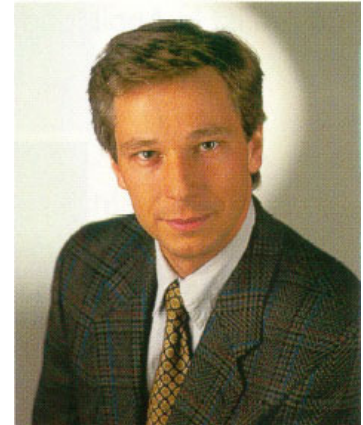


Albert Uhlemayr

(Geschäftsführender Gesellschafter der VEGRA GmbH, Aschau am Inn)

Maßnahmen zur Eliminierung des Isopropanolanteils in Feuchtwasserkreisläufen durch Verwendung optimierter Feuchtwasserzusätze in Wechselwirkung mit neuartigen Feuchtwalzenbeschichtungen

Die Firma VEGRA GmbH in Aschau am Inn hat sich in den letzten Jahren sehr intensiv mit dem Wechselspiel Feuchtwalzenoberflächen und optimierten Feuchtmittelzusätzen in Filmfeuchtwerken von Offset-Druckmaschinen beschäftigt. Die stufenweise Alkoholreduktion im Feuchtwasser stand hierbei im Vordergrund.



Seit Anfang 1996 arbeitet Herr Dipl.-Ing. (FH) Johannes Hößl, der sich im Rahmen seiner Diplomarbeit an der Fachhochschule in München intensiv mit Spezialwalzenbeschichtungen beschäftigte, als Spezialist für Alkoholreduktion in Druckmaschinen bei der VEGRA GmbH.

Herr Hößl hat unter dem Thema „Inbetriebnahme und Optimierung eines Feuchtwerkprüfstandes unterstützt durch tensiometrische Untersuchungen drucktechnischer Oberflächen und Feuchtmittel" die unterschiedlichsten Walzenbeschichtungen untersucht und vermessen. Neben unterschiedlichen Chrombeschichtungen wurden Keramikbeschichtungen auf der Basis von Chromoxid / Titandioxid, Zirkonoxid / Siliziumdioxid und Siliziumdioxid / Aluminiumoxid in Wechselwirkung mit den verschiedensten Feuchtwasserzusätzen untersucht.

Die Arbeiten zeigten erfolgreiche Ansatzpunkte, so daß VEGRA sich entschlossen hat, die vorhandenen Kenntnisse von Herrn Hößl zu nutzen, um einen optimierten Feuchtwerkprüfstand für praxisnahe Teste zu konstruieren.

Stand der Technik

Die Wirkung des Isopropanol (IPA) in Feuchtmitteln und die Theorie der Benetzungsmechanismen (Oberflächenspannung polar / dispers, Randwinkel, Fortschrittswinkel, Rückzugwinkel, Dipolnatur des Wassers) von Walzenoberflächen wurde erst in jüngster Vergangenheit in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben. So geben beispielsweise die Aufsätze von Endisch, M. / Johner, G.: Alkoholarmen Offsetdruck mit neuentwickelten Keramikwalzen im Feuchtwerk (Deutscher Drucker Nr. 5 vom 01.02.96, S. w2 - w8); (Deutscher Drucker Nr. 40 vom 26.10.95, S. w2 - w8); (Deutscher Drucker Nr. 42 vom 09.11.95, S. w2 - w8) einen umfassenden Überblick über Benetzung von Walzenoberflächen mit und ohne IPA (Isopropanolalkohol) sowie über die technisch eingesetzten Walzenbeschichtungen.

Für den IPA-freien bzw. IPA-armen Offsetdruck muß die Oberflächenenergie mindestens so hoch oder höher sein als die des Wassers. Außerdem sollte ein möglichst hoher Anteil dieser Oberflächenenergie polarer Natur sein, so daß für die Benetzung die Polarität des Wassers genutzt wird. Ein gewisser Rauheitsgrad und Mikro-Oberflächenporen sind erwünscht, da der Wassertransport besser ist als bei polierten, glatten Oberflächen.

Im technischen Einsatz wurden Walzen mit hartverchromter Oberfläche getestet. Die Schichtstärken liegen je nach Anwendungsfall zwischen 100 µm und 500 µm, wobei sich wirtschaftlich und technisch am günstigsten eine Schichtstärke von 150 µm bis 200 µm erwiesen hat. Ein Querschliff durch eine Chromschicht mit einer Stärke von ca. 150 µm ist in Abbildung 1 dargestellt.

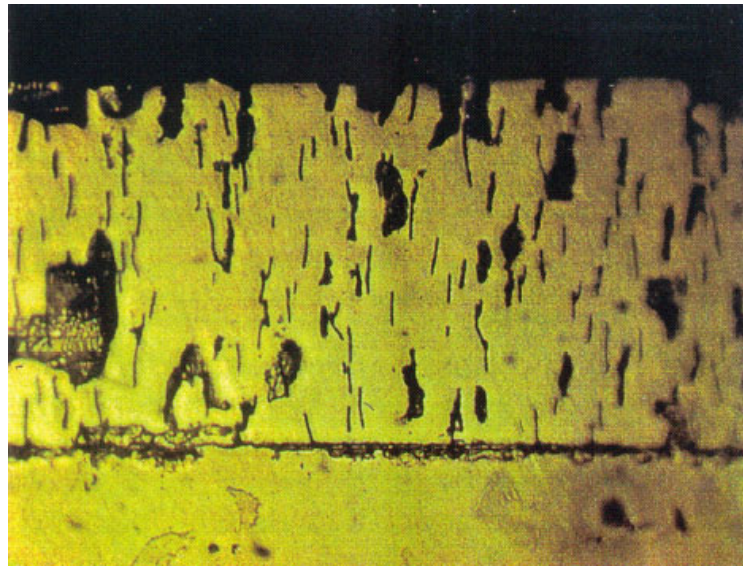


Abbildung 1: Querschliff durch Hartchromschicht (Dicke ca. 150 µm)

Die in Abbildung 1 wiedergegebene Hartchromschicht ist eine sogenannte Triplex-Schicht, welche durch Aufbringen von 3 übereinanderliegenden Chromschichten hergestellt wurde. Die Deckschicht wird nach einem speziellen Verfahren geätzt, so daß ein gezieltes Mikrorißnetzwerk entsteht. Die Mikrorißigkeit der Chromschicht wird in Abbildung 2 gezeigt. Sie ist wie folgt zu charakterisieren:

- durchschnittliche Rißtiefe 20 µm - 30 µm;
- durchschnittliche Rißbreite 1,5 µm - 2,0 µm;
- Anzahl der Risse 800 / cm.

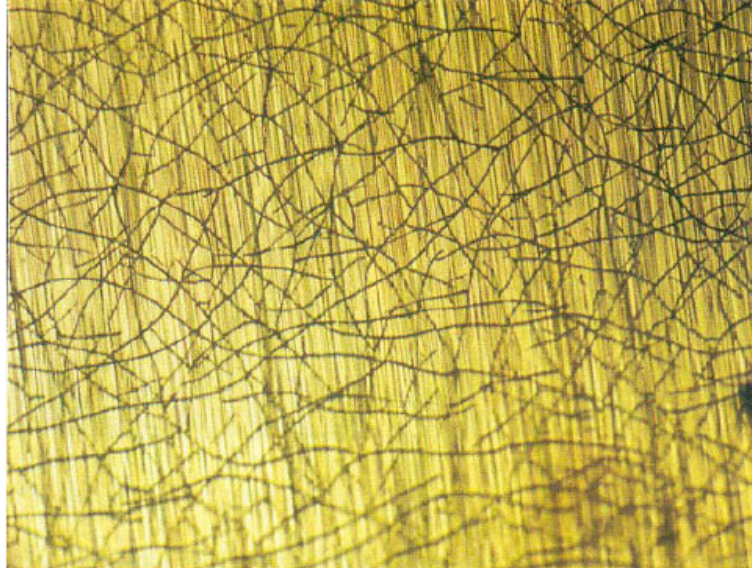


Abbildung 2: Mikrorißnetzwerk der Chromdeckschicht

Eine Triplex-Chromschicht hat gegenüber 1-schichtigem bzw. 2-schichtigem Chromaufbau folgende Vorteile:

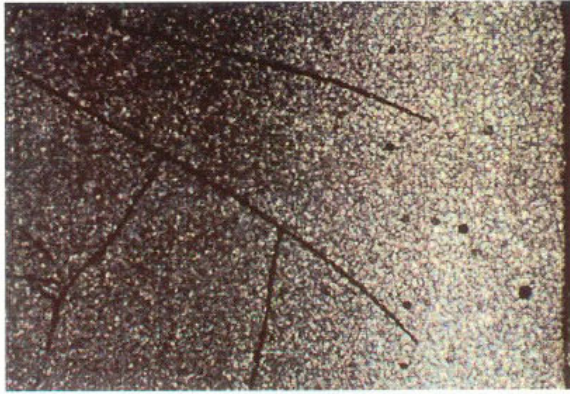
- Sehr gutes Antikorrosionsverhalten, da keine Rißdurchgängigkeit auf dem Stahlkern besteht, wie dies bei 1- und 2-schichtigen Chrombeschichtungen möglich ist.
- Das Mikrorißnetzwerk der 3. Schicht wird gezielt gesteuert. Durch den speziellen Ätzprozeß wird eine reproduzierbare Mikrorißigkeit erhalten.
- Die Konstanz der 3. Chromschicht macht die Walzenoberfläche mechanisch sehr beständig.

Nach dem Ätzen der 3. Chromschicht wird die Walze hochpräzise auf eine Rauigkeit (R_z) von ungefähr $0,5 \mu\text{m}$ geschliffen. Mit diesem Plateauschliff wird das Wasser gezielt übertragen. Durch die geringe Plateaurauigkeit von $R_z < 0,5 \mu\text{m}$ wird der mechanische Verschleiß, welcher durch den Kontakt zur Auftrags- und zur Tauchwalze gefördert wird, sehr gering.

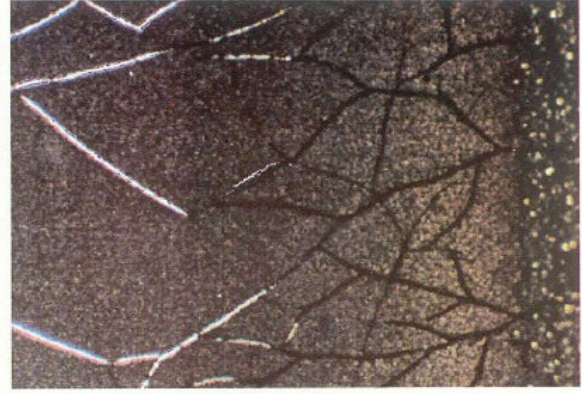
Neue Erkenntnisse zeigen, daß Chromschichten nicht gleich Chromschichten zu setzen sind, sondern daß es neue Chromschichten gibt, deren polarer Anteil deutlich höher liegt als die für konventionell geätztes Chrom bekannten Werte.

Verantwortlich für diese ausgeprägteren hydrophilen Eigenschaften sind:

- Optimierte Badzusammensetzung bei der galvanischen Triplex-Chromherstellung.
- Mitverwendung spezieller Chemikalien zur Erzeugung eines reproduzierbaren Mikrorißwerks in der 3. Chromschicht.
- Gezielte, reduzierte Rißdichte an den Ballenenden der Walze zur Vermeidung von „Wasserwülsten“.



neues Hydro-Chrom



konventionelles Chrom

Abbildung 3: Ausbildung der Rißnetzstruktur an den Ballenden des Hydro-Chroms und des konventionellen Chroms

Als ein weiterer Aspekt mußte eine Antwort gefunden werden auf die Frage, wie lange die hydrophile Eigenschaft während des Druckprozesses an der Oberfläche erhalten bleibt. Aufschluß hierüber liefert die flächenbezogene elektrische Kapazität c_p [$\mu\text{F}/\text{cm}^2$], welche auch als elektrochemische Impedanz bezeichnet wird. Abbildung 4 zeigt die flächenbezogene elektrische Kapazität c_p in $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ in Abhängigkeit der Zeit (Tage) für Hydro-Chrom und Standard-Chrombeschichtungen.

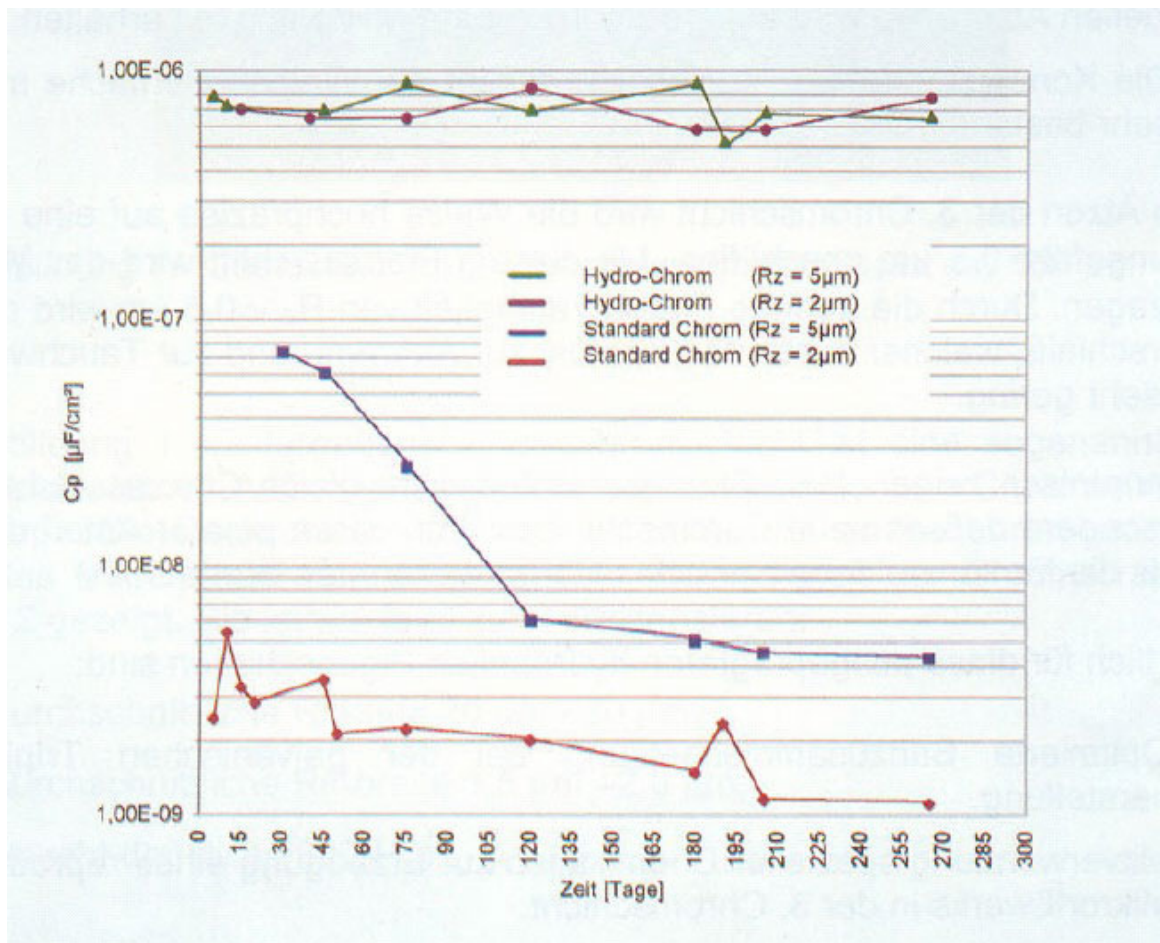


Abbildung 4: Elektrische Kapazität c_p für unterschiedliche Chromoberflächen in Abhängigkeit der Produktionstage

Die neue hydrophile Hydro-Chrombeschichtung hat einen wesentlich höheren c_p -Wert, welcher sich in einer Größenordnung von 10^{-6} $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ bewegt, wobei das Standard-Chrom mit vergleichbarer Rauhtiefe einen c_p -Wert zwischen 10^{-8} und 10^{-9} $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ aufweist.

Umfangreiche Untersuchungen und Praxistests bestätigen, daß nicht die statischen bzw. dynamischen Randwinkelmessungen alleine (siehe z.B. „Alkoholarmes Offsetdruck mit neuentwickelten Keramikwalzen im Feuchtwerk“, Deutscher Drucker Nr. 5 vom 01.02.96, S. w2 ff.) maßgebend für ein gutes Benetzungs- und Förderverhalten von Feuchtwässern in Filmfeuchtwerken sind, sondern auch die Geometrie und Rißausbreitung der obersten Chromdeckschicht.

Eine schematische Darstellung der Mikrorißstruktur des neuen hydrophilen Chroms (Hydro-Chrom) im Vergleich zum konventionellen Chrom finden Sie in Abbildung 5.

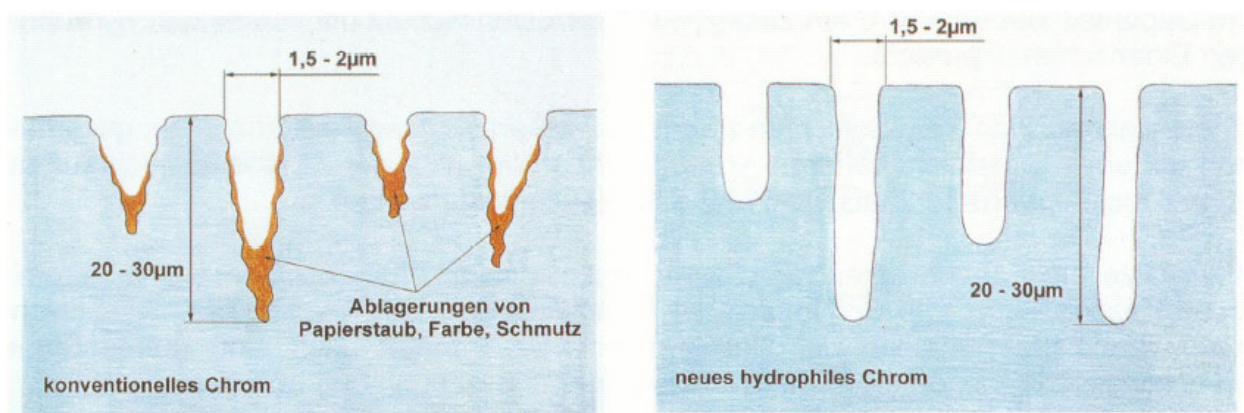


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Mikrorißstruktur von konventionellem Chrom und vom neuen hydrophilen Chrom (Hydro-Chrom)

Untersuchungen haben ergeben, daß sich im Laufe des Druckvorgangs Farbe, Papierstaub und sonstiger Schmutz in den scharfkantigen Tiefen des konventionellen Chroms ansetzen und die Tiefen des Mikronetzwerks relativ schnell ausfüllen. Beim neuen Hydro-Chrom sind diese Ablagerungen kaum nachweisbar, da die Rißbegrenzungen bei sonst vergleichbaren Abmessungen gleichmäßig gerundet und sanfter sind.

Trotz vergleichbarer Randwinkel bei Benetzung mit Feuchtwasser ist das Förderverhalten von Feuchtwasser aufgrund des geringeren Wasserreservoirs bei konventionellem Chrom reduziert. Dies ist die Ursache für die drastische Abnahme der elektrochemischen Impedanz.

Aus Abbildung 4 lassen sich weitere Schlüsse ziehen:

- Hydro-Chrom verändert seine hydrophilen Eigenschaften selbst bei langer Druckbeanspruchung nicht.
- Die Hydrophilie von Hydro-Chrom wird durch die Steg- bzw. Plateaurauhigkeit so gut wie nicht beeinflusst.
- Konventionelles Chrom verliert seine hydrophilen Eigenschaften bereits nach kurzen Druckzeiten. Die Grafik zeigt, daß je nach Rauhtiefe (R_z) die hydrophilen Eigenschaften weitestgehend verlorengehen.
- Der hydrophile Charakter von konventionellem Chrom wird stark durch die Steg- bzw. Plateaurauhigkeit beeinflusst.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die neue hydrophile Chromschicht sowohl in den hydrophilen Grundeigenschaften wie auch im Langzeittest den konventionellen Chromschichten deutlich überlegen ist. Außerdem spielen Rauigkeitseinflüsse, verursacht durch Oberflächenverschleiß (Changierung) bei der Steg- bzw. Plateaurauhigkeit eine untergeordnete Rolle. Sie beeinflussen die hydrophilen Eigenschaften der neuen Chrom-Walzensgeneration nicht.

In Fortführung der Diplomarbeit von Herrn Hößl wurden, ausgehend von den Hydro-Chromoberflächen, auch Beschichtungen im Hochvakuum mit Silizium bei 350°C auf die vorgefertigte Chromschicht aufgesputtet und anschließend vollständig oxidiert, so daß sich auf der fertig geschliffenen Chromschicht eine ca. 0,5 µm dicke Siliziumdioxidschicht befindet. Mit Hilfe dieses sogenannten Plasma-CVD-Prozesses (Plasma-Chemical-Vapour-Deposition-Prozeß) wird die SiO₂-Schicht hochpräzise aufgebracht, ohne daß sich das Verschleißverhalten der Chromschicht oder die Härte verändern - im Gegenteil: dadurch wird ein zusätzlicher Korrosionsschutz mit verstärkten hydrophilen Eigenschaften erreicht.

Diese sehr dünnen SiO₂-Schichten zeigen ein äußerst gutes Wasserbenetzungsverhalten mit einer Oberflächenenergie von über 72 mN/m (Wasser). Dieser Schichtaufbau eignet sich hervorragend als Oberfläche für Feuchtdosierwalzen.

Filmwalzen in Feuchtwerken für Offset-Druckmaschinen haben oftmals eine keramische Beschichtung. Die Schöpfrate der Keramikwalzen ist je nach Keramikbeschichtung vergleichbar mit der der Chromwalzen. Sie können auch eine hohe Menge Feuchtwasser transportieren. Der transportierte Film ist dünn und homogen.

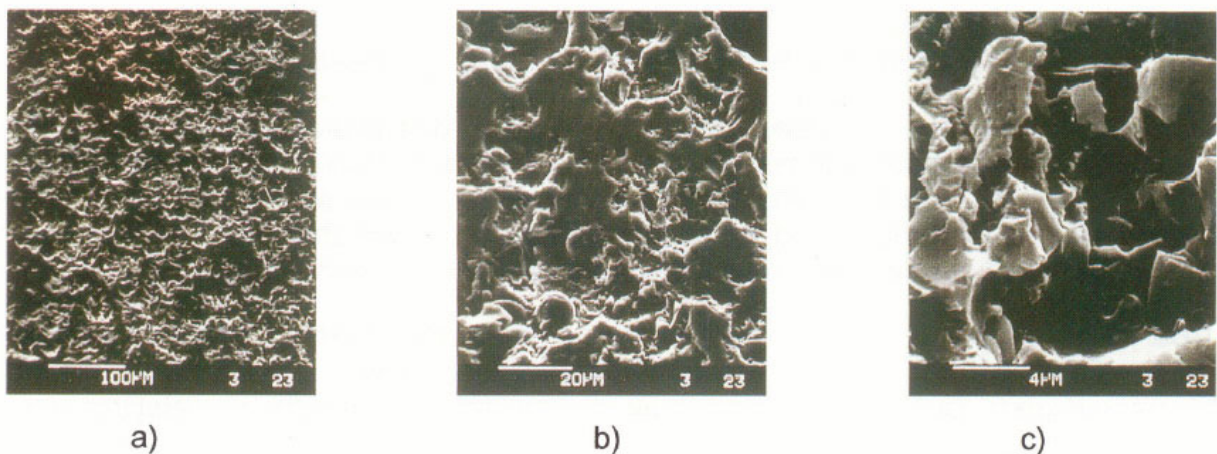


Abbildung 6: Oberflächentopographie einer keramisch beschichteten (Aluminiumoxid / Siliziumdioxid) Filmwalze (Vergrößerungsfaktor V bei a) V=200:1, b) V= 1000:1, c) V=5000:1)

Unterschiedliche Spritztechniken unter Verwendung von

- Chromoxid / Titandioxid,
- Zirkonoxid / Siliziumdioxid,
- Siliziumdioxid / Aluminiumoxid

ermöglichen es, den Isopropanolanteil im Feuchtwasserkreislauf zumindest theoretisch völlig zu eliminieren.

Zur Optimierung des Korrosionsschutzes werden die Kapillaren mit hydrophilen Versiegeln beschichtet. Die Auswahl der entsprechenden Spritzkeramik-Chemikalien ist wichtig und muß systembezogen angewendet werden.

Mit Hilfe des nachfolgend schematisch aufgezeigten Prüfstandes können Feuchtwasserzusätze an allen möglichen und unmöglichen Walzenoberflächen praxisnah getestet werden.

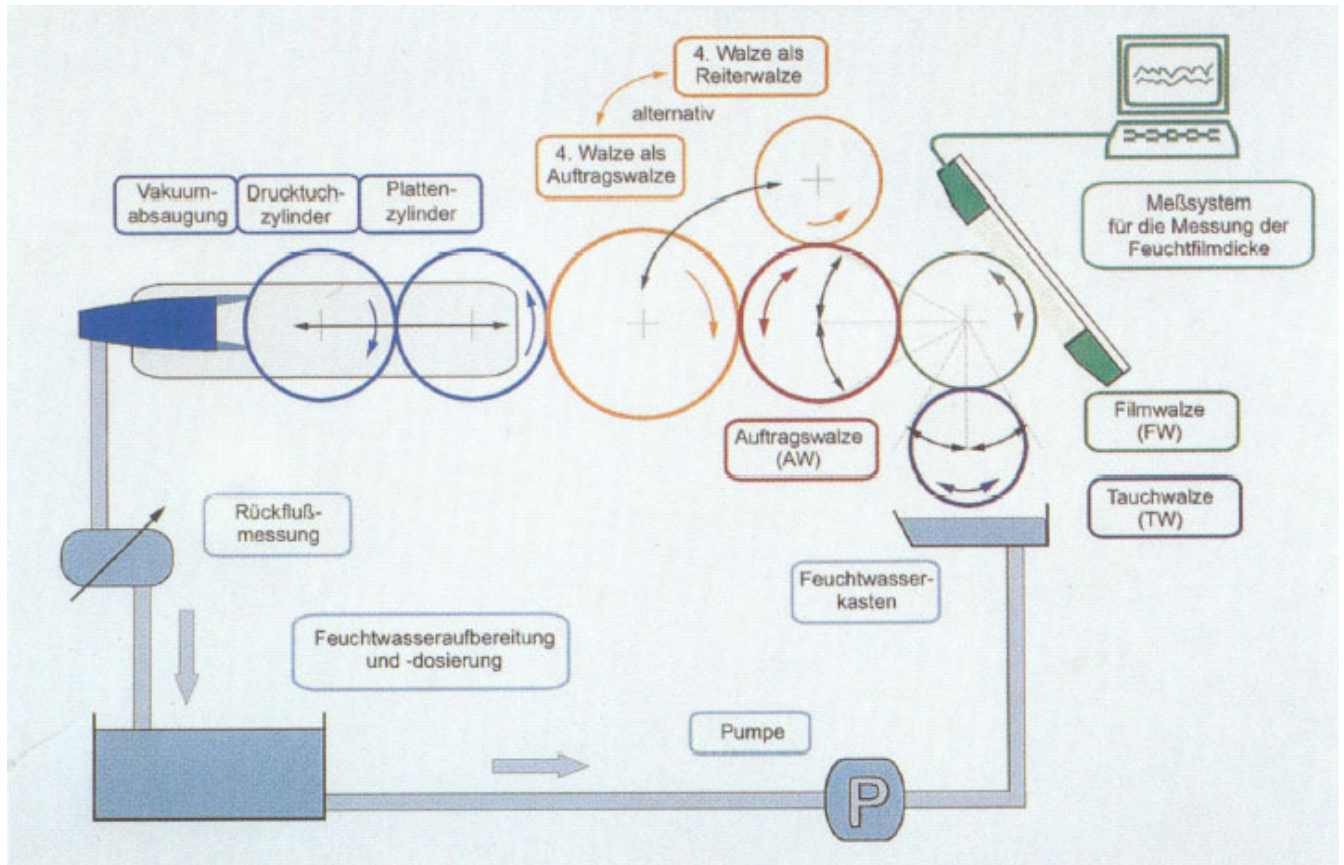


Abbildung 7: Prinzip eines Feuchtwerk-Simulators

Der Prüfstand ist variabel und modular aufgebaut, so daß die unterschiedlichsten Filmfeuchtwerk-Konstruktionen mit unterschiedlichen Walzenbeschichtungen und Feuchtmittelzusätzen bei Produktionsgeschwindigkeiten von bis zu 20 m/s getestet werden können.

Bei Produktionsgeschwindigkeiten über ca. 15 m/s kann eine 4. Feuchtwerkswalze nötig sein (in Abbildung 7: orangefarben dargestellt). Sie übernimmt die Funktion einer Feuchtauftragswalze oder, bei Produktionsgeschwindigkeiten unter 15 m/s, die Funktion einer Reiterwalze.

Über die Auftragswalze wird der Feuchtwasserfilm über den Plattenzylinder auf den Drucktuchzylinder übertragen. Durch eine speziell entwickelte Vakuumbaugung wird der Feuchtwasserfilm von der Drucktuchzylinderoberfläche abgesaugt.

Die Feuchtwasserfilmstärke wird über ein hochempfindliches Lasermeßsystem über die gesamte Ballenlänge (400 mm) der Filmwalze mit einer theoretischen Genauigkeit von $\pm 0,1 \mu\text{m}$ gemessen und aufgezeichnet (siehe auch Abbildung 7). Cordmuster können mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

Der transportierte Feuchtwasserfilm kann somit über die Feuchtmittelstärke und die Umfangsgeschwindigkeit mit Hilfe der Rückflußmessung berechnet werden. Mit Hilfe der Rückflußmessung des abgerakelten Feuchtwasservolumens ist eine Feuchtwasserbilanz möglich.

Die Feuchtwerkskonstruktion erfolgt durch servomotorisch angetriebene Stellantriebe, welche die Walzen zueinander mit sehr großer Präzision einstellt. Hierdurch können die verschiedensten Feuchtwerkskonstellationen, wie wir sie in verschiedenen Druckmaschinen vorfinden, flexibel nachvollzogen werden.

