

White Paper



Elektroden-Paradoxon – gelöst!

"Intelligente Wassereinspeisung" macht Elektroden-Dampflufbefeuchter fit für demineralisiertes Wasser.

Bisher war die Wahl des passenden Dampflufbefeuchters in Raumlufanlagen für Planer ein Kompromiss: Man musste sich zwischen den klassischen Vorteilen der Elektroden-Dampferzeugung und einem nahezu wartungsfreien Betrieb entscheiden. Der Grund dafür liegt in der **Wasseraufbereitung**. Sie ist zwar der Schlüssel zu Langlebigkeit und minimalem

Wartungsaufwand, schloss aber den Einsatz von Elektroden-Dampflufbefeuchtern aus physikalischen Gründen bislang aus. Ein innovatives Verfahren löst dieses Elektroden-Paradoxon nun auf und vereint erstmals das Beste aus beiden Welten.

Effizient. Hygienisch. Innovativ.



Inhalt

Methoden zur Dampferzeugung in Dampfluftbefeuchtern 5

Dampferzeugung mit Elektroden in Dampfluftbefeuchtern 6

Welche Vorteile bieten Elektroden-Dampfluftbefeuchter? 6

Wie funktioniert die Erzeugung von Dampf mit Elektroden? 7

Das Paradoxon – der Konflikt zwischen Wasserqualität und Leitfähigkeit 7

Die Innovation – das Verfahren der intelligenten Wassereinspeisung 9

Die Funktionsweise im Überblick 9

Die Vorteile für Planer und Betreiber 10

Fazit 11

Für weitere Details kontaktieren Sie uns gerne.



HygroMatik GmbH
Lise-Meitner-Str. 3
24558 Henstedt-Ulzburg
Germany

T +49 4193 895-0
hy@hygromatik.de
www.hygromatik.com



Methoden zur Dampferzeugung in Dampfluftbefeuchtern.

In der Klimatechnik und industriellen Anwendung unterscheidet man bei Dampfluftbefeuchtern primär zwischen drei Methoden zur Erzeugung von Wasserdampf:

- Elektroden
- Widerstands-Heizkörper
- Gas

Die Methoden erzeugen hygienischen, keimfreien Wasserdampf, unterscheiden sich jedoch in Funktionsweise, Wartungsaufwand und Regelgenauigkeit.

Im Folgenden liegt der Fokus auf der Methode "Elektroden" und deren Einsatz in Kombination mit einer Wasseraufbereitung.



Die Dampferzeugung mit Elektroden in Dampfluftbefeuchtern

Welche Vorteile bieten Elektroden-Dampfluftbefeuchter?

Höchste Hygiene (Keimfreiheit)

Da das Wasser im Zylinder auf über 100 °C erhitzt wird, werden Bakterien, Viren und andere Mikroorganismen zuverlässig abgetötet. Der abgegebene Dampf ist absolut steril und hygienisch einwandfrei.

Keine Überhitzungsgefahr (Trockenlaufschutz)

Ein Durchbrennen oder Überhitzen der Heizelemente ist physikalisch unmöglich. Befindet sich kein Wasser mehr im Zylinder, ist der Stromkreis unterbrochen und das Gerät schaltet sich automatisch ab.

Präzise und schnelle Regelung

Durch das gezielte Heben und Senken des Wasserspiegels lässt sich die Dampfmenge sehr schnell und exakt an den realen Feuchtebedarf anpassen.

Geringe Investitionskosten

Im Vergleich zu Geräten mit Widerstandsheizkörpern oder Gas-Dampferzeugern sind Elektroden-Dampfluftbefeuchter in der Anschaffung meist deutlich kostengünstiger.

Robuster und leichter zu reinigen

Elektroden sind im Vergleich zu Widerstandsheizkörpern aufgrund der Oberflächenstruktur robuster und deutlich leichter zu reinigen.

Wie funktioniert die Erzeugung von Dampf mit Elektroden?

Die Dampferzeugung in Dampfluftbefeuchtern mittels Elektroden basiert auf einem **einfachen und zugleich äußerst effizienten Funktionsprinzip**. Ein Elektroden-Dampfluftbefeuchter erzeugt keimfreien Dampf, indem er die natürliche elektrische Leitfähigkeit des Wassers als Widerstand nutzt. Damit unterscheidet er sich grundlegend vom Dampfluftbefeuchter mit Widerstands-Heizkörpern.

Im Inneren des Geräts befindet sich ein geschlossener Dampfzylinder, in den mehrere Elektroden eingelassen sind. Der Verdampfungsprozess kann wie folgt beschrieben werden:

| Wasserzufuhr

Der Zylinder wird mit normalem Leitungswasser (Trinkwasser) befüllt.

| Stromfluss durch das Wasser

An die Elektroden wird eine Wechselspannung angelegt. Dieser elektrische Strom fließt von einer Elektrode durch das Wasser zur nächsten Elektrode. Dies funktioniert, **da normales Leitungswasser gelöste Mineralien und Salze (Härtebildner) enthält und dadurch eine elektrische Leitfähigkeit besitzt**.

| Erhitzen und Verdampfen

Durch den inhärenten elektrischen Widerstand des Wassers wird die elektrische Energie **direkt im Wasser und völlig verlustfrei** in Wärme umgesetzt. Das Wasser fängt an zu sieden und reiner Wasserdampf steigt auf.

Das Paradoxon – der Konflikt zwischen Wasserqualität und Leitfähigkeit

Um zu verstehen, warum das neue Verfahren einen echten Paradigmenwechsel in der Branche darstellt, hilft ein Blick auf die physikalischen Grundlagen der isothermen Befeuchtung.

Elektroden-Dampfluftbefeuchter nutzen das Wasser im Dampfzylinder selbst als elektrischen Widerstand. Die im Wasser gelösten Ionen (Salze und Mineralien) transportieren den Strom zwischen den eingetauchten Elektroden. Dieser Stromfluss erhitzt das Wasser direkt und bringt es zum Sieden.

Das Problem: Nutzt man hierfür normales, mineralhaltiges Trinkwasser, verbleiben die Salze bei der Verdampfung im Zylinder. Sie lagern sich während des Betriebes als dicke Kalkkrusten an den Elektroden ab. Automatisierte Reinigungsprozesse wie z.B. SuperFlush, HighFlush oder eine Stichleitungsspülung verlängern zwar die Wartungszyklen und schützen das System effektiv vor Beschädigungen, machen aber dennoch regelmäßige Wartungen durch Fachpersonal nicht überflüssig.

Bisherige Versuche, dieses Problem durch den Einsatz von **demineralisiertem Wasser** (VE-Wasser / Osmosewasser) zu lösen, scheiterten an der Physik, denn reines VE-Wasser besitzt nahezu keine freien Ionen mehr. Der elektrische Widerstand ist daher extrem hoch, sodass kein Strom fließen kann. Planer waren deshalb bisher gezwungen, auf deutlich teurere Heizkörper-Dampfluftbefeuchter auszuweichen, wenn ein wartungsarmer Betrieb mit demineralisiertem Wasser gefordert war.

Die Innovation – das Verfahren der "Intelligenten Wassereinspeisung"

Ein von HygroMatik patentiertes Verfahren löst diesen Widerspruch nun auf. Anstatt den Zylinder **entweder** mit mineralhaltigem Leitungswasser **oder** mit demineralisiertem Wasser zu füllen, regelt das System die Balance der beiden Wasserqualitäten auf der Basis der Leitfähigkeit im Inneren des Zylinders.

Das Herzstück dabei ist ein **intelligentes Füllmanagement, das zwei Magnetventile steuert**. Es überwacht kontinuierlich die Nennstromdaten sowie Wasserstands- und Strommesswerte und entscheidet selbstständig, welches Speisewassermedium – Leitungswasser oder demineralisiertes Wasser – zu diesem Zeitpunkt optimal ist.

Die Funktionsweise im Überblick

Automatische Validierung der Messwerte

Das System analysiert laufend, ob der aktuelle Leitwert ausreichend ist oder eine Aufkonzentrierung mit Stadtwasser notwendig wird

Selbstständige Optimierungsentscheidungen

Je nach Betriebszustand wird automatisch die passende Wasserquelle gewählt

Konstante Wasserqualität

Eine optimale Mischung sorgt für minimale Belastung der Elektroden und reduziert Ablagerungen von Härtebildnern

Erhöhte Betriebssicherheit

Der Fehler „Zylindervollstand“ wird erst ausgelöst, wenn der Wasserstandssensor den Füllstand korrekt bestätigt – ohne dass der Luftbefeuchter vorschnell in den Produktionsstopp wechselt

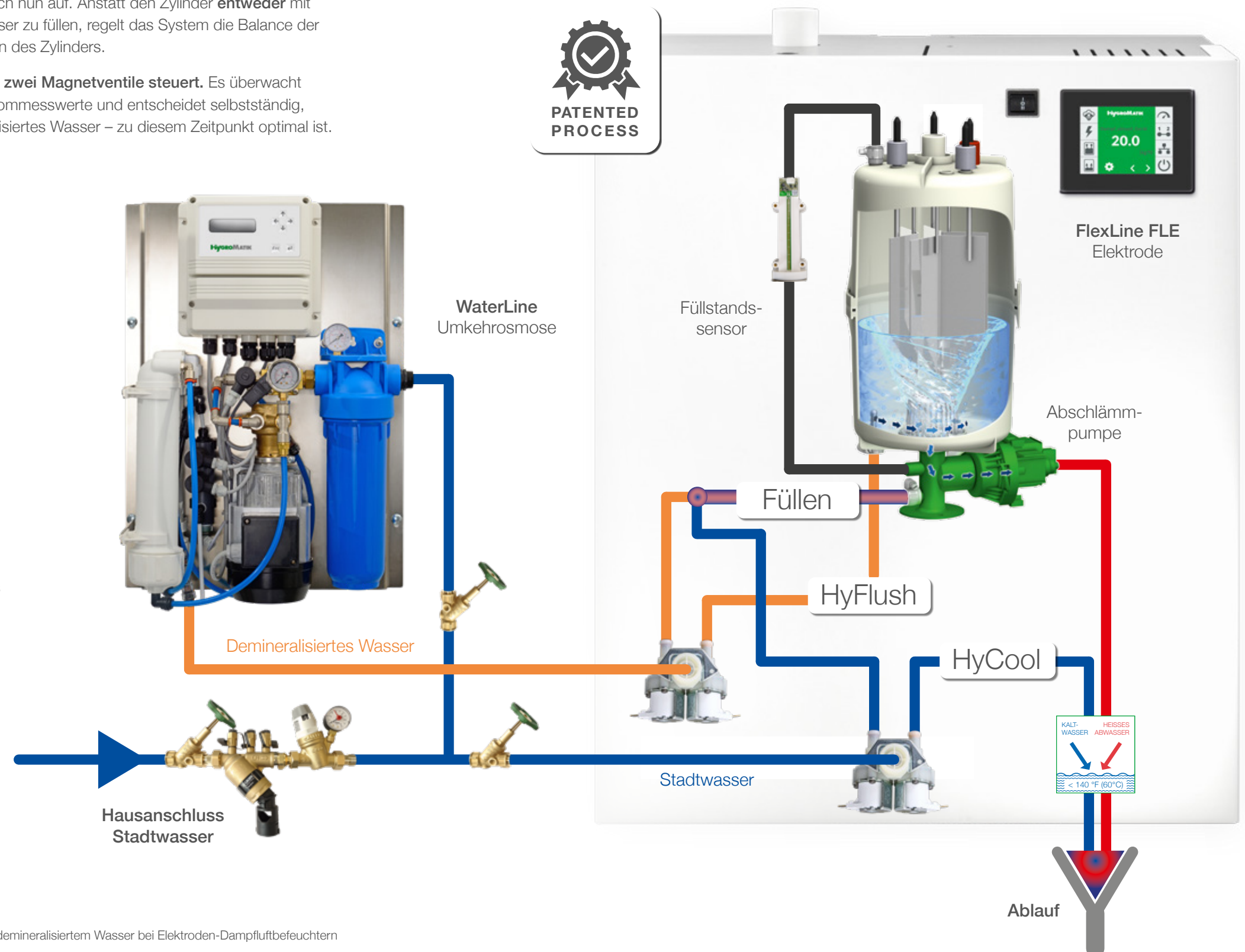


Abbildung 1.
Die FlexLine Option „Intelligente Wassereinspeisung“ ermöglicht den Betrieb mit demineralisiertem Wasser bei Elektroden-Dampflufthefeuchtern

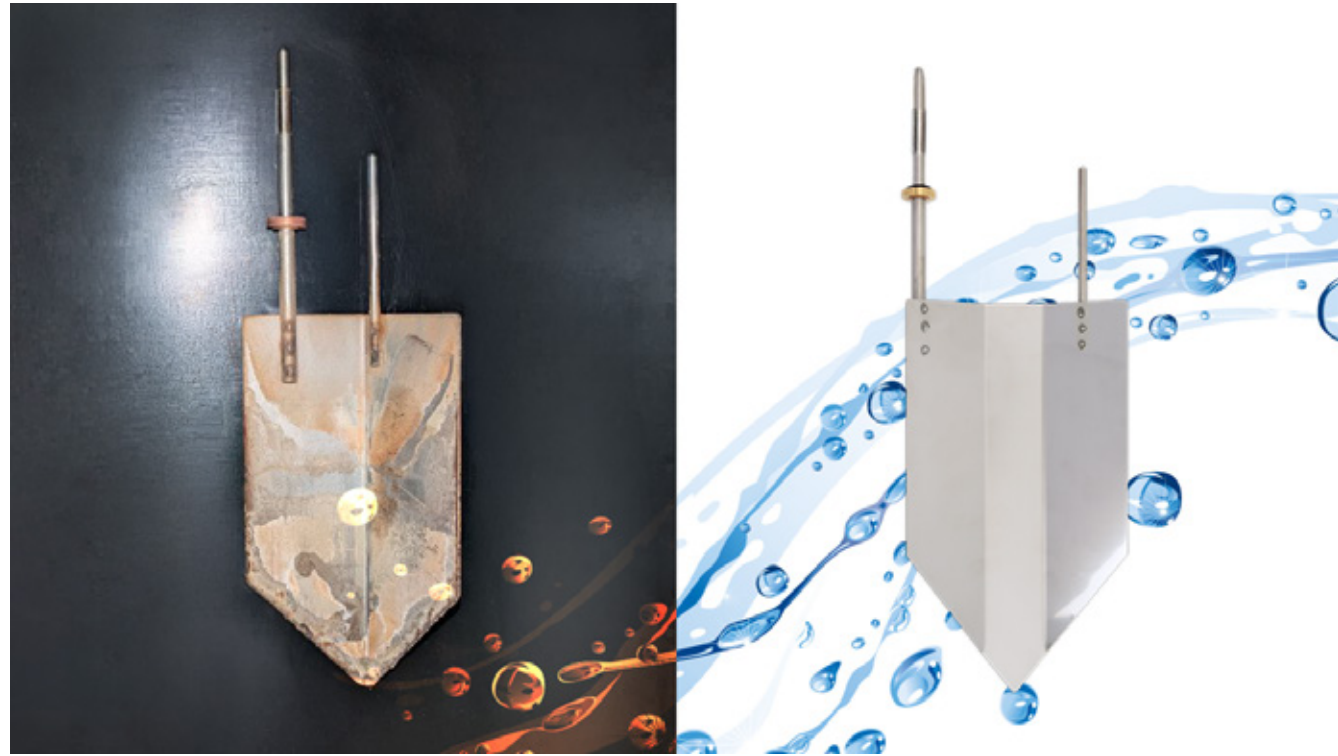


Abbildung 2. Elektrode mit Mineralienkruste vs. Erhaltung des nahezu neuwertigen Zustands durch die Verwendung von demineralisiertem Wasser

Die Vorteile für Planer und Betreiber

Die Elektroden bleiben dauerhaft frei von nennenswerten Kalk- und Schmutzablagerungen, da dem System nur sehr geringe Mengen an Härtebildnern zugeführt werden. Das System arbeitet so rein und wartungsarm wie ein Heizkörper-Dampfluftbefeuchter, nutzt jedoch die kosteneffiziente und robuste Elektrodentechnologie. Daraus ergeben sich signifikante Vorteile für Planer und Betreiber von RLT-Anlagen.

Maximale Planungssicherheit & Betriebssicherheit

Keine Systemausfälle durch Verkalkung

Das demineralisierte Wasser sorgt dafür, dass nur minimalste Kalkablagerungen im Dampfzylinder entstehen. So müssen keine ungeplanten Stillstandszeiten oder Effizienzverluste durch abgebrannte oder verschlissene Elektroden mehr einkalkuliert werden.

Echte inhärente Trockenlaufsicherheit

Planer mussten bisher bei hohen Anforderungen an die Wartungsfreiheit auf Heizkörper-Dampfluftbefeuchter ausweichen. Diese bergen jedoch das Risiko, bei Wassermangel zu überhitzen. Thermowächtern sorgen dafür, ein Durchbrennen zu verhindern – bei Auslösung geht das Gerät bis zur manuellen Behebung in den Störungsmodus. Elektroden-Dampfluftbefeuchter hingegen besitzen eine physikalisch bedingte inhärente Trockenlaufsicherheit (kein Wasser = kein Stromfluss = kein Durchbrennen). Damit bieten sie unterbrechungsfreie Betriebssicherheit, ohne dass Zusatzkomponenten benötigt werden.

Wirtschaftlichkeit & Kostenvorteil

Geringere Investitionskosten (CAPEX)

Planer können die im Vergleich zu Heizkörper-Systemen deutlich günstigeren Elektroden-Dampfluftbefeuchter ausschreiben, ohne Abstriche bei den Wartungsintervallen machen zu müssen. Das schont das Budget des Betreibers.

Reduzierte Betriebskosten (OPEX)

Durch den Entfall von regelmäßigen Zylinderreinigungen sowie teuren Ersatzteilen und Serviceeinsätzen durch Fachpersonal, kann der Planer dem Betreiber eine Anlage mit extrem niedrigen Lebenszykluskosten (TCO) präsentieren.

Energieeinsparung durch Verzicht auf Absalzung

Bei der Verwendung von Leitungswasser muss kontinuierlich heißes, mineralreiches Wasser abgeschlammmt (abgesalzt) und durch kaltes Wasser ersetzt werden. Das kostet Energie. Bei der Verwendung von aufbereitetem Wasser hingegen halbiert sich dieser thermische Verlust nahezu durch die Verdopplung der Betriebszeiten, was die Energieeffizienz der Gesamtanlage verbessert (wichtig für Green Building-Zertifizierungen).

Flexibilität bei der Systemauslegung

Nutzung vorhandener Infrastruktur

Ist im Gebäude ohnehin eine zentrale Umkehrosmoseanlage (z. B. für Labore, Krankenhäuser oder andere Prozesse) vorhanden, kann der Planer die Elektroden-Befeuchter systemisch integrieren.

Konstante Leistungsabgabe

Da sich der elektrische Widerstand im Zylinder nicht mehr durch fortschreitende Verkalkung verändert, bleibt die Regelcharakteristik der Befeuchtung über die gesamte Betriebsdauer absolut präzise und konstant. Das erleichtert die Auslegung von Steuerungs- und Regelungskonzepten (MSR-Auslegung).

Einfachere Einhaltung von Hygiene-Standards

Hygienesicherheit nach VDI 6022

Obwohl das Wasser aufbereitet ist, bleibt das Funktionsprinzip des Siedens erhalten. Der Planer erfüllt die strengen Anforderungen der VDI 6022 mühelos, da absolut keimfreier, aerosol- und mineralienfreier Reindampf in den Luftkanal eingebracht wird. Es besteht kein Risiko von Partikeleinträgen (Kalkstaub) in die Zuluft.

Fazit

Das patentierte Verfahren der "Intelligenten Wassereinspeisung" ist ein nachhaltiger Schritt hin zu **höherer Effizienz und Betriebssicherheit**. Dank automatisierter Regelung, optimierter Wasserqualität und deutlich reduzierter Oberflächenbelastung der Elektroden profitieren Betreiber von längeren Wartungsintervallen und einem zuverlässigeren Betrieb ihrer Befeuchtungssysteme.

Ein weiterer Pluspunkt: Die technische Umsetzung des Verfahrens ermöglicht in den meisten Fällen auch eine **nachträgliche Umrüstung** eines bereits vorhandenen HygroMatik FlexLine Elektroden-Dampfluftbefeuchters.



Literaturverzeichnis

1. <https://luftbefeuchtung.bgetem.de>
2. <https://planerfibel.hygromatik.com/de/uebersicht-verfahren-und-methoden> „Welche Verfahren und Methoden zur Luftbefeuchtung gibt es?“
3. <https://www.hygromatik.com/de/flexline-klima>

Unser Service für 100 % Kundenzufriedenheit

- Persönliche Betreuung vor Ort durch qualifizierte Außendienstmitarbeiter und Handelspartner
- Lange Verfügbarkeit von Ersatzteilen
- Technische Telefon-Hotline +49 4193 895-293 oder hotline@hygromatik.com
- HygroMatik Werkskundendienst und Servicepartner in Deutschland, Österreich und der Schweiz
- Betriebsanleitungen, Planungsdaten und Workshopangebote unter www.hygromatik.com



HygroMatik GmbH

Lise-Meitner-Str. 3
24558 Henstedt-Ulzburg
Germany

T +49 4193 895-0
hy@hygromatik.de
www.hygromatik.com



Folgt uns auf

LinkedIn

