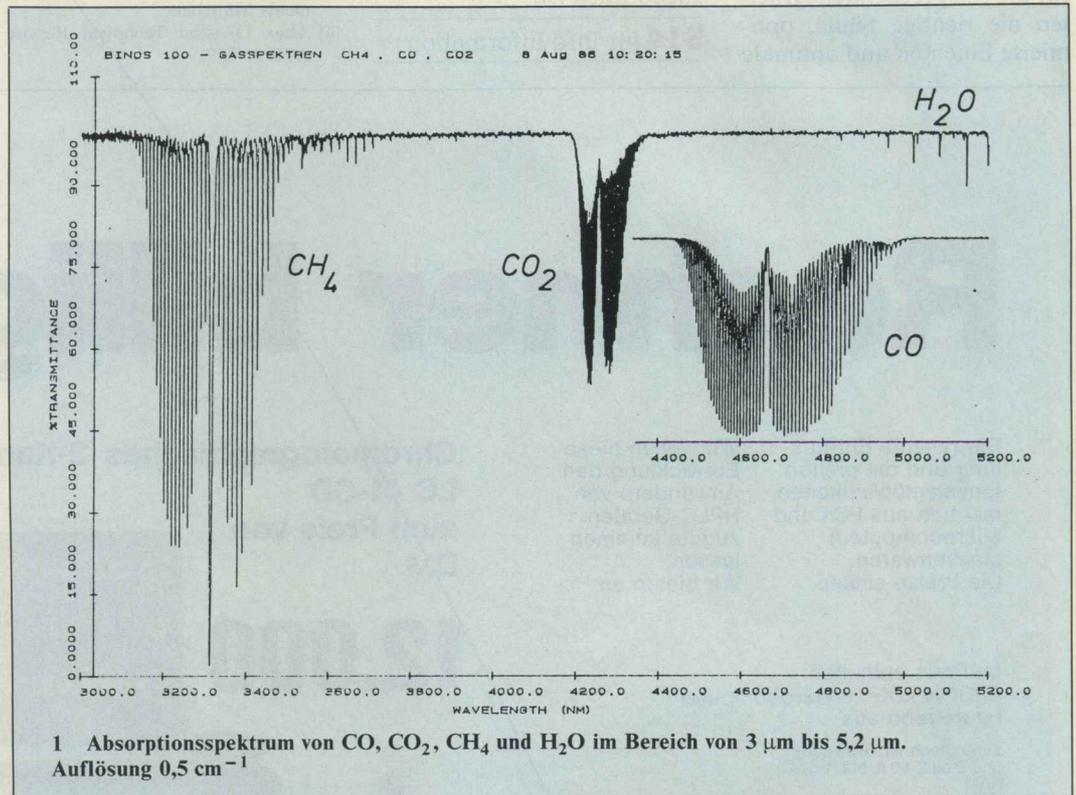


GERHARD WIEGLEB\*

# IR-Gasanalyse – jetzt mit Mikroprozessorsteuerung

Durch den Einsatz moderner Detektorsysteme (z.B. pyroelektrischer Halbleiterdetektor) und einer effektiven Ausnutzung einer Mikrokontroller-Einheit, die u.a. eine Temperaturfehlerrechnung durchführt und damit eine aufwendige Thermostatisierung erübrigt, ergeben sich infolge der konsequenten Anwendung der SMD-Technologie extrem günstige Modul-Eigenschaften. Insbesondere das Modul-Volumen und die Leistungsaufnahme konnten gegenüber konventionellen Aufbauten um bis zu einer Größenordnung reduziert werden, ohne daß eine Einschränkung in der Meßqualität zu verzeichnen wäre.



1 Absorptionsspektrum von CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und H<sub>2</sub>O im Bereich von 3 µm bis 5,2 µm. Auflösung 0,5 cm<sup>-1</sup>

**N**ichtdispersive Infrarot-Fotometer (NDIR) finden seit Jahrzehnten ein breites Anwendungsfeld im Bereich der Gasanalyse zur Messung von molekularen Verbindungen, die ein permanentes Dipolmoment besitzen. Typische Gase, die diese Eigenschaft erfüllen, sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH<sub>4</sub>) und die gesamte Palette der Kohlenwasserstoffe (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>). Charakteristische Anwendungsgebiete sind z.B.

- Rauchgasanalyse,
- Kfz-Abgaskontrolle,
- chemische Prozeßanalyse,

- medizinische Atemgas-kontrolle,
- wissenschaftliche Untersuchungen,
- Raumluftüberwachung.

Die Einsatzfähigkeit eines NDIR-Meßgerätes in diesen Anwendungsgebieten wird bei einer Vielzahl von Meßstellen vor allem durch die entstehenden Kosten bestimmt. Aus dieser Notwendigkeit eines breiten Einsatzgebietes heraus, wurde ein neuer NDIR-Gasanalysator (Binos 100) entwickelt, der sich mit seinem besonders günstigen Preis/Leistungsverhältnis in das bestehende BINOS-System [1, 2] einreicht.

**Meßprinzip und Aufbau**  
Bestimmte Gase, wie CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und CH<sub>4</sub> und

C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, die ein permanentes Dipolmoment besitzen, haben im infraroten Spektralbereich von 2 µm bis 12 µm mehr oder weniger ausgeprägte Absorptionsbanden (Bild 1). Diese Absorptionsbanden bestehen aus einer Vielzahl von Absorptionslinien, die jeweils einem definierten Übergang entsprechen [3, 4]. Da die Absorption der Strahlung direkt mit der Konzentration C verknüpft ist, läßt sich auf dieser fotometrischen Basis eine quantitative Analyse realisieren.

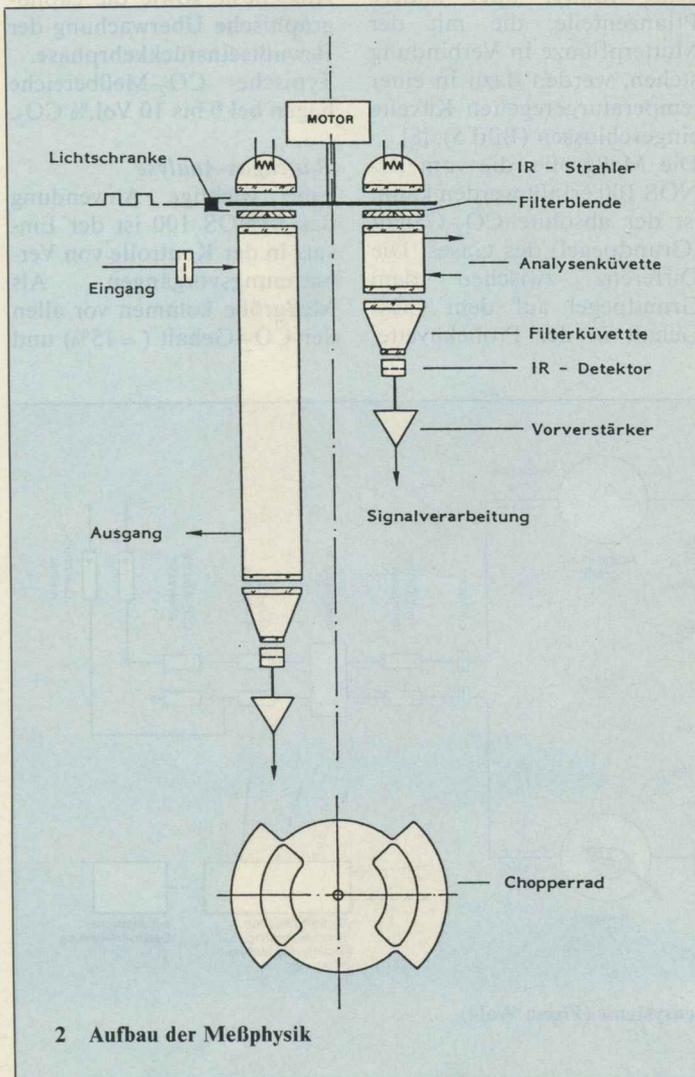
In Bild 2 ist der prinzipielle Aufbau des BINOS 100 [6] dargestellt. Die von dem IR-Strahler ausgehende Strahlung gelangt auf eine Filterblende, die zwei Interferenz-

filter unterschiedlicher Transmissionswellenlängen beinhaltet. Ein Filter liegt mit dem Transmissionsmaximum im Zentrum (ν<sub>0</sub>) der Absorptionsbande, während das zweite Referenzfilter für 3,9 µm sein Transmissionsmaximum hat. Diese beiden Filterhälften werden durch ein Chopperrad zeitlich nacheinander beleuchtet, so daß abwechselnd Meß- und Referenzstrahlung durch die Analysenküvette gelangt. Die Filterblende [5] ist so ausgelegt, daß in den Übergangsphasen (Wechsel zwischen Meß- und Referenzstrahlung) eine Reduzierung von unvermeidlichen Störsignalen erfolgt, die zu einer Begrenzung des Dynamikbereichs der nachfolgenden Elektronik führen.

\* G. Wiegleb, Leybold-Heraeus GmbH, Entwicklung Gasanalyse AGE 12, Wilhelm-Rohn-Straße 25, 6450 Hanau 1.

Hinter der Analysenküvette, die mit dem zu analysierenden Meßgas bestrahlt wird, befindet sich eine gasdicht verschlossene Filterküvette. Die Filterküvette erfüllt zwei Aufgaben, zum einen soll sie durch ihre Gasfüllung störende Spektralkomponenten, die zu Querempfindlichkeiten führen können, herausfiltern und zum anderen die IR-Strahlung auf einen kleinflächigen, pyroelektrischen Detektor konzentrieren [7]. Direkt im Anschluß an den Detektor befindet sich der Signalvorverstärker, der die kleinen Meßströme des Detektors von  $10^{-9}$  A in einen Spannungswert von etwa einem Volt umwandelt. Der gesamte Aufbau der Meßphysik, wie er in Bild 3 zu sehen ist, wird mit Hilfe einer

Halterung auf die Basisleiterkarte (BKS) montiert. Die Basisleiterkarte mit der integrierten Meßphysik wird dann in ein Profilgehäuse mit einer Schienenführung geschoben, an dem auch die Frontplatte (Folientastatur) und die Rückwand befestigt werden. Durch diese vorteilhafte Gehäusekonfiguration erhält man ein extrem kompaktes Modul, das sich in einem 19"-Baugruppenträger zu verschiedenen Meßsystemen kombinieren läßt (Bild 4). Die Bedienung (Programmierung) des Gerätes erfolgt über eine Folientastatur mit vier Eingabemöglichkeiten. Der Bediener wird hierbei durch Hinweise auf den vierstelligen Anzeigen geführt. Folgende Eingabemöglichkeiten lassen



# TRIO

Ein Integrator für alle Fälle —



## enorm preiswert von SES-Trivector

Programme für GC, HPLC, Kapillar GC, TLC, Ionenchromatographie und weitere interessante Programme wie **GPC, Multilevel Calibration und Subtraktion von zwei Chromatogrammen**. Ein „Link“ zum IBM-PC zwecks Übernahme von Ergebnissen in populäre MS-DOS Programme ist vorgesehen. TRIO kann als Datensystem mit Steuerung für viele analytische Geräte wie GC, HPLC, Ionenchromatographie eingesetzt werden. Bitte informieren Sie sich: Anruf oder Postkarte genügen.

TRIO ist als OEM-Produkt für alle Hersteller von Analysegeräten interessant. Wir fertigen auf Wunsch und im Auftrag kundenspezifische Software mit oder ohne Steuerung der Analysegeräte an.

### TRIO:

- Bildschirm mit hochauflösender Grafik (720 x 480 Bildpunkte)
- Bis 1 Mb Speicher für Rohdatenspeicherung
- Schnelle Reintegration der gespeicherten Rohdaten
- Auswahl grafischer Drucker oder Plotter
- Standard Interface RS 232 C für die Datenweitergabe

### Optionen:

- Link für IBM-PC. Eingebautes Interface für StarLAB/LIMS
- Multilevel Calibration 1. und 2. Grades
- Automatische Basislinien Subtraktion
- BBC BASIC, Bridged Calibrations, Peak Grouping, Statistik
- GPC Software
- Disk-Laufwerke von 1 Mb bis 40 Mb zur Auswahl
- TRIO-Netzwerke für die zentrale Verarbeitung

Sind Sie an einer unverbindlichen Vorführung in Ihrem Labor oder ausführlichen Unterlagen interessiert? Rufen Sie doch gleich an: 0 61 36/49 94 oder durch Einkreisen der Kenn-Nummer.

▲ Weitere Informationen über Kennziffer 8

# TRILAB 2000



## Das universelle Datensystem für die Chromatographie und chem. Analysen

leicht bedienbar · viele Einsatzmöglichkeiten

### Software

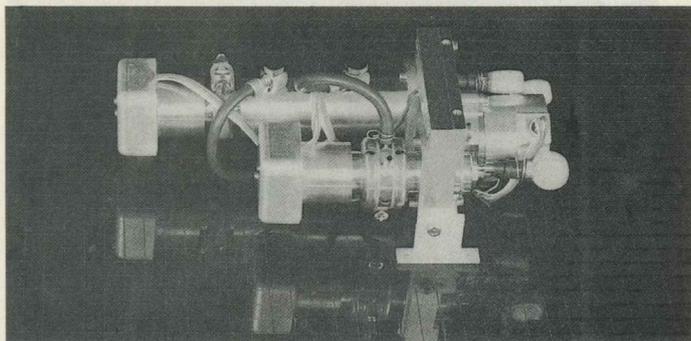
Durch seine jahrelange und vielseitige Erfahrung in Verbindung mit Datenverarbeitung im Laborbereich kann SES-TRIVECTOR eine breite Palette von zusätzlichen Programmen für TRILAB-Benutzer anbieten. Einige Beispiele sind:

- Multi-Level-Kalibration
- Wirkstofffreisetzung
- Simulierte Destillation
- C. Flow F.I.A.
- Gelpermeations-Chromatographie (GPC)
- CP/M Programme
- Differenzbildung und Vergleich von Chromatogrammen

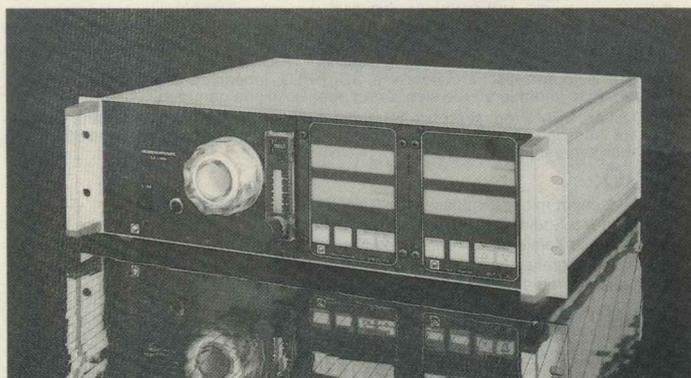
▲ Weitere Informationen über Kennziffer 9

Information und unverbindliche Vorführungen in Ihrem Labor durch:  
**SES** GmbH · Goldbergstr. 5 – 7 · 6501 Nieder-Olm/Mainz  
 Telefon 0 61 36/49 94 · Telex 4 187 169 ses d  
 Offizieller Vertreter für die BR Deutschland, Österreich und die Schweiz

Wir stellen aus ILMAC '87, vom 20. – 23. 10. 87,  
 Halle 331, Stand 383



3 BINOS 100 Meßphysik mit zwei Kanälen



4 Integration von zwei BINOS-Geräten in einem Meßsystem

sich vom Bediener manipulieren.

- Nullpunktskalibrierung im Kanal 1 + 2,
- Empfindlichkeitskalibrierung im Kanal 1 + 2,
- Eingabemöglichkeit für den Automatikbetrieb,
- Zeitintervall für den Nullabgleich (Automatik 0–24 h, Eingabe in min),
- Eingabe der Grenzweite für Kanal 1 und Kanal 2,
- Eingabe des aktuellen Luftdrucks (Barokorrektur),
- Eingabe eines konstanten Offsets (Meßbereichsunterdrückung),
- Halten der Meßwerte beim Abgleich,
- Datenübertragungsrate für die Schnittstelle (Option),
- Eingabe der Dämpfung des Meßsignals (1 s bis 15 s),
- Stromausgang des Meßsignals auf „Life-Zero“ (4–20 mA) ändern,
- Spülzeit (0–99 s) während der Abgleichphasen (Automatik).

Durch die Programmiermöglichkeit des BINOS 100 wird ein vollautomatischer Betrieb des Gerätes möglich. Dazu ist allerdings eine weitere Moduleinheit (Magnetventile,

Treiber, usw.) notwendig, die als NVE 01 in einem 1/4"-Gehäuse untergebracht ist.

### Anwendungen

Durch die Kompaktheit (1/4" 19"-Gehäuse/4000 cm<sup>3</sup>) des BINOS 100 ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Industrie und Forschung. Energieeinsparung, Personenschutz und Qualitätssicherung stehen dabei im Vordergrund. Anhand einiger typischen Applikationen soll dies verdeutlicht werden.

### Pflanzenphysiologie

Wichtige Informationen über das Pflanzenwachstum und deren Verträglichkeit mit Umweltgiften lassen sich anhand der CO<sub>2</sub>-Aufnahme und der Transpiration erhalten. Einzelne Blätter oder andere Pflanzenteile, die mit der Mutterpflanze in Verbindung stehen, werden dazu in einer temperaturgeregelten Küvette eingeschlossen (Bild 5), [8].

Die Meßgröße, die vom BINOS 100 erfaßt werden kann, ist der absolute CO<sub>2</sub>-Gehalt (Grundpegel) des Gases. Die Differenz zwischen dem Grundpegel auf dem CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Probeküvette,

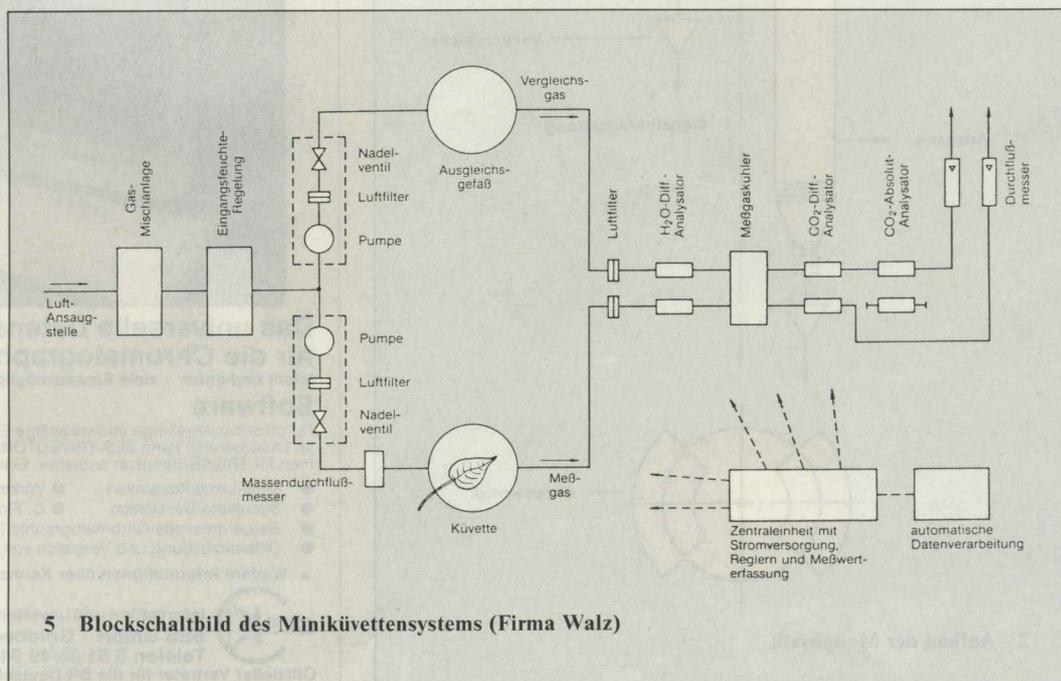
die ebenfalls mit dem zweiten Kanal des BINOS 100 gemessen wird, ist dann ein Maß für die Aktivität der Pflanze. Meßsysteme dieser Art werden als Porometer bezeichnet. Anstelle der eingeschlossenen Pflanzenteile lassen sich auch Insekten auf ihre Atmungsaktivität hin untersuchen [9].

### Medizintechnik

In der medizinischen Diagnose erhält die Capnographie zunehmende Bedeutung, da sie eine aussagekräftige Information über Körperreaktionen oder den Kreislaufzustand gibt. Die zeitliche Aufzeichnung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes, den der Patient ausatmet, wird als Capnogramm bezeichnet. Die Anwendung bezieht sich in erster Linie auf die Lungenfunktionsmessung (z.B. Sportmedizin) und die Anästhesie sowie die capnographische Überwachung der Bewußtseinsrückkehrphase. Typische CO<sub>2</sub>-Meßbereiche liegen bei 0 bis 10 Vol.% CO<sub>2</sub>.

### Rauchgas-Analyse

Eine wichtige Anwendung des BINOS 100 ist der Einsatz in der Kontrolle von Verbrennungsvorgängen. Als Meßgröße kommen vor allen der CO<sub>2</sub>-Gehalt (≠ 15%) und



5 Blockschaltbild des Miniküvetten-Systems (Firma Walz)

der CO-Gehalt ( $\leq 1000$  ppm) zum Tragen.

Anhand dieser Werte läßt sich der optimale Betriebszustand einer Heizanlage oder eines Verbrennungsmotors einstellen. Die zulässigen Emissionsgrenzwerte werden zudem auch noch durch den Gesetzgeber (TA-Luft) vorgegeben.

Eine wichtige Voraussetzung, die für eine einwandfreie Messung erfüllt werden muß, ist eine zuverlässige Gasaufbereitung, des Rauchgases [1]. Entsprechende Zusatzkomponenten wie Staubfilter, Absorber, Gaskühler usw. werden daher vom Gerätehersteller für die jeweilige Anwendung empfohlen.

#### MAK-Überwachung

Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatz-Konzentration)

ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die acht Stunden pro Tag bzw. 42 Stunden je Woche vorliegen darf, [10]. Die MAK-Werte von  $\text{CO}_2$  liegen bei 5000 ppm und für CO bei 30 ppm. Bei den Kohlenwasserstoffen sind die MAK-Werte sehr unterschiedlich und liegen zwischen 1 ppm und 1000 ppm. Innerhalb der Meßbereichspalette des BINOS 100 sind daher einige wichtige MAK-Überwachungen möglich. Eine wichtige MAK-Messung ist die  $\text{CO}_2$ -Messung der Atemluft in Tauchglocken.

Bei dieser Applikation muß allerdings der aktuelle Kammerdruck mitberücksichtigt werden, da in diesem Fall der

Partialdruck die entscheidende Größe darstellt.

#### Fazit

Die Infrarot-Gasanalyse stellt eine wichtige Methode in der instrumentellen Analytik dar, die jetzt durch den  $\mu\text{P}$ -Einsatz wesentlich erweitert werden konnte. Mit dem BINOS 100 steht nun ein Meßgerät zur Verfügung, mit dessen Hilfe eine Vielzahl von Applikationen möglich wurden. Einige davon sind in diesem Artikel beschrieben. Durch die langjährige Erfahrung des Geräteherstellers wurden in Zusammenarbeit mit Anwendern ständig neue Einsatzmöglichkeiten erschlossen. Gerade der Modulcharakter dieser neuen Gerätegeneration ermöglicht die Lösung von speziellen Kundenproblemen.

#### Schrifttum

- [1] Wiegleb, G., Mook, K.: Rauchgasanalyse mit BINOS-System J 521-8. Technisches Messen 50 (1983), H11 (423–428).
- [2] Wiegleb, G.: Gasanalytensystem für erhöhte Prozeßtemperaturen. Technisches Messen 51 H. 11 (385–393) J 521-9.
- [3] Herzberg, G.: Einführung in die Molekülspektroskopie. Steinkopf-Verlag, Darmstadt (1973).
- [4] Kessler, G.: Absorption ultraroter Strahlung in hintereinanderliegenden Gasschichten und ihre Bedeutung für fotometrische Analysenverfahren. Dissertation 1967/TU Clausthal.
- [5] Modlinski, U.: Deutsche Patentanmeldung P 3638787.8 (1986).
- [6] Wiegleb, G.: Deutsche Patentanmeldung P 3544015.5 (1985).
- [7] Schneider, R.: Deutsche Patentanmeldung P 3700580.4 (1987).
- [8] Druckschrift 1.201 (1984) H. Walz/Effeltrich.
- [9] Kestler, P.: Private Mitteilung.
- [10] DFG-Mitteilung XXII (1986) MAK – Werte – Liste.

**428** für Ihre Information