

# Zuckerindustrie Sugar Industry

## Instandhaltung von Plattenwärmeübertragern Maintenance of plate heat exchangers

Ralf Kreibohm

Plattenwärmeübertrager werden in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt und sind oft hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Dadurch können Verschmutzungen oder Haarrisse in Wärmeübertragerplatten sowie ein Verschleiß der Dichtungen auftreten. Dem kann entgegengetreten werden mit verschiedenen Maßnahmen, wie Elektropolieren von Wärmeübertragerplatten, Farbeindringprüfung mittels fluoreszierender Farbe sowie Regummierung.

Plate heat exchangers are installed in different application and in many cases they work under hard conditions. Therefore the plates become contaminated or get cracks/pinholes and the gaskets go hard and useless. The live time from the plates can increase if the plates are treating with electrical polishing, dye penetrant check and re-gasketing.

**Key words:** Plate heat exchangers, maintenance

**Stichwörter:** Plattenwärmeübertrager, Instandhaltung

### 1 Einleitung

Plattenwärmeübertrager (PWÜ) sind ein wichtiger Bestandteil der thermischen Verfahrenstechnik und werden in allen Industriebereichen eingesetzt. Durch die kompakte Bauform, günstige Anschaffungskosten sowie einen hohen Wärmeausnutzungsgrad finden Plattenwärmeübertrager auch in der Zuckerindustrie Anwendung. Typische Einsatzbereiche sind Rohsaft- und Dünnsaftanwärmung, Plattenverdampfapparate und die Flüssigzuckerverarbeitung.

### 2 Elektropolieren von Plattenwärmeübertragern

#### 2.1 Fouling

Durch die Vielzahl der eingesetzten Medien ist häufig so genanntes Fouling (Verschmutzen) an den Wärmeübertragerflächen zu beobachten (Abb. 1), das die Wärmeübertragung beeinträchtigt. Um Abhilfe zu schaffen, ist es notwendig, den Plattenwärmeübertrager zu demontieren und die Platten chemisch oder mechanisch zu reinigen. Elektrochemisches Polieren von Edelstahloberflächen reduziert die Belagbildung und erhöht die Korrosionsbeständigkeit und Lebensdauer von Edelstahlplatten. Bei diesem Verfahren wird die Metalloberfläche geglättet, die Oberfläche ist homogen, metallisch sauber und passiviert. Gleichzeitig wird die Spaltgeschwindigkeit im Plattenwärmeübertrager erhöht und somit der Selbstreinigungseffekt verbessert.

#### 2.2 Verfahrensprinzip

Unter Einwirkung von Gleichstrom, der mit Hilfe eines Gleichrichters erzeugt wird, werden in einem speziellen Elektrolyt von der anodisch geschalteten Werkstückoberfläche Metallteilchen abgetragen. Der Abtrag erfolgt belastungsfrei und erstreckt sich bevorzugt auf die Mikrorauheit. Das gelöste Material



Abb. 1: Oberfläche einer Wärmeübertragerplatte eines Plattenverdampfers EC 500

Rechts: Platte vor der chem. Reinigung und Belag vom Dünnsaft; links: Platte nach der chem. Reinigung

reagiert im Elektrolyt und es entsteht ein Salz, das im Elektrolyt in gelöster Form verbleibt. Die Metallabtragsrate kann exakt bestimmt werden und beträgt in der Regel 5 bis 50 µm. Bei Edelstahlplatten aus Wärmeübertragern werden 25 µm abgetragen. Während des elektrochemischen Poliervorgangs zirkuliert das Elektrolyt durch Einblasen von Sauerstoff. Die Badtemperatur beträgt 45 bis 50 °C. Der Prozess wird anhand der Dichte der Chemikalie, das Metall im Elektrolyt und der Badtemperatur beobachtet. Diese Daten sind wichtig, um die chemische Reaktion an der Metalloberfläche zu überwachen. Die WÜ-Oberfläche wird im Mikrobereich glatt und glänzend. Man spricht deshalb von „Elektropolieren“. Strukturen im Makrobereich bleiben erhalten, werden aber an ihrer Oberfläche

unabhängig von ihrer Form geglättet und verrundet. Kanten und Ecken werden stärker abgebaut, was eine zuverlässige Fein- und Feinst-Entgratung im gesamten Oberflächenbereich bewirkt. Mechanische Bearbeitung wie Drehen, Schleifen und Polieren schädigt das Gefüge der oberflächennahen Werkstoffschichten und verändert deren Eigenschaften nachteilig. Hohe Temperaturen und starke Verformungen während der Bearbeitung, führen zu Rissen, Strukturveränderungen und Spannungen in diesen Bereichen.

Elektropolierte Oberflächen sind:

- korrosionsbeständiger
- leichter zu reinigen
- weniger anfällig gegenüber Fouling und verringern Keimwachstum
- glatt und rissfrei im Mikrobereich
- frei von Graten, Schuppen und Gaseinflüssen
- metallisch rein und spannungsfrei

### 2.3 Einsatz

Bei Plattenwärmeübertragern, die mit Produkten beaufschlagt werden, die zur starken Foulingbildung neigen, kann die Oberfläche durch eine elektrochemische Bearbeitung so poliert werden, dass die Anlagenstillstandzeit auf ein Minimum reduziert wird. In der Kampagne 2003 sind elektrochemisch polierte Platten als Versuch in Plattenverdampferapparaten Alfa Laval EC 500, einem Dünnsaftanwärmer GEA Ecoflex VT 130 sowie einem Freistromwärmeübertrager Alfa Laval AM 20 SFM installiert worden. Nach der Kampagne 2003 werden erste Ergebnisse über die Vorteile beim Einsatz von elektrochemisch polierten Wärmetauscherplatten vorliegen. Wenn man bei der Anlagenplanung und der Auswahl der Plattenwärmeübertrager die verstärkte Foulingbildung nicht berücksichtigt hat und die Platten im Neuzustand nicht elektrochemisch poliert wurden, besteht die Möglichkeit, dies nachträglich durchzuführen, z. B. im Rahmen einer Regummierung. Bei dieser Aufarbeitung werden die Platten entgummiert und anschließend chemisch gereinigt. Nach dem Bearbeitungsschritt empfiehlt es sich, die Platten einer Farbeindringprüfung zu unterziehen, um defekte Platten mit Haarrissen oder Spaltkorrosion auszusondern und zu ersetzen.

## 3 Farbeindringprüfung mittels fluorisierender Farbe

### 3.1 Haarrisse

Wärmeübertragerplatten sind durch Druckschwankungen in den Anlagen und Druckstöße, verursacht durch Pumpen oder schnell öffnende Ventile, oft Biege-Wechselbelastungen ausgesetzt. Dies führt häufig zu Haarrissen, die mit dem bloßen Auge nicht erkennbar sind. Der Einsatz bei korrosiven Medien bzw. erhöhten Chloridkonzentrationen im Kühlwasser (evtl. verursacht durch mehrfache Eindickung des Kühlwassers) kann zu winzigen Löchern oder Rissen in den Platten führen. Eine Produktvermischung wäre die Folge.

### 3.2 Verfahrensbeschreibung

Um das Risiko zu minimieren, werden Wärmeübertragerplatten bei einer Regummierung mittels Farbeindringprüfung auf Haarrisse und Korrosion 100%ig geprüft. Bei dem Verfahren

werden zuerst die alten Dichtungen entfernt und danach die WÜ-Platten chemisch gereinigt. Auf die metallisch blanke Plattenoberfläche wird nachfolgend eine fluoreszierende Farbe gesprüht. Dieses Verfahren stammt ursprünglich aus der Luftfahrtindustrie und findet dort Anwendung bei der Rissprüfung von Turbinenschaufeln sowie in der Nuklear-Industrie bei der Prüfung von Schweißnähten. Nach der Reaktionszeit wird jede Platte in einem speziellen abgedunkelten Prüfraum bei UV-Licht (Schwarzlicht) kontrolliert (Abb. 2). Die fluoreszierende Farbe dringt durch kleinste Risse und Löcher und wird auf der durch das Schwarzlicht abgedunkelten Fläche optisch sichtbar. Defekte Platten werden so aussortiert. Nach der Farbeindringprüfung werden die Platten sorgfältig mit Hochdruck gereinigt. Anschließend werden die Platten mit einer neuen Dichtung beklebt und in eine Vorrichtung zum Aushärten des Klebers gespannt. Bei kleberlosen Dichtungen, werden diese auf der Platte fixiert. Die gereinigten und geprüften Wärmeübertragerplatten sind nun wieder einsatzfähig.

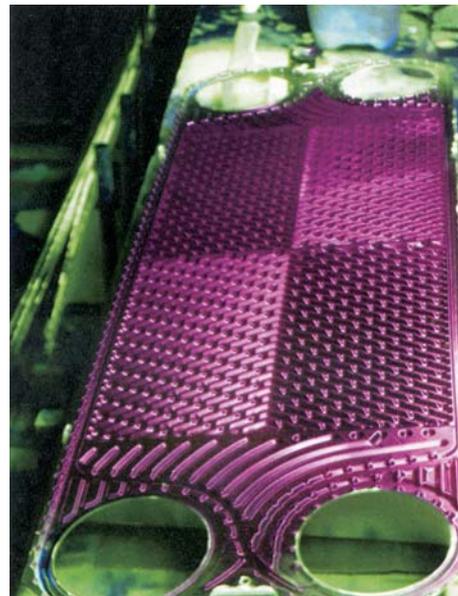


Abb. 2: Kontrolle einer Wärmeübertragerplatte auf Haarrisse mit Hilfe von UV-Licht

### 3.3 Prüfmethoden

#### 3.3.3 Drucktest

Mittels Druckprobe können nur größere Risse oder Löcher erkannt werden, da eventuelle Produktvermischungen nur bei bestimmten Druckunterschieden auftreten, z. B. bei einem Druckschlag. Wenn jedoch eine innere Leckage durch einen Drucktest nachgewiesen wurde, ist die Identifizierung der Leckage oft recht zeitaufwendig, da die defekte Platte nur auf einen Bereich eingegrenzt werden kann. Dieser Bereich muss Platte für Platte auf Löcher abgesucht werden oder diese Platten werden nicht wieder montiert, was eine geringe Leistungsreduzierung zu Folge hat.

#### 3.3.2 Prüfen mittels Prüfgas

Bei dieser Methode wird auf der Primär(Medium)seite ein Prüfgas (z.B. Helium- oder Wasserstoff/Stickstoffgemisch) eingefüllt und auf der Sekundärseite wird die Konzentration gemessen. Das Gasgemisch tritt selbst durch kleinste Leckagen und die Konzentration kann problemlos gemessen werden. Problematisch ist –

wie bei dem Drucktest – die Identifizierung der schadhaften Platte. Auch hier kann nur der Bereich der defekten Platte eingegrenzt werden, die darauffolgende Lecksuche ist wiederum zeitaufwendig. Der Vorteil bei diesen Methoden ist, dass der Plattenwärmeübertrager im zusammengebauten Zustand auf Leckagen überprüft werden kann. Nachteilig ist, dass die Messgeräte bzw. die Überprüfungen als Dienstleistung sehr teuer sind.

### 3.4 Fazit

Wenn eine Regummierung der WÜ-Platten im Rahmen der präventiven Wartung geplant ist, ist eine Farbeindringprüfung unbedingt durchzuführen. Bei Anzeichen einer Produktvermischung können die Platten bei einem qualifizierten Serviceunternehmen einer Farbeindringprüfung unterzogen werden, wobei kleberlose Dichtungen eventuell wieder verwendet werden können. Bei geklebten Dichtungen muss die Widerverwertbarkeit im Einzelfall geklärt werden.

## 4 Dichtungen

### 4.1 Dichtungsmaterialien

Die Elastomerdichtungen von PWÜ (Abb. 3) sind zum teil hohem Verschleiß ausgesetzt. Sie unterliegen einer natürlichen Alterung und härten unter Druck und Temperatur aus. Die Aggressivität mancher Medien ist ein weiterer Faktor für die begrenzte Lebensdauer einer Plattenwärmeübertragerdichtung. Grundsätzlich unterscheidet man folgende Standard-Dichtungsmaterialien: **NBR** (Nitril): temperaturbeständig bis 120 °C; Anwendungen z. B. geeignet für Wasser, Glykol, Mineralöl, Milch, Bier, Fruchtsäfte, Speiseöl, verdünnte Säuren und Nahrungsmittel.

**H-NBR** (hydrogeniertes Nitril): temperaturbeständig bis 150 °C; Anwendungen z. B. geeignet für Mineralöl, Speiseöl, Milch, verdünnte Säuren und Dampf

**HT-EPDM**: temperaturbeständig bis 160 °C; Anwendungen z. B. geeignet für Heißwasser, Glykol, schwache Säuren/Laugen, Dampf, Brüden, Rohsaft, Dünnsaft, Flüssigzucker, Bier, Milch, Fruchtsäfte und Nahrungsmittel, keine Ölanwendungen.

**HT-Butyl**: temperaturbeständig bis 175 °C; Anwendungen z. B. geeignet für verdünnte Säuren, Laugen und Dampf.

**FPM A/B** (Fluorpolimer Typ A/B): Viton temperaturbeständig bis 170-180 °C; Anwendungen z. B. geeignet für Säuren, Laugen, Mineralöl und Speiseöl.

**FPM G** (Fluorpolimer Typ G): Viton G temperaturbeständig bis 210 °C; abhängig von den Medien. Anwendungen z. B. hochkonzentrierte Säuren und Laugen, Mineralöle, Speiseöle und Dampf.

Die angegebenen Temperaturen und Einsatzmöglichkeiten sind Beispiele, Beständigkeit der Dichtungsmaterialien müssen mit den jeweiligen Herstellern geklärt werden.

### 4.2 Verschleiß von Dichtungen

Je nach Einsatzbedingungen und Medium können die Standzeiten der Dichtungen zwischen 3-6 Jahren (bei aggressiven Medien und/oder hoher Temperatur) bis zu 10-15 Jahren (bei Wasser und Temperaturen unter 50 °C) liegen. Die ersten Anzeichen von Verschleiß an Elastomerdichtungen erkennt man in Form von Leckagen beim Kaltstart oder bei Außerbetriebnahme in der Abkühlphase.

Einige Plattenwärmeübertragertypen bieten die Möglichkeit, das Plattenpaket nachzuspannen. Sol kann man die Vorspannung auf die Dichtungen wieder erhöhen und die Leckage kurzfristig beheben. Im Neuzustand wird der PWÜ werksseitig auf ein maximales Paketmaß gespannt, bei Auftreten von Leckagen kann das Plattenpaket auf ein minimales Paketmaß gespannt werden. Maximales und minimales Maß sind meistens auf den Wärmetauscher vermerkt. Zu beachten ist, dass das minimal Packmaß nie unterschritten wird. Dies würde zum Beschädigen der WÜ-Platten führen. Spätestens nach dem Spannen auf das minimale Paketmaß muss ein Dichtungswechsel eingeplant werden.

### 4.3 Regummierung

In Zusammenarbeit mit Kunden aus den unterschiedlichsten Industrien, wurde von der AKK Industrieservice und Handels GmbH ein Verfahren entwickelt, um effektiv und kostengünstig Wärmeübertragerplatten einer 100%igen Reinigung, Prüfung und Regummierung zu unterziehen. Die Schritte einer Regummierung beinhalten folgende Arbeiten:

1. Eingangskontrolle und optische Überprüfung auf Wiederverwendbarkeit. Bei Verdacht auf Erosion wird eine Wandstärkenmessung durchgeführt.

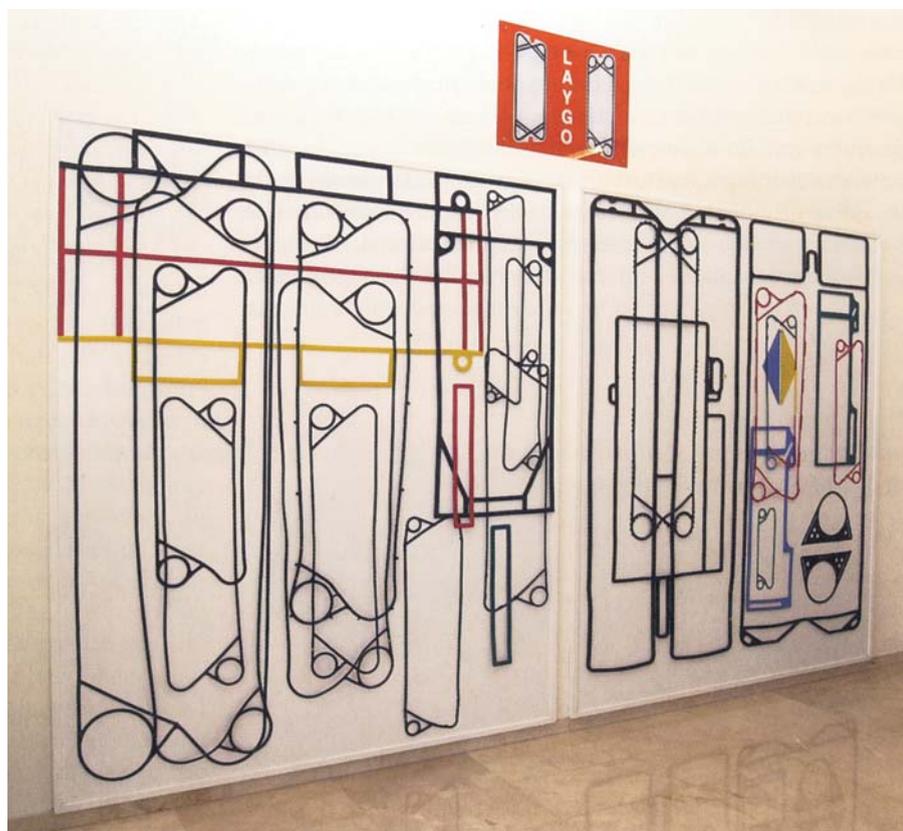


Abb. 3: Dichtungsvielfalt

2. Entfernen der alten Dichtung und chemische Reinigung nach Art der Verschmutzung in speziell für diese Anwendung, zusammen mit der Haug Chemie, entwickelten Säure- und Laugenbädern. Die Edelstahloberflächen werden durch die Bäder nicht angegriffen (wie z. B. beim Beizen)!
3. Nach der chemischen Reinigung werden die Chemikalien sorgfältig mit einem Hochdruckreiniger von den WÜ-Platten entfernt.
4. Jede Platte wird mit einer fluoreszierenden Farbe eingesprüht und unter UV-Licht auf Haarrisse und Korrosion geprüft und erneut gereinigt. Zusätzlich werden die Dichtungsritzen überprüft und – falls erforderlich – nachgearbeitet.
5. Bei geklebten Dichtungen wird die Dichtungsnut entfettet und die neue Dichtung mit einem Zweikomponenten-Klebstoff auf der Platte fixiert. Die Plattenpakete werden in spezielle Vorrichtungen gestapelt, gespannt und in einem Wärmeofen behandelt zum Aushärten des Klebstoffes und um eine optimale Verklebung zu erzielen. Bei kleberlosen Dichtungen werden diese, durch die unterschiedlichsten Systeme, auf der Platte befestigt.
6. Jede Dichtung wird auf richtigen Sitz und Verklebung überprüft und nach Schaltplan sortiert. Danach erfolgt die sorgfältige Verpackung des Plattenpaketes.

Nach diesen Arbeiten sind die Plattenpakete in einem „So gut wie neu“-Zustand.

#### 4.4 Weitere Reinigungsmöglichkeiten

Ein manuelles Reinigen der WÜ-Platten kann z. B. mit einem Hochdruckreiniger erfolgen, bei geklebten Dichtungen muss der Wasserstrahl senkrecht auf die Dichtung treffen, um ein Herauslösen zu vermeiden. Weiche Beläge, die z. B. durch Emulsionen oder in offenen Kühlturmkreisläufen entstehen, können durch diese Methode entfernt werden. Diese Reinigungsmethode ist zeitaufwendig und beinhaltet das Risiko, Dichtungen und Platten

zu beschädigen. Eine CIP (Cleaning In Place)-Reinigung ist eine wirtschaftliche Methode, die ursprüngliche Leistung eines Plattenwärmeübertragers wiederherzustellen. Bei dieser chemischen Umlaufreinigung zirkuliert eine Reinigungsflüssigkeit durch den montierten Plattenwärmeüberträger und löst die Beläge von der Übertragungsfläche. Wenn Reinigungsanschlüsse bereits bei der Installation der Anlage eingebaut wurden, reduziert sich der Aufwand. Die mobile CIP-Reinigungsanlage wird über flexible Rohrleitungen an die Spülanschlüsse angeschlossen und pumpt die Reinigungsflüssigkeit für eine bestimmte Zeit durch den Wärmeübertrager. Nach dem Einsatz muss die Reinigungsflüssigkeit neutralisiert und kann entsorgt werden. Eine richtige Auswahl der Reinigungsflüssigkeit für die unterschiedlichen Beläge sowie die Beständigkeit der Dichtung gegenüber der Reinigungsflüssigkeit ist sehr wichtig.

#### 4.5 Troubleshooting

Wenn ein Plattenwärmeüberträger eine starke Leckage aufweist (verursacht z. B. durch einen Druckschlag), kann man kurzfristig diese Leckage beheben, indem man die schadhafte Platte demonstrieren. Wichtig ist, dass immer ein Paar dem Wärmetauscher entnommen wird und das Wabenmuster auf der Außenseite des Plattenpaketes erhalten bleibt. Der Plattenwärmeüberträger darf nur im drucklosen und abgekühlten Zustand (Raumtemperatur) geöffnet werden. Vor dem Zusammenbau müssen die Dichtflächen sauber sein. Das Spanmaß des Plattenpaketes muss neu errechnet werden.

Anschrift des Autors: *Ralf Kreibohm*, AKK Industrieservice & Handels GmbH, Auhagenstraße 64, D-31863 Coppenbrügge, Deutschland; e-Mail: [info@akk-service.de](mailto:info@akk-service.de)