

# Faseroptisches Betauungsmesssystem

Heinz Heß, **iNano** *Institut für angewandte Nano- und Optische Technologien der Hochschule Niederrhein*

## Abstract

- Darstellung der Problematik
- Ein neues Konzept und seine besonderen Eigenschaften
- Der Aufbau des Messsystems.
- Ein robustes System für viele Anwendungsbereiche
- Flexibilität und Möglichkeiten des Systems
- Applikationsbeispiele
- Anhang: Zusätzliche Informationen

In vielen technischen Bereichen stellt das Auftreten von Kondensation



Abb1. Kondensatniederschlag auf einer Fensterscheibe.

das Auftreten von Kondensation (Abb.1), also das Abscheiden von Feuchtigkeit aus der Luft, ein ernstzunehmendes Problem dar. Es entstehen jährlich Kosten in Milliardenhöhe, verursacht durch Korrosion und Ausfall von Produktionsmitteln. Die fortwährende Optimierung von Systemen hinsichtlich Material, Energie und Umwelt erhöht zumeist auch die Anfälligkeit auf Taubildung. So wird es zunehmend wichtiger, das Eintreten des Taupunktes zu bestimmen um aktiv dem Problem entgegenzutreten. Die heute auf dem Markt zur Verfügung stehenden Feuchtigkeits- bzw. Betauungssensoren sind je nach ihrem physikalischen Grundprinzip sehr unterschiedlich und decken jeweils nur einen Teilbereich der jeweiligen Anforderungen ab.



Abb.2 Faseroptischer Betauungssensor, links im Bild ein Streichholz als Maßstab.

Ein neuer Ansatz für einen Betauungssensor wurde an der Fachhochschule Niederrhein entwickelt. Der FoBt ist ein faseroptischer Betauungssensor (Abb. 2), der mit Hilfe von Licht entstehende Kondensation bereits im mikroskopischen Maßstab detektieren sowie eine Aussage über den Benetzungsgrad treffen kann. Das Messsystem besteht aus einem Sensor, der über Lichtwellenleiter mit einer elektronischen Auswerteinheit verbunden ist (Abb.3). In dieser befindet sich eine

Sendediode, die einen Messstrahl über Polymerlichtleiter zum Sensor leitet. Das sich auf der Messfläche absetzende Kondensat hat nun einen Einfluss auf die Lichtführung im Sensor.

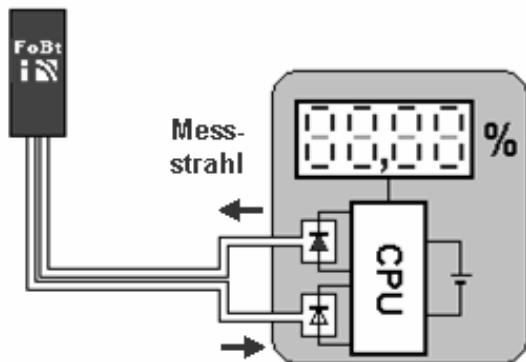


Abb.3 Schematische Darstellung des Messsystems. Es kann eine größere räumliche Trennung von Sensor und Auswertung bestehen.

Über eine weitere Polymerfaser wird nun der veränderte Messstrahl auf einen optischen Empfänger zurückgeführt und dessen elektrisches Ausgangssignal von einem Prozessor ausgewertet.

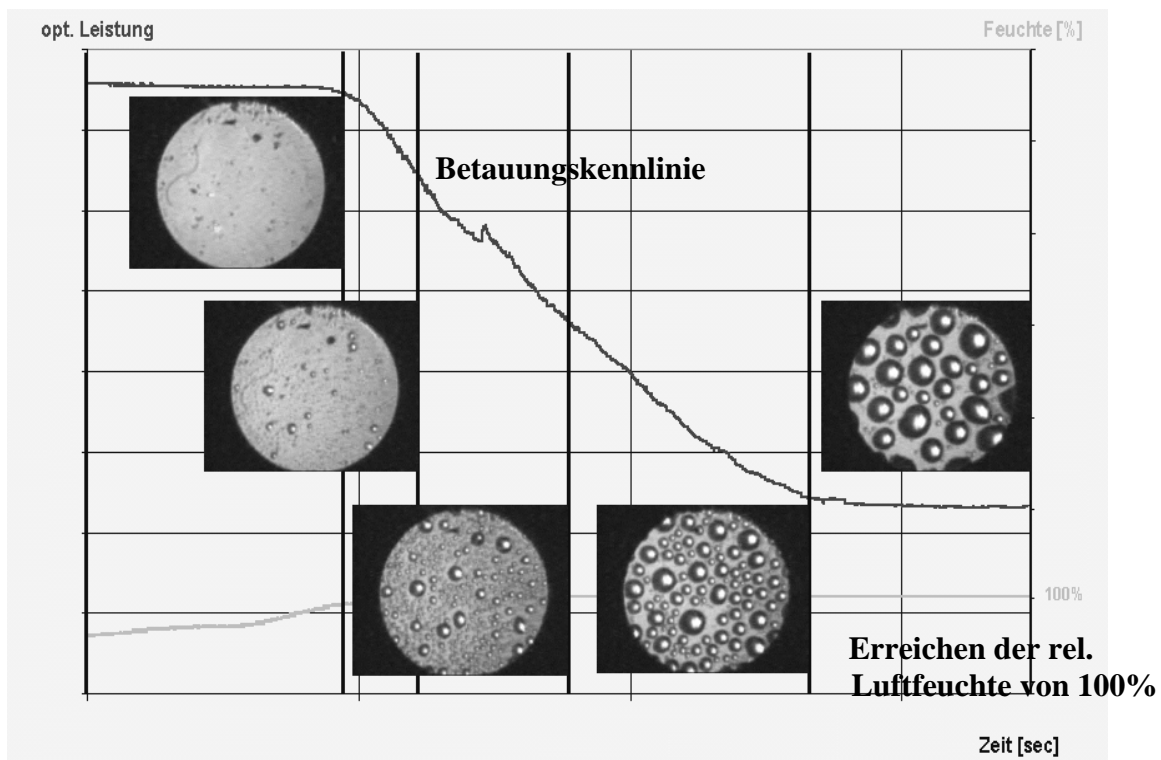


Abb.4  
Kennlinienverlauf der Betauung mit punktueller Darstellung der momentanen Oberflächenbetauung bei 600-facher Vergrößerung

Dieses Konzept bietet den Vorteil, dass der Sensor und die optischen Zuleitungen aus elektrisch nicht leitenden, metallfreien Materialien bestehen, die in Hochspannungs- und explosionsgeschützten Bereichen eingesetzt werden können. Sie sind somit auch unempfindlich gegenüber elektrostatischen und magnetischen Störeinflüssen. Der Messkopf unterliegt keinerlei oxidativen oder elektrolytischen Prozessen, einschließlich seines Zuleitungssystems.

Ein weiterer Vorteil sind die nicht hygroskopischen Eigenschaften des verwendeten Materials, es diffundiert keine Feuchtigkeit und somit gelangen auch keine Fremdstoffe mit in den Sensorkörper, die Einfluss auf die Kennlinie und das Zeitverhalten nehmen. Verbunden mit einem speziellen Konstruktionsprinzip und einer automatischen Kalibrierung ist das Messsystem relativ Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen.

Der ca.  $4 \text{ mm}^3$  große Sensorkopf besteht aus nur einem Formteil, das einen festen Arbeitspunkt besitzt, so dass keine Justierung im Herstellungs- oder späteren Betriebsverlauf erforderlich wird, er ist also nahezu wartungsfrei. Um die Kosten für eine spätere Fertigung gering zu halten, wurden nur Standardbauteile und etablierte Verfahren berücksichtigt.

Das System ist robust und einfach zu handhaben, so dass sich ein breites Feld an Anwendungsmöglichkeiten in gewerblichen als auch in privaten Bereichen ergeben.

### Anwendungsbereiche:

#### - Bautechnik



Abb.5A

- Überwachung/Lüftung von Feuchtraumbereichen
- Klimatisierung, Nachtabsenkungen, Minimalbetrieb
- Altbausanierung

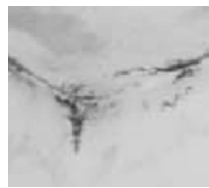


Abb.5B

- Kältebrücken u. Schimmelbildung.
- Überwachung/Korrektur bautechnischer Mängel, z.B. von Dachstühlen oder Kellerbereichen

#### - konstruktive Metallbereiche



Abb.5C

- Vermeidung von Korrosion durch Klimatisierung
- Überwachung versiegelter Bereiche
- Produktionsprozesse/Lagerung
- Kondensation durch unterschiedl. Lagertemperatur

- Korrosion des Materials
- Verpuffungen bei Schmelzvorgängen

#### - Produktionsablauf/Lagerung



Abb.5D

- Lagerklimatisierung/Überwachung
- Beschädigung oder Verderb der Ware bei Kondenswasserkontakt, z.B. bei Nahrungsmitteln
- Herstellungsprozesse
  - Begünstigung von Abläufen, z.B. bei der Acryllackierung
  - Verhinderung von Abläufen, z.B. durch Anhaften oder Reißen von Materialien
- Materialflussüberwachung
  - Unterschiedlicher Feuchtegehalt der Rohstoffe
  - Kondensation durch unterschiedl. Lagertemp.
    - Korrosion des Materials
    - Nicht verarbeitungsgerechter Materialzustand

- Elektronik/Elektrotechnik



Abb.5E

- Schutz von sicherheitsrelevanter und sensibler Technik
- Überwachung der Umwelt ausgesetzter Technik
  - Um- und Hochspannungseinrichtungen
  - Industrietechnik

- Agrarwirtschaft



Abb.5F

- Treibhäusern, Lichtminderung bei Kondensation
- Ausbringung von Spritz- und Düngemittel in Abhängigkeit vom Tau
- Bestimmung der Verdunstungsrate

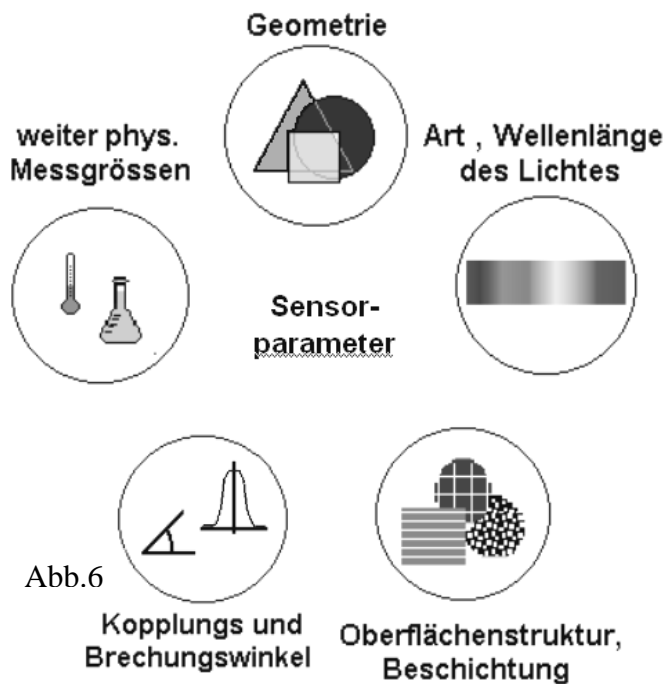
- Verkehrs- und Fahrzeugtechnik



Abb.5G

- Kondensat in Fahrzeugscheinwerfern führt zur Blendung
- Beschlagen von Spiegeln und Scheiben
- Fahrzeugkonservierung und Instandhaltung

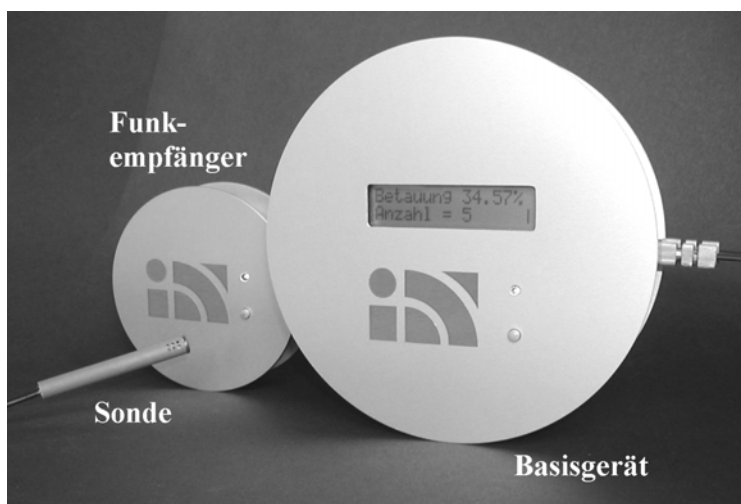
## Ausblicke



Eine Vielzahl von veränderlichen Parametern (Abb.6), wie Sensorgeometrie, Kopplungs- und Reflexionswinkel, Beschichtungs- und Oberflächenstrukturen, Lichtart und Wellenlänge eröffnen ein weites Feld von Möglichkeiten, als Beispiel sei hier ein Betauungssensor mit verbesserter Temperaturabhängigkeit genannt, der durch Kombination mit einem Prozessor weitere wettertechnische Daten, wie z.B. relative Luftfeuchtigkeit bestimmen kann. Die bisher

gewonnenen Erkenntnisse zeigen auch Möglichkeiten zur Entwicklung anderer optischer Sensoren auf.

## Applikation

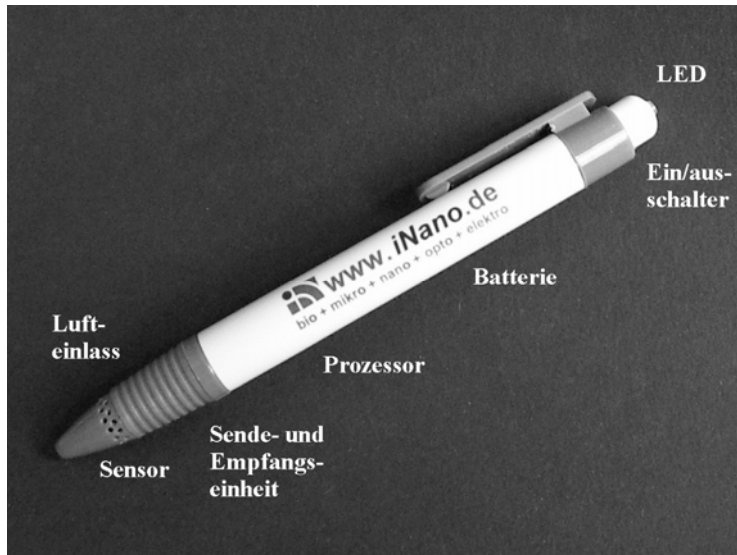


Ein Batterie betriebenes Basisgerät (Abb.7) misst zyklisch über den mit Lichtwellenleitern verbundenen Sensor den Betauungsgrad und meldet eintretende Kondensation einem Funkempfänger.

Abb.7

Weitere Merkmale:

- Speicherung von Betaungsgrad und Maximalwert
- Implementierte Funkuhr
- RS 232-Schnittstelle für die Kommunikation mit einem PC
- Automatische Kalibrierung des Sensors



Als Beispiel für eine Miniaturisierung (Abb.8) wurde ein komplettes Messsystem in einem Kugelschreiber eingebaut. Der Betaungszustand wird durch ein dreifach LED von „grün“ schwach, „orange“ mittel und „rot“ mit starker Betaung angezeigt.

Abb.8