

R. Vogel, G-E. Vogel und J. Vogel

PC-Anschluss für Rotationsviskosimeter älterer Bauart

Vorbemerkung

Schon seit langem sind Rotationsviskosimeter mit mechanischer, stufenweiser Drehzahlschaltung nicht mehr im Angebot. Sie sind längst durch solche mit stufenlos regelbarem elektrischem Antrieb ersetzt. Nichtsdestoweniger sind in zahlreichen Labors ältere Geräte, auch wegen ihrer Robustheit und Zuverlässigkeit, für Sonderaufgaben im Einsatz. Bei der Arbeit mit diesen führt insbesondere das Ablesen des Zeigerinstrumentes für das Drehmoment zu Messfehlern, vor allem dann, wenn sich Trägheitseffekte auswirken. Auch stößt ihr Einsatz an Grenzen, wenn schnell veränderliche Vorgänge verfolgt werden müssen. Ist ein paralleler Spannungsabgriff am Zeigerinstrument (oder auch ein Umgehen desselben) möglich, so kann das anliegende Signal digitalisiert und PC-verarbeitet werden. Über eine solche Möglichkeit wird im Folgenden berichtet.

Der Einsatz eines Wandlerkabels

In unserem Labor sind seit vielen Jahren Rotationsviskosimeter des Typs **RHEOTEST 2** bzw. **2.1**¹⁾ im Einsatz, im letzten Jahrzehnt vor allem im Rahmen von Entwicklungsarbeiten für unkonventionelle Messzellen und im Zusammenhang mit der Analyse von Anfahrvorgängen bei Rührwerken. Für die Messwerterfassung wurde im Laufe der Jahre eine Technik entwickelt, die es gestattet, alle Versuchsdaten zu erfassen und auf einem Bildschirm zu verfolgen. Nach dem derzeitigen Entwicklungsstand wird hierzu lediglich ein Wandlerkabel benötigt. Dieses stellt die Verbindung zu einem Computer her, und zwar von der mehrpoligen Steckerbuchse an der Rückwand des sogenannten Messteils dieser Viskosimeter zu einer seriellen Schnittstelle des PC. Bei dieser einfachen Variante ist kein Eingriff in das Messteil erforderlich; es werden sozusagen die bereits vorhandenen Ressourcen der Geräte genutzt.

Bei anderen Rotationsviskosimetern sowie ähnlichem Messsystem kann in gleicher Weise verfahren werden.

Das Wandlerkabel besitzt einerseits einen 6-poligen Rundstecker für den Messteilanschluss, andererseits eine 25-polige Sub-D Buchse zum Anschluss des Computers an die RS232 Schnittstelle COM. Im Wandlerkabel ist bereits die erforderliche Elektronik zur Erfassung und Wandlung der Messsignale integriert.

Der Betriebsstrom für das Wandlerkabel wird direkt aus der Schnittstelle bezogen. Somit wird keine zusätzliche Spannungsquelle wie Batterie oder Netzteil benötigt.



Abb.1 Ansicht Wandlerkabel

¹⁾ Hersteller: VEB Kombinat MLW Prüfgeräte-Werk Medingen; Baujahr 1972 bzw. 1987

Zu den weiteren elektrischen Eigenschaften des Wandlerkabels gehören u.a.:

- max. Signalauflösung von 0,3 μV
- Eingangsimpedanz ca. 1 $\text{M}\Omega$
- Störfrequenzunterdrückung 50 Hz +/-2% mit 110 dB

Besitzt der PC keine 25polige Sub- D Schnittstelle (COM) so kann das Wandlerkabel über einen Schnittstellenadapter RS232 (25pol.Stecker / 9pol. Buchse) mit dem PC verbunden werden.²⁾

Gestaltung der Software

Die Software ist eine Windows-Anwendung. Sie basiert auf dieser Technologie und ist zu handhaben wie andere Windows-Programme.

Ein Versuch kann mit verschiedenen, individuell wählbaren Einstellungen und Messsystemen durchgeführt werden. Die Messdaten *Anzahl Skalenteile* α mit der *Drehzahl* n als Parameter werden in Abhängigkeit von der Zeit $\alpha(t)$ aufgenommen und so gespeichert. Sie können während der Messung oder später in dieser Form ausgegeben werden. Je nach Bedarf kann eine Auswertung dieser Daten erfolgen. Zur Ermittlung einer Fließkurve in Form von $\bar{\alpha}(n)$ bzw. $\tau(\dot{\gamma})$ werden die letzten 20 Messwerte jeder Versuchsreihe gemittelt. Mit der Grafik $\tau(\dot{\gamma})$ wird gleichfalls $\eta(\dot{\gamma})$ ausgegeben. Voraussetzung für diese Rechenoperationen ist eine sachgerechte Eingabe der Positionsdaten der verwendeten Messzelle. Das Bearbeiten beeinflusst die gespeicherten Messwerte nicht.

Unabhängig von den vorgesehenen Routinen besteht die Möglichkeit, die Messwerte zu speichern, zu exportieren oder auszudrucken.

Die Software taugt nicht nur für die Arbeit mit den konventionellen, teils genormten Messzellen, sondern ist auch geeignet für Untersuchungen mit beliebigen Rührsystemen.

Wandlerkabel + Software = RheoDigital

Die Arbeit mit *RheoDigital* erfordert keine Veränderungen im gewohnten Versuchsbetrieb (entsprechend Bedienungsanleitung des jeweiligen Messgeräts). Anstelle der visuellen und manuellen Messwertaufnahme steht nun die computergestützte. Damit erfolgt eine präzisere Messwertaufnahme und gleichzeitig wird eine wesentlich schnellere Weiterverarbeitung der vielfältigen Daten ermöglicht.

Ziel bei der Entwicklung von *RheoDigital* war es u.a. auch, eine praktikable Lösung zu finden, die vorhandene Technik ohne weiteres zu nutzen. Aus dieser Sicht resultieren folgende Systemanforderungen:

- PC mit Betriebssystem Windows 95 oder höher
- Prozessortaktfrequenz mindestens 80 MHz (300 MHz empfohlen)
- Freier Speicherplatz auf der Festplatte > 3 MB

²⁾ Hinweis: Der Anschluss der Wandlerleitung am PC über eine Verlängerungsleitung ist nur bedingt möglich.

- RAM > 32 MB
- Serielle Schnittstelle (COM)

Der Einsatz von *RheoDigital* ist bei allen Rotationsviskosimetern des Typs RHEOTEST 2.x oder 3 bzw. der Baureihe RV ohne Änderungen am Gerät selbst oder dessen Messteil direkt möglich.

An Geräte anderer Hersteller kann *RheoDigital* angepasst werden.

Ausgewähltes Anwendungsbeispiel

Das Messteil eines RHEOTEST 2.1 wird mit Hilfe des Wandlerkabels an einen PC angeschlossen und *RheoDigital* installiert. Nach der Installation der Software müssen alle Geräte und Messzellen eigenen Konstanten aus dem vom Hersteller mitgelieferten Prüfschein unter dem Menüpunkt <Einstellungen> eingelesen werden. Weiterhin sollte die PC-Schnittstelle kontrolliert und angewählt werden. Ist die Arbeit mit Spezialmesszellen vorgesehen, ist gleichermaßen zu verfahren.

Die Auswahl der Messzelle erfolgt probenspezifisch entsprechend der Bedienungsanleitung des verwendeten Rotationsviskosimeters. Durch den Einsatz von *RheoDigital* wird diese in keiner Weise außer Kraft gesetzt. Vor und während jeder Messung ist entsprechend zu verfahren. In diesem Zusammenhang soll insbesondere auf die Nullpunkteinstellung verwiesen werden. Diese kann mit *RheoDigital* auf dem Bildschirm verfolgt und präzise vorgenommen werden.

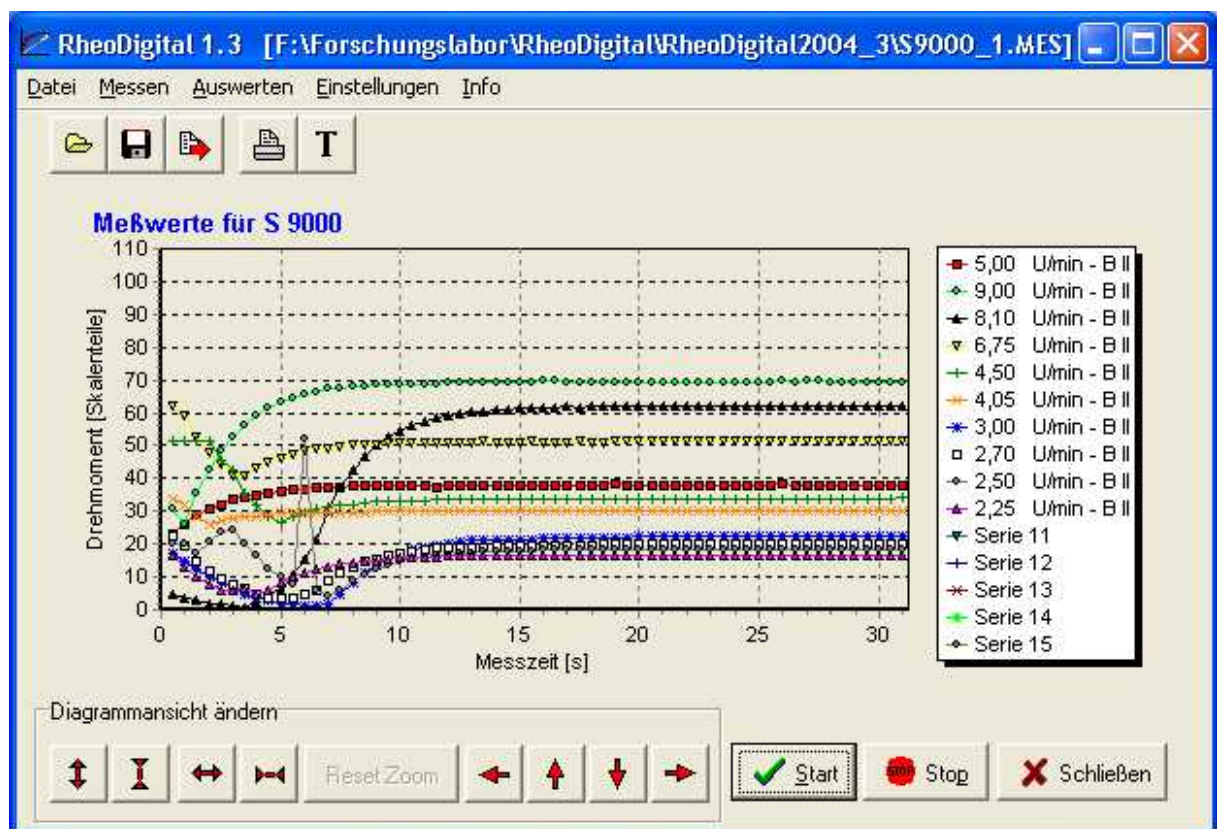


Abb.2 Bildschirm-Wiedergabe nach 10 verschiedenen Drehzahleinstellungen

Unter dem Menüpunkt <Messen> wird die spätere Protokollierung des Versuchs vorbereitet, vor allem wird die gewählte Gerätekonstellation: Messzelle, Messbereich und Drehzahl sowie die Versuchsdauer eingegeben. Mit der Bestätigung <ok> startet der erste Versuch. Je nachdem ob vor oder nach dem <ok> die Drehzahl verstellt wird oder wie träge das System ist, wird ein mehr oder weniger ausgeprägter Anlauf von $\alpha(t)$ registriert.

Jeder Versuch kann nach beliebiger Laufzeit gestoppt, wiederholt oder auch übersprungen werden. Nach Versuche kann mit den unter der Menüleiste liegenden Schaltern – siehe Abb.2 – eine Speicherung der Versuchsserie oder ein Export erfolgen. Auch kann die Grafik gedruckt werden. Der Schalter <T> ermöglicht, der Grafik ergänzenden Text bzw. sonstige Bemerkungen hinzuzufügen.

In Abb.2 ist der Bildschirmansicht nach mehreren Messserien abgebildet. Dieser Versuch ist bereits abgelegt; man erkennt dies an der Fenster-Überschrift, die auf Datei und Pfad verweist. Die Versuche wurden mit der Messzelle S/S1 und einer mit Öl vergleichbaren Probe durchgeführt. Die gewählten Drehzahlen werden in der Legende auf der rechten Bildschirmseite protokolliert.

Die Kurvenverläufe zeigen, dass wenigstens 15 s benötigt werden, bis der Einschwingvorgang in eine Messwertkonstanz übergeht. Auch nach einer solchen Zwischenspeicherung können weitere Messwerte aufgenommen werden, wenn dies erforderlich erscheint. Insgesamt 20 Messserien kann man in einem Versuch abarbeiten..

Nicht nur die Grafiken, sondern auch die Messwerte selbst, können gespeichert werden. Folgende Möglichkeiten gibt es:

- Speicherung der Messwerte eines Versuchs als Datendatei (Dateiendung *.MES)
- Exportieren der Messwerte im Textformat (Dateiendung *.MTX)
- Speichern der berechneten Auswertungsergebnisse in einer Datendatei (Dateiendung *.ERG)
- Speicherung der Auswertung $T(n)$ im Textformat (Dateiendung *.DTX)
- Speicherung der Auswertungen $\tau(\dot{\gamma})$ und $\eta(\dot{\gamma})$ im Textformat (Dateiendung *.STX)

Alle im Textformat abgelegten Daten sind mit jedem beliebigen Textprogramm aufruf- und lesbar. Sie stehen zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung.

Will man sofort einen Überblick über das Messergebnis erhalten, so gibt es unter Menüpunkt <Auswerten> mit programmeigenen Mitteln zwei Möglichkeiten. Einerseits kann man den Drehmomentverlauf $T(n)$ darstellen und damit eine erste Information über Messwertstreuung, Nullpunkt-treue und nicht zuletzt zum Habitus des untersuchten Fluids erhalten. Auch kann man diese Grafik als Kennlinie der Kombination Messzelle/Fluid deuten und auswerten. Für die bekannten, im Prüfprotokoll des Viskosimeters ausgewiesenen Messzellen besteht andererseits die Möglichkeit, die Fließkurve $\tau(\dot{\gamma})$ sowie $\eta(\dot{\gamma})$ zu ermitteln und darzustellen. Die zuletzt genannte Auswertungsvariante zeigt Abb.3 .

Im Gegensatz zu Abb.2 ist hier nicht die Bildschirmansicht sondern der Ausdruck des unter *.STX abgelegten Protokolls zu sehen. Der Grafik ist zu entnehmen, dass das untersuchte Fluid der NEWTON-Gruppe zugeordnet werden kann. Auch ist eine mittlere dynamische Viskosität

$\bar{\eta} \approx 7.700 \text{ mPas}$ ablesbar. Unter Einbeziehung aller Versuchspunkte erhält man exakt

$\bar{\eta} = 7.850 \text{ mPas}$ mit einer Streuung von $\begin{matrix} +2,5 \\ -3,1 \end{matrix} \%$ um diesen Wert.

Arbeitsthema / Auftrag :

Auftrag-Nr.: _____

Test Version 1.3

Probe: S 9000

Bearbeiter: GEV

Signum / Unterschrift: _____

Messreihe: A:\S9000_1.MES

Messsystem: Zylinder Typ S/S1

Datum : 30.10.04 15:06:36

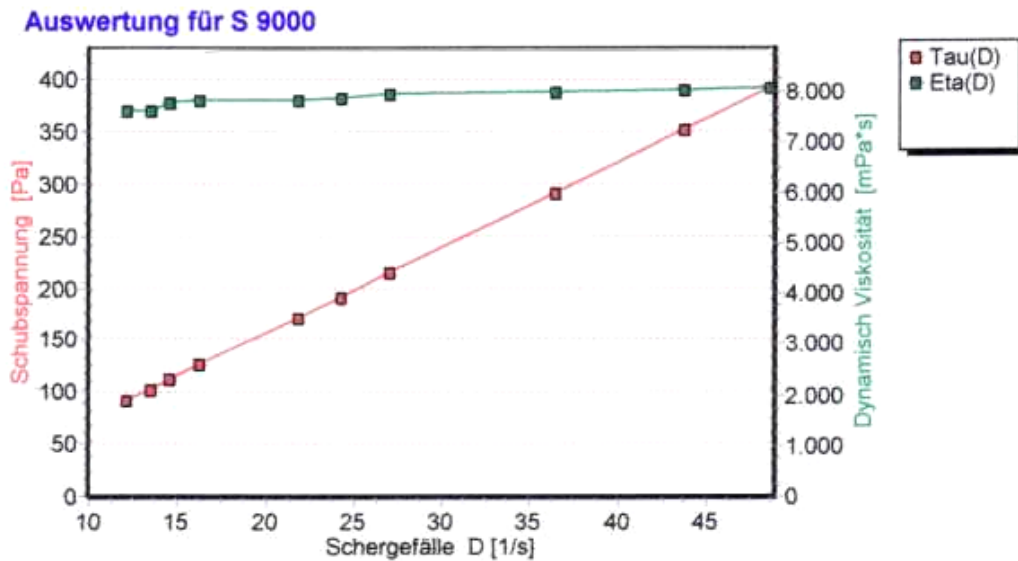


Abb.3 Auswertungsprotokoll zu Abb.2

Zusammenfassung

Mit Hilfe von *RheoDigital* besteht die Möglichkeit, bei Rotationsviskosimetern älterer Bauart den Messwertverlauf während der Messung auf dem Bildschirm eines PC zu verfolgen. Die Messwerte und Grafiken können gespeichert, exportiert und/oder ausgedruckt werden. Eine programminterne erste Auswertung liefert einen Überblick über die Messergebnisse und schafft die Basis für weitergehende gezielte Datenbearbeitung..

Mit der Beobachtung des Messwertverlaufes ist sehr schnell der stationäre Zustand der Messwertaufnahme zu erkennen. Damit besteht die Möglichkeit, die Messzeit zu optimieren, in bestimmten Anwendungsfällen aber auch reichlich genug zu bemessen. Besonders nützlich ist die Anwendung von *RheoDigital*, wenn Anfahrvorgänge aufgenommen werden müssen.

Zusammenstellung der verwendeten Bezeichnungen

| | | |
|----------------|--------------------|--------------|
| t | [s, min] | Zeit |
| T | [mNm] | Drehmoment |
| α | [Skalenteile] | Drehmoment |
| $\dot{\gamma}$ | [s ⁻¹] | Schergefälle |
| n | U/min | Drehzahl |