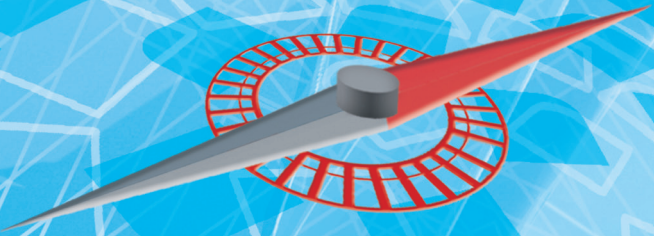




**FACHVERBAND
INDUSTRIELLE
TEILEREINIGUNG E.V.**

Navigator der Bauteilreinigung



**FiT Leitlinie
Trocknung in der
Bauteilreinigung**

www.fit-online.org



FACHVERBAND
INDUSTRIELLE
TEILEREINIGUNG E.V.

FiT Fachausschuss Verfahren und Anlagentechnik

Leitung:

Markus Mitschele | HEMO GmbH

Gerhard Koblenzer | LPW Reinigungssysteme GmbH

Unter Mitwirkung von:

Frank-Holm Rögner | Fraunhofer-Institut FEP

Robert Huber | Pero AG

Norbert Rischer | SBS Ecoclean GmbH

Expertenwissen und Kompetenz zur industriellen Bauteilreinigung

Der Fachverband industrielle Teilereinigung e.V. fördert den Austausch und die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Entwicklung und Anwendung industrieller Reinigungstechnik. Zentrum aller Aktivitäten des FiT sind seine Fachausschüsse und Arbeitskreise, in denen das Wissen der Branche gesammelt, bewertet, bearbeitet und unterschiedlichen Zielgruppen zur Verfügung gestellt wird.

Im Mittelpunkt der Arbeit steht der Austausch von Erfahrungen, deren Aufbereitung und Bündelung. Durch regelmäßige Schulungen, Workshops, Praktika und Fachveranstaltungen werden die Fachkräfte der Branche qualifiziert und mit dem notwendigen Rüstzeug ausgestattet.

Mit seinen Mitgliedern zählt der „Navigator der Teilereinigung“ zum größten Kompetenznetzwerk der industriellen Bauteilreinigung und vertritt namhafte Unternehmen aus den Bereichen des Anlagenbaus, der Chemie, Mess-, Prüf- und Analysetechnik sowie Anwender und Forschungseinrichtungen.

Nutzen Sie das Expertenwissen der FiT Mitglieder zu Technik und Prozessen, damit Sie effizient und erfolgreich Ihre Reinigungsaufgaben lösen.

www.fit-online.org



Leitlinie

Trocknung in der Bauteilreinigung

Trocknungsprozesse und deren Bedeutung für die Erreichung spezifizierter Sauberkeitsanforderungen

Diese vom FiT Fachausschuss Verfahren und Anlagentechnik erarbeitete Leitlinie soll eine Orientierung geben, für den Erfahrungsaustausch, die Problemlösung und für das Erarbeiten von neuen Lösungen.

Sie ist die Basis für die Zusammenarbeit zwischen den Anbietern der Branche und den Betreibern von Reinigungsanlagen und -maschinen innerhalb der Prozesskette Bauteilfertigung. Ebenso dient sie der Klärung der Schnittstelle zwischen Anwendern (Bauteillieferanten) und Endkunden.

Die FiT Leitlinien enthalten Grundsätze und Denkprinzipien zum Gestalten, Beherrschen und Optimieren der Reinigungsprozesse. Ziel ist das stabile Sichern der geforderten Bauteilsauberkeit mit einer technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimalen Systemlösung. Dazu werden die wichtigsten Aspekte aus Sicht von Chemie und Verfahren, Anlagentechnik sowie Messen, Prüfen und Steuern als auch Wissensvermittlung und Qualifizierung einbezogen.

1. Einleitung

Die Trocknung in der industriellen Bauteilreinigung stellt in der Regel den verfahrenstechnischen Abschluss eines Reinigungsprozesses mit flüssigen Medien dar. Neben der Eignung zur Erreichung des erforderlichen Trocknungsgrades sind auch die Einflüsse auf die jeweiligen Sauberkeitsanforderungen des Bauteils zu prüfen und der geeignete Trocknungsprozess entsprechend auszuwählen.

2. Definitionen

Trocknung (Prozess)

Unter Trocknung versteht man in der industriellen Teilereinigung den Prozess der Reduzierung der verbleibenden Menge an flüssigen Reinigungs-/Prozessmedien (Restfeuchte) auf der Oberfläche gereinigter Bauteile bis zu einem notwendigen, vereinbarten oder möglichen Grad. Der Begriff Restfeuchte schließt auch nicht wasserbasierte Medien ein.

„Trocken“ (Zustand)

Es gibt keinen allgemeingültigen Zustand für ein beliebiges Bauteil, den man als „trocken“ bezeichnen kann. „Trocken“ ist ein Bauteil, wenn der individuell zu definierende Grad der Restfeuchte erreicht oder unterschritten ist.

Grad der Restfeuchte (Vereinbarung)

Ein definierter Grad der Restfeuchte in der industriellen Teilereinigung ist eine festzulegende Vereinbarung an der Schnittstelle zwischen Reinigungsprozess und Nachfolgeprozess, der idealerweise auf qualitativ oder quantitativ prüfbareren Angaben beruhen sollte. In dieser Vereinbarung sind neben den einzuhaltenden Grenzwerten auch quantitative oder qualitative Mess- oder Prüfverfahren sowie der Zeitpunkt der Messung/Prüfung nach Beendigung des Trocknungsprozesses zu definieren. Damit wird gleichzeitig bestimmt, wer wann die Rahmenparameter (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) beachten oder ggf. beeinflussen muss, um deren potentiell negativen Einfluss auf die Restfeuchte des Bauteils auszuschließen.

TROCKNUNG Prozess

Prozess- medien

- Organische Lösemittel
- Wasserbasierte Prozessmedien
- Mischsysteme

Trocknungs- prinzip

- Mechanik
- Verdampfung/ Sublimation
- Verdrängung
- Sorption
- Sonstige

Einfluss- parameter

- Teilegeometrie
- Material
- Sauberkeit/ Qualität
- Trocknungsmedien
- Temperatur
- Umgebungsbedingungen
- Analyse-/ Testverfahren
- Fixierung und Handling
- Branchenspezifika

3. Aspekte der Trocknung

Bei der Auslegung eines möglichen Trocknungsprozesses und bei der Festlegung/Vereinbarung eines erforderlichen Grades der Restfeuchte sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen: Sind beim Trocknungsprozess die Aspekte Prozessmedien, Trocknungsprinzipien und die jeweiligen positiven/negativen Einflussparameter zu berücksichtigen, erfordert die Zieldefinition zum erlaubten Grad der Restfeuchte die Zielstellung an sich sowie die passenden Analyse- und Testverfahren.

TROCKEN Zustand

Zielstellung

- Visuell trocken
- Flüssigkeitsmenge $< x$
- Dampfdruck $< x$
- Selektiv trocken
- Partiiell/global
- 2D-/3D-trocken
- Sonstige

Analyse- / Testverfahren

- Wischtest
- Klopfest
- Abblastest
- Visuelle Begutachtung
- Restgasanalyse
- Differenzwägung
- Vakuumtest
- Sonstige

3.1 Einteilung nach den Prozessmedien

Organische Lösemittel

Der Trocknungsprozess bei der Verwendung von organischen Lösemitteln ist in der Regel auch relevant für die Prozess- und Verfahrenstechnik. Die einschlägigen gesetzlichen Regelungen und Grenzwerte bezüglich der Anwendung organischer Lösemittel (z. B. Entflammbarkeit, Arbeitssicherheit und Umweltschutz) sind zu berücksichtigen.

Durch den im Vergleich zu Wasser deutlich geringeren Energieeinsatz zur Verdampfung der Flüssigkeit (Verdampfungsenthalpie) bei organischen Lösemitteln reicht oft die durch den Reinigungsprozess erzeugte Eigenwärme eines Bauteils für die Trocknung aus.

Wasserbasierte Flüssigkeiten

Bei der Verdunstung/Verdampfung von Wasser ist ein deutlich höherer Energieaufwand als bei organischen Lösemitteln nötig. Daraus resultiert in der Regel eine längere Trocknungszeit.

Eine Zeitverkürzung kann durch den Einsatz der Vakuumtrocknung, durch die Zuführung zusätzlicher Wärmeenergie oder die Zuführung trockener, gasförmiger Medien (z. B. Umgebungsluft, Stickstoff) ermöglicht werden.

Ein unerwünschter Begleiteffekt beim Vakuumtrocknen kann die Abkühlung des Bauteils durch Verdunstungskälte bis hin zur Eisbildung sein.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Trocknung von wasserbenetzten Oberflächenstrukturen stellt zudem die hohe

Oberflächenspannung der Flüssigkeit an sich dar. Gerade kritische Bauteilstrukturen (z. B. Kapillare) lassen sich durch das ungünstige Durchmesser-Längenverhältnis durch klassische Warm-/Heißluftverfahren nur mit hohem zeitlichem Aufwand trocknen.

Mischsysteme

Bei Lösemittel/Wasser Mischsystemen ist insbesondere darauf zu achten, dass sich während des Trocknungsprozesses die Zusammensetzung des Gemisches ändern kann. Steigt der Lösemittelanteil an, kann dies beispielsweise zum Entstehen eines brennbaren Systems führen.

3.2 Trocknungsprinzipien/Trocknungsverfahren

Charakterisierung

Geeignete Trocknungsverfahren müssen:

- den vereinbarten Grad der Restfeuchte erreichen können
 - Da Trocknungsprozesse häufig eine logische Einheit mit Reinigungsprozessen bilden, müssen sie an Packungsdichte, Art des Handlings (Stückgut, Schüttgut) und Warenträger angepasst sein.
 - Sie müssen für die Besonderheiten der Bauteilgeometrie geeignet sein (Kapillaren, Sacklöcher, usw.).
- negative Einflüsse auf die Materialeigenschaften der Bauteile oder Baugruppen ausschließen (z. B. Beschädigungen, Verformungen).

- negative Einflüsse auf die Funktionalität der Bauteile oder Baugruppen ausschließen (Beschichtungen, Funktionsflächen, Fügestellen, Dichtungen, ...).
- sicherstellen, dass kein negativer Einfluss auf den geforderten Grad der technischen Sauberkeit besteht (direkt und indirekt).

Trocknungsverfahren können einzeln oder kombiniert eingesetzt werden. Ihre Eignung und ihr Einsatz kann charakterisiert werden bezüglich

1. ihrer prinzipiellen Wirkung auf die Restfeuchte
2. ihrem Wirkort (global oder lokal)
3. ihrer Geometrieabhängigkeit.

Siehe Tabelle im Anhang.

Trocknungsprinzipien

■ **Trocknung mittels mechanischen Kräften**

Rein mechanische Trocknungsverfahren verzichten auf die üblichen Verdampfungs- oder Sublimationseffekte (Aggregatzustände). Hierbei handelt es sich zum Beispiel um:

- Abblasen mittels Gebläse oder Druckluft
- Abschütteln
- mechanisches Abziehen oder Abreiben (Abzieher)

■ **Verdampfung/Sublimation**

Das Verdampfen ist der Phasenübergang einer Flüssigkeit oder eines Flüssigkeitsgemisches in den gasförmigen Aggregatzustand. Für das Verdampfen einer Flüssigkeit

muss Energie (Verdampfungsenthalpie) aufgebracht werden, die der Umgebung bzw. der Flüssigkeit als Wärme entzogen wird.

■ **Trocknung durch Wasserverdrängung**

Es werden sogenannte wasserverdrängende Substanzen eingesetzt. Diese Moleküle sind hydrophob und setzen die Grenzflächenspannung an der Metalloberfläche herab. Bildlich gesprochen unterwandern sie den wässrigen Oberflächenfilm auf der Metalloberfläche, verdrängen ihn und das Wasser perlt ab. Substanzen, die diese Eigenschaften erfüllen, sind aliphatische Kohlenwasserstoffe. Dazu zählen Isoparaffine oder Benzine.

Wasserverdrängende Substanzen können, müssen aber nicht, Bestandteile für den Schutz vor Korrosion besitzen. Dies entscheidet der Anwender in Abhängigkeit von der weiteren Verwendung des Werkstücks.

■ **Sorption**

Sorption bezeichnet die Fähigkeit eines Stoffes, Dampf, Gase oder Flüssigkeiten aufzunehmen, zu speichern und verzögert wieder abzugeben. Liegt kein Gleichgewicht zwischen Aufnahme (Sorption) und Abgabe (Desorption) vor, wird ein Gleichgewicht angestrebt. Durch Konzentrations- und Temperaturänderungen sowie Verdrängungsreaktionen wird die Sorption beeinflusst und die Lage des Gleichgewichts verschoben.

■ Sonstige

Neben den beschriebenen Prinzipien gibt es eine Vielzahl von Sonderverfahren, wie z. B.:

- Mikrowellentrocknung
- überkritische Trocknung
- Gefriertrocknung
- Marangoni-Trocknung

Hinzu kommen eine Vielzahl von Mischverfahren.

Beschreibung praxiserprobter Trocknungsverfahren (Beispiele)

■ Luft-/Heißlufttrocknung

Der Flüssigkeitsentzug erfolgt im Falle des Wassers in der Regel durch Verdunstung. Faktoren, die die Trocknungsgeschwindigkeit bestimmen, sind die Temperatur, die Luftgeschwindigkeit und die Luftfeuchtigkeit in Relation zur effektiven Oberfläche des Trockengutes im Vergleich zu dessen Volumen.

■ Vakuumtrocknung

Bei der Vakuumtrocknung wird die Ware einem Unterdruck ausgesetzt, was den Siedepunkt reduziert und somit auch bei niedrigen Temperaturen zu einer Verdampfung des Mediums führt. Die dem Trockengut kontinuierlich entzogene Energie muss von außen nachgeführt werden. Zur Verbesserung der Trockenwirkung kann das Gut erwärmt werden, z. B. in Vakuum-Trockenschränken.

■ **Kondensationstrocknung**

Feuchte Raumluft wird angesaugt und über einen Kühler geführt, auf dem die Feuchtigkeit kondensiert. Die getrocknete Luft passiert im Trocknungsgerät ggf. einen Erhitzer zur Wiedererwärmung und wird trocken weitergeleitet.

■ **Infrarottrocknung**

Die Infrarottrocknung ist eine direkte Methode zur Trocknung von Bauteilen. Der Prozess beinhaltet typischerweise eine Übertragung von Strahlungsenergie von einem heißen Element, das sich in einer IR-Lampe befindet, auf die Bauteile.

■ **Überkritische Trocknung**

Bei der überkritischen Trocknung wird der Raum um das Bauteil unter Druck und hohe Temperaturen gesetzt. Dadurch nimmt der umgebende Dampf mehr Flüssigkeit auf und kann dann sanft abgeleitet werden.

■ **Marangoni-Trocknung**

Das Bauteil wird langsam durch eine Wasseroberfläche gezogen: Die Oberflächenspannung zieht das Wasser von der Oberfläche weg und lässt das Bauteil trocknen. Durch die Verwendung von zusätzlichem Isopropanol oder Stickstoff wird dieser Effekt verstärkt.

■ Sorptionstrocknung

Die Sorptionstrocknung nutzt die Eigenschaften eines Sorptionsmittels, um der anströmenden Luft Wasserdampf zu entziehen. Dieser Teil des Vorgangs wird Adsorptionsprozess genannt. Anschließend wird der Adsorptionskörper mit heißer Luft in Gegenrichtung durchströmt und nimmt den gebundenen Wasserdampf auf. Es findet also eine Desorption statt.

■ Dewatering

Beim Dewatering werden sogenannte wasserverdrängende Substanzen eingesetzt. Sie unterwandern den wässrigen Oberflächenfilm, verdrängen ihn und das Wasser perlt ab.

3.3 Zielkriterien der Trocknung

Der zu vereinbarende Grad der Restfeuchte sollte rein technisch begründet sein und erfordert eine klare Definition/ein klares Abnahmekriterium. Dieses sollte z. B. zwischen einem Kunden und dessen Lieferanten (vergleichbar mit spezifischen Sauberkeitsanforderungen) schriftlich vereinbart werden. Hierzu wird verwiesen auf die Checkliste in Kapitel 4.

Mögliche Vereinbarungen sind bspw.:

- Das Bauteil ist visuell trocken (mit bloßem Auge/mit Lichtmikroskop).
- Die verbleibende Flüssigkeitsmenge ist kleiner als $x \text{ g/m}^2$ (bezogen auf die Bauteiloberfläche) oder $x \text{ g/Bauteil}$.

- Der Dampfdruck ist kleiner als x mbar.
- Das Bauteil muss z. B. frei von Wasserrückständen sein (selektiv trocken, da nur auf einen Stoff bezogen).
- Das Bauteil muss z. B. nur an Funktionsflächen trocken sein (partiell). Das Bauteil muss in Gänze trocken sein (global).
- Das Bauteil muss an der frei zugänglichen Oberfläche trocken sein (2D). Das Bauteil muss auch in Kapillaren und offenporigen Strukturen trocken sein (3D).

3.4 Bauteil- und sauberkeitsbedingte Einflüsse auf die Trocknung (Einflussparameter)

Bevor das geeignete Trockenverfahren ausgewählt wird, müssen Bauteileigenschaften, die Sauberkeitsanforderungen sowie Anforderungen des Folgeprozesses berücksichtigt werden.

■ Bauteilgeometrie

Geometrisch einfache Bauteile erlauben einfache Trocknungsverfahren. Bauteile mit z. B. komplexer Innengeometrie, Bohrungen, dünnen Wandungen, kapillaren Strukturen (auch temporär kapillare Bedingungen wie bei Schüttware) erschweren einen effizienten Trocknungsprozess.



■ Material

Je höher die materialbedingte Energie-/Wärmeaufnahme-fähigkeit des Werkstücks, desto einfacher und schneller lässt sich der Prozess abschließen. Hinzu kommen limitierende Faktoren, wie mangelnde Temperatur- oder Vakuumbeständigkeit. Auch kann das Material des Bauteils Einflüsse auf dessen Beständigkeit/Trocknungsgrad in den Folgeprozessen haben.

■ Sauberkeits-/Qualitätsanforderung


Das geeignete Reinigungsverfahren, die Umgebungsbedingungen sowie die eingesetzte Prozessluft (auch andere Gase) müssen mit der Sauberkeitsanforderung in Einklang zu bringen sein. Gerade bei Fein- und Feinstreinigungsprozessen kommt diesen Faktoren eine erhebliche Bedeutung zu. Hier sind die Aspekte der Re-/Kreuzkontamination sowie der Luftqualität und -feuchtigkeit zu bewerten.

■ Trocknungsmedien

Die Qualität der Trocknungsmedien (fest, flüssig, gasförmig) hat Einfluss auf die Dauer und die Qualität des Trocknungsprozesses.

■ Temperaturen

Der Temperaturverlauf beim Trocknungsprozess an sich und die daraus resultierende Bauteiltemperatur (z. B. auf der Oberfläche oder in Gänze) haben wesentlichen Einfluss auf die Machbarkeit und in Folge auch auf die Dauer der Trocknung. Zudem kann er ungewollte Einflüsse auf das Bauteil selbst haben.



Weiter ist zu beachten, dass eine zu geringe Bauteiltemperatur in Relation zur Luftfeuchtigkeit (Umgebungsbedingungen) nach der Trocknung zur Kondensatbildung auf der Oberfläche führen kann. Dies gilt ebenfalls für eine zu hohe Bauteiltemperatur, im Fall, dass Bauteile unmittelbar nach der Trocknung in Folie verpackt werden sollen.

■ **Warenträger, Bauteilfixierung und Handling**

Warenträger können den Trocknungsprozess durch ihre geometrische Ausgestaltung, Materialien, die Anordnung des Reinigungsgutes und dessen Fixierung unterstützen oder stark beeinträchtigen.

Warenbewegung und Warenhandling vor, während und nach dem Reinigungs-/Trocknungsprozess müssen auf ihre Einflüsse bezüglich der Trocknung und der Aufrechterhaltung des Trocknungsergebnisses überprüft werden.

■ **Anforderungen des Folgeprozesses**

Während des Trocknungsvorganges sind z.B. auch Begleiterscheinungen wie temperaturbedingte Veränderungen der Oberflächengüte oder die Bildung von Korrosion (z. B. Flugrost) zu berücksichtigen.

3.5 Analyse- und Testverfahren

Neben einer klaren Definition/einem klaren Abnahmekriterium ist auch das geeignete Analyse- und Testverfahren für den vereinbarten Grad der Restfeuchte auszuwählen. Folgende Verfahren sind in der Praxis relevant:

■ Wischtest

Mit einem trockenen, saugfähigen Tuch (z.B. blauen Cellulosetücher) wird die Bauteiloberfläche abgewischt. Restfeuchte wird vom Tuch aufgesaugt und ist an einer Farbänderung erkennbar. Bei Bohrungen können stattdessen Wattestäbchen verwendet werden.

■ Klopfest


Das Bauteil wird über einer saugfähigen Fläche (z. B. blauen Cellulosetücher) manuell ausgeschüttelt bzw. ausgeklopft. Abtropfende Flüssigkeiten werden aufgesaugt und sind an einer Farbänderung erkennbar.

■ Abblastest

Das Bauteil wird mit trockener Luft abgeblasen und eventuell sich ablösende Tropfen werden auf einem saugfähigen Tuch gefangen. Danach folgt eine visuelle Beurteilung des Tuchs oder eine Differenzwägung des Bauteils (vor und nach dem Abblasen).

■ Visuelle Begutachtung

Bei einer visuellen Beurteilung können anhaftende Tropfen erfasst werden; ein dünner Film ist i.d.R. nicht erkennbar.



Es ist im Vorfeld zu definieren, ob die Beurteilung mit bloßem Auge erfolgen soll oder mit Hilfe eines Lichtmikroskops.

■ **Restgasanalyse**

Bei der Restgasanalyse wird das getrocknete Bauteil in einem Reaktor unter Vakuum gesetzt und alle flüchtigen Stoffe werden analysiert. Diese Methode ist insbesondere geeignet, um die Herkunft der Restfeuchte qualitativ zu ermitteln (Ausgangverschmutzung, organisches Lösemittel, Korrosionsschutz oder Wasser).

■ **Differenzwägung**

Bei Bauteilen mit definierter Masse lässt ein Vergleich zwischen Ist-Gewicht nach der Trocknung und Soll-Gewicht des trockenen Bauteils einen Rückschluss auf die Menge der Restfeuchte zu. Dieses Verfahren stößt an seine Grenzen, wenn das Bauteilgewicht variiert oder wenn noch größere Partikelfrachten als Störgrößen im Spiel sind.

■ **Vakuumtest**

Dieses Verfahren ähnelt der Restgasanalyse, jedoch erfolgt keine qualitative Bestimmung der vorhandenen Substanzen. Es wird lediglich erfasst, ab welchem Druck noch eine Ausgasung stattfindet.

■ **Sonstige**

Individuell zu vereinbarende Verfahren.



4. Checkliste zur Definition der Trocknungskriterien

Folgende Punkte sollte eine bilaterale Checkliste „Verbindliche Bestimmung/Vereinbarung der Trocknungs-/Abnahmekriterien“ beinhalten:

- Beschreibung des Bauteils
- Beschreibung der Vorprozesse inkl. der Reinigungsprozesse
- Festlegung der Zielgröße (vereinbarter Grad der Restfeuchte)
- Festlegung der Randbedingungen für die Trocknung durch den vereinbarten Reinheitsgrad (technische Sauberkeit)
- Festlegung der Prüf-/Messmethode
- Festlegung von Zeitpunkt und Rahmenbedingungen für das Prüf-/Messverfahren
- Festlegungen für den Erhalt des Trocknungsgrads bis zum nächsten Prozessschritt.

Mögliche Zusatzfragen:

- Ist eine Nachtrocknung (Ort/Dauer) zugelassen?
- Gibt es branchenspezifische Besonderheiten?
- Gibt es Nebenanforderungen an das Trocknungsergebnis (z. B. Fleckenfreiheit, Temperatur)?
- Können zu hohe/zu niedrige Temperaturen negative Einflüsse auf das Bauteil und seine Eigenschaften haben?
- Ist der Warenträger/die Bauteilfixierung geeignet?

Vorgehen bei Nichterreichung der geforderten Kriterien:

Bei Nichterreichung des vereinbarten Grades der Restfeuchte sind der Zustand „Trocken“ sowie der Prozess „Trocknung“ anhand der in dieser Leitlinie beschriebenen Kriterien hinsichtlich ihrer Eignung zu überprüfen.



5. Anhang

Auswahl von Trocknungsverfahren in Relation zu Wirkort und deren Eignung für verschiedene Bauteilgeometrien

Verfahren	Wirkort
Abblasen	lokal
Abstreifen	lokal
Schleudern	global
Vibration	global
Slow-Pull out	global
Heißluft	global
Trockendampf	global
Infrarot	global
Induktion	global
Vakuum	global
Mikrowelle	global
Verdrängung	global
Abwischen	lokal
Trommeln mit Sorptionsmittel	lokal

Geometrieabhängigkeit

Keine oder geringe Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Nur einfache Geometrien, Oberfläche muss mit Werkzeug erreichbar sein

Kaum Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Kaum Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Nur sehr einfache Geometrien

Kaum Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Kaum Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Kaum Wirkung in Spalten und Sacklöchern

Wenig

Differenzdruck beachten; ggf. nicht geeignet für

Baugruppen mit abgeschlossenen Innenvolumina

Lokale Überhitzung aus geometrischen Gründen möglich

Einzelfallprüfung

Nur einfache Geometrien, Oberfläche muss mit

Werkzeug erreichbar sein

Wirkung nur, wo Sorptionsmittel in Kontakt mit

Bauteiloberfläche kommt



**FACHVERBAND
INDUSTRIELLE
TEILEREINIGUNG E.V.**

FiT Fachverband industrielle Teilereinigung e.V.
Hauptstraße 7
72639 Neuffen | Germany
T +49 7025 8434-100
info@fit-online.org
www.fit-online.org



www.fit-online.org