

**Jahresbericht 2003, 12. Dezember 2003**

# Energieoptimierte Textillufttechnikanlage

Autor und Koautoren	U. Kupferschmid, J. Ganz
beauftragte Institution	Luwa, Textillufttechnik
Adresse	Wilstrasse 11, CH 8610 Uster
Telefon, E-mail, Internetadresse	01 943 53 25, uku@luwa.ch, www.luwa.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	100311
Dauer des Projekts (von – bis)	August 03 - März 04

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel des Projektes ist es, den Feuchteeintrag vom Luftwechsel bei Textilluftechnikanlagen zu entkoppeln. So sollte sich der erforderliche Luftwechsel bei ca. 30% aller TLT-Anlagen um ca. 50 % senken lassen. In diesem Projekt sollen Befeuchtungssysteme vertieft analysiert und bewertet werden. Das vielversprechendste Konzept soll auch in einer Demonstrationsanlage gezeigt werden.

Neu am gewählten Ansatz ist, dass die Lüftungsanlage und die Direktbefeuchtung als integrales System betrachtet werden und regelungstechnisch auch als Einheit betrieben werden sollen. Der Einsatz von Hochrotationszerstäubern zur Luftbefeuchtung wurde noch nie getestet (zumindest ist den Autoren nichts Entsprechendes bekannt).

Im Verlauf der Evaluation des Direktbefeuchtungs-Systems wurde bald klar, dass eine fundierte Beurteilung der Systeme nur mit einem umfassenden Versuchsaufbau zu machen ist. Daher wurde sehr schnell auf Phase 2 übergegangen.

Es sollen repräsentative Versuche mit verschiedenen Düsensystemen durchgeführt werden, um die verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Düsentypen auf Ihre Eignung für den Einsatz in einem Direktbefeuchtungssystem zu prüfen.

Diese Düsen werden im Bereich eines Luwa-Prallbandauslasses möglichst optimal angeordnet. Die Anordnung dürfte düsenspezifisch sein und wird in Vorversuchen ermittelt.

## Projektziele

Das Ziel des Projektes ist es, den Feuchteintrag vom Luftwechsel bei Textilluftechnikanlagen zu entkoppeln. So sollte sich der erforderliche Luftwechsel bei ca. 30% aller TLT-Anlagen um ca. 50 % senken lassen. In diesem Projekt sollen Befeuchtungssysteme vertieft analysiert und bewertet werden. Das vielversprechendste Konzept soll auch in einer Demonstrationsanlage gezeigt werden.

Phase 1: Systementwicklung	Erreicht (Ja/Nein), Bem.
Detailliertes Lastenheft	Ja
Evaluation des Direktbefeuchtungssystems: Vertiefen der Marktanalysen	Ja
Kombinationsvarianten mit Lüftungssystem/ Gebäudeintegration/ Systemanordnungen	Ja
Regel- und Kontrollstrategien	(wird im Rahmen der Versuche erarbeitet)
Systemanalyse aus Kundensicht (Kosten/Nutzen)	Siehe unten
Chancen und Risiken	Siehe unten
Kurzer Bericht / Dokumentation	Ja
Entscheid über das weitere Vorgehen	Ja
Phase 2: Demonstration	
Systemwahl für Demo	Ja
Design eines Demosystems	Ja
Aufbau und Testen des Demosystems	In Arbeit
Vertiefung der Marktbeschreibungen	Jan 04
Detaillierter Bericht/Dokumentation	Feb 04
Entscheid über das weitere Vorgehen	Feb 04

Die Energie- und Wasserkosten für den Betrieb der TLT-Anlagen sind auch in Dritt Welt- und Schwellenländern hoch und machen einen signifikanten Anteil (20 bis 30% ohne Kältemaschineneinsatz) an den Herstellkosten des textilen Endproduktes aus. Luwa ist in diesem Markt als Marktführer weltweit tätig.

Neues Klimatisierungskonzept mit halber Luftmenge

Ansatz	Entkopplung des Feuchteintrages in den Raum vom Luftwechsel (Direktbefeuchtung (DF), Wassereintrag z.B. über Hochdruckdüsen direkt in den Raum).
Flankierende Massnahmen	Bei Bedarf Reduktion des Staubproblems durch geeignete Massnahmen
Kundennutzen	Tiefere Betriebskosten (E-Verbrauch) Geringerer Raumbedarf für die TLT (geringere Kanalquerschnitte, keine Luftwäscherei), Raumfeuchte lässt sich unabhängig vom Luftwechsel und den Lasten einstellen.

### Energiesparpotential

Der Markt weltweit für TLT-Anlagen:	400 Mio. CHF/a
Bei einer Lebensdauer von 15 a ergibt dies	6 Mia CHF (Neuwert aller TLT-Anlagen weltweit)
Bei Kosten von 200 kCHF/100'000 m <sup>3</sup> /h Luft und einer Einsetzbarkeit bei 30 % aller TLT-Anlagen ergibt sich ein Energiesparpotential von	1.5 TWh/a (elektrisch)
oder	<u>210 MW</u> Dauerleistung weltweit.
Bezogen auf die Schweiz ergibt das etwa oder	2.8 GWh/a <u>345 kW</u> Dauerleistung

(in der Schweiz ist die Textilindustrie nur noch schwach vertreten).

### Systemanalyse aus Kundensicht (Betriebskosten)

Grundlagen : 48 Wochen p.a., 7 Tage/Woche, Total 8064 h/a  
 Strompreis CHF 0.12 / kWh, Wasserpreis CHF 4.50 / m<sup>3</sup>, inkl. Abwasser  
 Osmose-Wasser (Aufbereitungskosten) CHF 7.50 / m<sup>3</sup>

#### Konventionelle Raumbefeuchtung

Kraftbedarf (Wellenleistung)	56.5 kW	CHF	54'674.--
Wasserverbrauch	962 l/h	CHF	34'909.--
<b>TOTAL Kosten/a</b>		<b>CHF</b>	<b>89'583.--</b>

#### Raumbefeuchtung mit Düsensystem und Lüftungs- und Filteranlage mit Wascher

Kraftbedarf (Wellenleistung)	33.5 kW	CHF	32'417.--
Wasserverbrauch Wascher	481 l/h	CHF	17'455.--
Wasserverbrauch Düsen	90 l/h	CHF	3'266.--
Osmose-Aufbereitung	90 l/h	CHF	5'443.--
<b>TOTAL Kosten/a</b>		<b>CHF</b>	<b>58'581.--</b>

#### Raumbefeuchtung mit Düsensystem und Lüftungs- und Filteranlage ohne Wascher

Kraftbedarf (Wellenleistung)	30.6 kW	CHF	29'611.--
Wasserverbrauch Düsen	320 l/h	CHF	11'612.--
Osmose-Aufbereitung	320 l/h	CHF	19'354.--
<b>TOTAL Kosten/a</b>		<b>CHF</b>	<b>60'577.--</b>

### Chancen und Risiken

Die Idee der Direktbefeuchtung ist in der Textilindustrie sehr alt und wurde in der Vergangenheit auch häufig praktiziert. Die Systeme bestehen aus einem Wasserverteilnetz und Sprühdüsen, die Wasser direkt im Produktionsraum versprühen. Die bisherigen Lösungen haben folgende Probleme:

- Tendenz zum Tropfen
- verstopfen häufig und brauchen einen grossen Unterhalt
- führen zu ungleichmässigen Feuchteverteilungen.

Bedingt durch die bisher mit solchen Systemen aufgetretenen Probleme, die auch darauf gründen, dass diese als ausgesprochene Low-cost-Lösungen realisiert wurden (die Klimaanlage des armen Mannes), hat der Ansatz grundsätzlich ein schlechtes Image.

Thermodynamisch ist das Potenzial sehr gross. In der neuen Lösung müssen die oben erwähnten Probleme eliminiert sein und ihr muss zumindest auf der Marketing-Ebene ein high-tech-image verliehen werden können. Die technischen Herausforderungen liegen neben der Zuverlässigkeit des Befeuchtungssystems in der Systemintegration.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### Evaluation des Direktbefeuchtungssystems

Es wurde breit nach Befeuchtungsalternativen gesucht. Als gangbarste Lösung steht die Direktbefeuchtung mittels Sprühdüsen im Vordergrund. Zu lösen ist die Aufgabe, diese Versprühung mit einem Zuluftsystem zu kombinieren, so dass ein Verteilnetz einerseits optisch nicht in Erscheinung tritt und andererseits die Anforderung nach einer möglichst homogenen Durchmischung der Luft mit dem eingetragenen Wasser erreicht wird. Es soll daher eine Kombination der Direkteindüsung mit dem Luwa Prallbandauslass untersucht werden.

Neben dem Sprühdüsenansatz wurden verschiedene weitere Lösungen diskutiert. Sie wurden verworfen, weil sie im Betrieb zu grossen Verschmutzungs- und/oder Hygiene-Probleme geboten hätten.

Die Tabelle unten zeigt das Resultat der vertieften Evaluation der Befeuchtungssysteme basierend auf Sprühdüsen.

Nr.	Typ	Zerstäubungsart	Betriebsdruck	Energieverbrauch	Nicht tropfend	Unterhaltungszeit	Regulierbarkeit	„Innovativ“	Kopierbarkeit	Bemerkungen
1.	1-Stoff	Niederdruck	20 bar	++	- (d = 0.2mm), Nachtropfen	++	- (on/off)	-	-	Günstiges Leitungsnetz
2.	1-Stoff	Hochdruck, Pin	80 bar	+	-- (Killerkriterium)					
3.	1-Stoff	Hochdruck Kegel	40-150 bar	+	- (d < 0.1mm), Nachtropfen	0	- (on/off)	-	-	Eher kleinere Tropfen als 1
4.	1-Stoff	Hochdruck Dralldruck	80 bar	+	+ Nachtropfen	+	+ (möglich)	-	+	Geringe Wurfweite bei grosser Wassermenge
5.	2-Stoff	Druckluft	< 5 bar	-	++ (nachspülen mit Luft)	++	++	-	-	Grosse Wurfweite, aufwändiges Leitungsnetz
6.	Ultraschall	Bad	drucklos	+	++	-- (Lebensdauer)				Verschmutzung
7.	Ultraschall	Düse	drucklos	+	++	++	++	+	?	grosse Tropfen, teuer
8.	Hochrotationszerstäuber		drucklos	+	++	++	+ (möglich)	neu	+	Wurfweite? Verschmutzungsverhalten?

Die favorisierten Lösungen sind grün hervorgehoben. 2-Stoffdüsen bieten zwar sehr gute Sprüheigenschaften, weisen aber einen zu hohen Energieaufwand (Druckluft) auf und sind teuer in der Regelung. Die Hochrotationszerstäuber werden in der Autolackiertechnik eingesetzt, die Anwendung in der Luftbefeuchtung wäre neu.

Im Verlauf der Evaluation wurde bald klar, dass eine fundierte Beurteilung der Systeme nur mit einem umfassenden Versuchsaufbau zu machen ist. Daher wurde sehr schnell auf Phase 2 übergegangen.

### Konzeption des Versuchsaufbaus

Es sollen repräsentative Versuche mit verschiedenen Düsensystemen durchgeführt werden, um die verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Düsentypen auf Ihre Eignung für den Einsatz in einem Direktbefeuchtungssystem zu prüfen.

Diese Düsen werden im Bereich eines Luwa-Prallbandauslasses möglichst optimal angeordnet. Die Anordnung dürfte düsenspezifisch sein und wird in Vorversuchen ermittelt.

#### Kriterium für die Vorversuche:

Eine möglichst gute Verteilung des Wassernebels im Zuluftstrahl, ohne dass umgebende Flächen direkt nass werden.

#### Kriterium für die erste Versuchsserie:

Ab welcher Raum- und Zuluftfeuchte beginnen umgebende Oberflächen durch nicht verdunstete Tropfen nass zu werden, oder findet Tropfenwurf statt.

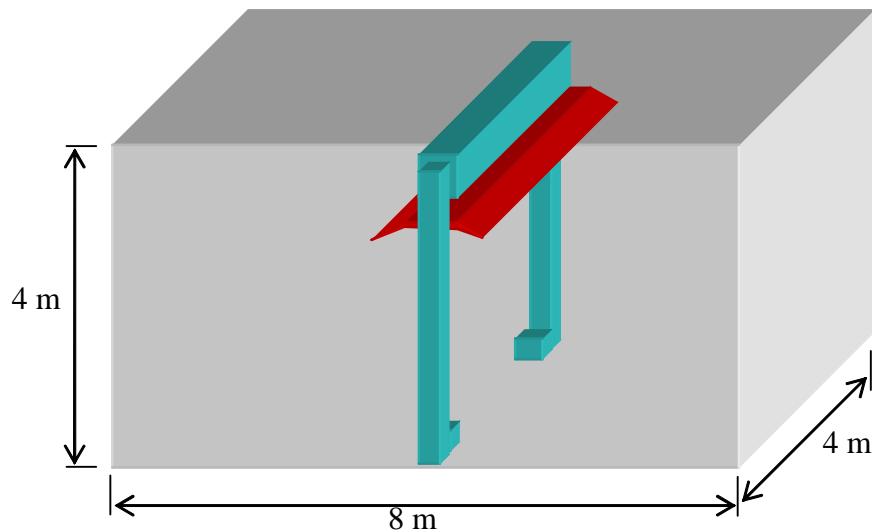


Abb. 1: Abmessungen des Versuchs-Raumes und grobe Einbausituation des Prallbandluftauslasses.

Für die Versuche soll ein Raum gemäss Abb. 1 mit einem Prallbandluftauslass ausgerüstet werden.

#### Zusammenstellung des benötigten Materials

Bezeichnung	Anforderung/Beschrieb
Raum	Abmessungen: 8x4x4m (lxbxh) Innere Oberfläche sollte nirgends 24°C unterschreiten (Kondensation)
Lüftungssystem	Reines Umluftsystem, 15 Luftwechsel/h 1 Prallbandluftauslass (Stützengröße: 1025x225 mm, Luftbelastung 1900 m <sup>3</sup> /h) Volumenstromstrecke 1500-2500 m <sup>3</sup> /h - Ventilator(mit FU) - Verbindung zu Deckenauslass - Prallbandauslass. Im Versuch wird mit Umluft gefahren. Zur schnellen Lufterneuerung ist eine Umschaltmöglichkeit Umluft/Aussenluft vorzusehen.
Direktbefeuchtung	Druck: 0 - 100 bar, Wassermenge: 3-4l/h Leitungen Stahl, Kupfer, Kunststoff (für tiefe Drücke) Pumpe mit Druckregler
Messtechnik	Gerät zur Messung des Wassermassenstroms 4 Luftfeuchte/Temperaturmessgeräte (30-95% r.F.) Datalogger und Anemometer
Elektroheizung	4 kW Elektroheizung (Heizlüfter) zur Kompensation der Verdunstungskälte
Dampfbefeuchter	Dampfbefeuchter zur Charakterisierung des Systems. Verdunstungsleistung: 3-4 kg Wasser/h
Weiteres Hilfsmaterial	Rollgestell oder ähnliches für die Montage der verschiedenen Düsensysteme Rauchgenerator zur Visualisierung der Raumluftströmung

### Prozessschema

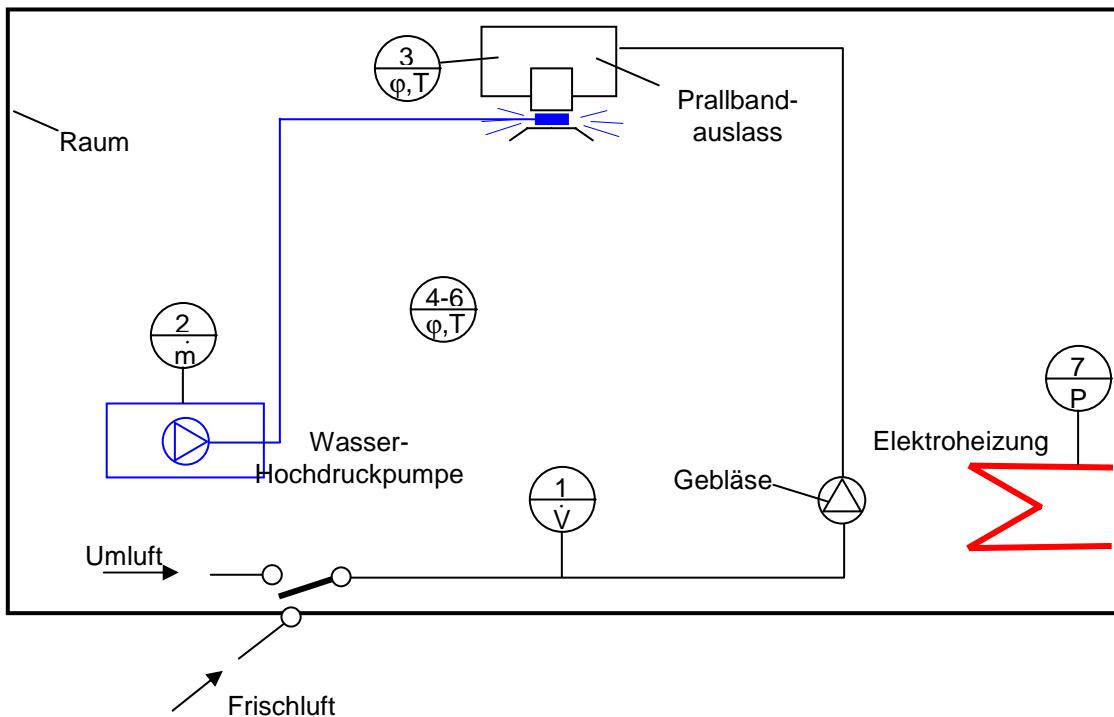


Abb. 2: Schema des Versuches inklusive den Messstellen.

Messstellen-Nr.	Messgrösse	Bereich
1	Luft-Volumenstrom	1500-2500 m <sup>3</sup> /h
2	Gesamt-Wassermassenstrom	0-3 kg
3-6	Luft-Feuchte/Temperatur	30-90% r.F./ 20-30°C
7	El. Heizleistung	0-5 kW

Tab. 1: Zusammenstellung der Messstellen.

Der Versuchsaufbau ist sehr aufwändig. Die Abmessungen des Versuchsräumes sind bedingt durch die grosse Wurfweite des Auslasses und der Lufteleistung.

### Nationale Zusammenarbeit

Die Arbeit wird in Zusammenarbeit mit awtec, AG für Technologie und Innovation, Zürich durchgeführt.

### Bewertung 2003 und Ausblick 2004

Neu am gewählten Ansatz ist, dass die Lüftungsanlage und die Direktbefeuchtung als integrales System betrachtet werden und regelungstechnisch auch als Einheit betrieben werden sollen. Der Einsatz von Hochrotationszerstäubern zur Luftbefeuchtung wurde noch nie getestet (zumindest ist den Autoren nichts Entsprechendes bekannt).

Überrascht wurden wir davon, dass nur wenige geeignete Informationen von Düsenherstellern verfügbar sind. Zum Teil waren sie sogar widersprüchlich, was uns schnell dazu zwang, eigene Versuche durchzuführen. Diese sind relativ aufwändig, da sie möglichst realitätsnah durchgeführt werden müssen.

Wir sind bemüht, noch dieses Jahr mit den Messreihen starten zu können.

P:\001.005\Schluss- und Jahresberichte\Jahresbericht 2003\Luwa\_Textiloptimierung 2003\_2.doc