

Schkopau, 2. 9. 1987
FRM Dr. Di/Pu - 5227

Realisierung

des Auftrages des Generaldirektors zur Pflichtenheftvorbereitung
"Entwicklung und Einsatz eines Ultraschallverfahrens für
Konzentrationsmessungen und zur kontinuierlichen quantitativen
Prozeßkontrolle bei chemischen Reaktionen"

1. Einleitung

Die Erteilung des Auftrages des Generaldirektors zur Pflichtenheftvorbereitung vom 30. 1. 1987 sowie die Realisierung des Auftrages erfolgte entsprechend der Verordnung über den Erneuerungspaß und das Pflichtenheft vom 11. 9. 1986 (GBl. I Nr. 30, S. 409 vom 8. 10. 1986).

Den vorgesehenen Entwicklungsarbeiten (V-Stufen) waren Untersuchungen im Rahmen der angewandten Forschung (A-Stufen) zur Einsatzmöglichkeit des Ultraschallverfahrens für die Umsatzbestimmung bei der Tieftemperaturpolymerisation von Butadien und Styren in D 104 vorangegangen. Das Pflichtenheft wurde am 27.2.1985 vor dem Stellv. Forschungsdirektor, Dr. Fischer, verteidigt. Entsprechend einer Festlegung des Leiters der Verteidigung waren die Arbeiten auf den Einsatzfall Tieftemperaturkautschuk zu konzentrieren, obwohl zur Verteidigung bereits weitere Einsatzmöglichkeiten vorgestellt wurden. Die Bestätigung des Pflichtenheftes erfolgte am 16. 7. 1985 durch den Generaldirektor.

Die Abschlußverteidigung wurde am 20. 1. 1987 vor dem Stellvertreter für Forschung der Betriebsdirektion Elaste, Gen. Dr. Hauschild, durchgeführt. Wesentliche Ergebnisse waren:

- das Verfahren ist für eine kontinuierliche Umsatzbestimmung bei der großtechnischen TTK-Polymerisation geeignet
- die Meßeinrichtung besteht aus 2 Teilen: dem Ultraschall-Sensor und dem elektronischen Auswertegerät
- Der konstruierte Ultraschall-Sensor für einen Einbau in Rohrleitungen NW 80 ist ohne Einschränkungen einsetzbar. Eine Ex-Schutz-Prüfbescheinigung vom Institut für Bergbausicherheit liegt bereits vor.
- Das verwendete Ultraschallgeschwindigkeits-Auswertgerät (Laborgerät) ist für einen großtechnischen Einsatz nicht geeignet. Die Entwicklung eines Betriebsauswertegerätes ist damit notwendig. Diese erfolgt bis zum Bau eines Fertigungsmusters durch TRGM.

Grundlegende Bedingung für die Weiterführung der Arbeiten und die Anwendung für eine Reihe von Anwendungsfällen entsprechend dem Auftrag des Generaldirektors zur Pflichtenheftvorbereitung ist eine Entscheidung über den Bau der Ultraschallmeßtechnik (Auswertgeräte und Sensoren). Diese Entscheidung wurde in einer gemeinsamen Beratung von TRG und FRM am 28. 8. 1987 vorbereitet (Anlage 1 - Protokoll der Beratung).

2. Potentielle Einsatzfälle für das Ultraschallverfahren im KCWB

Das Ultraschallverfahren, das in Zusammenarbeit zwischen dem KCWB und der THLM/Sektion Physik erarbeitet wurde, beruht auf der Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalles im flüssigen Medium. Diese hängt u. a. von der Zusammensetzung des Mediums ab. Es ist daher möglich, Aussagen über Konzentrationen von Einzelkomponenten und daraus abgeleiteten Größen, wie z. B. Umsatz zu erhalten. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß es ein integrales und nichtspezifisches Verfahren ist. Bedingung ist daher grundsätzlich die Kenntnis des akustischen Einflusses der Einzelkomponenten sowie der Kinetik und des Mechanismus bei Reaktionen. Grundsätzlich einschränkende Faktoren für einen Einsatz des Verfahrens sind:

- die Meßbarkeit der Ultraschallgeschwindigkeit. Sie wird gestört oder verhindert durch hohe Ultraschallabsorption (durch Einzelkomponenten, Auftreten von Gasblasen im System durch hydrodynamische Einwirkung oder den Prozeß selbst)
- die auftretenden Schallgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen Ausgangs- und Endzustand. Sie müssen im Verhältnis zur Genauigkeit des Meßverfahrens ausreichend groß sein.
- die Kompliziertheit und Komplexität bei Reaktionen. Sie kann die Zuordnung der Schallgeschwindigkeit zu einer gesuchten Größe erschweren oder verhindern.

Das Verfahren ist für eine Vielzahl von Einsatzfällen, auch über das KCWB hinaus, geeignet.

Für die im GD-Auftrag genannten Einsatzfälle wurden orientierende Laboruntersuchungen durchgeführt (mit Ausnahme von 1,4-cis-Polybutadien), die die prinzipielle Einsatzbarkeit bestätigen.

Nachfolgend werden die ökonomischen Effekte beim Einsatz des Ultraschallverfahrens sowie der Bedarf an Auswertgeräten und Sensoren aufgeführt:

2.1. Großtechnische Einsatzfälle

2.1.1. Großtechnische TTK-Polymerisation in D 104 - PE

Die ökonomischen Zielstellungen des GD-Auftrages werden erreicht, d. h. eine Selbstkostensenkung von 150 TM/a und Verbesserung der Fahrweise. Zusätzlich tritt ein Gewinn von 840 TM/a durch Produktion von Kautschuk in Q-Qualität auf. Die aufgeführten Zielstellungen stellen nach Einschätzung des Betriebes die unterste Grenze

(Schreiben PEI vom 29. 7. 1986) dar. Eine Mehrproduktion von 7,5 Mio M wird ermöglicht. Zum Einsatz sind Auswertgeräte und 6 Sensoren an beiden Pm-Batterien vorgesehen.

2.1.2. Großtechnische Chlorkautschuk-Synthese im VEB APW

Möglich ist der Einsatz des Verfahrens

- . zur Bestimmung des Kautschukgehaltes nach der Auflösung
- . zur Bestimmung des Feststoff- und Chlorgehaltes bei der Chlorierung
- . zur Feststoffgehaltsbestimmung von CK-Suspensionen

Erreicht werden kann bei Einsatz des Verfahrens ein ökonomischer Nutzen in Höhe von 1 Mio M.

Der Einsatz von 2 Auswertgeräten und 6 Sensoren ist erforderlich.

Als terminliche Zielstellung wurde vom APW-FC 07/1988 genannt, da nach Inbetriebnahme der Neuanlage eine nachträgliche Ausrüstung mit der Ultraschallmeßtechnik vorerst nicht möglich sein wird (bis ca. 1990).

2.1.3. Konzentrationsbestimmung bei der großtechnischen Herstellung der PVC-Mikroscheidertypen D 77/D 62 PP

Das Ultraschallverfahren stellt nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand die einzige Methode für eine kontinuierliche, genaue Konzentrationsbestimmung von PVC-Suspensionen im Echtzeitbetrieb dar. Eine Konzentrationsmessung ist für die reproduzierbare Eigenschaftsausbildung unbedingt erforderlich.

Die bis 11/87 zu errichtende Anlage führt zu einer Produktion von 4 kt/a, damit zu einer Importeinsparung von 2,6 Mio VM sowie zur Erwirtschaftung eines Exporterlöses in etwa gleicher Höhe. Zum Einsatz soll ein Auswertgerät und 1 Sensor kommen, der Einsatztermin ist das I./II. Quartal 1988.

2.1.4. Großtechnische Herstellung von Warmkautschuk in B 39 und C 60 PE

Die kontinuierliche Umsatzbestimmung ermöglicht eine optimale Umsatzfahrweise und damit eine Mehrproduktion (IWP) von mindestens 360 TM/a.

Zum Einsatz sollen 4 Auswertgeräte und 21 Sensoren kommen.

2.1.5. Großtechnische Herstellung von 1,4-cis-Polybutadien C 98 PE

Es wurden noch keine Versuche zur Einsatzmöglichkeit des Verfahrens durchgeführt.

Eine kontinuierliche Umsatzbestimmung würde u.a. zu einer Dampfeinsparung von 1000 t/a, das sind 68 TM/a, führen. Möglich wäre der Einsatz von 1 Auswertgerät und 4 Sensoren.

2.1.6. Großtechnische PVC-E-Polymerisation in A 44 PP

Durch eine Ultraschall-Umsatzbestimmung ergeben sich bessere Steuerungsmöglichkeiten der Polymerisation, die zur einer Verbesserung der Qualitätsparameter und zur Einsparung von ca. 1% Dampf, das entspricht 85 TM/a, führt.

Es sollen 4 Auswertgeräte und 23 Sensoren nach positiver Erprobung an einem PM-Kessel eingesetzt werden.

2.2. Einsatzfälle im Pilotmaßstab

Für einen Einsatz im Pilotmaßstab ergibt sich als Nutzen

- . Verringerung des Analysenaufwandes
- . Einsparung an Arbeitszeit
- . wesentliche Erhöhung der wissenschaftlichen Aussage

2.2.1. Pilotanlage B 39 FE

Eine Entscheidung über den Einsatz der Ultraschallmesstechnik wird nach der grundlegenden Entscheidung über den weiteren Einsatz der Pilotanlage getroffen.

Möglich ist der Einsatz eines Auswertgerätes und von 6 Sensoren.

2.2.2. Kleintechnische PM-Kaskade B 30 FE

Für diesen Einsatzfall ist noch die Entwicklung spezieller Sensoren erforderlich.

Vorgesehen ist der Einsatz von 1 Auswertgerät und 6 Sensoren.

2.3. Einsatzfälle im Labormaßstab

2.3.1. Laborpolymerisation zur Produktionsüberwachung im Bereich PEF F 17

Es wird ein Nutzen von 50 TM/a erreicht. Vorgesehen ist der Einsatz von 1 Auswertgerät und 1 Laborsensor. Die Entwicklungsunterlagen für den Labor-Sensor liegen vor.

2.3.2. Laborpolymerisation im Bereich FE F 17

Vorgesehen ist der Einsatz von 1 Auswertgerät und 2 Labor-Sensoren.

Durchgeführt werden wissenschaftliche Untersuchungen der Grundlagen- und angewandten Forschung. Sie dienen vor allen der Rezepturentwicklung und Aufklärung von Kinetik und Mechanismus der Reaktion sowie den unmittelbaren Vorbereitung des großtechnischen Einsatzes.

2.3.3. Laborpolymerisation im Bereich FP C 62

Vorrangig soll die Suspensionspolymerisation von VC untersucht werden. Zielstellung ist die gleiche wie unter Pkt. 2.3.2. Zum Einsatz soll 1 Auswertgerät und 1 Labor-Sensor kommen.

Von PO liegt kein Bedarf für einen Einsatz des Verfahrens vor (Schreiben PO Dr. Geist vom 17. 2. 87), obwohl konkrete Anforderungen vom Betriebslabor PVAc/PVAL E 104 gestellt wurden.

2.4. Gesamtnutzen

Als Gesamtnutzen für die aufgeführten Einsatzfälle ergibt sich 2,193 Mio M/a. Dem steht ein Aufwand für die angewandte Forschung und für die Entwicklung von insgesamt rund 1 Mio M gegenüber.

Eine Mehrproduktion (IWP) von 7,86 Mio M/a sowie eine Importeinsparung von 2,6 Mio VM/a wird ermöglicht. Bei allen Einsatzfällen wird eine erhebliche (z.Z. nicht quantifizierbare) Einsparung an Arbeitszeit erreicht. Im Laborbereich D 104 und B 34 (PE) werden je 5 AK und ein AP eingespart.

Generell wird eine Verbesserung der Produktqualität, eine Verbesserung des Umweltschutzes und der Arbeits- und Lebensbedingungen erreicht.

Eine Gesamtübersicht über den erreichbaren Nutzen bei allen zur Zeit vorgesehenen Einsatzfällen ist in Anlage 2 enthalten.

3. Meßtechnik

Die Meßtechnik setzt sich prinzipiell aus 2 voneinander getrennten Einheiten zusammen.

Sensor	- am Ort der Messung
elektronisches Auswertgerät	- bis zu 100 m vom Ort der Messung entfernt (z.B. Meßwerte)

Im RGW-Raum steht für derartige Einsatzfälle keine kommerzielle Meßtechnik zur Verfügung. Deshalb wurden in Buna sowohl auf der Sensorstrecke als auch auf der Auswertgerätestrecke eigene Entwicklung begonnen.

5.1. Sensoren

Die Entwicklung eines großtechnischen Sensors zum Einbau in Rohrleitungen NW 80 durch TRGM ist abgeschlossen. Eine Ex-

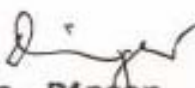
- Inhaltliche Betreuung der Labor- und großtechnischen Erprobung
V.: FRM
- Auswertung der Ergebnisse und Vorbereitung von Entscheidungen
V.: Betreiber und FRM
- Programmierung US-Auswertgerät
V.: FRM

5. Ausblick

Eine Abschätzung der terminlichen Planung zeigt, daß mit hoher Wahrscheinlichkeit der entsprechend der Verordnung über den Erneuerungespaß und das Pflichtenheft in der Regel einzuhaltende Zeitraum von 2 Jahren überschritten wird, so daß eine Fortschreibung auf der Basis zu treffender Entscheidungen notwendig wird.

Weiterhin ist einzuschätzen, daß mit den aufgeführten Einsatzfällen der mögliche Einsatz des Verfahrens im Kombinat bei weitem nicht ausgeschöpft ist. Dies zeigen Anforderungen am TRG, das Verfahren in modifizierter Form bei Aldol und Monochloressigsäure einzusetzen.

Insgesamt ist das Ultraschallverfahren ideal für Anwendungsfälle, bei denen Konzentrationemessungen im weitesten Sinne kurzfristig, mit hoher Genauigkeit und schneller Rechner-Verarbeitbarkeit notwendig sind.


Dr. Dinger
Themenbearbeiter