



# LUFTFEUCHE UND PROZESSWASSER

Die Bedeutung des Wassers für Papier,  
Druck und Verpackung

# PRODUKTIONSFAKTOR WASSER

FÜR MEHR WIRTSCHAFTLICHKEIT

## Die drei Elemente: Wasser, Luft, Wärme

Seit vielen Jahren ist die Druckindustrie geprägt von Preiskämpfen und Überkapazitäten. Wirtschaftlichkeit ist daher mehr denn je ein Muss, um sich erfolgreich dem Wettbewerb stellen zu können. Die Optimierung der Produktion, der Prozesse, Rahmenbedingungen und eine moderne Gebäudetechnik sind Schlüssel zum Erfolg. Der Produktionsfaktor Wasser gehört dazu: für Material, Maschine und Mensch!

Für die Verarbeitung von Papier, Karton, Folien, Etiketten und anderen Materialien ist das sensible Zusammenspiel verschiedener Parameter entscheidend. Papier und andere organische Werkstoffe sind lebendig und reagieren auf die sie umgebenden Umweltbedingungen. Mehr als in anderen Industrien bestimmen die drei Elemente Wasser, Luft und Wärme, ob der Produktionsprozess störungsfrei in der gewünschten Qualität verläuft oder nicht.

### Das richtige Wasser

Im Offsetdruck geht es nicht ohne das richtige Wasser: Für die am weitesten verbreitete Drucktechnik im Werbe-, Zeitungs-, Bücher- und Verpackungsdruck sind die Wasserinhaltsstoffe qualitätsbestimmende Faktoren. Vor allem die Härtebildner Kalzium und Magnesium können erhebliche Probleme verursachen. Unbehandeltes Wasser ist als Prozesswasser für die Feuchtmittelherstellung ungeeignet. Die

Investition in eine professionelle Wasseraufbereitung amortisiert sich durch Kosteneinsparungen an Betriebsmitteln und vor allem durch die Standardisierung des Offsetdruckprozesses bereits nach kurzer Zeit. Das für eine Luftbefeuchtungsanlage aufbereitete Wasser kann im Einzelfall als Doppelnutzen auch für die Feuchtmittelherstellung genutzt werden.

### Optimale Luftfeuchte

Die Verarbeitung von feuchtigkeitsaufnehmenden (hygroskopischen) Materialien erfordert eine gleichbleibend konstante Luftfeuchtigkeit. In den meisten Produktionsprozessen der Druckindustrie und Weiterverarbeitung sind relative Luftfeuchtwerte von 50 bis 60% ideal bei Raumtemperaturen von 20 °C bis 22 °C. Zu trockene Luft führt zu Materialveränderungen, elektrostatischen Aufladungen, erhöhter Staubbindung und gesundheitlichen Belastungen der



Schleimhäute, Augen und der Haut. Ein kontrolliertes Raumklima mit optimaler Luftfeuchte sichert Qualität, höhere Produktionsgeschwindigkeiten und weniger Betriebsstörungen.

### Kühlen ohne Kosten

Erhebliche Wärmelasten durch Maschinenabwärme erfordert in vielen Produktionshallen und -räumen eine zusätzliche Kühlung, um die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter erträglich zu halten. Zusätzlich hängt die relative Luftfeuchte auch direkt von der Raumtemperatur ab: je höher die Raumtemperatur, desto geringer die relative Luftfeuchte. Die Energiekosten für die Kühlung einer Produktionshalle können immens sein. Eine geeignete Direkt-Raumluftbefeuchtung kann durch das Prinzip der Verdunstungskühlung den Aufwand für die Klimatisierung erheblich reduzieren.



## Luftfeuchte und Prozesswasser

# PRODUKTIONSFAKTOR WASSER

## DIE HÄUFIGSTEN PROBLEME

### Darauf können Sie verzichten

Der Produktionsfaktor Wasser beeinflusst Qualität, Kosten und Zeit im Druckprozess und in der Weiterverarbeitung. Nicht immer ist es jedoch sofort erkennbar, warum es zu Problemen im Produktionsprozess kommt. Im Folgenden finden Sie eine Übersicht häufiger Probleme aus den Bereichen Papier und Druckweiterverarbeitung.

**Qualität rauf – Kosten runter!**



Wasser ist ein Produktionsfaktor mit großem Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Optimale Luftfeuchte und standardisiertes Prozesswasser schützen vor Verarbeitungsproblemen und Qualitätsschwankungen.

Problem	Definition	Mögliche Ursachen	Abhilfe „Wasser“		
			Luftfeuchte	Prozesswasser	Kühlung
<b>Ablegen</b>	Übertragung der frischen Druckfarbe auf die Rückseite des nachfolgenden Bogens im Auslagestapel der Druckmaschine.	<ul style="list-style-type: none"> <li>statische Aufladung des Papiers</li> <li>Randwelligkeit oder verspanntes Papier</li> <li>emulgierte Druckfarbe</li> </ul>	● ●	●	● ●
<b>Blanklaufen</b>	Abstoßen der Druckfarbe auf den Farbwalzen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserhärte zu hoch</li> </ul>		●	
<b>Dublieren</b>	Doppelte Kontur der Druckbildelemente auf dem nachfolgenden Bogen durch nicht passgenaues Übertragen der vom zuvor gedruckten Bogen auf das Drucktuch übertragenen Farbe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Planlage des Papiers</li> <li>große Differenzen zwischen Temperatur, Feuchtigkeit im Drucksaal und Papierstapel</li> </ul>	● ●		● ●
<b>Elektrostatik</b>	Durch statische Aufladung verursachtes Aneinanderhaften von Materialien.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zu trockenes Raumklima</li> <li>zu trockene Materialien/Bedruckstoffe</li> </ul>	● ●		● ●
<b>Emulgieren</b>	Zu starke Aufnahme von Feuchtmittel durch die Druckfarbe im Offsetdruck.	<ul style="list-style-type: none"> <li>zu hoher Anteil an Feuchtmittel in der Druckfarbe</li> <li>zu niedriger pH-Wert</li> </ul>		● ●	
<b>Faltenbildung</b>	Starke Deformierung des Papiers beim Durchlauf durch die Druckmaschine bei Bahn und Bogen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Planlage des Papiers</li> <li>Tellern und Randwelligkeit</li> </ul>	● ●		● ●
<b>Passerdifferenzen</b>	Die einzelnen gedruckten Farben werden nicht hundertprozentig deckungsgleich auf die Papieroberfläche übertragen und erzeugen ein unscharfes Druckbild.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensionsänderungen des Papiers</li> <li>Tellern und Randwelligkeit</li> <li>Elektrostatik</li> </ul>	● ● ●		● ● ●
<b>Tonen</b>	Unerwünschtes Mitdrucken eines über den ganzen Bogen sichtbaren Farbschleiers.	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht optimaler pH-Wert</li> </ul>		●	
<b>Trocknungsverzögerung</b>	Verlangsamer Ablauf der Druckfarbentrocknung im Stapel beim Bogenoffset oder Rollenoffset.	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht optimaler pH-Wert</li> </ul>		●	



#### Produktionsfaktor Wasser

- 1 Drei Elemente für Wirtschaftlichkeit
- 2 Richtiges Wasser für gute Druckqualität
- 3 Optimale Luftfeuchte schützt das Papier
- 4 Kühlung durch Luftbefeuchtung
- 5 Planlage im Bogenoffset
- 6 Konstante Luftfeuchte für den Rollenoffset

### Luftfeuchte und Prozesswasser

# PLANLAGE UND LUFTFEUCHTE

## URSACHEN VON DIMENSIONSVERÄNDERUNGEN

### Papier lebt

Falsche Behandlung und eine nicht konstant optimale Luftfeuchte haben gravierende Folgen für die Planlage von Papier und Karton. Als lebendige Materialien reagieren sie sehr sensibel auf Abweichungen von der Gleichgewichtsfeuchte. Die Laufeigenschaft des Materials und das störungsfreie Verhalten in der Druckmaschine (runability) werden durch die Luftfeuchtigkeit maßgeblich beeinflusst.



Pflanzliche Fasern sind als Hauptbestandteil von Bedruckstoffen wie Papier und Karton hygroskopisch: Sie können Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen oder an sie abgeben. Ob und in welcher Intensität dies geschieht, hängt von der Gleichgewichtsfeuchte des Materials, von der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Umgebungsluft ab.

#### Gleichgewichtsfeuchte

Hygroskope Materialien versuchen ihren absoluten Feuchtigkeitsgehalt mit der umgebenden Luft in ein Gleichgewicht zu bringen. Die Gleichgewichtsfeuchte ist dann erreicht, wenn weder eine Feuchtigkeitsaufnahme noch eine -abgabe des Papiers an die Raumluft erfolgt. Abhängig von der Stoffzusammensetzung ist die absolute Feuchtigkeit des Papiers (z. B. zwischen 4 und 9%) im Gleichge-

wicht bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 bis 60%. Sind die Unterschiede zwischen der Gleichgewichtsfeuchte des Papiers und der relativen Luftfeuchte der Luft zu groß, verändert sich das Papier durch Aufnahme oder Abgabe von Feuchtigkeit: Die Papierfasern dehnen sich aus oder schrumpfen.

#### Relative Luftfeuchte

Bei der Beurteilung des Raumklimas sind die physikalischen Zusammenhänge zwischen Temperatur, absoluter und relativer Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen: Die Wassermenge (= absolute Luftfeuchte), die die Luft in Form von Wasserdampf aufnehmen

kann, hängt von der Temperatur ab. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte Luft. Ist die Höchstmenge an Wasserdampf erreicht, spricht man von gesättigter Luft und 100% relativer Feuchte. Die relative Luftfeuchte ist das Verhältnis aus absoluter Feuchte und maximal möglicher Feuchte bei gleichbleibender Temperatur. Steigt die Temperatur bei gleicher absoluter Feuchte, sinkt die relative Luftfeuchte. In der Praxis ist die relative Luftfeuchte die entscheidende Messgröße für die Bewertung des Raumklimas.

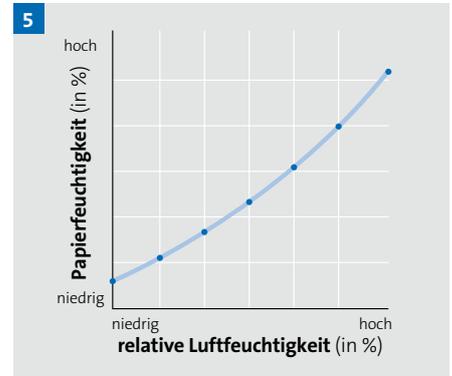
$$\text{rel. Feuchte} = \frac{\text{absolute Feuchte in g/m}^3 \text{ Luft}}{\text{max. absolute Feuchte in g/m}^3 \text{ Luft}} \times 100 (\%)$$



### Luftfeuchte und Prozesswasser

## Einfluss der Luftfeuchte

Abhängig von der relativen Luftfeuchte können die Pflanzenfasern des Papiers Feuchtigkeit abgeben oder aufnehmen, was zum Schrumpfen oder Quellen der Fasern führt. Dabei ziehen sich die Fasern in der Breite stärker zusammen bzw. breiten sich in der Länge aus. Die unterschiedliche Veränderung in Breite und Länge verursacht, dass die Papierbögen ihre Planlage verlieren und Probleme wie Passerdifferenzen, Dublieren und Faltenbildung entstehen.



### Tellern

Ein Tellern des Papiers tritt immer dann ein, wenn Papierstapel mit normalem Feuchtegehalt einer zu trockenen Umgebungsluft ausgesetzt werden. Die Ecken und Kanten des Papierstapels wölben sich nach oben und bilden einen Teller. Durch die zu geringe Luftfeuchtigkeit geben die Bogenkanten Feuchtigkeit ab und schrumpfen gegenüber der Bogenmitte. Das Tellern tritt vor allem in der kalten Jahreszeit auf.

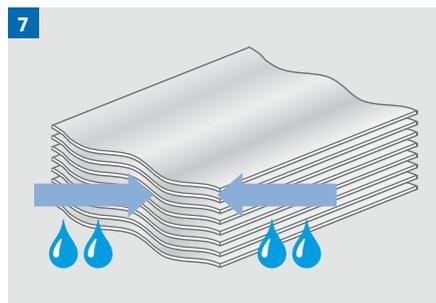
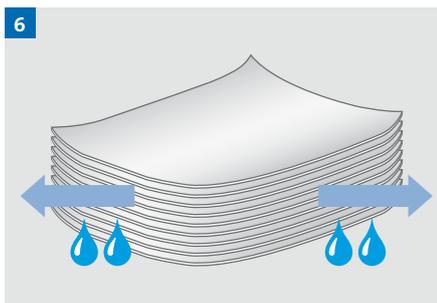
### Randwelligkeit

Zu einer Randwelligkeit des Papiers kommt es, wenn die Feuchtigkeit des Papiers unter der Luftfeuchte der Umgebungsluft liegt. Über die Kanten nehmen die Bögen dann Feuchtigkeit auf, wodurch sich das Papier an den Rändern ausdehnt, während die Bogenmitte unverändert bleibt. Die Randwelligkeit entsteht, wenn entweder zu trockenes Papier einer höheren Luftfeuchte oder Papier mit einer normalen Gleichgewichtsfeuchte einer übermäßig feuchten Raumluft ausgesetzt wird.

### Empfohlene Luftfeuchte und Temperatur

Anwendung	Temperatur (°C)	relative Luftfeuchte (%)
Papierlager	18–20	60–65
Druckvorstufe	20–22	45–55
Bogen-/Rollendruck	20	50–60
Digitaldruck	20–22	45–55
Siebdruck	22	50–60
Weiterverarbeitung	20–22	50–60

Die Gefahr des Tellerns und der Randwelligkeit besteht in der Regel nicht bei einer Abweichung von der Gleichgewichtsfeuchte innerhalb von 5% relativer Feuchte. Als kritischer Grenzwert für Dimensionsveränderungen des Papiers gilt eine Differenz von 8% bis 10% relativer Feuchte.



### Dimensionsveränderungen

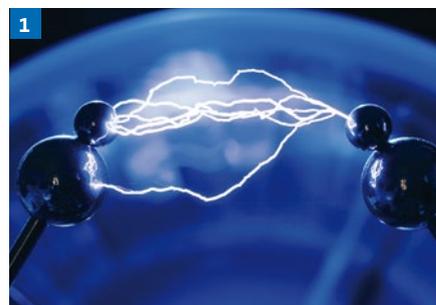
- 1 Ecken und Kanten wölben sich
- 2 Luftfeuchte beeinflusst die runability
- 3 Ein Muss im Bogenoffset: Planlage
- 4 Nichtplanlage im Stapel
- 5 Papierfeuchte und relative Feuchte
- 6 Tellern
- 7 Randwelligkeit

# ELEKTROSTATIK UND LUFTFEUCHTE

## FOLGEN ELEKTROSTATISCHER AUFLADUNG

### Spannung liegt in der Luft

Elektrostatische Aufladungen können zu erheblichen Problemen bei der Verarbeitung von Papier, Folien und Verpackungen führen. Elektrostatik entsteht immer dann, wenn sich nicht oder nur schlecht leitfähige Materialien durch schnelle Reibung oder plötzliche Trennung aufladen. Eine optimale Luftfeuchte fördert das schadlose Ableiten elektrischer Ladungen.



Von statischer Aufladung spricht man, wenn sich an Materialoberflächen positive oder negative Ladungen befinden, die nicht abfließen können. In der Druckindustrie entsteht statische Elektrizität auf zu verarbeitenden Materialien in erster Linie durch Reibung oder durch plötzliche Trennung – beispielsweise beim Führen des Materials durch die Druckmaschine. Papierbahnen und Papierbogen sind im Druckprozess an den Leitwalzen hohen Reibungen und der Gefahr von Elektrostatik ausgesetzt, besonders wenn die Walzen mit Gummi oder Kunststoff überzogen sind, die aufgrund der hohen Isolationswirkung Aufladungen nicht ableiten können.

#### Feuchte steigert Leitfähigkeit

Papier gilt als Halbleiter und kann seine Leitfähigkeit durch die Aufnahme von Feuchtigkeit erhöhen. Bei einer ausreichend hohen Feuchtigkeit ist die Leitfähigkeit

des Papiers soweit verbessert, dass elektrische Ladungen problemlos abgeleitet werden können. Auf Nichtleitern, wie z. B. Kunststoff-Walzen oder nicht-organischen Bedruckstoffen wie Folien, bildet sich ein dünner Feuchtfilm, der die Oberfläche soweit leitfähig macht, dass es nicht zur gefährlichen Ansammlung von Ladungen kommt.

#### Probleme durch Elektrostatik

Als kritische Untergrenze für die Entstehung von elektrostatischen Aufladungen gilt eine Stapelfeuchtigkeit von 40 % und eine relative Luftfeuchtigkeit von 45 bis 50 % im Verarbeitungsraum. Werden diese Werte unterschritten, können die dann entstehenden Anziehungskräfte dazu führen, dass vom Anlagestapel der Druckmaschine mehrere Bogen gleichzeitig angesaugt werden und Störungen im Materialdurchlauf auslösen. Materialien mit geringen Grammaturen

reagieren sensibler auf Elektrostatik als Papiere mit höherem Gewicht. Zusätzlich kann das trennende Luftpolster zwischen den bedruckten Bogen im Auslagestapel zu schnell verschwinden und ein Ablegen der frischen Druckfarbe auf der Widerdruckseite verursachen. Ein schlechter Papierlauf durch die Druckmaschine kann außerdem zu Passerdifferenzen und einem unsauberen Druckbild führen. Im Rollenoffset gehen starke Aufladungen häufig mit Problemen im Falzapparat oder in der Falzbogenauslage einher. In der Weiterverarbeitung und Buchbinderei sind das Kleben am Anleger der Falzmaschinen oder ein schräges Einlaufen in die Falztaschen und Abzugsbänder ebenfalls Folgen von Elektrostatik.



### Luftfeuchte und Prozesswasser

# AUSGEWÄHLTE PRODUKTIONSVERFAHREN

## QUALITÄTSSICHERUNG MIT LUFTBEFEUCHTUNG

### Luftfeuchte löst Probleme

Die richtige Luftfeuchte ist für viele unterschiedliche Produktionsverfahren in der Druck- und Verpackungsindustrie ein Qualitätsfaktor. Nur ein störungs-freier Produktionsablauf ohne Zeitverzug in der benötigten Qualität garantiert für viele spezialisierte Anwendungen und Verfahren die erforderliche Produk-tivität und Wirtschaftlichkeit.

#### Rollenoffset

Der Rollenoffset ist im Vergleich zum Bogenoffset hinsichtlich der Luftfeuchte weniger empfindlich. Erhebliche Probleme können jedoch auftreten, wenn bei der Lagerung der ausgepackten und klebe-vorbereiteten Papierrollen in der Rollen-träger-Ebene die relative Luftfeuchtigkeit zu niedrig ist. Eine optimale Feuchte zwi-schen 50 und 60% stellen hier optimale Bedingungen dar. Ist diese nicht gegeben, können zwei Faktoren zu erheblichen Pro-duktionsstörungen führen: Zum einen können die äußeren Lagen der Papier-rollen Feuchtigkeit abgeben und aus-trocknen. Die daraus resultierenden Schrumpfungen bewirken erhebliche Spannungen im Papier, die zum Reißen der äußeren Lagen oder zum Aufplatzen der Klebeverbindung zwischen Papier-rolle und der „Spitze“ (Rollenanfang) führen können. Zum anderen kommt es zu einem vorzeitigen Austrocknen des

Klebers der vorbereiteten Rollen. Das Ergebnis sind Fehlklebungen während des automatischen Rollenwechsels oder Bahnrisse an der Klebestelle im weiteren Papierverlauf innerhalb der Maschine. Zusätzliche Makulatur, Produktionsunter-brechungen und mögliche Verzögerungen in der Auslieferung können die negativen Folgen sein.

#### Digitaldruck

Wie im klassischen Offsetdruck sind Dimensionsveränderungen des zu ver-arbeitenden Materials und elektrostatische Aufladungen die bedeutendsten Probleme, die durch zu trockene Luft verursacht werden. Stärker als im Offsetdruck wirkt sich fehlende Luftfeuchte zusätzlich auf die Druckqualität aus: Kommt es durch die schnellen Reibungsprozesse inner-halb der Maschine zu elektrostatischen Aufladungen, werden die Farbpigmente zwischen Maschine und Bedruckstoff



diffus abgelenkt. Das Ergebnis ist ein uneinheitliches Druckbild, das mit hellen und dunklen Flächen als „Wolken-bildung“ erscheint.

#### Verpackung

Auch im Verpackungsdruck und in der Packmittelproduktion ist eine optimale Luftfeuchte einer der wichtigsten klima-tischen Parameter. Für das Stanzen und Kleben von Chromoduplex-Kartons schützt eine ausreichend hohe Luft-feuchtigkeit vor Dimensionsänderungen und sichert eine hundertprozentige Passgenauigkeit der Endprodukte. Beim Verarbeiten und Kaschieren von synthe-tischen Folien werden aneinanderhaftende Materialien, Transportschwierigkeiten, Ablageerscheinungen, Faltenbildung und eine gestörte Farbübertragung verhindert.

#### Elektrostatik

- 1 Luftfeuchtigkeit reduziert Elektrostatik
- 2 Doppeleinzug im Anlagestapel
- 3 Schräg einlaufender Bogen
- 4 Aneinanderhaftende Bogen
- 5 Polypropylen-Platten laden sich auf
- 6 Klebeverbindungen trocknen aus
- 7 Synthetische Folien



# PROZESSWASSER

## VORTEILE VON AUFBEREITETEM FEUCHTWASSER

### Auf das richtige Wasser kommt es an!

Wasser wird in Druckereibetrieben für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt: in Gummituchwaschanlagen, zur Luftbefeuchtung und vor allem zur Feuchtmittelherstellung. In keinem dieser Bereiche ist unbehandeltes Leitungswasser als Prozesswasser geeignet. Die Ursachen dafür liegen in der großen Zahl der Wasserinhaltsstoffe, die erhebliche Probleme verursachen können.

Einen erheblichen Einfluss auf die Druckqualität hat die Menge der Kalzium- und Magnesiumsalze, die die Gesamthärte des Wassers bestimmen. Kalzium und Magnesium haben die Eigenschaft, sich mit den verseifbaren Verbindungen der Druckfarben zu unlöslichen, festen Kalkseifen zu verbinden. In der Druckmaschine verbleiben diese unlöslichen Ablagerungen auf den Walzen der Farbwerke und machen diese zunehmend wasserfreundlich. Die Farbübertragung verschlechtert sich. Eine Folge ist das sogenannte Blanklaufen der Farbwalzen, d. h. die Druckfarbe gelangt nicht mehr störungsfrei vom Farbkasten auf die Druckform. Ideales Feuchtwasser hat eine Gesamthärte von 8° bis 10° dH (deutsche Härtegrade). Die Bildung von Kalkseifen ist in diesem mittleren Härtebereich nicht mehr problematisch.

#### Optimaler pH-Wert

Neben der Gesamthärte hat der Anteil des Hydrogenkarbonats, einen maßgeblichen Einfluss auf den Druckprozess. Hydrogenkarbonat bindet Säure und beeinflusst dadurch den pH-Wert. Im Offsetdruck liegt der drucktechnisch optimale pH-Wert des Feuchtmittels im leicht sauren Bereich zwischen 4,8 und 5,5. Feuchtmittelzusätze sind so gepuffert, dass der richtige pH-Wert auch unabhängig von Papier- oder Farbeinflüssen eingestellt bleibt. Enthält das unbehandelte Leitungswasser jedoch einen Hydrogenkarbonatgehalt über 150 mg/l, wird ein Teil des Säurepuffers neutralisiert. Schwankungen des pH-Wertes führen zu Druckschwierigkeiten, wie z. B. Trocknungsverzögerungen, Tonen und zu starkes Emulgieren.

#### Korrosion

Für die korrosiven Wasserinhaltsstoffe Chlorid, Sulfat und Nitrat definieren die



Druckmaschinenhersteller maximale Grenzwerte, da sie zu erheblichen Beschädigungen führen. Aufbereitetes Prozesswasser schützt vor Korrosion und kann die Walzenstandzeit um bis zu 70 % erhöhen. Weitere direkte Kosteneinsparpotenziale ergeben sich durch die Einsparung von Alkohol und Feuchtmittelzusätzen, wie Isopropanol (IPA), und durch einen geringeren Reinigungsaufwand.

#### Wasser gut – alles gut

Durch eine Wasseraufbereitung kann aus jedem Trinkwasser standardisiertes Prozesswasser mit einer konstanten Härte, geringem Hydrogenkarbonatgehalt und frei von korrosionsfördernden Salzen und Mikroorganismen hergestellt werden. Ein kostengünstiger Doppelnutzen ist immer dann gegeben, wenn das aufbereitete Wasser gleichzeitig für die Luftbefeuchtung verwendet werden kann.



## Luftfeuchte und Prozesswasser

### Kühlen ohne Kosten

Hohe Temperaturen in der Produktion belasten Mitarbeiter, Material und Maschinen. Die Abkühlung von Produktionsräumen erfordert jedoch hohe Kühlleistungen und verursacht hohe Energiekosten. Durch eine Direkt-Raumluftbefeuchtung mit Hochdruckdüsen können die Kosten für den Einsatz von Klimageräten um ein Vielfaches reduziert werden.

Die Temperatur spielt eine entscheidende Rolle in der Beziehung von Papier und Klima: Die relative Luftfeuchtigkeit eines Raumes hängt von der Lufttemperatur ab. Eine Änderung der Temperatur um 1 °C entspricht einer Veränderung der relativen Luftfeuchte um etwa 3%. Mit sinkender Temperatur steigt die relative Luftfeuchte. Umgekehrt sinkt die Luftfeuchte bei steigender Temperatur unter der Voraussetzung, dass die absolute Luftfeuchte gleich bleibt (siehe Abb. 6). Optimale Klimabedingungen sind für die meisten Produktionsverfahren in der Druck-, Papier- und Verpackungsindustrie bei einer relativen Luftfeuchte zwischen 50 und 60% und einer Raumtemperatur von 20 bis 22 °C gegeben.

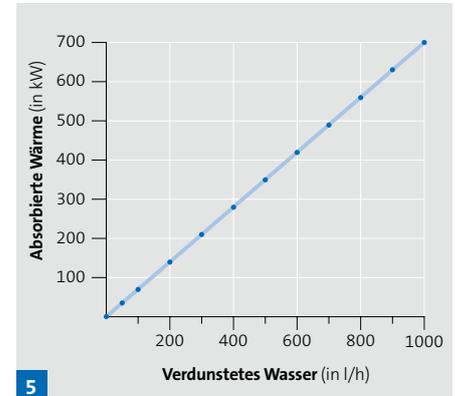
#### Viel zu warm

Verursacht durch die enorme Maschinenabwärme sind die Wärmelasten in den Produktions- und Weiterverarbeitungs-

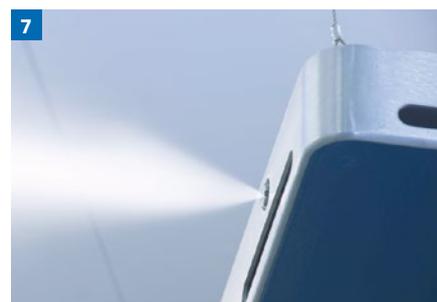
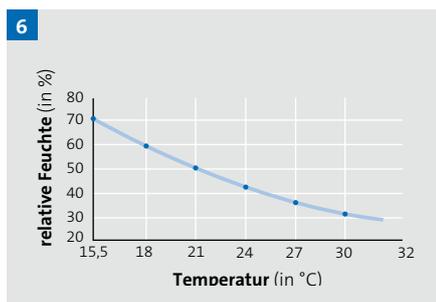
hallen häufig so hoch, dass die Temperaturen deutlich über den Optimalwerten liegen. Die Folge ist ein zusätzliches Absinken der relativen Feuchte mit negativen Konsequenzen für die Materialverarbeitung und Prozessstabilität. Zusätzlich leiden die Mitarbeiter unter den erschwerten Arbeitsbedingungen. Durch eine kontrollierte Raumtemperatur können Betriebe einen wirkungsvollen Beitrag zur Qualitätssicherung und zur höheren Mitarbeiterzufriedenheit leisten.

#### Verdunstungskühlung

Die Klimatisierung von Produktionshallen erfordert hohe Kühlleistungen und verursacht hohe Energiekosten. Der Einsatz einer Direkt-Raumluftbefeuchtung kann bei entsprechender Technologie und Auslegung die Kosten einer Klimaanlage reduzieren oder unabhängig von einer vorhandenen Klimaanlage die Raumtemperatur senken. Grund ist der positive



Nebeneffekt der Hochdruck-Düsen-Technologie, bei der kaltes Wasser mit 85 bar direkt tropfenfrei in die Raumluft versprüht wird: Die vollständige Absorption der mikrofein vernebelten Wassertropfen in der Luft bewirkt, dass dem Raum Wärme entzogen wird. Das Prinzip der adiabaten Verdunstungskühlung bewirkt eine außerordentlich wirtschaftliche Senkung der Raumtemperatur: 100 Liter Wasser einer Hochdruckdüsen-Luftbefeuchtung absorbieren rund 70 kW Wärme bei nur 0,6 kW Energieaufwand. Eine durchschnittliche Absenkung der Raumtemperatur zwischen 2 und 5 °C ist dadurch möglich.



#### Prozesswasser und Kühlung

- 1 pH-Wert von 4,8 bis 5,5 ist optimal
- 2 Wasser bestimmt die Druckqualität
- 3 Farbabrieb durch Trocknungsprobleme
- 4 Korrosion reduziert Walzenstandzeit
- 5 Luftbefeuchtung absorbiert Wärme
- 6 Temperatur und relative Luftfeuchte
- 7 Hochdruckdüsen-Luftbefeuchter

# TECHNIK DER LUFTBEFEUCHTUNG

## ÜBERSICHT DER MÖGLICHKEITEN

### Ein Ziel, unterschiedliche Wege

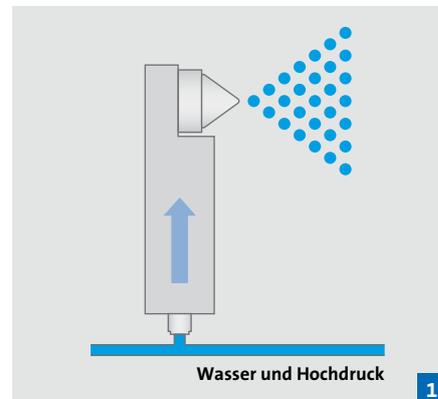
Für das Sicherstellen einer ausreichenden Luftfeuchtigkeit werden in der Druckindustrie unterschiedliche Systeme und Technologien eingesetzt: Düsenzerstäuber, Ultraschallzerstäuber, Dampfbefeuchter und Verdunster sind häufig eingesetzte Funktionsprinzipien, die sich hinsichtlich Energieverbrauch, Wartungsaufwand und Befeuchtungsleistung unterscheiden.

Generell werden zwei Grundprinzipien der Luftbefeuchtung unterschieden: die direkte und die indirekte Luftbefeuchtung. Bei der Direkt-Raumluftbefeuchtung sind eigenständige Luftbefeuchtungssysteme direkt im Raum installiert und sichtbar in Funktion. Bei der indirekten Luftbefeuchtung wird die Luft in den Kammern einer raumlufttechnischen Anlage (Klimaanlage) befeuchtet und über Kanäle und Auslassöffnungen in die Arbeitsräume geleitet. In der Druckindustrie kommen überwiegend Direkt-Raumsysteme zum Einsatz. Gründe dafür sind vor allem die gezieltere und individuellere Feuchtigkeitsführung. Unterschiedlich genutzte Produktionsbereiche mit voneinander abweichenden Feuchtigkeitsanforderungen – z. B. Papierlager, Pre-press, Weiterverarbeitung – können bedarfsgerecht befeuchtet werden. Zusätzlich ist in speziellen Maschinen-Bereichen und Anwendungen eine gezielte Spot- oder Material-

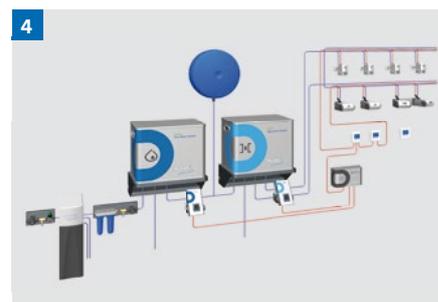
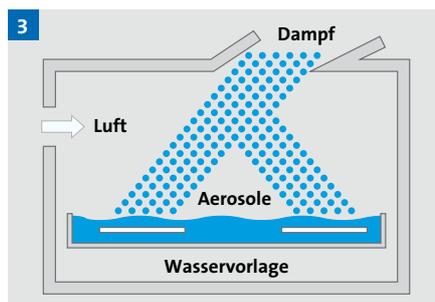
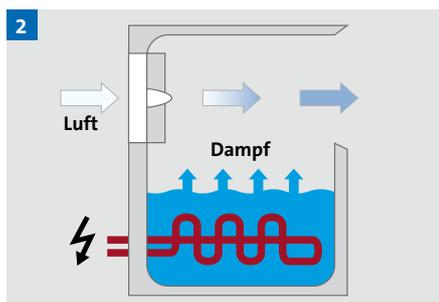
befeuchtung möglich, die punktuell höhere Feuchtwerte sichern kann.

#### Technologien

Die heute für die Direkt-Raumluftbefeuchtung zur Verfügung stehenden Technologien unterscheiden sich hinsichtlich Energieverbrauch, Wartungsaufwand und Befeuchtungsleistung: Bei **Verdunstern** wird die Raumluft durch einen Ventilator angesaugt und über feuchte Kontaktkörper geführt. Der Befeuchtungsvorgang erfolgt durch Verdunstung an der Oberfläche des Kontaktkörpers. Die Geräte haben einen nur sehr geringen elektrischen Energiebedarf. Die Befeuchtungsleistung ist ebenfalls gering und birgt ohne intensive Reinigung und Überprüfung eine große Verkeimungsgefahr. **Verdampfer** produzieren Dampf in einem temperaturbeständigen Kunststoff- oder Edelstahlzylinder, in dem das Befeuchterwasser bis auf 100 °C er-



hitzt wird. Dampfluftbefeuchter sind hygienisch, da Keime und Bakterien zuverlässig abgetötet werden. Der Energieverbrauch ist bei Elektroden- und Widerstandsverdampfern sehr hoch und die Lebensdauer der Dampfzylinder aufgrund von Kalkanlagerungen nur begrenzt. Bei **Zerstäubern** wird das Wasser in feine Wassertröpfchen aufgebrochen. Ein Lüfter transportiert die so entstandenen Aerosole in die Raumluft, die dort sofort absorbiert werden. Zur Auswahl stehen Zerstäuber mit Ultraschallschwingern, Druckluft- und Hochdruckdüsen. Zerstäuber können große Raumvolumen mit geringem Energieverbrauch befeuchten. Voraussetzung ist in der Regel eine Wasseraufbereitung, die keimfreies und demineralisiertes Wasser produziert.



### Luftfeuchte und Prozesswasser

# TECHNIK DER LUFTBEFEUCHTUNG

## HYGIENE UND WARTUNG

### Stand der Technik

Viele Unternehmen haben Dampf- und Druckluftzerstäuber in den letzten Jahren durch Hochdruckdüsen-Systeme ersetzt. Das Wasser wird bei diesen Systemen mittels einer Hochdruckpumpe und speziellen Düsen mikrofein und nahezu geräuschlos vernebelt. Im Vergleich zu druckluftbetriebenen Düsen oder Dampf-befeuchtern wird nur ein Bruchteil der Energiekosten verursacht. Zusätzlich sorgt der adiabatische Kühleffekt der Kaltwasser-Verdunstung für ein angenehmes Raumklima. Für den hygienischen und zuverlässigen Betrieb wird ausschließlich hochreines, demineralisiertes Wasser eingesetzt, das über eine ins System integrierte Umkehrosmose-anlage bereitgestellt wird. Einen praktischen und zugleich kostengünstigen Zusatznutzen haben Systeme, bei denen das für die Luftbefeuchtung aufbereitete Wasser gleichzeitig als standardisiertes Prozesswasser für die Druckmaschinen genutzt werden kann.

### Wartung ist ein Muss

Jede Luftbefeuchtungsanlage ist nur so betriebssicher und hygienisch wie das verwendete Wasser und das dahinter stehende Service- und Wartungskonzept. Auch, wenn es klar und rein erscheint und als Trinkwasser uneingeschränkt verwendet wird, so ist doch unbehandeltes Wasser für die Luftbefeuchtung in den meisten Fällen nicht geeignet. Die Ursachen dafür liegen in der großen Zahl der Wasserinhaltsstoffe: Bakterien, Keime, Algen, Sand, Schwebstoffe, Salze und andere Mineralien können Gefahren für die Gesundheit des Menschen und die Funktionsfähigkeit der Luftbefeuchter sein. Für die Aufbereitung des für die Luftbefeuchtung verwendeten Wassers werden in der Regel Umkehrosmose-Anlagen eingesetzt. Trotz optimaler Vorbehandlung des Leitungswassers durch Enthärter- und Filterstufen bilden sich auf Umkehrosmose-Membranen und anderen wichtigen Bauteilen eines Luftbefeuchtungssystems unerwünschte Ablagerungen. Diese können nicht nur die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Anlage erheblich beeinträchtigen, sondern vor allem auch ein erhebliches Gesundheitsrisiko darstellen. Regelmäßige Kontrollen, Wartungen, Desinfektionen und der Austausch von stark beanspruchten Systembauteilen sind für



den sicheren und hygienischen Betrieb von Luftbefeuchtungsanlagen daher unverzichtbar. Aufschluss über den Hygienestandard der unterschiedlichen Luftbefeuchtungssysteme geben Zertifikate unabhängiger Prüfstellen und die von den Herstellern angebotenen Wartungs- und Serviceprogramme.

Der aktuelle Stand der Technik wird für die Direkt-Raumluftbefeuchtung durch die VDI 6022 Blatt 6 definiert.



### Technik der Luftbefeuchtung

- 1 Hochdruck-Düsenzerstäuber
- 2 Dampfbefeuchter
- 3 Ultraschallbefeuchter
- 4 Wasseraufbereitung für Hochdruckdüsen
- 5 Keime und Bakterien dürfen nicht sein
- 6 Regelmäßige Wartung
- 7 Hygienekontrolle im Unternehmen

# PRAXISBEISPIEL

HP INC., BARCELONA

## Qualität und Tempo im Digitaldruck

Im Demo- und Trainingscenter in Sant Cugat del Vallès (Barcelona) präsentiert HP Inc. seinen Kunden auf 4.000 m<sup>2</sup> die neueste Technologie des Digitaldrucks – vom Großformatdruck bis hin zum Verpackungs- und Akzidenzdruck. Zur Sicherung optimaler Druck- und Produktionsergebnisse werden konstante Luftfeuchtwerte benötigt.

Über 6.000 Besucher aus Europa, dem Mittleren Osten und Afrika lassen sich jedes Jahr im Demo- und Trainingscenter des führenden Digitaldruck-Spezialisten inspirieren und ausbilden. Der spanische Standort versteht sich als „Dream Factory“ mit dem Anspruch, neue Produktideen für Kunden entstehen zu lassen und zu zeigen wie man sie heute digital drucktechnisch umsetzen kann. Zur Sicherung optimaler Druck- und Produktionsergebnisse werden konstante Luftfeuchtwerte benötigt: „Elektrostatische Aufladungen, Dimensionsänderungen des Papiers und schwankende Druckqualität, beeinträchtigen unsere Schulungen und Demonstrationen, erläutert Adam Goldthorp, HP Trainings Manager. „Hinzu kommt“, so Goldthorp, „dass unterschiedliche Drucktechnologien und Bedruckstoffe (z. B. Plastik, Pappe) auch unterschiedliche Luftfeuchtwerte benötigen.“ Die bestehende, in der zentralen Belüftungsanlage

eingebaute Dampfbefeuchtung, konnte diese wachsenden Anforderungen nicht mehr erfüllen und wurde stillgelegt. Seit 2013 sichert eine Direkt-Raumluftbefeuchtung mit Hochdruckdüsen eine konstant optimale Luftfeuchte.

### Einfache Installation

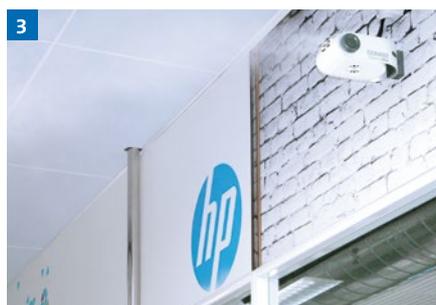
Über 50 Hochdruck-Luftbefeuchter vom Typ DRAABE TurboFogNeo garantieren in verschiedenen Bereichen und Gebäudeteilen eine kontrollierte Luftbefeuchtung. Für die Installation benötigte HP Inc. lediglich einen Wasserzulauf und -ablauf sowie eine entsprechende Stromversorgung. Die gesamte Versorgung erfolgt von einem zentralen Technikraum, in dem die Systeme für die Wasseraufbereitung und die Hochdruckpumpe installiert sind. Diese sind mit den Luftbefeuchtern über spezielle Hochdruckschläuche und Steuerleitungen verbunden. Die kleinen, an Deckenabhängungen oder Wänden



montierten Luftbefeuchter sind in den verschiedenen Räumen für eine ideale Feuchteverteilung individuell horizontal und vertikal ausgerichtet. Hochdruckdüsen versprühen einen mikrofeinen Nebel mit einer Tropfengröße unter 15 µm, der sofort von der Luft aufgenommen wird und sich gleichmäßig im Raum verteilt.

### Weniger Energiekosten

Die gewünschte Luftfeuchte wird über eine Digitalsteuerung geregelt. In den individuell definierten Befeuchtungszonen (Räume oder Produktionsbereiche) messen Steuergeräte die aktuelle Luftfeuchte und aktivieren die Luftbefeuchter bei Unterschreitung des eingestellten Sollwertes. Dadurch lassen sich unterschiedliche Feuchteanforderungen individuell und bedarfsgerecht erfüllen.



## Luftfeuchte und Prozesswasser



Für José Baena vom HP Inc. Global Real Estate ist die neue Technologie ein großer Vorteil: „Es gibt jetzt optimale Werte für unterschiedliche Zonen und Druckmaschinen. Außerdem konnten wir den Energieverbrauch für die Befeuchtung um über 95% reduzieren.“ Das energieeffiziente Hochdruck-Befeuchtungssystem sorgt für eine konstante Luftfeuchtigkeit von 50% bis 65%. Je nach Drucktechnik und Material kann die Luftfeuchtigkeit im Demo- und Trainingscenter schnell angepasst und für das Bedrucken von z.B. Plastik erhöht werden.

### Automatische Wartung

Sowohl das Hochdrucksystem als auch die dazugehörige Wasseraufbereitung sind in tragbare Kleincontainer eingebaut, die einen schnellen Austausch und Service ermöglichen. Das Umkehrosmose-system zur Wasseraufbereitung demineralisiert und reinigt das Stadtwasser von Verunreinigungen. Alle sechs Monate werden diese Container automatisch bei HP Inc. gegen komplett gewartete und gereinigte Systeme ausgetauscht. Die gebrauchten Anlagen werden mit wenigen Handgriffen von der Wandhalterung gelöst und zurück an den Hersteller zum Service geschickt. Dort wird die Anlage demontiert, geprüft, gespült und gereinigt. Verschleißteile werden erneuert und technische Updates nachgerüstet.

### Luftfeuchte ein Muss

Wartungsfreiheit, umfassender Service und die individuellen Befeuchtungslösungen waren für HP Inc. die wichtigsten Gründe sich für die neue Hochdruck-Düsentechologie zu entscheiden. Das DRAABE Luftbefeuchtungssystem garantiert seitdem in allen Bereichen des Demo- und Trainingscenter eine individuell angepasste optimale Luftfeuchte, die vor Elektrostatik und Dimensionsänderungen der Bedruckstoffe schützt. Unterstützt durch die gemachten positiven Erfahrungen setzt HP Inc. auch auf internationalen Messen Hochdruckdüsen-Systeme für die Qualitätssicherung ein: Anlässlich der Weltleitmesse für die Druckindustrie drupa 2016 wurde eine komplette Messehalle mit einer Luftbefeuchtungsanlage ausgerüstet. „Mein Team und ich waren begeistert zu sehen, wie sich eine perfekt ausbalancierte Luftfeuchte auf unsere Maschinenvorführungen und auf das Raumklima auswirkt“, fasst Rotem Sagi Shteinmetz, Operations Manager im HP Inc. drupa Team, die Bedeutung einer optimalen Luftfeuchte zusammen.

### Fakten

Luftbefeuchtung:	54 Hochdruck-Vernebler
Raum:	18.000 m <sup>3</sup>
Feuchtebedarf:	50 bis 65 % rel. Feuchte
Inbetriebnahme:	2013



### HP Inc., Barcelona

- 1 Demo- und Trainingscenter
- 2 Luftfeuchte schützt vor Elektrostatik
- 3 Hochdruckdüsen-Luftbefeuchter
- 4 Individuelle Positionierung
- 5 Austauschbare Wasseraufbereitung
- 6 Rotem Sagi Shteinmetz

# PRAXISBEISPIEL

HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG, WIESLOCH-WALLDORF

## Mehr als Maschinen

Mit dem Print Media Center (PMC) Commercial und Packaging betreibt die Heidelberger Druckmaschinen AG in Wiesloch-Walldorf das weltweit größte Vorführcentrum für den Akzidenz- und Verpackungsdruck. Optimale Luftfeuchte und standardisiertes Prozesswasser steigern die Performance und sichern einen störungsfreien Druckprozess.

„More than Machines“ ist der Anspruch für die beiden auf einer Fläche von über 10.000 m<sup>2</sup> komplett eingerichteten Druckereien, in denen der Fokus vor allem auf die integrierten Gesamtprozesse und die erforderlichen Komponenten gelegt wird: Das PMC bildet mit seinen umfangreichen Angeboten an Offset- und Digitalmaschinen, Software, Verbrauchsmaterialien und Dienstleistungen alle Themen ab, mit denen die industrielle Druckproduktion heute konfrontiert wird. Auf über 1.200 individuellen Kundenvorführungen jährlich lernen die internationalen Besucher, wie Produktionsprozesse wirtschaftlicher und zuverlässiger in der Praxis durchgeführt werden können. Das Print Media Center Heidelberg ist eingebunden in das Global Print Media Center Network. Dieses bedient mit dem Print Media Center Atlanta in Kennesaw den amerikanischen und mit dem Print Media

Center Shanghai in Qingpu den asiatischen Markt.

### Störungsfreier Bogenlauf

Um optimale Klimabedingungen für die Maschinenvorführungen zu garantieren, wird in dem 2015 eröffneten PMC Commercial die Luftfeuchte mit einem Hochdruckdüsen-System der neuesten Luftbefeuchter-Generation geregelt. „Unsere Vorführungen müssen auf den Punkt genau funktionieren: Randwelligkeit, Tellern und elektrostatische Aufladungen des Papiers dürfen nicht passieren. Ein problemloser Bogenlauf ist Grundvoraussetzung für unsere Demonstrationen“, erläutert Roland Krapp, Leiter Print Media Center. Bei der Wahl des Luftbefeuchtungssystems konnte Heidelberg auf fast 20 Jahre Erfahrung zurückgreifen: In den Heidelberger Fertigungshallen wurden bereits 1996 die ersten Hochdruckdüsen-



Luftbefeuchter eingesetzt. Über 200 Geräte sind dort im Einsatz, um das finale Abdrucken und Testen in den Montagehallen störungsfrei durchführen zu können.

### Wasseraufbereitung

Das richtige Wasser spielt für die Qualität des Offsetdrucks im PMC Commercial eine große Rolle. Über eine mehrstufige Verfahrensstrecke wird deshalb keimfreies, demineralisiertes sowohl für die Hochdruckdüsen-Vernebler als auch speziell aufbereitetes Prozesswasser für die Druckmaschinen produziert. Das Verfahren beginnt mit der Enthärtung. Hierbei werden die Härtebildner – Kalzium- und Magnesiumsalze – durch leicht lösliche Natriumsalze ersetzt. Das so aufbereitete Weichwasser wird in der nächsten Phase durch eine doppelstufige mechanische Filterung gereinigt.



## Luftfeuchte und Prozesswasser



Feste Verunreinigungen bis zu einer Partikelgröße von fünftausendstel mm werden dabei zurückgehalten. Herzstück der Wasseraufbereitung ist als dritte Stufe die Umkehrosmoseanlage. Durch eine Membran-Trenntechnik kann das vorbehandelte Wasser praktisch vollständig entsalzt und entkeimt werden. Die Umkehrosmose ist komplett in einen mobilen Kleincontainer eingebaut, der eine umfassende Wartung und Desinfektion der Anlage durch einfachen Austausch des kompletten Systems ermöglicht. Dieser Regelservice wird vom Hersteller automatisch in halbjährlichen Abständen durchgeführt. Von der Umkehrosmoseanlage wird ein Teil des produzierten Reinwassers direkt der Luftbefeuchtung zugeführt.

### Doppelnutzen Prozesswasser

Für die Feuchtmittelherstellung durchläuft das zu 95% demineralisierte Wasser eine vierte Verfahrensstufe, in der dem Wasser ein spezielles Härtekonzentrat zugeführt wird. Das so gewonnene standardisierte Prozesswasser hat danach eine für den Offsetdruck optimale Resthärte und wird über eine separate Leitung zu den Heidelberg Druckmaschinen geleitet. Ein Teil des aufbereiteten Wassers steht zusätzlich als Feuchtmittelvorrat für die spätere Verwendung in einem separaten Tank zur Verfügung. Durch den Einsatz des standardisierten Prozesswassers stellt

Heidelberg sicher, dass das Emulsionsverhalten der Farbe in den Maschinen stabil ist und es nicht zum Tönen, Blanklaufen oder Ablegen kommt. Das Wasser hat eine konstante Qualität mit einem pH-Wert zwischen 4,8 und 5,5 und einem Hydrogenkarbonatgehalt von weniger als 150 mg/l.

### Für Mensch und Maschine

Optimale Luftfeuchte und standardisiertes Prozesswasser sind im Print Media Center Commercial feste Größen für höchste Performance und die Vermeidung von Störungen im Druckprozess. Bei der Auswahl des Luftbefeuchtungssystems hat die Heidelberger Druckmaschinen AG großen Wert auf Betriebssicherheit und den dauerhaft hygienischen Betrieb gelegt, bestätigt Roland Krapp: „Die Anforderungen an die Arbeitssicherheit und die Wartungsfreundlichkeit wurden bei uns vorab intensiv durch die Fachbereiche überprüft. Mit dem Ergebnis sind wir sehr zufrieden: Unsere neue Luftbefeuchtungsanlage schafft zuverlässig die Voraussetzung für Höchstleistungen von Mensch und Maschine.“

### Fakten

Luftbefeuchtung: 36 Hochdruck-Vernebler  
 Raum: 4.700 m<sup>3</sup>  
 Feuchtebedarf: 45 % rel. Feuchte  
 Inbetriebnahme: 2015



### Heidelberger Druckmaschinen AG

- 1 Print Media Center Commercial
- 2 Druckmaschine im PMC
- 3 Hochdruckdüsen-Luftbefeuchter
- 4 Optimal: Luftfeuchte und Prozesswasser
- 5 Wasseraufbereitung im PMC Commercial
- 6 Experten Know-how bei Heidelberg

# LUFTFEUCHE UND PROZESSWASSER



Der Inhalt dieser Broschüre resultiert aus enger Zusammenarbeit mit der Fogra. Wir bedanken uns für die Unterstützung und das bereitgestellte Bildmaterial:

**FOGRA Forschungsgesellschaft e.V.**  
[www.fogra.org](http://www.fogra.org)



Condair Systems GmbH  
Nordportbogen 5  
22848 Norderstedt  
Telefon: +49 40 853277-0  
Telefax: +49 40 853277-44  
E-Mail: [info@condair-systems.de](mailto:info@condair-systems.de)  
Internet: [www.condair-systems.de](http://www.condair-systems.de)

