

## Neuentwickeltes höherfrequentes Hämmerverfahren (PIT) für den Unterwassereinsatz zur Schweißnahtnachbehandlung von Schweißkonstruktionen.

Peter Gerster, Fa. PITEC GmbH

Bereits im Praktiker Heft 9/2009 und Heft 9/2010 wurde ausführlich über den Vorteil von höherfrequenten Hämmerverfahren zur Erhöhung der Lebensdauer bzw. Ermüdungsfestigkeit von Schweißkonstruktionen durch Schweißnahtnachbehandlung mit der PIT Technologie berichtet. Hierbei werden neben einer Verfestigung der Oberfläche, Druckeigenspannungen im oberflächennahen Bereich eingebracht, sowie die Kerbwirkung der Nahtübergänge wesentlich verbessert. Das PIT-Verfahren zeichnet sich dabei insbesondere durch einfache Bedienbarkeit und hohe Reproduzierbarkeit aus. Vor allem bei Reparaturschweißungen an Bauteilen und Sanierungsmaßnahmen hat sich diese Technologie bestens bewährt, so erreichten reparierte Bauteile deutlich höhere Lastwechsel als die ursprünglichen Neukonstruktionen. Die steigende Akzeptanz dieser Technologie in den verschiedenen Industriebereichen, wie Brückenbau, Offshore & Petrochemie, Rohrleitungs- und Behälterbau, Windkraftanlagen, Kranbau, hochbelastete Maschinenteile, Fahrzeugbau, Bergbauausrüstung, Schienenfahrzeuge usw. ermutigte die Firma PITEC diese hervorragende Technologie für den Unterwassereinsatz weiter zu entwickeln. Mit diesem Gerät ist es nun möglich Offshore-Konstruktionen unter Wasser PIT zu behandeln.

### Wirkungsweise von PIT

PIT ist ein höherfrequentes Hämmerverfahren, das zur Ertüchtigung von Schweißnähten entwickelt wurde. Sowohl die Frequenz, als auch die Schlagkraft können unabhängig voneinander geregelt werden. Nur dadurch ist es möglich, den verschiedenen Anforderungen der unterschiedlichen Materialien gerecht zu werden.

Die mechanischen Impulse werden durch gehärtete Bolzen, welche in der Geometrie auf die jeweilige Anwendung angepasst sind, auf eine zu behandelnde Oberfläche übertragen. Der Fluidic Muscle (Fa. Festo) arbeitet hierbei in einem optimalen Frequenzbereich und überzeugt durch hohe Dynamik und geringe Masse. Dieser Antrieb arbeitet sehr zuverlässig und verschleißarm.

Um die Vibrationen durch das höherfrequente Hämmern für den Bediener möglichst gering zu halten und um die Reproduzierbarkeit unabhängig vom Bediener zu gewährleisten, arbeitet das System gegen ein weiteres Federsystem, so dass das Handgerät von der Schlagkraft vollkommen entkoppelt ist. Ergebnisse über die Prüfung der sicherheitstechnischen Anforderung "Schutz gegen schädliche Schwingungen" durch das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (BGIA) bestätigen einen sehr geringen Wert von ca. 5 m/sec<sup>2</sup>.

Für das neuentwickelte Unterwasser-Handgerät mussten die gleichen Maßstäbe angelegt werden, wie bei dem konventionellen Handgerät, d.h. gleiche Schlagkraft und Entkoppelung des Hämmerns durch ein Schwingungssystem um die Handarmvibrationen auf ein Minimum zu begrenzen.

Bild 1 zeigt das konventionelle System, bei dem der Luftaustritt nach vorne den Vorteil hat, dass der Bolzen gekühlt wird und die Behandlungsstelle sauber geblasen wird. Weitere Bedingung war die Verwendung der bewährten Technik, den verschleißarmen Muscle der Fa. Festo als Antriebseinheit, sowie das gleiche Steuergerät mit dem Frequenzgenerator von Festo.

**Bild 1:** Konventionelles Handgerät mit Steuergerät

**Bild 2:** neuentwickeltes Unterwasser-Handgerät

**Bild 3:** Frontansicht mit Schlageinrichtung

Bei dem Unterwassergerät werden nur Meerwasser beständige CrNi-Stähle verwendet sowie spezielle Dichtungen eingesetzt. Das komplette Gehäuse wird im Rapid Prototyping – Verfahren mit allen Kanälen und Bohrungen aus Kunststoff hergestellt. Beim Schlagbolzen wird mit einer Gummimanschette das Wasser daran gehindert in das Gehäuse einzudringen (siehe Bild 3).

An der Frontseite sind 3 LED zur Beleuchtung eingebaut. Die Druckluft wird von oberhalb der Wasserlinie mit einem Schlauch dem Gerät zugeführt (Druckluftflasche oder Kompressor). Aufgrund der starken Blaswirkung (Sichtbeeinträchtigung) darf die Abluft nicht wie in der Standardversion aus dem Gerät entweichen, sondern wird ebenfalls im Schlauch nach oben über Wasser abgeführt. Dies hat auch den Vorteil, dass immer ein Druckausgleich im Handgerät stattfindet.

Auch das Stromkabel wird innerhalb dieses Schlauchs dem Gerät zugeführt. Die Arbeitsspannung des Handgerätes beträgt wie auch bei der Standardausführung 24 V.

Um das Gerät unter realen Bedingungen zu testen, wurden die praktischen Versuche am Unterwassertechnikum des Instituts für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover durchgeführt. Hier war es möglich, mit einem Taucher auch Schweißproben unter Wasser PIT zu behandeln, um so auch die Wirkungsweise des Geräts, als auch den Effekt der Nachbehandlung zu testen. Für die praktische Erprobung wurde ein Arbeitstisch in das Tauchbecken (siehe Bild 4) auf den Boden gestellt, um auch reale PIT-Behandlungen unter Wasser durchzuführen. Bild 5 zeigt einen Taucher im Schutzanzug mit dem Unterwassergerät bereit zum Abtauchen.

**Bild 4:** Einsetzen des Tisches ins Tauchbecken

**Bild 5:** Taucher mit PIT Gerät

**Bild 6:** Taucher bei der PIT Behandlung von Proben in 4 m Tiefe

Im Bild 6 ist der Taucher im Einsatz in 4 m Wassertiefe zu sehen. Er behandelt gerade eine Kreuzprobe mit den gleichen Parametern, wie beim Standardgerät an der Luft. Im Bild 8 ist die unter Wasser behandelte Kreuzprobe zu sehen, während Bild 9 die Vergrößerung der Behandlungsspur zeigt. Deutlich ist die gute Verformungsspur für die Verbesserung der Kerbgeometrie des Nahtüberganges zu sehen, die praktisch vollkommen identisch mit den an der Atmosphäre behandelten Proben ist. Somit kann auch mit den gleichen eingebrachten Druckeigenspannungen gerechnet werden, was wiederum zu den gleichen Vorteilen der PIT-Behandlung führt, eine Vervielfachung der Lebensdauer bzw. Verdoppelung der Ermüdungsfestigkeit.

Diese kompakte transportable Anlage ermöglicht auch eine problemlose PIT-Behandlung im Unterwasserbereich. Es gibt nun praktisch mehrere Möglichkeiten diese Technologie einzusetzen:

- a) Behandlung der Nahtübergänge um die Ermüdungsfestigkeit zu erhöhen
- b) Behandlung jeder einzelnen Lage beim Schweißen, um die Eigenspannungen niedrig zu halten
- c) Flächige Behandlung der Oberfläche in kritischen Zonen um Druckspannungen einzubringen

Es können aber auch die verschiedenen Verfahren kombiniert werden, je nach Einsatzfall.

Dieses Verfahren wird sich vor allem bei Sanierungsarbeiten (Schweißreparaturen unter Wasser) von Stahlkonstruktionen im Unterwasserbereich bewähren. Bild 7 zeigt z. B. eine Tripod-Gründungsstruktur noch bevor sie am zukünftigen Standort eingesetzt wurde. Bei einer späteren Sanierung von Ermüdungsrissen kann nun unter Wasser geschweißt und jede Lage auch unter Wasser gehämmert werden. Da in diesem Fall ohnehin kein Spannungsarmglühen durchgeführt werden kann, ist es umso wichtiger, die beim Schweißen entstehenden Zugeigenspannungen möglichst niedrig zu halten. Diese Technologie ermöglicht nun eine deutlich bessere Sanierungsstrategie bei allen Stahlwasserbauten, Offshore-Konstruktionen und Schleusenanlagen.

Diese von der Firma PITEC entwickelte Neuheit wird auch auf der DVS Expo in Hamburg im Tauchcontainer im praktischen Einsatz vorgeführt.



Bild1 Konventionelles Handgerät mit Steuergerät



Bild 2: neuentwickeltes Unterwasser-Handgerät



Bild 3: Frontansicht des Gerätes mit Schlageinrichtung

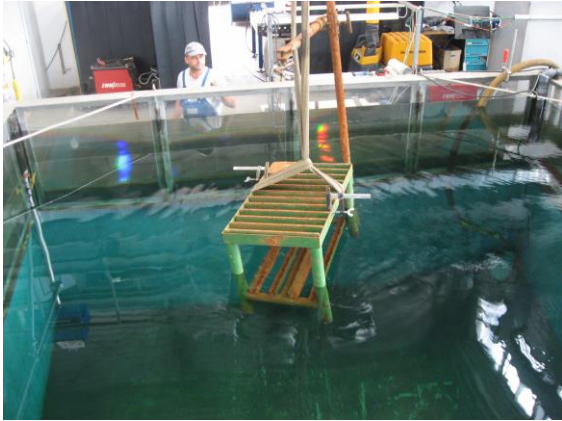


Bild 4: Tisch zum Probenbehandeln unter Wasser



Bild 5 a oder b: Taucher mit Gerät (Auswahl ein Bild von beiden)



Bild 6 a oder b: Taucher im Einsatz (ein Bild von beiden)



Bild 7: Beispiel einer Gründungsstruktur für Unterwassereinsatz



Bild 8: UW – PIT behandelte Kreuzprobe



Bild 9: Behandlungsspur UW behandelt