



HALMOSI

Reaktoren • Druckbehälter • Montage

Vibrationsentspannen von Schweißbauteilen – Vor- und Nachteile

Hans Halmosi



1. Kurzvorstellung Halmosi GmbH
2. Was ist Vibrationsentspannen?
3. Bestandteile der Anlage und Aufbau
4. Durchführung und Ergebnis
5. Anwendungsgrenzen
6. Praxisbeispiele
7. Vor- und Nachteile
8. Zusammenfassung

Firmeninfos und Kontakt



Infos

Gegründet	1989
Belegschaft	75 Personen
Fertigungsfläche	4.200 qm

Kontakt

Halmosi GmbH	Tel. 07131-3 90 96-10
Pfaffenstr. 51	http://www.halmosi.de
D-74078 Heilbronn	e-Mail: info@halmosi.de

**Auftragsfertigung
nach Kunden-
Spezifikationen**

**Ersatzteile
Sonderteile
Prototypenteile**

**Vor-Ort-
Industrieservice**

Projektmanagement

- **Schweißen**
- **Vibrations-
entspannen**
- **Zerspanen**
- **Lackieren/
Beizen**
- **Montieren**

- Einzelteile und Kleinserien
- Einbaufertige Großteile bis 10t Stückgew.
- Komplette Projektabwicklung im Maschinen-, Anlagen- u. Vorrichtungsbau aus einer Hand

- schnelle und kostengünstige Herstellung nach Zeichnung, Muster, Skizzen und Aufmass
- Aufarbeitung und Wiederherstellung
- Ersatzteile auch für ältere Anlagen

- Montagen, Umbauten und Instandhaltung von Produktionsanlagen vor Ort
- Flexible, bedarfsgerechte Bereitstellung von qualifiziertem Fachpersonal
- Bei Bedarf komplette Problemlösung inklusive Konstruktion, Aufmass, Fertigung und Montage

Beratung

- fertigungsgerechte Konstruktion
- Konformität Regelwerke PED (DGRL), ASME
- Werkstoffe und Schweißtechnik
- Durchlaufzeitminimierung durch geeignete Halbzeugauswahl

Berechnung und Konstruktion

- Festigkeitsberechnung nach PED 2014/68/EU
- Konstruktion mit 3D-CAD

Komplette Herstellung

- Flexibilität und Schnelligkeit durch Schweißtechnik und mech. Bearbeitung aus einer Hand
- Werkstoffe von C-Stahl über CrNi bis zu Nickelbasiswerkstoffen
- Spezialität: Hochdruck- und hochhitzebeständige Reaktoren mit anspruchsvollen mechanischen Funktionsflächen

Abnahme und Dokumentation

- Abnahme nach PED 2014/68/EU, EN 13445, ASME Sect. VIII-1 mit notifizierten Stellen bzw. Inspection Agencies
- Dokumentation in deutscher und englischer Sprache. Weitere Sprachen auf Anfrage

Was ist Vibrationsentspannen?

Was ist Vibrationsentspannen?

- Verfahren zum Abbau von Eigenspannungen mit Hilfe gezielt eingebrachter Schwingungen
- Alternative zum Glühen (= Energieeintrag durch Wärme)
- Entspricht Werkstückalterung in Zeitraffer

Entstehung:

- Effekt der Alterung bereits länger bekannt:
1930er Jahre: Gewehrläufe vor dem Bohren in Eisenbahn-Waggons
- Ab 1960 Erste Anlagen den USA
- Ab 1973 in Deutschland durch VSR GmbH, Duisburg
manuelle Anwendung
- Ab 1988 vollautomatische Anlagen
- Ab 2000 vollautomatisch auf Basis Fourieranalyse (Grundlage d. Vortrags)
- Ab 2017 vollautomatisch auf Basis Modalanalyse

Bestandteile der Anlage und Aufbau

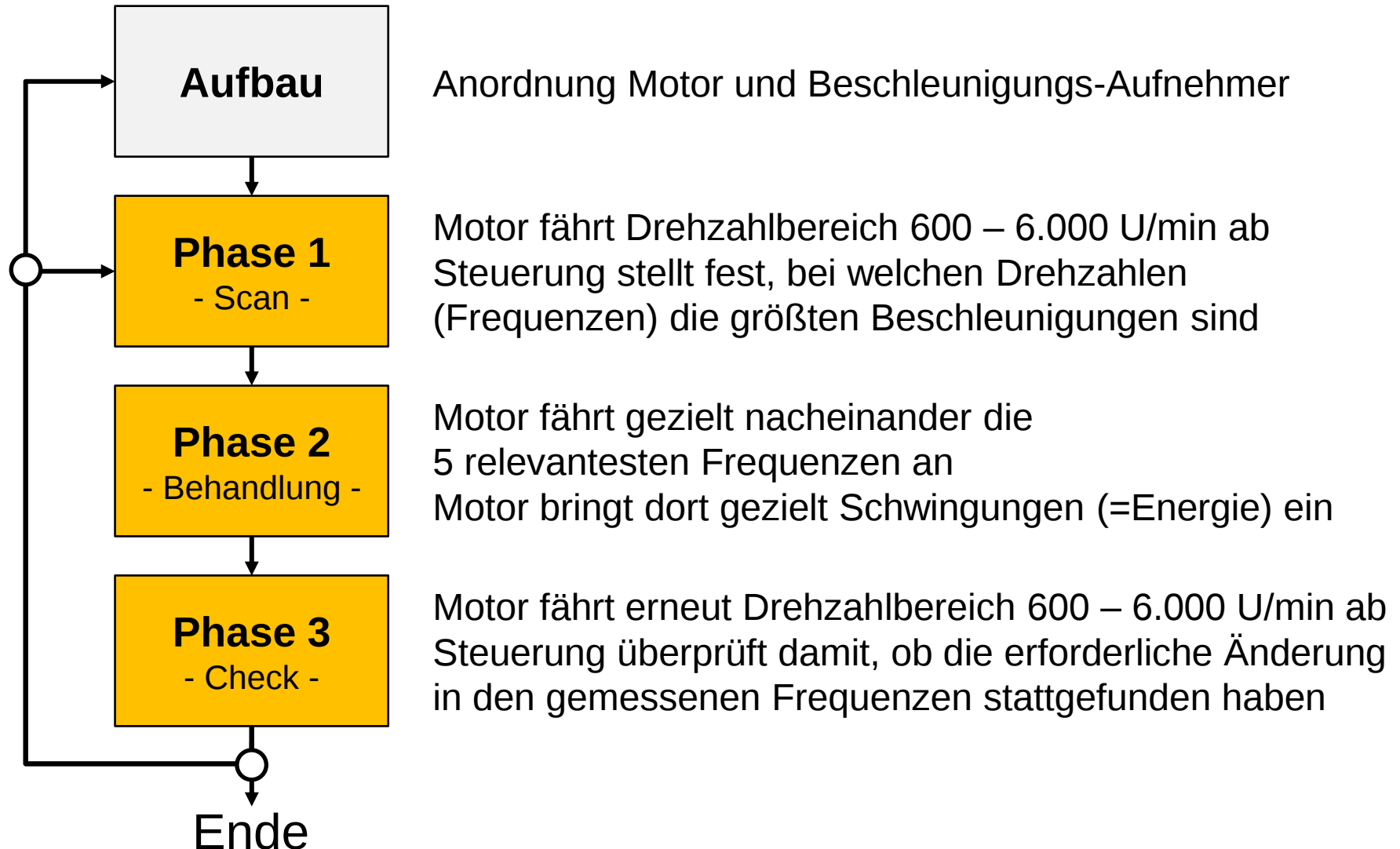


1. Unwuchtmotor
2. 3-Achsiger Beschleunigungsaufnehmer,
nah am Motor
Für Frequenzmessung während der Behandlung
3. 1-Achsiger Beschleunigungsaufnehmer
Zur Absicherung der Motor-Platzierung am Bauteil
(„kommen die Schwingungen überall an“)
4. Dämpfende Auflagen (z.B. Gummi-Blöcke,
Reifen)
5. Computer für Steuerung und Auswertung



Durchführung

(Basis: Fourieranalyse)



Ergebnis 1/2



VSR - VIBMATIC 6000 - Bearbeitungsprotokoll / Stress relieve report

14.Sep.2021 07:59
Ver: 7.2.40

Werkstück / Workpiece ID
Seriennummer / Serial Nr.
Zeichnung / Drawing

Beschreibung / Description : Schweißkonstruktion

Material / Material S235JR
Gewicht / Weight 400 kg

Unwucht / Excentric 20 %
Bearbeitung / Processing Auto / DQ-10

Arbeitswerte / Working

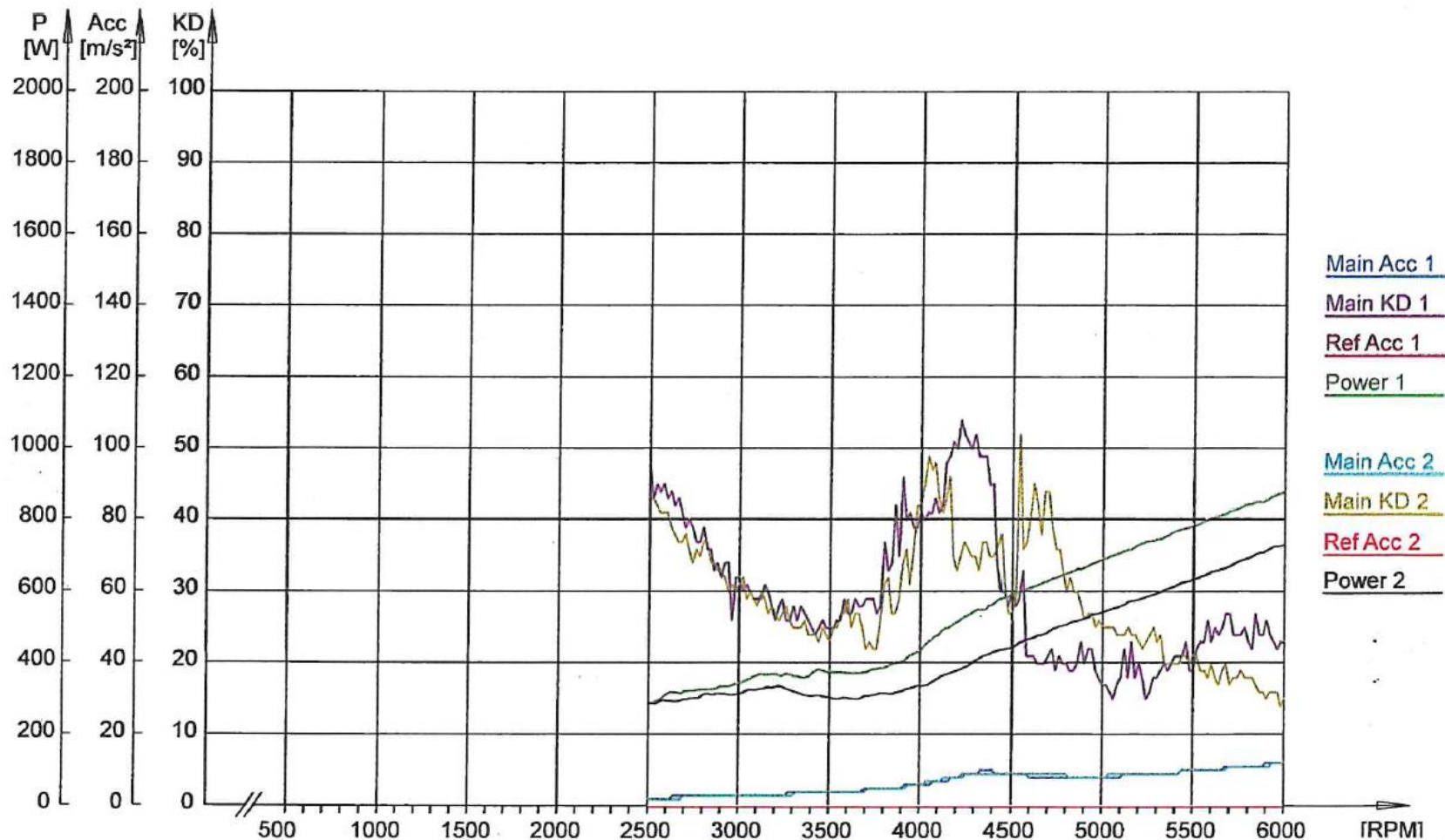
Drehzahl [UPM] Speed [RPM]	Zeit [min:sec] Time [min:sec]	Start KD [%] Start KD [%]	Ende KD [%] End KD [%]	KD-Change	P Start [W] Start P [W]	P Ende [W] End P [W]	Delta-P [W]
4340	10:00	49	37	-12,00	550	417	133
4320	02:50	49	33	-16,00	552	410	142
4300	03:40	52	35	-17,00	546	404	142
4260	03:20	51	36	-15,00	534	390	144
4220	01:50	54	35	-19,00	521	381	140

KD Effizienz Index: 15,97

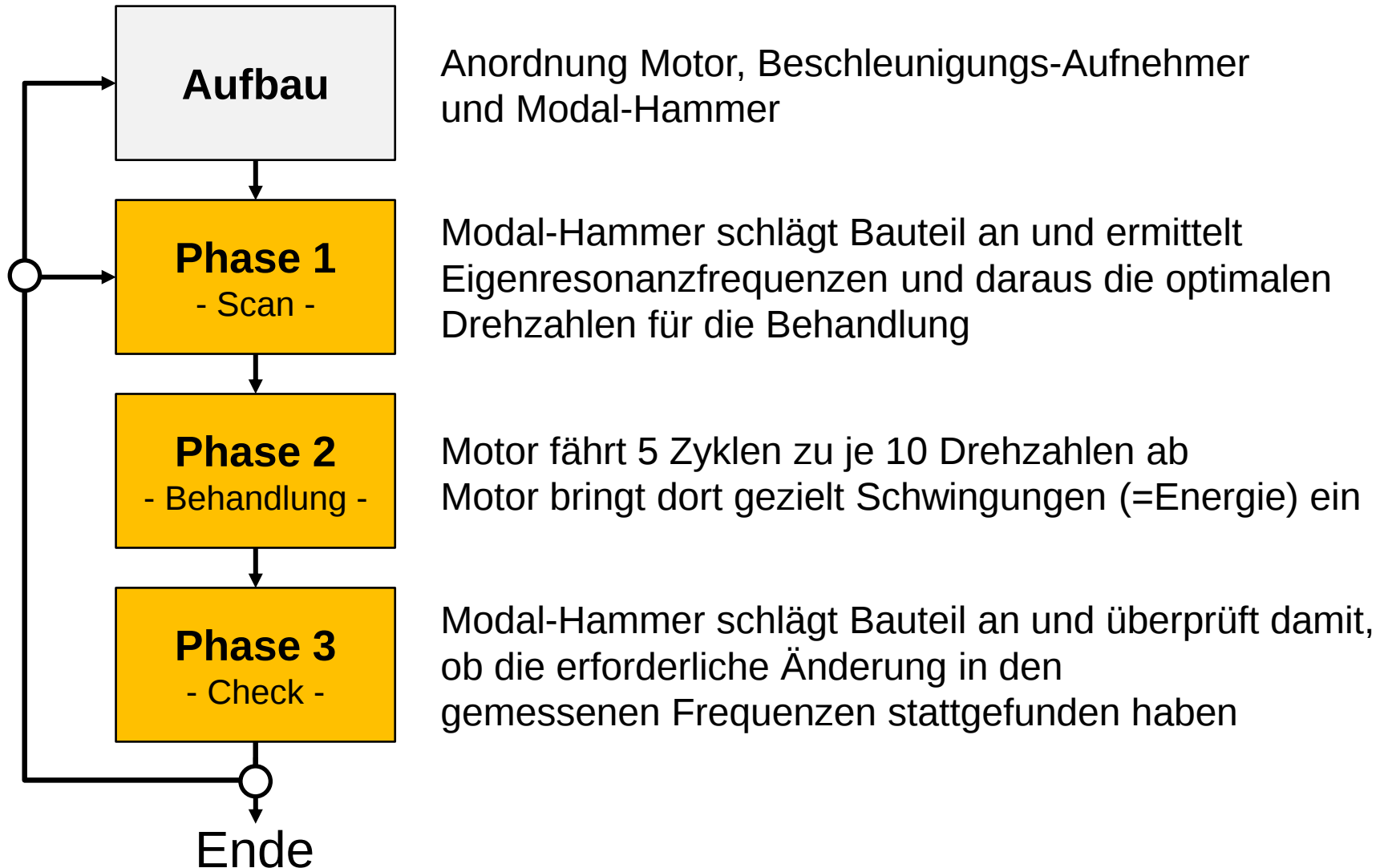
VSR-Behandlung am Bauteil wurde erfolgreich abgeschlossen.

Änderung im „Klirrfaktor“ zeigt Behandlungserfolg

Ergebnis 2/2 - Einzelparameter



Neuere Verfahrensvariante (mit Modalanalyse)



Anmerkung: In Halmosi GmbH keine eigene Erfahrung vorliegend

Dimensionsgrenzen

- Stückgewicht min. 100 kg, max. ca. 200 t
- Bei Teilen unter 100 kg ist die Anwendbarkeit vorab zu prüfen
- Werkstückgröße im Prinzip ohne Beschränkung

Behandelbare Werkstoffe

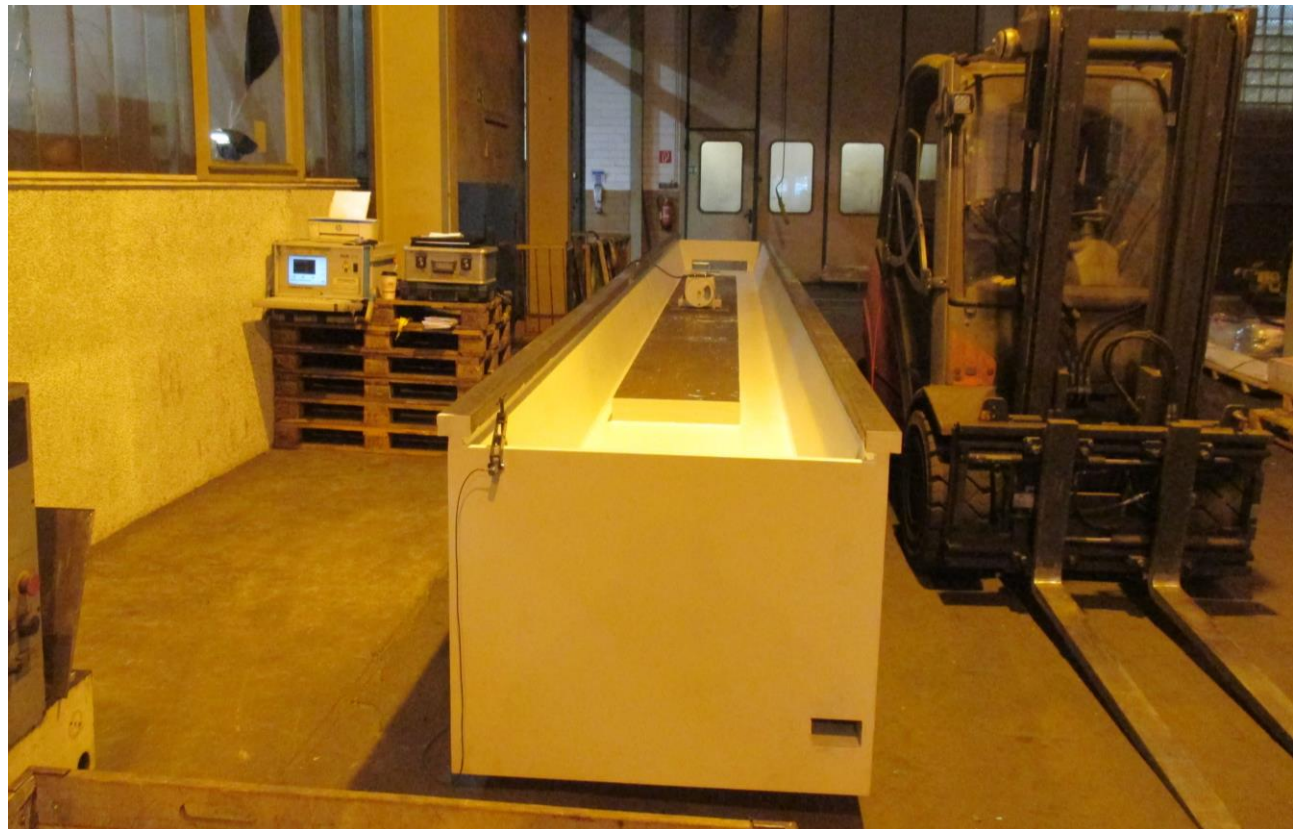
- Nahezu alle gängigen ferritische Maschinen- und Apparatebauwerkstoffe wie beispielsweise S235, S355 und höherwertiger
- Grau-, Kugelgraphit- und Stahlguss
- Austenitische Chrom-Nickel-Stähle
- Duplex-Werkstoffe
- Weitere Werkstoffe auf Anfrage

Praxisbeispiel 1:

Direkte Energieeinleitung - einfach

Werkstoff: S355
Masse: 11.500 kg
Verwendung: Maschinenbett

Dauer: 2,5 Stunden
Besonderheit: Bauteil lackiert



Praxisbeispiel 1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Glühen	Kosten [EUR]	Durchlaufzeit [Tage]
Verladen und Transport zum Glühen	800	1
Durchschn. Wartezeit		3
Glühen (11.500 kg x 0,21 EUR/kg)	2.415	2
Verladen und Transport vom Glühen	800	1
Entzundern (11.500 kg x 0,10 EUR/kg)	1.150	1
Summe	5.165	8

Vibrationsentspannen	Kosten [EUR]	Durchlaufzeit [Tage]
Reisekosten (3h / 270 km)	404	
Durchschn. Wartezeit		1
Vibrieren (11.500 kg x 0,12 EUR/kg)	1.380	0,5
Summe	1.784	1,5

-65%

-81%

Preise Stand 15.9.2022!

Stark zunehmende Preisunsicherheit beim Glühen!

Praxisbeispiel 2:

Direkte Energieeinleitung - mehrfach

Werkstoff: P355 NH
Masse: 37.000 kg
Verwendung: Ofenpfanne

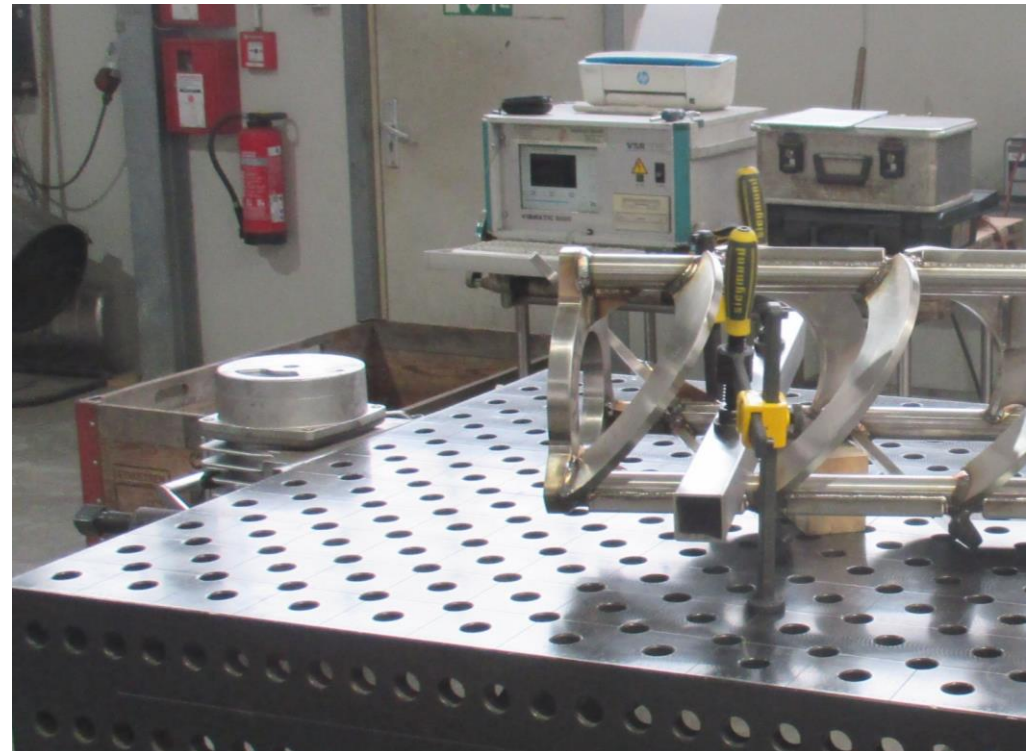
Dauer: 10 Stunden
Besonderheit: 11 Zyklen



Praxisbeispiel 3: Indirekte Energieeinleitung

Werkstoff: Duplex
Masse: 150 kg
Verwendung: Maschinenbau

Dauer: 2 Stunden
Besonderheit: Glühen untersagt



- **Weniger Verzug:** In der Regel mindestens gleichwertige Werkstückstabilität, d.h. gleicher oder geringerer Verzug bei der nachfolgenden mechanischen Bearbeitung.
Besonders bei stabförmigen, langen Bauteilen droht Glühverzug durch das Eigengewicht.
- **Schnell:** Im Normalfall kurze Behandlungszeit von ca. 2 Stunden pro Bauteil.
- **Ortsunabhängig:** Das Gerät ist klein und mobil und lässt sich damit ohne Probleme zum Werkstück bringen. Zudem benötigt Vibrationsentspannen keine festen Installationen.
- **Lieferantenunabhängig:** Je größer die Bauteile, desto weniger Anbieter für das Glühen existieren. Im Extremfall sind die Bauteile zu groß zum Glühen .
- **Stückzahl 1 / Durchlaufzeit:** Das Verfahren kann jederzeit und für Stückzahl 1 eingesetzt werden. Es entsteht keine Wartezeit bis zur vollständigen Ofencharge; die Durchlaufzeit verkürzt sich auf einen halben Tag.
- **Kosten:** Deutlich kostengünstiger durch Vermeidung von Transporten, Entzunderung und Richten nach dem Glühen. Der Energieeinsatz ist viel geringer.
- **Werkstückgrößen:** Werkstücke von ca. 100 kg bis 200 t können vibrationsentspannt werden. Damit erschließt sich auch für viele Großteile die Möglichkeit zur Spannungsreduzierung. Bei Teilen unter 100 kg ist die Anwendbarkeit vorab zu prüfen.
- **Ergebnissicher:** Computergesteuerte und damit automatische und ergebnissichere Durchführung inklusive Messwerte vom Bauteil.
- **Nachhaltigkeit/CO₂-Fußabdruck:** Keine Verbrennung nötig. Verfahren ist energieeffizienter.

- **Ineffizient für Kleinteile:** aufwendige Aufbauten erforderlich. Spannungsarmglühen ist hier tendenziell kostengünstiger.
- **Empfindliche Aufnehmer:** Aufnehmer müssen sorgfältig eingesetzt werden, sonst drohen Beschädigungen
- **Fehlende Zulassung:** Regelwerke wie z.B. AD2000/DGRL gestatten keine Alternative zum Spannungsarmglühen.
- **Verständlichkeit:** Spannungsarmglühen ist seit vielen Jahrzehnten bewährt und gut verständlich. Die physikalischen Vorgänge beim Vibrationsentspannen sind erheblich schwerer zu verstehen.
- **Zerspanbarkeit:** Vibrationsentspannen führt nicht zur Korn-Vergrößerung und daher nicht zu verbesserter Zerspanbarkeit.

1. Vibrationsentspannen ist ein sehr effizientes und sicheres Alternativ-Verfahren für das Spannungsarmglühen (SAG).
2. Vibrationsentspannen ist gegenüber SAG weniger gut verständlich.
3. Unsere Erfahrungen nach mehr als 10 Jahren Anwendung hausintern und bei externen Kunden sind absolut positiv.
4. Externe Kunden fragen das Verfahren verstärkt nach. Zahlreiche Kunden seit Jahren auch wiederholt.
5. Ausrüstung ist robust.
6. Neues Verfahren auf Basis Modalanalyse sollte Verständlichkeit und Effizienz nochmals verbessern (Halmosi setzt dieses aktuell nicht ein)



Vortrag

Vibrationsentspannen
von Schweißbauteilen – Vor- und Nachteile

Hans Halmosi

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!