

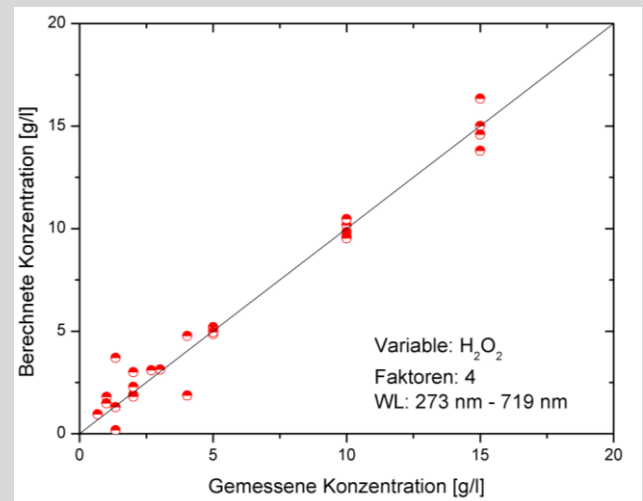
## Spektroskopische Inline-Überwachung der nasschemischen Prozesse in der Solarzellenproduktion

In der Solarzellenherstellung gibt es viele nasschemische Prozesse. Häufig findet man dort ätzende Texturierungs- und Reinigungsbäder mit den Inhaltsstoffen HF, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, HCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sowie KOH, NaOH. Um zuverlässig wiederholbare Ergebnisse zu erzielen, müssen die einzelnen Konzentrationen in den Bädern einer ständigen Kontrolle unterzogen werden. Im Vergleich zur Ionenchromatographie oder Titration mit Messzyklen von 6-10 min bietet die UV/NIR Spektroskopie mit Messzeiten von weniger als 1s eine Inline Analyse in Echtzeit. Mittels geeigneter Kalibrationen können alle Inhaltsstoffe direkt im Bad simultan gemessen werden.



### Das Messprinzip

Mit Hilfe eines UV/NIR Spektrometers, einer säure- und laugeresistenten Messsonde sowie eines multilinearen Kalibriermodells können die entsprechenden Inhaltsstoffe eines chemischen Bades kalibriert werden. Über die im Bad eingetauchte Messsonde erfasst das Spektrometer das charakteristische Spektrum des Bades in verschiedenen Konzentrationszuständen. Mittels einer chemometrischen Software und multilinearer Regressionsmethoden wird aus den verschiedenen Spektraldaten ein Kalibriermodell erstellt. Das berechnete Modell wird später bei der Inline Messung eingesetzt, um direkt nach der Spektrenaufnahme die Zusammensetzung des Bades berechnen zu können. Beim Erstellen des Kalibriermodells spielt es keine Rolle, ob eine oder mehrere Größen bestimmt werden sollen.



## Application Notes – MultiSpec System Vol. 40

### Das Messsystem

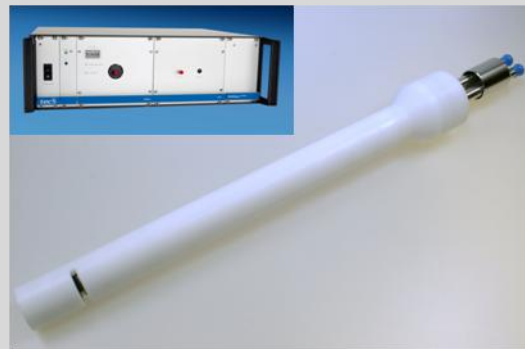
Die tec5 Dioden-Array-Spektrometersysteme der MultiSpec Serie sind mit ihrer hohen Empfindlichkeit, dem großen Dynamikbereich und einem optimalen Signal-Rausch-Verhältnis bestens für diese Anwendung geeignet. Die Sensoren sind dauerkalibriert und somit wartungsfrei. Sehr kurze Integrationszeiten von wenigen Millisekunden ermöglichen einen optimalen Einsatz in der Inline Prozessanalyse. Die Kombination des UV Bereichs und des NIR Bereichs erweitert die Anzahl der kalibrierbaren Inhaltsstoffe des Bades und erhöht die erreichbaren Genauigkeiten deutlich, wie z.B. bei  $H_2O_2$  und  $NO$ .

Die speziell für diese Zwecke entwickelte Prozesstauchsonde der Fa. Hellma besteht aus Teflon und einem optischen Fenster aus Saphir. Die Sonde ist in einem Temperaturbereich von 5°C bis 150°C einsetzbar.

Mit der MultiSpec Pro Software bietet tec5 auch eine leistungsstarke Softwarelösung. Sie kompensiert von Blasen beeinflusste Spektren mit Hilfe spezieller Softwarealgorithmen.

Chemometrische Kalibriemodelle von Camo, Grams und SensoLogic können in der Software hinterlegt werden. Flexibel definierbare „Results“ ermöglichen die Ausgabe der berechneten Konzentrationen. Diese Ergebnisse können an eine Prozessschnittstelle (z.B. über Profibus oder OPC) weitergeleitet werden. In Verbindung mit dem Multiplexer FSM ist die gleichzeitige Datenerfassung an bis zu 8 Bädern möglich.

Das genannte Setup für den Prozess kann ebenso im Labor eingesetzt werden. Dies ermöglicht die Kalibriemodelle mit dem gleichen Aufbau zu erstellen.



### Ihr Partner



Seit 1993 hat sich tec5 auf die Entwicklung von faseroptischen Spektrometersystemen auf

Basis der modernen Dioden-Array-Technologie spezialisiert und kann daher erfolgreich auf einen langen Erfahrungshorizont mit zahlreichen Anwendungen zurückblicken. Wir bieten unseren Kunden sowohl Komponenten für eigene Entwicklungen als auch komplette Systeme an, die individuell den gegebenen Anforderungen angepasst werden können.

**tec5**<sup>five</sup>  
Technology for Spectroscopy

**tec5 AG**  
In der Au 27  
61440 Oberursel, Deutschland  
Tel: +49 6171 9758-0  
Fax: +49 6171 9758-50  
info@tec5.com • www.tec5.com