After Sales Service»

KKS erbringt in allen Projektphasen kompetente Beratung und Support. Dabei werden gleichzeitig individuelle Kundendienstleistungen abgedeckt. Kunden von KKS erhalten eine schnelle und pünktliche Lieferung in den Bereichen Planung, Installation und Kundendienst ihrer Einrichtungen und Anlagen. Darüber hinaus sorgen flexible, individuelle und auf die Kundenbedürfnisse zugeschnittene Serviceangebote für ein nachhaltig hohes Niveau der Anlagenverfügbarkeit und Kundenzufriedenheit.

DUAL- oder MIX-Frequenz-Ultraschall-Technologie

Durch eine sequenzielle oder gleichzeitige Beschallung mit zwei harmonischen Frequenzen wie z. B. 27 kHz und 80 kHz lassen sich hervorragende Reinigungsergebnisse in relativ kurzen Prozesszeiten erzielen.

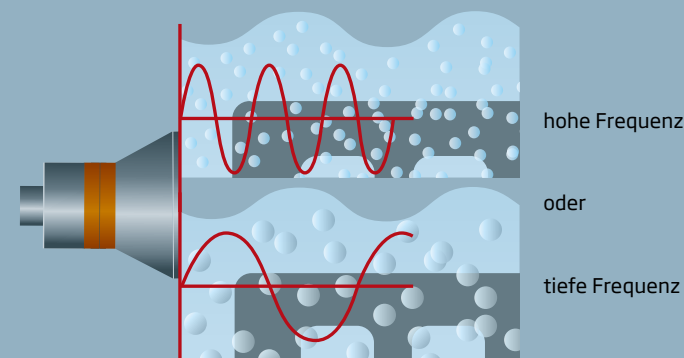
DUAL-Ultraschall-Technologie

Die DUAL- oder MIX-Frequenz-Technologie erweist sich immer wieder als eines der effizientesten und wirkungsvollsten Ultraschall-Reinigungsverfahren. Gegenüberstellungen und Versuche haben ganz neue Erkenntnisse erbracht: So erhöht die Kombination von Grob- und Feinstreinigung im selben Prozess die Flexibilität und es lassen sich exzellente, bis anhin unerreichte Reinigungsergebnisse erzielen. Bei tiefen Frequenzen bilden sich mit der DUAL- oder MIX-Frequenz-Technologie weniger, dafür grössere Kavitationsblasen mit hoher Implosionskraft. Die komplexen Schmutzschichten werden gesprengt und die Oberflächenstruktur wird vergrössert. Bei hohen Frequenzen wiederum formen sich viel mehr, jedoch kleinere Kavitationsblasen mit geringerer Implosionskraft. Die kleineren Kavitationsblasen sorgen dafür, dass auch poröse Oberflächen, offenporige Strukturen sowie kleinste Bohrungen und filigrane Strukturen von Verunreinigungen befreit werden. Dank den DUAL-Frequenz-Schwingsystemen lassen sich im gleichen Bad Grob- und Feinstreinigung ausführen.

KKS Dualfrequenz-Schwingsysteme

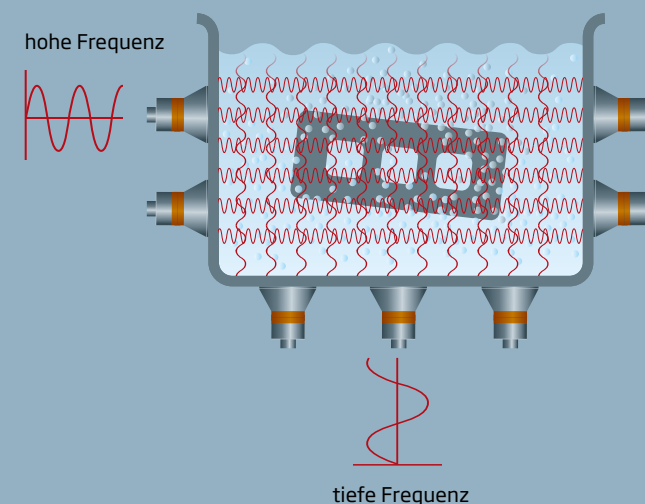
Sie werden von uns entwickelt und in hoher Qualität gebaut.

- für höchsten Wirkungsgrad
- individuell angepasste Dimensionen
- Ultraschall-Membranen in den Stärken 2/3/5 mm
- Membranmaterial DUPLEX-Edelstahl



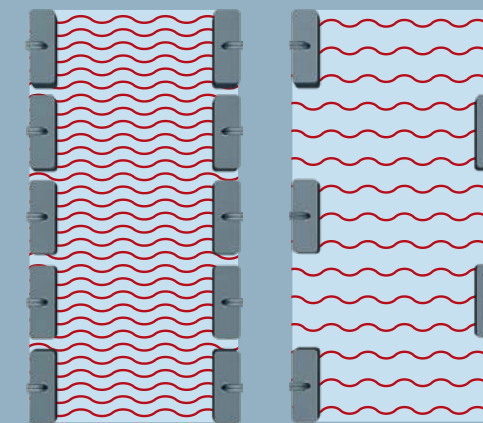
Das MIX-Frequenz-Bad

Hier schwingen die Schwingelemente an der Seitenwand der Ultraschallwanne mit anderen Frequenzen als jene am Wannenboden. Durch eine gleichzeitige Beschallung mit zwei harmonischen Frequenzen wie z. B. 27/80 kHz, 30/60 kHz und 40/100 kHz lassen sich exzellente und bis anhin unerreichte Reinigungsergebnisse erzielen.



Einbaubeispiele von Flächenschwingern und direkter Wannenbestückung

Die Bestückung der Wannen mit Flächenschwingern oder die direkte Bestückung der Wannen mit Ultraschall-Wandlern ist abhängig von der Grösse der Wanne und deren Einsatz.



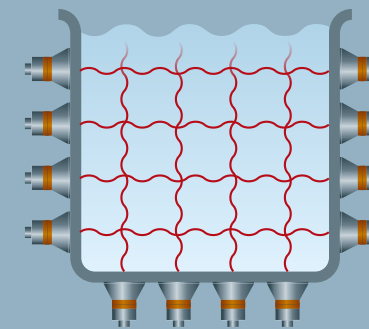
Voll- oder Teilbestückung der Wannen

Vollbestückung

Vorteil: maximale Leistung dank voller Bestückung
Nachteil: hohe Anschaffungskosten

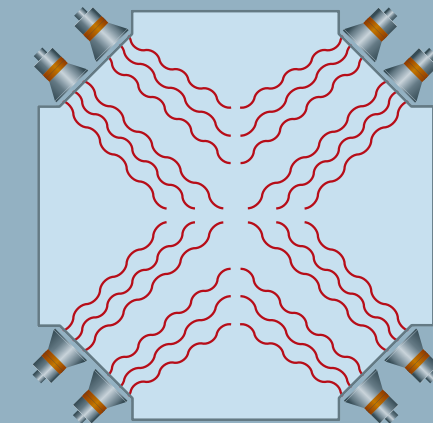
Teilbestückung

Vorteile: Nachbestückung der Leerstellen ist problemlos möglich; halbe Anschaffungskosten
Nachteil: weniger Leistung



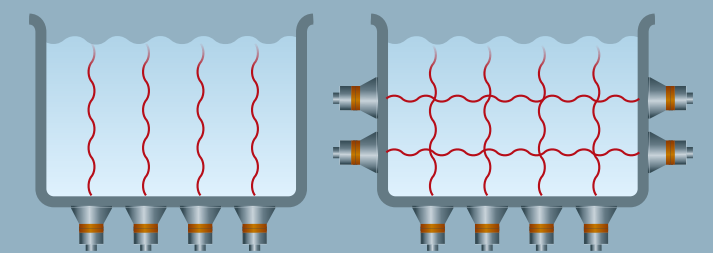
Kundenspezifische Auslegungen

Wie die Anlagen sind auch die Flächenschwinger in Leistung und Grösse kundenspezifisch ausgelegt. Zu Wannen mit einer seitlichen Vollbestückung kann je nach Reinigungsaufgabe auch der Wannenboden mit Flächenschwingern belegt werden. Alle Flächenschwinger sind mit Membranen von 2/3/5 mm lieferbar. Die Flächenschwinger sind aus kavitationsbeständigem, höchst säure- und korrosionsbeständigem Edelstahl 1.4462 gefertigt.



Einbaubeispiel für Eckschwinger

Diese Spezialschwinger werden bei Sonderanlagen, 1-Kammeranlagen oder wo enge Platzverhältnisse optimal ausgenutzt werden müssen, eingesetzt. Sie sind vakuumtauglich.



Einbaubeispiele für direkte Wannenbestückung (Feinstreinigung)

Bei Wannenvolumen unter 100 Litern wird das Wannenblech direkt mit Schwingungswandlern bestückt, meist nur am Wannenboden. Bei höherem Leistungsbedarf können auch die Seitenwände bestückt werden.

Reinheit mittels Technologie: KKS Ultraschall-Systeme

Reinste Technologie

KKS bietet technologisch führende Lösungen für jeden Anwendungsbereich.

Technologie	Bedeutung
SINGLE-Frequenz	Die Ultraschalleinrichtung arbeitet mit einer Frequenz.
DUAL-Frequenz	Die Ultraschalleinrichtung kann wahlweise mit zwei Frequenzen betrieben werden.
MIX-Frequenz	Sind in einer Ultraschallwanne zwei Schwingkreise mit zwei Generatoren angebracht, kann im entsprechenden Bad mit zwei Frequenzen gleichzeitig gereinigt werden.

Hochleistungs-Ultraschall-Schallwandler

Die KKS Schallwandler zeichnen sich durch ihre extrem hohe Langlebigkeit, Funktionssicherheit sowie ihre Konstanz der Leistungsabgabe aus. Sie bestehen aus zwei piezokeramischen Scheiben, die über zwei metallische Endstücke mechanisch vorgespannt sind. Die Nennleistung eines Wandlers beträgt bei allen Frequenzen in der Regel 50 Watt.



27 / 80 kHz



30 / 60 kHz



40 / 100 kHz

Insbesondere Reinigungsaufgaben, die mehrere Ultraschallfrequenzen erfordern, sind eine Domäne der KKS-Ultraschalltechnologie. Die leistungsfähigen KKS-Ultraschallwandler erlauben – zusammen mit unseren Ultraschall-Generatoren – die Ausstattung von Ultraschallausrüstungen mit SINGLE-, DUAL- und MIX-Frequenztechnologie.

Standard Frequenzpaarungen:

- 27 und 80 kHz
- 30 und 60 kHz
- 40 und 100 kHz

Tiefe Frequenzen von 27, 30 oder 40 kHz

- Grobreinigung
- Erzeugen wenige, jedoch grössere Kavitationsblasen mit einer hohen Implosionskraft
- Lösen hartnäckige Schmutzschichten

Hohe Frequenzen von 60, 80 oder 100 kHz

- Feinreinigung
- Erzeugen viele, jedoch kleinere Kavitationsblasen mit einer geringeren Implosionskraft
- Lösen Schmutzschichten in kleinsten Bohrungen und filigranen Strukturen oder porösen Oberflächen
- Oberflächenschonend

Vorteile der MIX-Frequenz-Technologie:

Das gleichzeitige Beschallen im selben Reinigungsbad mit mehreren harmonischen Ultraschallfrequenzen garantiert in kurzer Zeit eine porentiefe und schonende Reinigung von komplexen Bauteilen.

- Die verschiedenen Ultraschall-Frequenzen können gleichzeitig oder separat eingesetzt werden
- Kombination von hoher Reinigungsenergie mit Tiefenwirkung
- Schonende, porentiefe Reinigung

Hochleistungs-Ultraschall-Generatoren



KKS FT-TM Generator

FT-TM: Das Tischmodell mit allen Möglichkeiten

Der Generator FT-TM ist für den industriellen Einsatz mit Leistungen bis 2000 Watt konzipiert. Besonders kompakt konstruiert, lässt er dank höchster Effizienz und Flexibilität keine Wünsche offen. Sämtliche Funktionen können sowohl manuell gesteuert als auch in eine Anlagensteuerung integriert werden.

Abmessungen	400 × 150 × 91 mm
Ideales Einsatzgebiet	Ein- und Mehrkammer-Reinigungsanlagen
Ultraschall-Leistung	50 - 2000 W
Leistungsregulierung	10 - 100 %
Ultraschall-Frequenzen	SINGLE: 27 / 30 / 40 / 60 / 80 / 100 kHz DUAL: 27 & 80 / 30 & 60 / 40 & 100 kHz
Mikroprozessor-Steuerung	✓
Degas-Funktion	✓
automatische Frequenz-optimierung	✓
automatische Leistungs-konstanthaltung	✓
Analoge Schnittstelle	✓
AnyBus Schnittstelle	-
Störmeldungen	✓
19" Baugruppenträger	-



KKS FT-MG Generator

FT-MG: Der Modulgenerator ohne Kompromisse

Die modulare Bauweise des Generators FT-MG eröffnet eine Vielzahl an Möglichkeiten, die jeder Anforderung gerecht werden. Die einzelnen Module des Generators lassen sich bequem von vorne in ein Modulgehäuse oder in einen 19"/4HE FT Baugruppenträger einbauen. Es stehen folgende stehen folgende Steckplätze zur Verfügung:

Abmessungen	-
Ideales Einsatzgebiet	Mehrkammer-Reinigungsanlagen, Automatische Reinigungsanlagen
Ultraschall-Leistung	50 - 8000 W; max. 8000 Watt pro Modulgehäuse oder 19"/4HE FT Baugruppenträger
Leistungsregulierung	10 - 100 %
Ultraschall-Frequenzen	SINGLE: 27 / 30 / 40 / 60 / 80 / 100 kHz DUAL: 27 & 80 / 30 & 60 / 40 & 100 kHz
Mikroprozessor-Steuerung	✓
Degas-Funktion	✓
automatische Frequenz-optimierung	✓
automatische Leistungs-konstanthaltung	✓
Analoge Schnittstelle	✓
AnyBus Schnittstelle	✓
Störmeldungen	✓
19" Baugruppenträger	✓

- 4 Ultraschall-Leistungsmodule, jedes bis 2000 Watt
- 1 Steuermodul für die manuelle Bedienung oder
- 1 AnyBus Steuermodul für die Einbindung der Generatoren in Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen
- Mischbestückungen mit Modulen verschiedener Frequenzen und Leistungen möglich

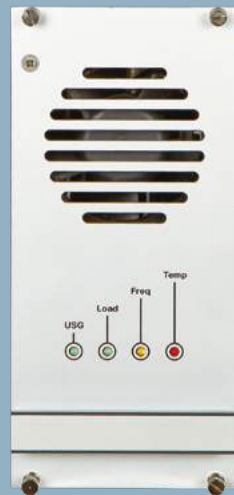
Reinste Highlights

Die KKS Ultraschall-Generatoren-Technologie vereint in sich eine ganze Reihe schlagkräftiger Argumente:

- Kompakt und leistungsstark - Ultraschallmodule bis 2000 Watt
- Höchste Verfügbarkeit - kurzschluss- und leerlauf-sicher
- Beste Reinigungsergebnisse - automatische Frequenzmodulation, Frequenzoptimierung und Leistungskonstanthaltung



FT-MG: Die Komponenten



Ultraschall-Leistungsmodul

Mikroprozessorgesteuerte Hochleistungsmodul mit allen verfügbaren Frequenzen für SINGLE-, DUAL- oder MIX-Anwendungen. Einfach von vorne in ein Modulgehäuse oder in einen 19"/4HE FT Baugruppenträger einsetzbar.



Steuermodul für die einfache manuelle Bedienung

Steuermodul für die Steuerung und Regulierung der Ultraschallparameter für alle Leistungsmodul eines Modulgenerators.



AnyBus Steuermodul - flexible Einbindung in übergeordnete Steuerungs- und Überwachungssysteme

Das AnyBus Steuermodul erlaubt die einfache Anbindung der Generatoren über verschiedenste BUS-Systeme wie PROFIBUS, PROFINET, Device NET, EtherCAT usw. Es lassen sich bis zu 4 Modulgeneratoren mit insgesamt 16 Leistungsmodulen individuell steuern.

Hochleistungs-Ultraschall-Schwingsysteme

Als Elemente zur Übertragung der Schallwellen auf die Reinigungsflüssigkeit beeinflussen Ultraschallwandler oder -schwingsysteme entscheidend die Effektivität und Prozesssicherheit einer Ultraschall-Reinigungsanlage. Es gehört zu den Kernkompetenzen von KKS, solche kundenspezifischen Schwingsysteme und Ultraschalleinrichtungen jeder Grösse und Leistungsklasse zu entwickeln und herzustellen. Dabei gelten strengste Qualitätsstandards. So verwenden wir wenn immer möglich für unsere Schwingsysteme DUPLEX-Edelstahl, der eine sehr hohe Resistenz gegenüber Kavitationserosion aufweist. Unsere Produkte sind Garanten für Langlebigkeit und höchste Leistungsabgabe.

DUAL-Frequenz-Technologie

Jedes in unseren Ultraschall-Schwingsystemen verbaute Schwingelement hat die Eigenschaft, mindestens zwei Frequenzen erzeugen zu können. Dies hat den Vorteil, dass im gleichen Ultraschallbad sowohl Grobreinigung als auch Feinreinigung durchgeführt werden können. Sind mindestens zwei Schwingquellen im selben Ultraschallbad eingebaut, kann der Reinigungsprozess mit der MIX-Frequenz-Technologie weiter optimiert und so die Prozesszeit verkürzt werden.

Tauchschwinger - robust und flexibel

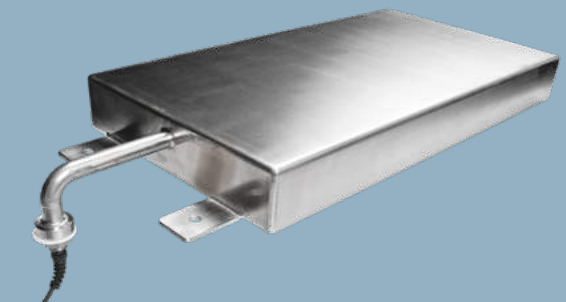
Unsere Tauchschwinger zeichnen sich durch robuste Bauweise, hohen Wirkungsgrad, zielgerichtetes Abstrahlverhalten sowie ihre vielen Einbaumöglichkeiten aus. Sie werden meist in grossen Ultraschallwannen mit hohen Leistungen eingebaut. Die Nachrüstung von Reinigungswannen ist ohne grössere Umbauten möglich.



Tauchschwinger zur Bolzenbefestigung durch die Wandung der Ultraschallwanne



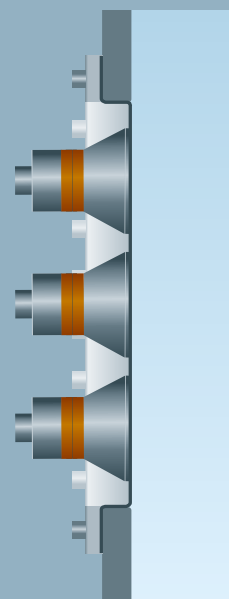
Tauchschwinger mit Aufhängehaken zum Einhängen in eine Ultraschallwanne



Tauchschwinger mit Befestigungsglaschen zur Fixierung an einer Aufhängeeinrichtung in der Ultraschallwanne

Plattenschwinger - platzsparend und höchst effizient

Unsere Plattenschwinger sind robuste und effiziente Ultraschall-Einrichtungen, die auf einer geraden oder abgekröpften Edelstahlmembran angebracht werden. Sie werden mittels Einschweiss- und Anpressrahmen platzsparend in einen entsprechenden Durchbruch im Reinigungsbehälter eingeflanscht. Durch den Einbau wird das vorhandene Behältervolumen nicht verringert. Plattenschwinger eignen sich daher sowohl für die Erstausrüstung als auch für die Nachrüstung von bestehenden Bädern.



Einbauansicht eines Plattenschwingers mit abgekröpfter Membran



Plattenschwinger mit Anpressrahmen



Aussenansicht einer Wanne mit eingeflanschten Plattenschwingern



Innenansicht einer Wanne mit eingeflanschten Plattenschwingern



Ultraschallwanne bestückt mit Schwingelementen am Wannenboden und einer Längsseite

Longlife-Ultraschall-Schwinger - höchste Leistungsdichte und Standzeit

Unsere Longlife-Schwinger-Systeme zeichnen sich durch ihre äusserst robuste Bauweise aus. Die 5 mm starke US-Membran und das 3 mm starke Gehäuse werden ausschliesslich aus einem DUPLEX-Edelstahl hergestellt und zeichnen sich durch überdurchschnittlich hohe Standzeiten aus.

Die Longlife-Systeme werden bevorzugt bei folgenden Anforderungen eingesetzt:

- höchste Leistungsdichte (Watt/Membranfläche)
- wenig Einbauvolumen
- Eintrag von abrasiver Kontamination in das Reinigungsbad
- hohe mechanische Anforderungen
- Einsatz im Vakuumbereich

Die Longlife-Systeme sind in verschiedenen geometrischen Ausführungen lieferbar:

- rechteckig als Tauchschwinger
- dreieckig als Eck-Schwinger



Longlife Eck-Schwinger

Kundenspezifische Ausführungen - schnell und unkompliziert

Wir hören unseren Kunden zu, gehen auf ihre Bedürfnisse ein und erkunden Anwendungen, um technologisch führende Lösungen zu entwickeln. Kundenspezifische Ausführungen von Ultraschall-Ausrüstungen, die Herstellung kompletter Ultraschallwannen sowie die Bestückung von Wannen, Schwingplatten, Reaktoren oder anderen Baugruppen sind Bestandteil unseres Service-Angebots, welches von vielen unserer Kunden regelmässig wahrgenommen wird.

Wir sind auch Ihr Partner – gerne unterstützen wir Sie in der Planung und Ausführung Ihrer spezifischen Ultraschall-Anwendungen.

Weiterführende Informationen unter:
www.kks-ultraschall.ch

Weiterführende Informationen unter:
www.kks-ultraschall.ch

Quellenverzeichnis

Sobotta, R., Jung, Ch. (2005): Messung der Kavitationsrauschzahl. Fortschr. d. Akustik, DAGA'05: 581 – 582.

Kanegsberg, B., Kanergberg, E. (2006): Parameters in ultrasonic cleaning for implants and other critical devices. J. ASTM Int. 3, 1 – 8.

Kuttruff, H. (2004): Akustik: Eine Einführung S. Hirzel Verlag, Stuttgart, ISBN 3-7776-1244-8.

Schmidt, H. (1999): Ultraschallanwendungen in der industriellen Teilereinigung. Workshop «Von der Kavitation zur Sonotechnologie», VDI, 26.1.1999.

Suslick, K. S. (1989): Die chemischen Wirkungen von Ultraschall. Spektrum der Wissenschaft (April), 60 – 66.



KKS Ultraschall AG

Frauholzring 29
6422 Steinen
Schweiz



Telefon +41 41 833 87 87

Telefax +41 41 832 25 50

info@kks-ultraschall.ch

www.kks-ultraschall.ch

www.kks-ultraschall.ch