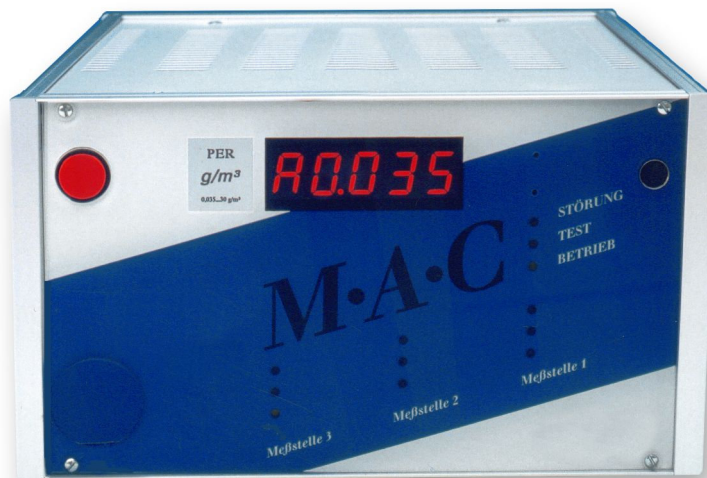
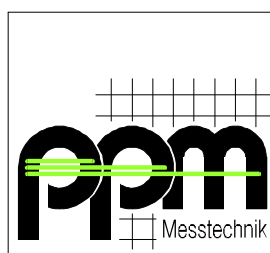


# BEDIENUNGSANLEITUNG

## Konzentrations-Messgerät M.A.C 2040



Überarbeitete Ausgabe April 2007  
Änderungen vorbehalten





# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemein .....</b>	<b>1</b>
1.1 Hinweise.....	1
1.2 Transport/Lagerung/Auspacken .....	1
<b>2. Gerätebeschreibung.....</b>	<b>2</b>
2.1. Geräteaufbau .....	2
2.1.1. Frontseite.....	2
2.1.2. Rückseite.....	3
2.1.3. Seitenansicht.....	3
2.2. Funktionsbeschreibung .....	4
2.2.1. Meßverfahren .....	4
2.2.2. Sensor-Funktionsbeschreibung.....	5
2.2.3. Geräte-Schema .....	6
2.2.4. Geräte-Funktionsbeschreibung.....	7
2.3 Werksseitige Einstellungen.....	8
2.4 Benutzer-Einstellungen.....	8
2.4.1. Einstellung Uhrzeit / Datum.....	8
2.5. Technische Daten .....	10
<b>3. Aufstellung, Installation .....</b>	<b>11</b>
3.1. Aufstellung .....	11
3.2. Installation zur Anlagensteuerung.....	11
3.2.1. Vorbereitung an der Maschine.....	11
3.2.2. Meßgerät .....	12
<b>4. Inbetriebnahme.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Betrieb.....</b>	<b>14</b>
5.1 Geräte-Selbsttest .....	15
5.2 Aufheizphase .....	15
5.3 Nullpunktmessung.....	16
5.4 Automatischer Meßbetrieb.....	18
5.5 Extern gesteuerter Meßbetrieb .....	18
5.6 Meßvorgang .....	19
<b>6. Betriebsstörungen.....</b>	<b>22</b>
6.1 Meldungen am Gerät .....	22
6.1.1. Warnmeldungen .....	22
6.1.2. Störmeldungen.....	23
6.2 Kommunikationsfehler zwischen Meßcomputer und Maschine.....	27
6.2.1 Fehler auf Maschinenseite.....	27
6.2.2. Fehler im Verbindungskabel .....	28
6.2.3. Fehler am Meßgerät - Interface-Baugruppe.....	28
<b>7. Wartung.....</b>	<b>29</b>
7.1 Allgemeines .....	29
7.2 Wechsel des Aktivkohlefilters .....	29
7.3 Wechsel der Meßgasfilter (Staubfilter).....	31
7.4 Wechsel der Gerätesicherungen .....	32
7.4.1 Sicherung Netzteileinschub.....	32
7.4.2 Sicherung MG/MIF-Einschub .....	33
7.4.3 Sicherung Druckereinschub (Option V214) .....	34
7.5 Nachkalibrierung.....	34

<b>8. Optionen.....</b>	<b>35</b>
8.1 Integrierter Matrixdrucker (V214/V226).....	35
8.1.1 Ausdruckmöglichkeiten .....	35
8.1.2 Wechseln von Papierrolle und Farbband.....	36
8.2 Parallele Schnittstelle V216.....	38
8.3 Serielle Schnittstellen .....	39
8.3.1 RS-232C Schnittstelle V105.....	39
8.3.2 RS-485 Schnittstelle V106 .....	40
8.4 Analog-Ausgänge.....	41
8.4.1 Option V218/V219 - analoger Schreiberausgang 0-20mA / 4-20mA .....	41
8.4.2 Option V220 - analoger Schreiberausgang 0-10V .....	43
8.5 Option V230 - Zusätzlicher Datenspeicher (SRAM Speicherkarte).....	43
8.5.1 Abspeicherung der Meßwerte.....	44
8.5.2 Ermitteln der belegten Speicherkapazität auf der Memory-Card.....	46
8.5.3 Auslesen und Löschen der Memory-Card.....	46
8.5.4 Wechsel der Lithium-Batterie .....	46

<b>Anhang A : Installation .....</b>	<b>a1</b>
1. Aufstellungsort.....	a1
2. Elektrischer Anschluß .....	a1
3. Meßgasanschluß.....	a2
4. Interfacekabel .....	a3
A1 : Zusammenschaltung Meßcomputer - Maschine.....	a4
A2 : Steckerbelegung Standard-Interfacekabel für M.A.C 2040 .....	a5
A3 : Standard-Interfacekabel zwischen M.A.C 2040 und Maschine.....	a6
A4 : Interfacebeschreibung M.A.C 2040 - Maschinensteuerung .....	a7
A5 : Steckerbelegung Maschineninterface M.A.C 2040 .....	a8

<b>Anhang B : Verfügbare Sensoren .....</b>	<b>a9</b>
---	-----------

<b>Anhang C : Umrechnung der Konzentrationseinheiten mg/m<sup>3</sup> ⇔ ppm .....</b>	<b>a10</b>
Definitionen :.....	a10
Umrechnung der Einheiten :.....	a10
Umrechnungstabelle.....	a10

# 1. Allgemein

## 1.1 Hinweise

Dieses Handbuch ist vor Inbetriebnahme des Gerätes sorgfältig zu lesen und die darin enthaltenen Anweisungen unbedingt einzuhalten.

**Die Nichtbeachtung der Anweisungen kann den Verlust von Ansprüchen aus Haftung und Gewährleistung zur Folge haben !**



Bedeutung der Symbole, die in diesem Bedienungshandbuch verwendet werden :



: Warnungen



: besonders wichtige Hinweise zur Beachtung



: diese Aktionen unbedingt vermeiden

**STICHWORTE** sind in kursiver Schreibweise am rechten Rand aufgeführt

## 1.2 Transport/Lagerung/Auspacken

Beim Transport ist darauf zu achten, dass das Gerät stets gegen zu starke Stöße und Erschütterungen geschützt wird. Der Gerätetransport ist grundsätzlich nur im Originalkarton mit den speziellen Dämpfungselementen durchzuführen.

Bei längerer Lagerung des Gerätes ist dieses in eine Plastikhülle zu verpacken, in der ein Silicagel-Beutel das Gerät vor Feuchtigkeit schützt. Während der Lagerung oder des Transportes darf der Temperaturbereich von -10°C bis +60°C nicht über-, bzw. unterschritten werden.

**TRANSPORT-  
SCHADEN ?**

Sofort nach dem Auspacken ist das Gerät auf äußere Beschädigungen, die z.B. durch den Transport hervorgerufen worden sein könnten, zu untersuchen. Liegen solche vor, ist unverzüglich der Lieferant zu verständigen; das Gerät darf nicht eingeschaltet werden.

## 2. Gerätebeschreibung

### 2.1. Geräteaufbau

#### 2.1.1. Frontseite

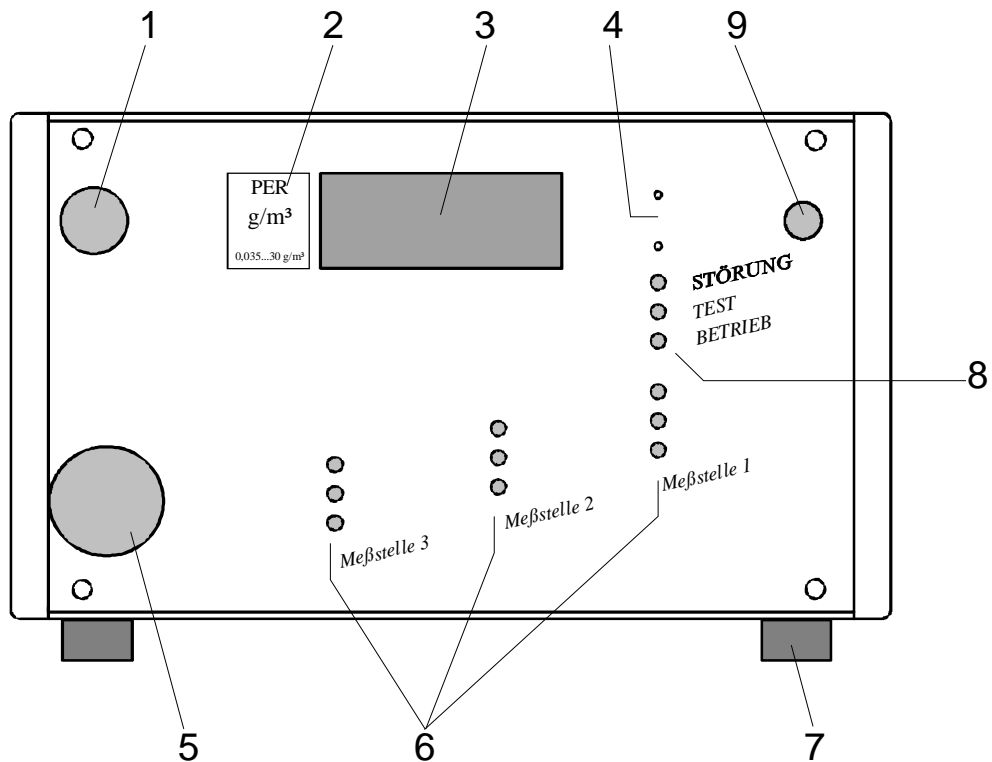
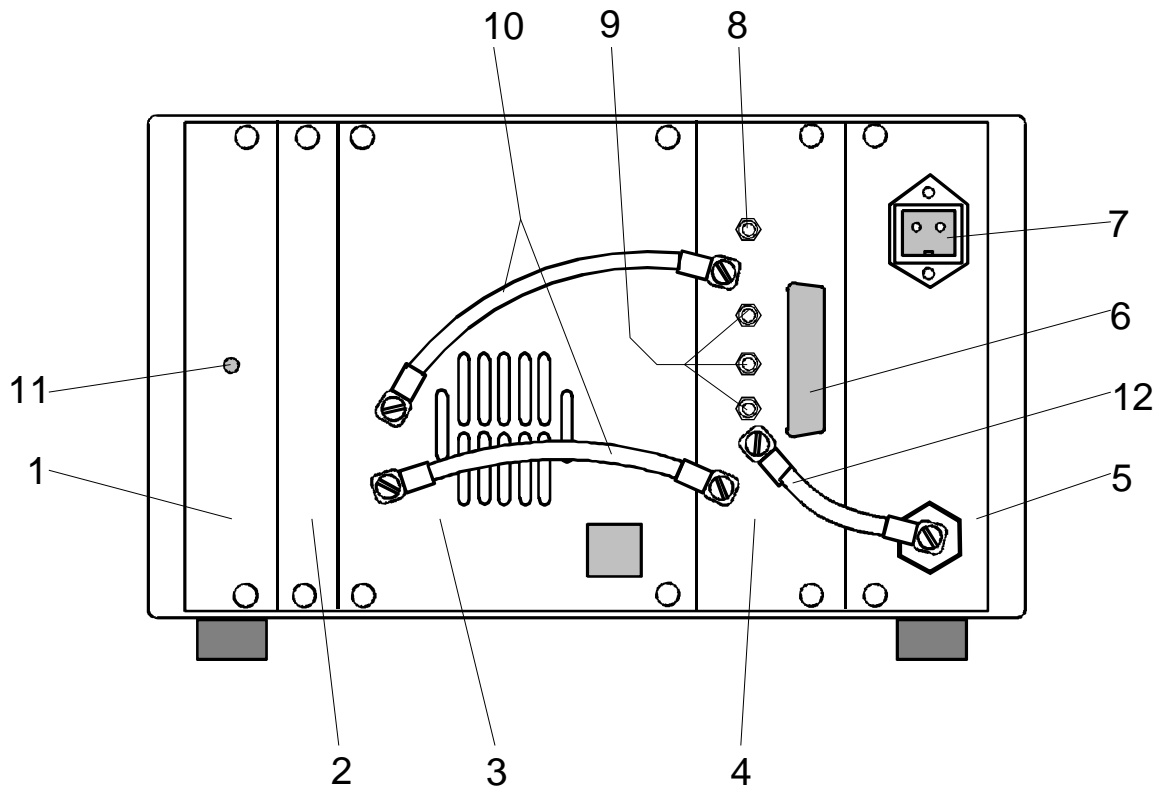


Abb. 1 Frontseite

- 1 Netzschalter
- 2 Schild m. Stoffangaben und Messbereich
- 3 LED-Digital-Anzeige
- 4 Taster (f. Einstellungen)
- 5 Abdeckung Aktivkohlefilter
- 6 LED-Ampeln Messstellen
- 7 Gerätefuß
- 8 Gerätestatus-Anzeige
- 9 Service-Schnittstelle

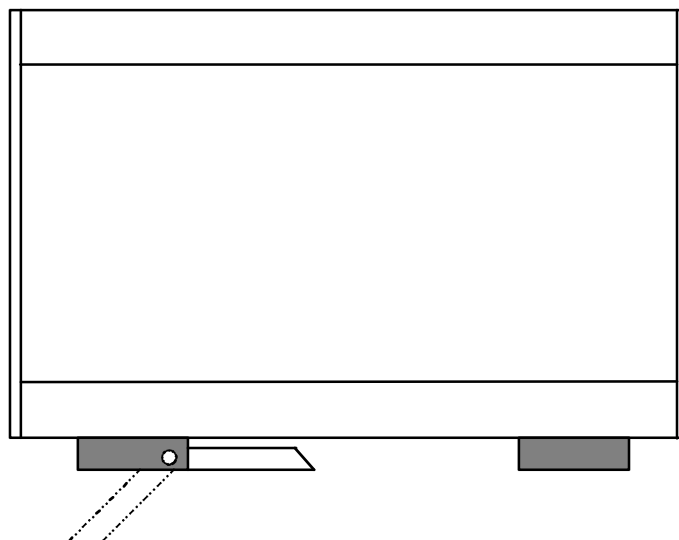
## 2.1.2. Rückseite



**Abb. 2 Rückseite**

- |   |  |
|---|--|
| 1 CPU-Einschub  | 6 SUB-D-Stecker Maschinen-Interface    |
| 2 Optionsbaugruppe<br>(Analogausgang, parallele Schnitt-<br>stelle)<br>oder Blindplatte | 7 Steckdose für Netzkabel              |
| 3 Sensor-Einschub   | 8 Messgas-Auslass                      |
| 4 MG/MIF-Einschub   | 9 Messgas-Einlässe (1...3)             |
| 5 Netzteil-Einschub   | 10 Verschlauchung MG/MIF - Sensor      |
|   | 11 Reset-Taster                        |
|   | 12 Verschlauchung MG/MIF-A-Kohlefilter |

## 2.1.3. Seitenansicht



**Abb. 3 Seitenansicht**

## 2.2. Funktionsbeschreibung

### 2.2.1. Messverfahren

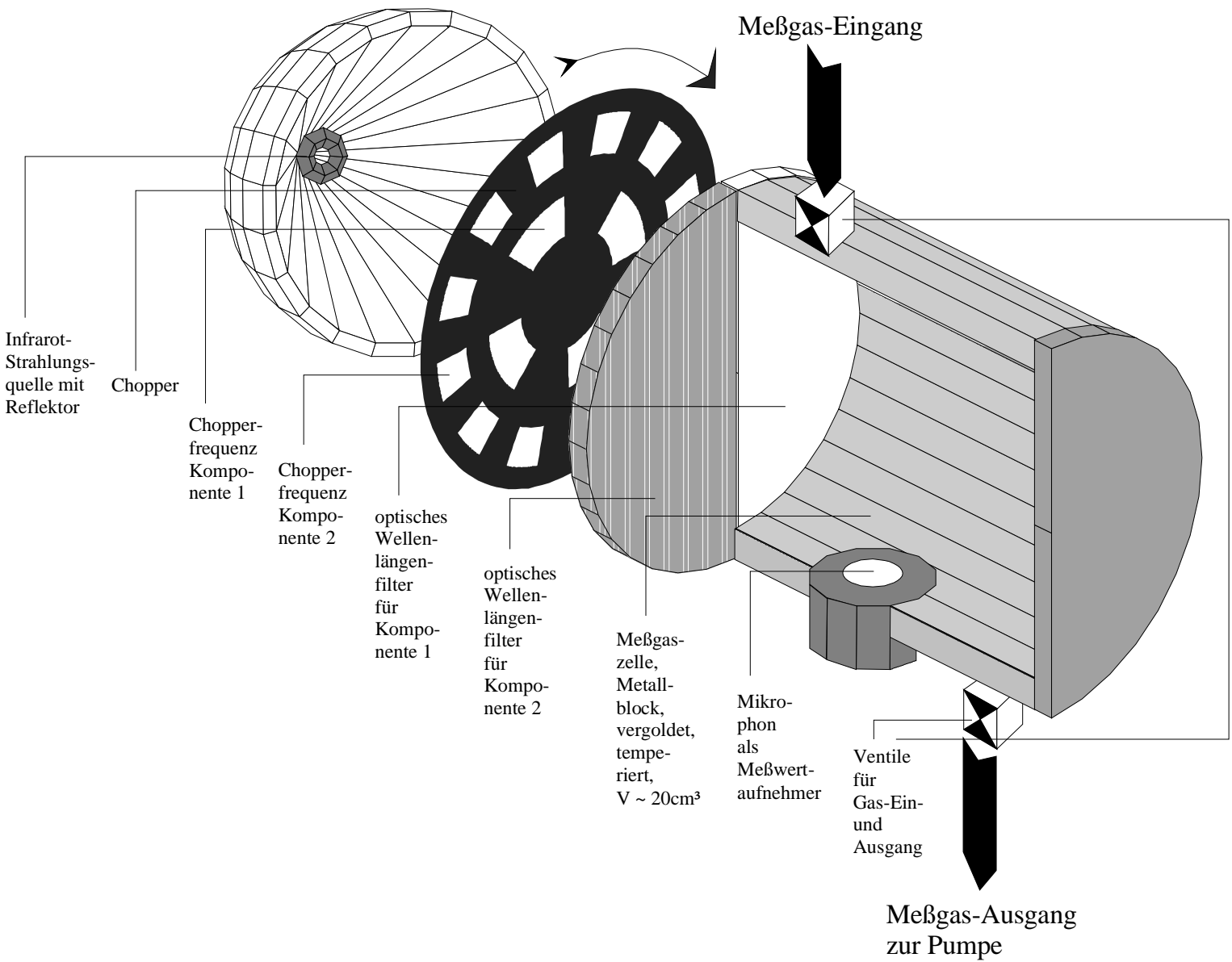


Abb. 4 Messverfahren



### 2.2.2. Sensor-Funktionsbeschreibung

In den Geräten des Typs M.A.C 2040 wird ein Sensor, der nach dem Prinzip der

#### **Infrarot-Photoakustik**

arbeitet, verwendet. Es wird dabei die physikalische Eigenschaft vieler Gase ausgenutzt, auf elektromagnetische Wellen (z.B. infrarote Strahlung) einer (oder mehrerer) für jedes Gas spezifischen Wellenlänge(n) zu reagieren und diese Energie aufzunehmen. Durch Ausnutzung eines Nebeneffektes dieses Vorganges kann ein Messmikrofon als Messwertaufnehmer verwendet werden. Das Verfahren wird nachfolgend näher beschrieben.

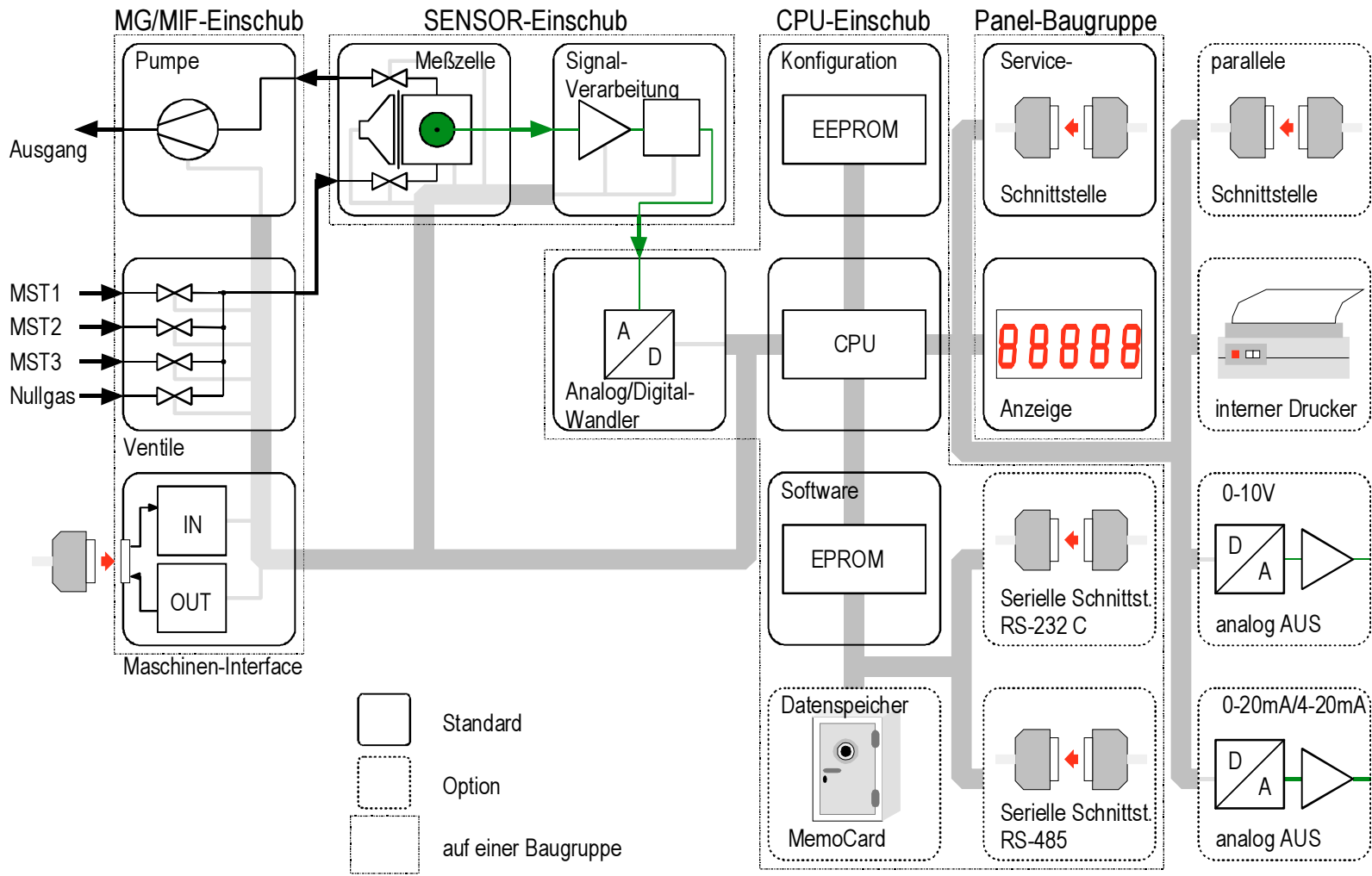
#### *PRINZIP*

Eine Infrarot-Strahlungsquelle gibt in einem weiten Wellenlängenbereich IR-Strahlung ab. Zwei optische Filter lassen von dem Spektrum der Strahlungsquelle nur zwei definierte Wellenlängen mit kleiner Bandbreite durch. Diese zwei Wellenlängen sind jeweils charakteristisch für die zu bestimmenden Gaskomponenten 1 und 2. Die Gaskomponenten absorbieren bei diesen Wellenlängen IR-Strahlung. Eine rotierende Blende (Chopper) zwischen Strahlungsquelle und Messgaszelle lässt die IR-Strahlung periodisch (Rechtecksignal) auf das Messgas einwirken. Durch die in der Abbildung gezeigte Ausführung des Choppers wird erreicht, dass je Gaskomponente eine andere Unterbrechungszeit (Frequenz) entsteht. Dadurch lassen sich die Mess-Signale dem jeweiligen Gas zuordnen.

Wenn für die Wellenlängen der optischen Filter sensitive Moleküle in der Messkammer sind, werden diese durch die periodischen Strahlungsimpulse angeregt, d.h. sie nehmen Energie auf und erwärmen kurzzeitig das Gas in der Messkammer, solange der Chopper Strahlung durchlässt. Das Gas kühlt jedoch sofort wieder ab, wenn die Strahlung durch den Chopper unterbrochen wird. Dadurch entstehen in der (geschlossenen) Messkammer Druckimpulse, deren Intensität proportional zu der vorhandenen Gaskonzentration ist. Diese Druckimpulse werden von dem Messmikrophon in elektrische Signale umgesetzt.

Die Auswerteelektronik filtert und verstärkt die überlagerten elektrischen Mess-Signale und ermittelt aus einer Vielzahl von Einzelmessungen einen Gesamtwert, getrennt für jede Gaskomponente. Aus diesen Werten werden über die für jeden Sensor charakteristischen Kalibrierfunktionen (geräteintern abgelegt in der Konfigurationsdatei) die Konzentrationen der Komponenten 1 und 2 errechnet. Die Messergebnisse (Konzentrationen) werden dann angezeigt und können ausgedruckt, übertragen und gespeichert werden.

Abb. 5 Geräte-Schema



2.2.3. Geräte-Schema

#### 2.2.4. Geräte-Funktionsbeschreibung

Die Geräte des Typs M.A.C 2040 sind vorwiegend vorgesehen zur Messung von Gaskonzentrationen in Anlagen und Arbeitsräumen. Sie sind mit 1 bis 3 Messgasanschlüssen ausgerüstet, die entweder durch die Geräte-Software automatisch oder von einer externen Steuerung (Anlagen-/Maschinensteuerung) angewählt werden können. Die Grenzwerte der einzelnen Messkanäle können entsprechend den jeweiligen Anforderungen unabhängig voneinander eingestellt werden. Zur Messung der Gaskonzentration an dem aktuell angewählten Messkanal wird durch eine geräteinterne Membranpumpe über ein Staubfilter und die Messgasleitung das zu analysierende Gas in den Sensor gesaugt (aktive Probenahme). Die an der Messkammer angebrachten Ventile werden geschlossen. Während des Messvorgangs, der standardmäßig ca. 10 Sekunden dauert, wird eine große Anzahl von einzelnen Messwerten integriert. Das Resultat wird laufend auf der Anzeige ausgegeben und mit dem für den aktuellen Messkanal gültigen Grenzwert verglichen. Nach Ende des Messvorgangs wird die Messkammer wieder gespült, anschließend ein neuer Messvorgang ausgelöst, u.s.w.

Der gesamte Zyklus dauert standardmäßig ca. 20 Sekunden. Eine Bewertung des Vergleiches Grenzwert / Messwert erfolgt jedoch erst nach einer von der Gerätesoftware vorgegebenen Zeit, um Fehlbewertungen durch kurzzeitige Konzentrationsschwankungen zu vermeiden. Ergibt die Bewertung eine Unterschreitung des Grenzwertes, wird dies der angeschlossenen Anlagen-/Maschinensteuerung durch Schließen eines messkanalbezogenen potentialfreien Relaiskontaktes mitgeteilt. Auf der korrespondierenden „Ampelanzeige“ wird „Grenzwert unterschritten“ signalisiert (grüne Signalleuchte). Bei Grenzwertüberschreitung erfolgt keine Kontaktgabe, die „Ampel“ zeigt rot. Wird der aktuelle Messkanal in diesem Zustand verlassen, gibt das Gerät optisch und akustisch Alarm, ein Alarmkontakt wird geschlossen.

Ein eingebauter Drucker (Option) druckt automatisch beim Umschalten von einem Messkanal auf einen anderen (oder beim Umschalten von einem Messkanal in den Betriebsbereitschaftsmodus) die zuletzt gemessene Konzentration sowie die Bewertung in bezug zum eingestellten Grenzwert aus. Zusätzlich können auch die Konzentrationsmittelwerte über bestimmte Zeitintervalle gebildet und ausgedruckt werden. Mit einer Speicherkarte (Option) können diese Mittelwerte auch über lange Zeit gespeichert werden und einer Auswertung und Archivierung außerhalb des Gerätes zugänglich gemacht werden.

## 2.3 Werksseitige Einstellungen

Zur optimalen Abstimmung des Gerätes auf den vorgesehenen Einsatz können folgende Parameter der Gerätekonfiguration durch den Kunden bestimmt und werksseitig oder durch einen autorisierten Service eingestellt werden.

- Alarmschwellen (in g/m<sup>3</sup>)
- Betriebsmodus (extern gesteuerter oder automatischer Messbetrieb)
- zyklische Nullpunktmessung (aktiviert, nicht aktiviert, Zeitintervalle)
- Bezugstemperatur und -druck Standard: 0 °C und 1013 mbar
- Zykluszeiten der Messung Standard: 20 Sekunden

Für die Änderung von Betriebsmodus und/oder Zykluszeit ist der Austausch der Standardsoftware gegen eine spezielle Software nötig.

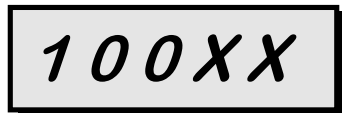
## 2.4 Benutzer-Einstellungen

### 2.4.1. Einstellung Uhrzeit / Datum

Rechts neben dem Display über der Störungsanzeige befinden sich hinter 2 kleinen Bohrungen in der Frontplatte Taster, die mit einem kleinen Schraubenzieher o.ä. zu betätigen sind (Abb. 1 Position Nr. 4). Damit können z.B. Uhrzeit und Datum eingestellt werden. Zu dieser Einstellung sind folgende Schritte durchzuführen:

- Gerät ausschalten
- Obere Taste gedrückt halten und Gerät einschalten

Am Display erscheint



1 = Modus "Stunden einstellen"      XX = Stunden

- mit der oberen Taste kann Stundenzahl von 00 bis 23 verändert werden
- Bestätigung der eingegebenen Stunde durch kurzes Drücken der unteren Taste

Danach erscheint am Display

A rectangular display box with a thick black border containing the text "200XX" in a bold, black, sans-serif font.

2 = Modus "Minuten einstellen"      XX = Minuten

- mit der oberen Taste können die Minuten von "00" bis "59" verändert werden
- Bestätigung der eingegebenen Minuten durch kurzes Drücken der unteren Taste

Danach erscheint am Display

A rectangular display box with a thick black border containing the text "300XX" in a bold, black, sans-serif font.

3 = Modus "Tag einstellen"      XX = Tag

- mit der oberen Taste den Tag von "01" bis "31" auswählen
- mit der unteren Taste die Eingabe bestätigen.

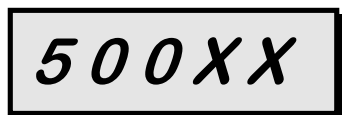
Danach erscheint am Display

A rectangular display box with a thick black border containing the text "400XX" in a bold, black, sans-serif font.

4 = Modus "Monat einstellen"      XX = Monat

- mit der oberen Taste den Monat von "01" bis "12" auswählen
- mit der unteren Taste die Eingabe bestätigen.

Danach erscheint am Display

A rectangular display box with a thick black border containing the text "500XX" in a bold, black, sans-serif font.

5 = Modus "Jahr einstellen"      XX = Jahr

- mit der oberen Taste das Jahr von "92" bis "10" auswählen (entsprechend der Jahreszahlen 1992 bis 2010)
  - mit der unteren Taste die Eingabe bestätigen.
- 
- Es folgen drei kurze Pieptöne, mit denen die eingegebenen Änderungen bestätigt werden.
  - Das Gerät startet normal.

## 2.5. Technische Daten

Abmessungen :	H x B x T ca.: 135 x 235 x 225 (mm), mit integriertem Drucker : B ca.: 320 (mm)
Gewicht :	ca. 4 kg
elektr. Anschluss :	230 V Wechselspannung, 50 Hz (115 V Wechselspannung, 60 Hz)
Leistungsaufnahme :	max. 45 W mit integriertem Drucker max. 65 W
Temperaturbereich :	Lagerung: ca. - 10°C bis + 60°C Betrieb: + 10°C bis + 40°C
Luftfeuchtebereich :	0 bis 95% r.F., nicht kondensierend
Digitalanzeige :	5-stellig, 7-Segment-LED-Anzeige
Messprinzip :	physikalisch, Infrarot-Spektroskopie, photoakustischer Sensor
Messbereiche :	Standard-Sensor :(E) : 0,5 g/m <sup>3</sup> - 6,0 g/m <sup>3</sup> bzw. ca. 70 ppm - 800 ppm <sup>(1)</sup> Optional-Sensor (N) : 35 mg/m <sup>3</sup> - 29,6 g/m <sup>3</sup> bzw. ca. 5 ppm - 4.000 ppm <sup>(1)</sup> Optional-Sensor (G) : 5 mg/m <sup>3</sup> - 8,9 g/m <sup>3</sup> bzw. ca. 1 ppm - 1.200 ppm <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Angaben für PER, bei 0°C, 1013 mbar

### 3. Aufstellung, Installation

#### 3.1. Aufstellung

*AUF-  
STELLUNGORT*

**Um die einwandfreie Funktion des Gerätes zu gewährleisten, sollte dieses an einem möglichst vibrationsfreien Aufstellungsort installiert werden. Um eine gute Luftzufuhr zur Kühlung des Gerätes sicherzustellen, muss eine Entfernung vom Gerät zu den umgebenden Wänden von mindestens 5 cm an allen Seiten eingehalten werden (siehe auch Kapitel 3.2.2).**



**Niederfrequente Schwingungen (bis 30 Hz) sind zu vermeiden.**



Das Gerät ist für einen Umgebungstemperaturbereich von +10°C bis +40°C spezifiziert. Kondensation von Luftfeuchtigkeit im Gerät ist zu vermeiden.

*FILTER*

**Zur Vermeidung einer Verschmutzung der Ventile und der Messkammer darf das Gerät nur mit geeigneten Filtern an allen Messstellen betrieben werden. Die Filter sind unmittelbar hinter den Ventilen an der Maschine bzw. an der Gasentnahmestelle anzubringen.**



Geeignete Filter sind so beschaffen, dass sie weder im Filterelement noch im Filtergehäuse Moleküle der zu messenden Gaskomponenten adsorbieren und eine Filterung von 5 Mikrometer Partikelgröße erlauben.

#### 3.2. Installation zur Anlagensteuerung

##### 3.2.1. Vorbereitung an der Maschine

Die Installation des Gerätes ist entsprechend den Anweisungen in **Anhang A** durchzuführen.

*LÄNGE DER  
MESSGAS-  
LEITUNGEN*

Es ist zu beachten, dass der Messcomputer für Messgasleitungen bis zu einer Länge von 5m PTFE-Schlauch (Durchmesser 4/2,5mm) eingestellt ist. Sollten andere Schlauchlängen oder -durchmesser erforderlich sein, so sind mit dem Hersteller die dafür nötigen Maßnahmen abzustimmen.

Die Kommunikation des Messgerätes mit der Maschinensteuerung erfolgt normalerweise über das Maschinen-Interface. Die Ein- und Ausgänge sind am Sub-D-Stecker (Geräterückseite) aufgelegt, siehe Abb.2, Position Nr. 6. Die Steckerbelegung sowie die Bezeichnungen der Signale sind in **Anhang A, Abb. A2, A4 und A5** dargestellt. Die Eingänge sind über Optokoppler galvanisch vom Messgerät getrennt. Die Ausgänge sind potentialfreie Relaiskontakte. Der Anschluss-Stecker wird über das Interfacekabel mit der Maschinensteuerung oder einer anderen Steuerung verbunden, siehe **Anhang A, Abb. A2 und A3**.

Die Kommunikation zwischen Messgerät und Maschinensteuerung kann auch über die serielle Datenschnittstelle RS-232C/ RS-485 erfolgen. Dafür ist der Austausch der Standardsoftware gegen eine spezielle Software nötig.

### 3.2.2. Messgerät

#### **Bei Einbau in Maschinen-Schalttafel o.ä.**

Der Einbauort des Gerätes ist so zu wählen, dass

1. die Umgebungstemperatur zwischen +10°C und +40°C liegt
2. die Vibrationen möglichst gering sind
3. eine einwandfreie Luftzufuhr zu den im Gerät eingebauten Lüftern gegeben ist.

**Bei Einbau des Gerätes ist darauf zu achten, dass ein Freiraum (Abstand zu anderen Geräten, Schaltschrankwänden, etc.) von mindestens 50 mm seitlich, oben und unten eingehalten wird. Nach hinten sollten mindestens 60 mm für den Steuerkabelanschluss und die Schläuche freibleiben.**



**Die Verminderung der Freiräume um das Gerät kann zur Überhitzung und damit zu Fehlfunktion oder Totalausfall des Gerätes führen!**



Die Installation des Gerätes ist entsprechend den Anweisungen in **Anhang A** durchzuführen.



### **Elektrischer Anschluss**

Die elektrische Versorgung für M.A.C 2040 muss folgende Anforderungen erfüllen :

Nennspannung:	115 / 230 Volt Wechselspannung (bei integriertem Drucker voreingestellte Versorgungsspannung beachten !)
Frequenz:	50 oder 60 Hz
elektrische Leistung:	max. 45 W ohne integrierten Drucker (mit integriertem Drucker max. 65 W)

**Prüfen Sie vor dem Anschluss des Gerätes, ob die Versorgungsspannung diese Anforderungen erfüllt und fachgerecht abgesichert ist. Bei falscher Versorgungsspannung kann die Gerätesicherung durchbrennen oder das Gerät beschädigt werden.**



### **VORSICHT HOCHSPANNUNG!**

**Sollte aus irgendwelchen Gründen das Gerät geöffnet werden, so ist in jedem Falle vorher der Netzstecker zu ziehen.**



### **Messgasanschlüsse**

Messgasauslass und -einlässe am M.A.C 2040 sind aus **Kapitel 2.1.2, Abb. 2, Position Nr. 8 und 9** zu ersehen. Einzelheiten zu den Messgasschläuchen, zum Einbau der Staubfilter und zur Messgasentnahme sind in **Anhang A** beschrieben. Der regelmäßige Austausch der Filter ist im **Kapitel 7, Wartung**, beschrieben.

**Falsche Installation der Filter und zu lange Wartungsintervalle führen zu Fehlfunktionen oder Schäden am Messgerät!**



**Zur Vermeidung einer Verschmutzung der Ventile und der Messkammer darf das Gerät nur mit entsprechenden Filtern betrieben werden. Die Filter sind unmittelbar hinter den Ventilen an der Maschine anzubringen!**



## 4. Inbetriebnahme

Stellen Sie vor dem Anschluss des Gerätes an das Netz sicher, dass die Versorgungsspannung den Anforderungen von **Kapitel 3.2.2.** entspricht.

**Vor Inbetriebnahme sind aus dem Gerät die Transportsicherung des Druckers, die Staubschutzkappen von den Messgas-Aus- und Eingängen zu entfernen sowie das Vorhandensein des Nullgas-Filters zu überprüfen.**



Schalten Sie danach das Gerät mit dem Schalter in der Frontplatte ein.

## 5. Betrieb

Nach dem Anschluss an die Versorgungsspannung und Einschalten des Gerätes führt das Gerät automatisch folgende Routinen durch, bevor der eigentliche Messbetrieb aufgenommen wird:

- **Selbsttest**
- **Aufheizphase**
- **Nullpunktmessung**

Nach Einschalten des Gerätes erscheint die Anzeige

**8.8.8.8.8.**

mit der die Durchführung des Paneltests angezeigt wird.

Durch die nachfolgende Anzeige

**00000**

wird ein kurzer Selbsttest signalisiert

und mit

**C0000**

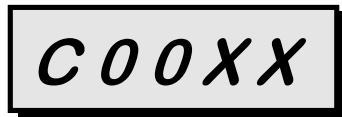
beginnt die Aufheizphase.

## 5.1 Geräte-Selbsttest

Während der Aufheizphase und der gesamten, normalen Betriebszeit (jedoch nicht im Passiv-Modus) führt das Gerät im Abstand von ca. 20 Sekunden einen Selbsttest durch, bei dem wichtige Gerätefunktionen überprüft werden. Dabei leuchtet jeweils kurz die Leuchte **Test** auf. Sollte eine Störung auftreten, wird die Aufheizphase oder die Messung unterbrochen und die wahrscheinliche Störungsursache als Fehlercode im Display angezeigt (siehe **Kapitel 6**, - Betriebsstörungen). Gleichzeitig ertönt ein akustischer und optischer Alarm (Blinken der Anzeige und der Störungs-Leuchte), der durch Drücken der Alarmquittungstaste (falls an der angeschlossenen Anlage realisiert) abgestellt werden kann oder nach 1 Minute automatisch erlischt. Im Fall einer Gerätestörung ist ein Neustart des Gerätes notwendig.

## 5.2 Aufheizphase

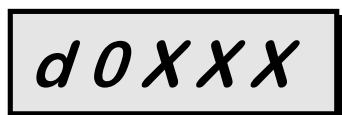
Die Messzelle im Sensor wird anschließend auf 53 °C aufgeheizt. Dies dauert bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20 °C ungefähr 15 Minuten. Die jeweils aktuelle Temperatur wird in °C angezeigt.



The image shows a rectangular display with a black border containing the text "CO0XX" in a stylized, handwritten font.

**XX** stellen die Temperatur dar. Nach Erreichen von 53°C wird vorsorglich 300 Sekunden (5 Minuten) weitergeheizt, um sicherzustellen, dass das gesamte Gerät gleichmäßig die gewünschte Betriebstemperatur angenommen hat.

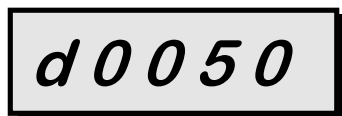
Ab dem Zeitpunkt, an dem Sensor-Betriebstemperatur erreicht wurde, wird im Display



The image shows a rectangular display with a black border containing the text "d0XXX" in a stylized, handwritten font.

angezeigt, wobei **XXX** die verbleibenden Sekunden bis zum Ende der Aufheizphase repräsentieren.

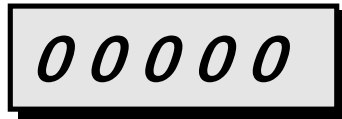
Bei Anzeige



The image shows a rectangular display with a black border containing the text "d0050" in a stylized, handwritten font.

werden die Sensorventile, das Nullgasventil und das Geräteauslassventil geöffnet und die Messgaspumpe eingeschaltet, um den Sensor während der verbleibenden 50 Sekunden zu spülen.

Anschließend erfolgt ein erneuter Selbsttest, Anzeige



Danach beginnt das Gerät mit der Nullpunktmessung.

### 5.3 Nullpunktmessung

Durch die Nullpunktmessung werden eventuelle Veränderungen der Sensorik kompensiert (z.B. Alterung der Infrarot-Strahlungsquelle) und damit die Nullpunktdrift eliminiert. Dabei wird die Umgebungsluft über den eingebauten Aktivkohlefilter ( Abb. 1, Position Nr. 5) oder ggf. einen externen Nullgas-Anschluss (s.u.) angesaugt und im Sensor gemessen. Da bei vorschriftsmäßiger Wartung des Nullpunktfilters der zu messende Stoff durch die Aktivkohle adsorbiert wird, ist die Stoffkonzentration im Sensor gleich Null.

**Um eine fehlerfreie Nullpunktmessung sicherzustellen, muss der Aktivkohlefilter regelmäßig gewechselt werden. Verbrauchte Aktivkohlefilter führen zu falschen Messergebnissen oder Fehleranzeige!**



*INTERNE  
MESSBEREICHE*

M.A.C 2040 ist mit verschiedenen Sensoren lieferbar (siehe **Anhang E**), die je nach Anforderung bis zu 3 interne, automatisch geschaltete Messbereiche besitzen. Für jeden internen Messbereich wird der Konzentrationsnullpunkt gemessen und eingestellt. Das Gerät stellt nur dann den Nullpunkt ein, wenn mindestens **4 aufeinanderfolgende** Nullpunktmessungen innerhalb einer vorgegebenen Toleranz liegen. Tritt ein Messwert außerhalb der Toleranzwerte auf (verursacht z.B. durch verschmutzte Messzelle, Undichtigkeiten etc.), wird die Zahl der bisher ermittelten Messwerte auf Null zurückgesetzt. Dann beginnt M.A.C 2040 mit einem neuen Versuch der Nullpunktmessung. Wenn nach 50 Versuchen weniger als 4 aufeinanderfolgende korrekte Messwerte vorliegen, bricht das Gerät die Nullpunktmessung ab und zeigt eine Störmeldung an (siehe **Kapitel 6**).

*DAUER DER  
NULLPUNKT-  
MESSUNG*

Die Dauer der Nullpunktmessung beträgt für jeden internen Messbereich im günstigsten Fall ca. 4 Minuten , im ungünstigsten Fall (bei Verschmutzungen der Gaswege und/oder Messzelle etc.) kann sie bis zu 15 Minuten betragen. Wird dabei keine ordnungsgemäße Nullpunktmessung erzielt, erfolgt eine Störmeldung (siehe **Kapitel 6**).

*ALTERN.  
NULLGAS*

Sollte es sich bei dem zu messenden Gas um einen Stoff handeln, der sich nicht auf Aktivkohle binden lässt, so kann auf den Nullgas-Eingang am Gerät ein externes Nullgas (z.B. Stickstoff oder Reinluft etc.) **drucklos** aufgegeben werden.

*ANZEIGE*

Während der Nullpunktmessung wird auf dem Display der jeweilige Messbereich sowie der Fortgang der Funktion angezeigt:



**X** zeigt den jeweiligen Messbereich an, **YY** die Anzahl der Messungen, deren Ergebnis innerhalb des vorgegebenen Toleranzfeldes liegen.

Nach erfolgreicher Nullpunktmessung schaltet das Gerät automatisch auf "Betriebsbereitschaft" (Passiv-Modus).

Abhängig von der Konfiguration des Gerätes wird entweder dieser Betriebschaftsmodus beibehalten oder es wird automatisch mit Messungen an einer voreingestellten Messstelle begonnen.

*AUTOMAT.  
NULLPUNKT  
MESSUNG*

M.A.C 2040 führt nach jedem Einschalten der Geräte-Anschluss-Spannung automatisch eine Nullpunktmessung durch.

*MANUELLE  
NULLPUNKT  
MESSUNG*

In den Fällen, wo der M.A.C 2040 über einen Zeitraum von mehreren Tagen **ununterbrochen** in Betrieb ist und kleine Gaskonzentrationen zu messen sind, ist eine manuelle Nullpunktmessung zu empfehlen. Eine manuelle Nullpunktmessung kann vom Benutzer durch Betätigen der "Reset"-Taste auf der hinten liegenden Frontplatte der CPU-Baugruppe (Abb. 2, Position Nr. 11) ausgelöst werden. Das Gerät beginnt dann mit dem in diesem Kapitel beschriebenen Einschaltzyklus. Dabei wird auch eine Nullpunktmessung durchgeführt.

*ZYKLISCHE  
NULLPUNKT  
MESSUNG*

Für Geräte, deren Einsatz im Dauerbetrieb vorgesehen ist, empfiehlt sich anstelle einer wiederholt manuell ausgelösten Nullpunktmessung die werksseitige Aktivierung der Programmfunktion "zyklische Nullpunktmessung" (kann auch von autorisiertem Servicepersonal durchgeführt werden).

Als Intervall für eine zyklische Nullpunktmessung kann jede Stunde im Bereich von 1 bis 35 Stunden eingestellt werden. Welches Intervall sinnvoll ist, hängt vom Einsatz des Gerätes und von z.B. Zeiten für Schichtwechsel etc. ab. Standardmäßig wird, wenn durch den Benutzer nicht anders angegeben, ein Wert von 12 Stunden eingestellt.

Nach Ablauf der eingestellten Zeit **nach Gerätestart** wird der Messbetrieb unterbrochen und eine Nullpunktmessung vorgenommen. Anschließend wird der Messbetrieb wieder aufgenommen.

#### 5.4 Automatischer Messbetrieb

Bei der Programmeinstellung für automatischen Messbetrieb geht der M.A.C 2040 nach erfolgreicher Nullpunktmessung direkt zum Messbetrieb über (siehe **Kapitel 5.6**, Messvorgang).

**Bei automatischem Messbetrieb ist der Passiv-Modus nicht aktiv!**



#### 5.5 Extern gesteuerter Messbetrieb

Bei der Programmeinstellung für den extern gesteuerten Messbetrieb geht das Gerät nach erfolgreicher Nullpunktmessung in den Passiv-Modus "Betriebsbereit" und zeigt am Display

00.000

wobei der Dezimalpunkt langsam von links nach rechts über das Display wandert. Es erfolgt keine Messung.

Zur Minimierung des Pumpenverschleißes ist die Pumpe in diesem Zustand abgeschaltet, alle anderen Komponenten sind jedoch voll verfügbar. Deshalb kann das Gerät nach Anliegen einer Messanforderung bereits innerhalb von ca. 30 Sekunden mit einem Messvorgang beginnen.

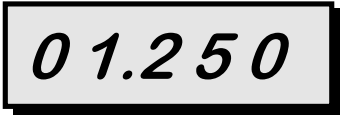
M.A.C 2040 wartet in diesem Betriebszustand auf eine Messanforderung. Diese wird bei Verwendung des Standard-Maschinen-Interface mit dem Signal MRQ(1..3) durch die externe Steuerung dem Messgerät mitgeteilt (siehe **Anhang A**, **Abb. A1**, **A2**).

Die Messanforderung kann jedoch auch über die RS-232/RS-485 Schnittstelle erfolgen. Dafür ist der Austausch der Standardsoftware gegen eine spezielle Software nötig.

## 5.6 Messvorgang

### ANZEIGE

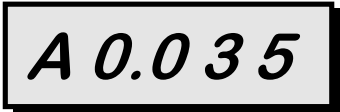
Die Geräteanzeige informiert den Benutzer während des Messvorgangs ständig über die aktuelle Messgaskonzentration in der Maßeinheit  $\text{g/m}^3$  (bezogen auf die eingestellten Normierungsparameter).



0 1.25 0

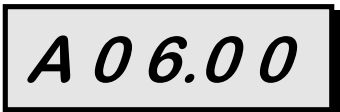
entspricht einer Konzentration von  $1,25 \text{ g/m}^3$

Steht vor dem Messwert ein *A*, so bedeutet dies, dass sich der ermittelte Messwert außerhalb des Messbereiches des eingebauten Sensors befindet. D.h., ein *A* vor dem niedrigsten Messwert besagt, dass der wirkliche Messwert unterhalb des angezeigten Wertes liegt,



A 0.0 3 5

ein *A* vor dem höchsten Messwert, dass dieser Wert aktuell überschritten ist (Messbereichsüberlauf).



A 0 6.0 0

### BEZUGSGRÖßEN

Die angezeigten Messwerte für die Konzentration sind standardmäßig auf die Temperatur  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  und den Druck  $1013 \text{ mbar}$  bezogen. Andere Bezugs-Temperaturen und -drücke können werksseitig eingestellt werden. Der aktuelle Luftdruck wird im M.A.C 2040 gemessen und die Konzentrationswerte entsprechend korrigiert. Das Messgas wird in der Messzelle auf konstant  $53 \text{ }^\circ\text{C}$  temperiert, sodass im Normalfall der Einfluss der Messgastemperatur vernachlässigt werden kann.

**Anhang D** erläutert die Umrechnung der Konzentrationseinheiten  $\text{g/m}^3$  in ppm bei verschiedenen Stoffen.

Bei jeder Messung wird mit dem Standard-Messprogramm folgender Zyklus durchlaufen :

1. die Messzelle wird ca. 5 Sekunden mit dem Messgas gespült.
2. es wird ca. 3 Sekunden gewartet, damit sich das Gas in der Messzelle beruhigen kann.
3. dann wird die Messung durchgeführt. Das Ergebnis der Messung ist der Mittelwert aus einer Vielzahl von Einzelmessungen.
4. das Messergebnis wird mit dem eingestellten Alarmwert verglichen und bei Unterschreiten des Alarmwertes sowie nach Einhaltung der Bewertungszeit ein entsprechendes Signal über die Signalleitung MOK(1..3) (Schließen eines Kontaktes) über das Standard-Maschinen-Interface ausgegeben (siehe **Anhang A, Abb. A2**).

Die Bewertungszeit, d.h. wie lange dauerhaft der Alarmwert unterschritten werden muss, bevor ein MOK(1..3)-Signal ausgegeben wird, ist vom Einsatzfall des Gerätes und den dabei zu beachtenden Vorschriften abhängig. Sie kann werksseitig verändert werden. Der Standardwert beträgt 2 Messzyklen.

Der gesamte Messzyklus dauert 20 Sekunden. Spezial-Messprogramm-Versionen mit anderen Zykluszeiten sind erhältlich.



# M.A.C 2040 Meßablauf

\*\*\* Bewertungszeit (abhängig von Software-Version)  
 CRON = Maschinensteuerung EIN  
 MRQ x = Meßanforderung an Kanal x [x=1...3]  
 MOK x = Kontakt "Meßergebnis GUT" f. Kanal x [x=1...3]  
 MST a = als automatische MST konfigurierte MST [a=1...3]

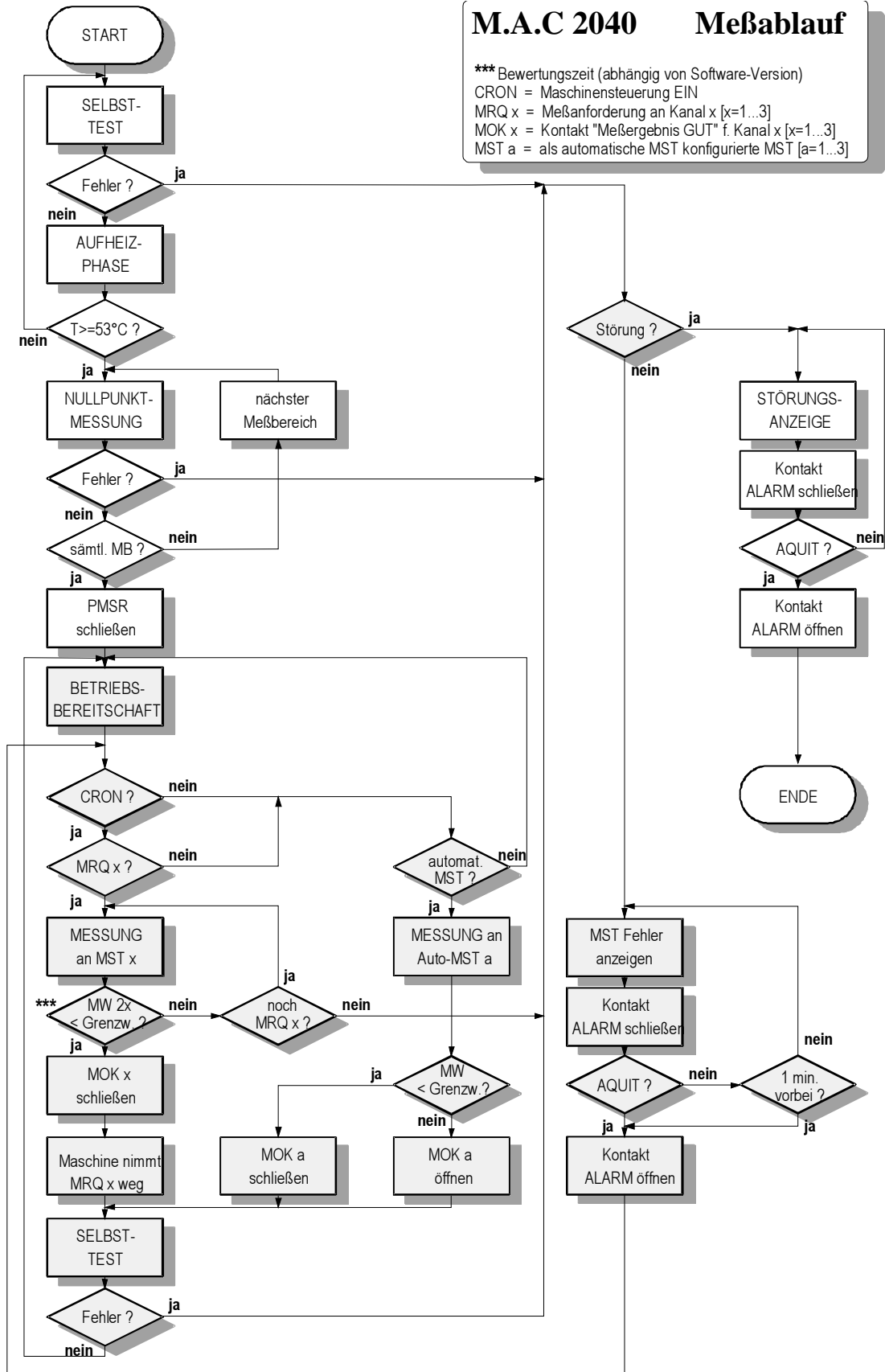


Abb. 6 Messablauf

## 6. Betriebsstörungen

### 6.1 Meldungen am Gerät

Meldungen werden codiert am Display angezeigt.

Gleichzeitig wird am Maschinen-Interface (siehe auch **Anhang A, Abb. A2 und A5**) der Kontakt PMSR (Gerät messbereit) geöffnet und der Kontakt ALARM geschlossen. Der Alarm kann über den Eingang AQUIT (Alarmquittung, Maschinensteuerung) gelöscht werden oder erlischt nach 1 Minute automatisch. Bei Gerätefehlern (z.B. IR-Quelle defekt) wird PMSR nicht wieder geschlossen, der Gerätebetrieb kann nicht fortgesetzt werden. Bei anderen Störungen ist die Fortsetzung des Gerätebetriebs im Normalfall möglich (s.u.).

**Es sind zwei Arten von Meldungen zu unterscheiden:**

**WARNUNGEN**

#### 6.1.1. Warnmeldungen

die auf einen kritischen Betriebszustand des Gerätes oder auf kritische Umgebungsbedingungen hinweisen.

**Warnmeldungen sollen den Betreiber veranlassen, den kritischen Betriebszustand zu verändern (beheben).**



**Ist der kritische Zustand beendet, erlischt die Warnung automatisch.**

#### **E 4001 - "Drucker nicht Online"**

Ursache :

- Drucker nicht Online

Behebung:

Drucker Online stellen

#### **E 4003 - "Fehler Datenspeicher - Memocard nicht eingelegt"**

Ursache :

- Datenspeicher fehlt

Behebung :

Einlegen eines Datenspeichers

### 6.1.2. Störmeldungen

nach deren Anzeige (mit Alarmton und blinkender Leuchte *Störung*) keine direkte Rückkehr in das Programm möglich ist. Das Gerät muss ausgeschaltet werden. Nach Behebung eventueller Fehler und erneutem Einschalten des Gerätes erfolgt die normale Startprozedur.

#### VORSICHT HOCHSPANNUNG!

**Sollte aus irgendwelchen Gründen das Gerät geöffnet werden, so ist in jedem Falle vorher der Netzstecker zu ziehen.**



#### **E 1001 - "Fehler Sensorik - Chopper"**

Erklärung:

Choppermotor läuft nicht an.

Ursachen:

- Gerätetemperatur zu niedrig ( $< 10^{\circ}\text{C}$ )
- Transportschaden (Chopperblende verbogen, Motor blockiert)
- Motordefekt

Behebung:

Bei kaltem Gerät:

Fehlermeldung quittieren/ignorieren, Gerät 15 Minuten in diesem Zustand laufen lassen, Gerät ausschalten, nach 30 Sekunden Gerät neu starten. Falls Fehler öfter als zweimal hintereinander auftritt, Austausch der Messzelle erforderlich (Service).

Bei Transportschaden oder Motordefekt:

Gerät ausschalten, nach 30 Sekunden Gerät neu starten. Falls Fehler öfter als zweimal hintereinander auftritt, Austausch der Messzelle erforderlich (Service).

#### **E 1002 - "Fehler Sensorik - Heizung "**

Erklärung:

Messkammer wird nicht beheizt

Ursachen :

- Heizpatrone defekt
- Ansteuerelektronik defekt

Behebung :

Gerät ausschalten und nach 30 Sekunden neu starten. Falls Fehler erneut auftritt, Messzelle austauschen (Service).

### **E 1003 - "Fehler Sensorik - IRQ"**

Erklärung:

Infrarotstrahler zeigt keine Stromaufnahme

Ursachen:

- Steuerelektronik defekt
- Strahler defekt
- Transportschaden (Fadenbruch)

Behebung:

Messzelle austauschen (Service)

### **E 1004 - "Fehler Sensorik - kein Signal Messkomponente 2"**

Erklärung:

Messverstärker defekt oder geräteinterne Kalibrierdaten (abgespeichert auf EEPROM) zerstört oder Messzelle defekt

Behebung :

- Gerät zur Reparatur (Werk)

### **E 1005 - "Fehler Sensorik - Kal. kein Signal"**

Erklärung:

Geräteinterne Kalibrierdaten (abgespeichert auf EEPROM) zerstört oder Messzelle defekt

Behebung :

- Gerät zur Reparatur (Werk)

### **E 1006 - "Fehler Sensorik - Nullpunkt instabil (Filter verbraucht ?)"**

Erklärung:

Sensorik konnte bei der Überprüfung des Nullpunktes keine Übereinstimmung mit dem vorgegebenen Wert innerhalb der festgelegten Toleranzen finden

Ursachen :

- Nullgasfilter verbraucht
- Messkammer durch unzureichende Staubfilterung oder hohen Unterdruck (größer 50 mbar) an dem Einlass-/Auslassventil undicht geworden.
- Hoher Unterdruck kann z.B. auch durch zu große Schlauchlänge hervorgerufen werden.

Behebung :

- Nullgasfilter (Aktivkohlefilter auf Geräte-Frontseite) erneuern.
- Falls Fehler nicht behoben, Austausch der Messzelle erforderlich (Service).

**Falsche Installation der Filter und zu lange Wartungsintervalle führen zu Fehlfunktionen oder Schäden am Messgerät!**



### **E 1009 - " Betriebstemperatur zu hoch"**

Erklärung:

Umgebungstemperatur ist größer als 40°C.

Ursachen :

- Gerät ist direkt externen Wärmequellen ausgesetzt (schlechte Belüftung, starke Sonneneinstrahlung, ungünstiger Installationsort).
- Ventilator (oder dessen Ansteuerung) defekt
- Ansteuerelektronik Heizung defekt

Behebung:

- Der Betreiber sollte beim Erscheinen dies Fehlers prüfen, ob äußere Ursachen für den kritischen Zustand bestehen und diese ggf. beseitigen.
- Sollten keine äußeren Umstände Ursache für die Meldung sein, so sind defekte Baugruppen im Gerät zu tauschen (Service).

### **E 2001 - "Fehler Pneumatik - Pumpe"**

Erklärung:

Pumpe fördert kein Messgas (kein Pumpengeräusch zu hören)

Ursache :

- Pumpe defekt
- Rückführ-Leitung oder -Ventil (an der Maschine) blockiert

Behebung :

- MG-MIF-Baugruppe austauschen (Service)
- Blockierung im Gas-Rückführsystem beseitigen

**E 3001 - "RTC (Uhrenbaustein) defekt"**

Service erforderlich

**E 3002 - "AD-Wandler defekt"**

Service erforderlich

**E 3003 - "EEPROM defekt"**

Service erforderlich

**E 3004 - "Fehlerhafte Konfiguration"**

Ursachen :

- Defekt im Daten-/Programm-Speicher oder Manipulation
- Service erforderlich

**E 4004 - "Fehler Datenspeicher - Kapazität erschöpft"**

Ursache :

- Datenspeicher voll

Behebung :

- Datenspeicher austauschen

**E 4005 - "Fehler Datenspeicher - Memocard schreibgeschützt"**

Ursache :

- Schreibschutz auf Memocard

Behebung :

- Schreibschutz entfernen

**E 4008 - "Fehler Datenspeicher - Memocard defekt"**

Ursache :

- Memocard defekt

Behebung :

- Memocard austauschen

**E 6001 - "Fehler bei Kalibriervorgang"**

Fehlerursache und Fehlerbehebung siehe Serviceanleitung

**E 9999 - "Fehler bei Gerätebedienung"**

Falsche Gerätebedienung. Behebung siehe jeweils entsprechende Hinweise im Handbuch.

## 6.2 Kommunikationsfehler zwischen Messcomputer und Maschine

Nachfolgend werden Störungen aufgelistet, die bei der Kommunikation zwischen Maschine und dem Messcomputer auftreten können.

**Diese Fehler sind mit dem Interface-Tester G1289 leicht feststellbar.**



### 6.2.1 Fehler auf Maschinenseite

- **MRQ(1..3)-Signal während Anforderung nicht konstant**  
Falls Spannungseinbrüche auftreten, die länger als 50 ms sind, kann es zu einer ungewollten Umschaltung der Mess-Stelle kommen.
- **Ungewollte Messstellenumschaltung**  
Liegt eine Anforderung einer Messstelle vor und wird durch einen maschinenseitigen Steuerungsfehler gleichzeitig eine weitere Messstelle angefordert, schaltet das Gerät auf die Messstelle mit der höheren Nummer.
- **Keine Reaktion des Gerätes bei Messstellenumschaltung**  
Eine Verpolung der Eingänge MRQ(1..3) (bei Steuerungen mit Gleichspannung) führt nicht zur Zerstörung des Interface, es erfolgt jedoch keine Reaktion vom Messgerät auf Messstellenanforderung(en).
- **Keine Reaktion des Gerätes**  
Ist das Signal "CRON" maschinenseitig nicht gesetzt, erfolgt keine Reaktion des Messgerätes auf Messstellenanforderung(en).
- **Alarm-Reaktion des Gerätes bei Messstellenumschaltung**  
Blinkt bei einer Messstellenumschaltung alternierend sowohl die Kontroll-Leuchte der verlassenen Messstelle als auch die Kontroll-Leuchte der neu geschalteten Messstelle bei gleichzeitiger Alarmauslösung, so wurde die Messstellenumschaltung zu einem Zeitpunkt veranlasst, bei dem entweder die Gaskonzentration über dem Grenzwert lag oder die Bewertungszeit zu kurz war.  
Die Maschinensteuerung hat hier selbsttätig geschaltet, ohne auf das MOK(1..3)-Signal des Messgerätes zu warten.

## 6.2.2. Fehler im Verbindungskabel

- **Keine Reaktion des Gerätes**  
Aderunterbrechung im Interfacekabel oder im Stecker

## 6.2.3. Fehler am Messgerät - Interface-Baugruppe

- **Keine Reaktion des Gerätes bei Messstellenumschaltung**  
Sind maschinenseitig die Steuersignale MRQ(1..3) und CRON in Ordnung, erfolgt jedoch keine Messstellenumschaltung seitens der Messgerätes, so ist zuerst das Kabel auf eventuelle Unterbrechungen zu prüfen. Ist dort kein Fehler zu finden, muss die Interface-Baugruppe getauscht werden (Service).
- **Keine Reaktion des Gerätes bei Grenzwertunterschreitung**  
Sind maschinenseitig die Steuersignale MRQ(1..3) und CRON in Ordnung, erfolgt jedoch keine Bewertung, bzw. Rückmeldung seitens des Messgerätes, so ist zuerst zu prüfen, ob die rote oder grüne Leuchtanzeige der entsprechenden Messstelle auf der Vorderseite des Gerätes aufleuchtet. Wenn nicht, ist die Messzeit zu verlängern. Falls dadurch keine Änderung des Zustandes erfolgt, ist zu prüfen, ob die Meldekontakte MOK1...3 auf der Maschinenseite richtig angeschlossen sind. Wenn dies der Fall ist, sollte das Interfacekabel auf evtl. Unterbrechungen geprüft werden. Ist dort kein Fehler zu finden, muss die Interface-Baugruppe getauscht werden (Service).



## 7. Wartung

### 7.1 Allgemeines

Das Gerät ist so konstruiert, dass nur wenig Wartungsaufwand notwendig ist. Ein versierter Benutzer kann die Wartungsarbeiten selbst durchführen.

#### REINIGUNG

Das Gerätegehäuse kann mit einem weichen Tuch gereinigt werden, das mit Wasser und wenig Spülmittel befeuchtet wurde.

**Verwenden Sie keine organischen Lösemittel (z.B. PER, TRI, Aceton). Diese greifen unter Umständen die Geräte-Frontplatte und lackierte Oberflächen an.**



### 7.2 Wechsel des Aktivkohlefilters

#### A-KOEHLE- FILTER- WECHSEL

Um eine fehlerfreie Nullpunktmessung sicherzustellen, muss der Aktivkohlefilter regelmäßig gewechselt werden. Der Verwendungszeitraum ist stark abhängig von

- dem Staubgehalt und der Konzentration der Messkomponenten sowie dem Gehalt an chemischen Verbindungen in der Umgebungsluft, die sich auf Aktivkohle binden lassen. Je höher der Gehalt, desto häufiger ist ein Wechsel notwendig.
- der Häufigkeit der Nullpunktmessung (u.a. abhängig von der Betriebsdauer der Anlage).

**Wir empfehlen, den Aktivkohlefilter alle 3 Monate zu erneuern.**



**Falsche Installation des Aktivkohlefilters oder zu lange Wartungsintervalle führen zu Fehlfunktionen des Messgerätes!**



Zum Auswechseln gehen Sie wie folgt vor :

- Der Aktivkohlefilter (Nullfilter) befindet sich hinter der kreisförmigen Abdeckung auf der Frontplatte, Abb. 1, Pos. 5
- Entfernen Sie diese Abdeckung, indem Sie sie mit einem kleinen Schraubendreher vorsichtig heraushebeln. Setzen Sie den Schraubendreher dazu an der abgeflachten Seite der Abdeckung an.

- Setzen Sie das mitgelieferte Filter-Wechsel-Werkzeug in die Öffnung ein. Drehen Sie vorsichtig, bis es spürbar einrastet. Drehen Sie nun den Filter gegen den Uhrzeigersinn aus seiner Halterung.

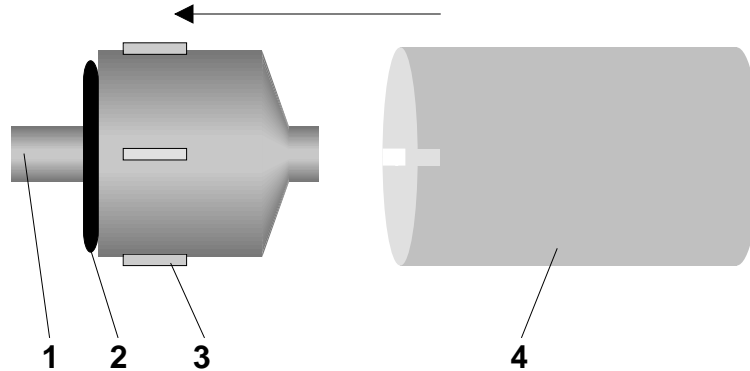


Abb. 7

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1 | Gewinde                        |
| 2 | Gummidichtung                  |
| 3 | Noppen am Filter zum Einrasten |
| 4 | Filter-Wechsel-Werkzeug        |

- Setzen Sie den neuen Filter in das Werkzeug ein. Achten Sie darauf, dass die Gummidichtung ( Abb. 7, Position Nr. 2 ) an der Filterpatrone vorhanden ist. Führen Sie das Werkzeug mit Filter in die Öffnung an der Gerätevorderseite ein .
- Schrauben Sie den Filter im Uhrzeigersinn vorsichtig in die Halterung ein. Drehen Sie den Filter **mit geringem Kraftaufwand** fest.

**Ziehen Sie den Filter niemals so fest an, dass das Gewinde abreißen kann!**



- Lassen Sie dann die Abdeckung (Abb. 1, Position Nr. 5) mit der abgeflachten Seite nach links wieder in die Frontplatte einrasten.
- Tragen Sie auf dem mitgelieferten Klebeschild

"letzter Filterwechsel am...."

das aktuelle Datum ein. Bringen Sie das Schild an der linken Seite des Gerätes neben dem Typenschild an. So können Sie jederzeit die Einhaltung der Filterwechsel-Intervalle kontrollieren.

**Halten Sie immer eine ausreichende Menge an original Aktivkohlefiltern und Staubfiltern auf Vorrat.**



**Verbrauchte Staub- und Aktivkohle-Filterpatronen können Sie an den Hersteller zur Entsorgung zurückschicken.**

Artikel	Bestell-Nr.
Aktivkohlefilter Satz (4 Stück)	E 02853
Staubfilter 1 (1 Schlauchanschluss) Satz (4 Stück)	E 02851
Staubfilter 2 (2 Schlauchanschlüsse) Satz (4 Stück)	E 02852

Änderungen vorbehalten

### 7.3 Wechsel der Messgasfilter (Staubfilter)

Geeignete Filter sind so beschaffen, dass sie weder im Filterelement noch im Filtergehäuse Moleküle der zu messenden Gaskomponenten adsorbieren und eine Filterung von 5 Mikrometer Partikelgröße erlauben.

**Um Verschmutzungen der Ventile, der Messgasleitung und der Messzelle zu vermeiden, darf das Gerät nur mit Original-Staubfiltern betrieben werden!**



Zum Wechseln der Staubfilter gehen Sie wie folgt vor :

- Um Verschmutzungen des Messgasschlauches während des Filterwechsels zu vermeiden, schalten Sie das Gerät aus oder entfernen Sie den Ansaugschlauch auf der Geräteseite.
- Lösen Sie die Schraubverbindungen am Staubfilter.
- Setzen Sie den neuen Staubfilter ein. Der Staubfilter trägt eine Bänderole mit einem Pfeil. Dieser Pfeil gibt die Durchflussrichtung des Messgases an.

**Der Pfeil muss in die Richtung des Schlauchs zeigen, der zum Messgerät führt (nicht in Richtung Maschine)!**



- Tragen Sie auf der Filterbänderole das aktuelle Datum ein. So können Sie jederzeit die Einhaltung der Filterwechsel-Intervalle kontrollieren.

**Wir empfehlen, die Staubfilter alle 3 Monate zu wechseln.**



## 7.4 Wechsel der Gerätesicherungen

Im M.A.C 2040 sind als zusätzliche Schutzmaßnahmen Gerätesicherungen auf dem Netzteil-Einschub, auf dem MG/MIF-Einschub (s. **Anhang A5**) und auf dem optionalen Druckereinschub (s. **Kapitel 8**, Optionen) eingebaut.

**Bevor Sie eine defekte Sicherung ersetzen, prüfen Sie, was als Ursache für den Defekt in Frage kommt und beseitigen Sie diese Ursache.**



### 7.4.1 Sicherung Netzteileinschub

Der Netzteil-Einschub ist mit einer Sicherung

**5x20mm, 250V 2A MF**

abgesichert. Zum Austausch dieser Sicherung gehen Sie wie folgt vor:

**VORSICHT HOCHSPANNUNG!**

**Öffnen Sie das Messgerät niemals bei angeschlossener Versorgungsspannung! Es ist in jedem Falle vorher der Netzstecker zu ziehen!**



- lösen Sie die Verschlauchung (Abb. 2, Position Nr. 12) zwischen MG/MIF-Einschub und Netzteil-Einschub auf der Geräterückseite.
- lösen Sie die 2 Rändelschrauben des Netzteil-Einschubes (Abb. 2, Position Nr. 5) und ziehen Sie den Einschub heraus
- nehmen Sie die Gerätesicherung aus der Halterung und ersetzen Sie sie, falls defekt, durch eine neue gleichen Typs.

**Verwenden Sie niemals Sicherungen mit anderen Werten als angegeben! Falsche Sicherungen können die Zerstörung des Messgerätes zur Folge haben!**



- Setzen Sie den Netzteil-Einschub wieder ein und befestigen Sie ihn mit den Rändelschrauben. Schließen Sie die Verschlauchung wieder an (Achten Sie auf den korrekten Sitz der Dichtscheiben an den Verschraubungen).

## 7.4.2 Sicherung MG/MIF-Einschub

Die auf dem MG/MIF-Einschub an den SUB-D-Stecker geführten 12 V DC dienen nur zum Anschluss des Interface-Testers G1289!

### Warnung:

**Schließen Sie auf keinen Fall irgendwelche externen Verbraucher an diese Spannung an! Diese wären mit der Geräteelektronik galvanisch verbunden!**



Im Kurzschlussfall oder bei Überlastung kann die Sicherung

**5x20mm, 250V 0,25 A T**

durchbrennen. Sie muss dann ausgetauscht werden. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

- lösen Sie sämtliche Messstellenschläuche / Rückführungsschlauch vom MG/MIF-Einschub auf der Geräterückseite (Abb. 2, Position Nr. 4). Kennzeichnen Sie die Schläuche vorher, um beim Wiederanschießen Verwechslungen zu vermeiden.
- lösen Sie sowohl die Verschlauchung (Abb. 2, Position Nr. 12) zwischen MG/MIF-Einschub und Netzteil-Einschub, als auch zwischen MG/MIF-Einschub und Sensor-Einschub (Abb. 2, Position Nr. 10).
- lösen Sie die 2 Rändelschrauben des MG/MIF-Einschubes und ziehen Sie den Einschub heraus
- nehmen Sie die Gerätesicherung aus der Halterung und ersetzen Sie sie, falls defekt, durch eine neue gleichen Typs.

**Verwenden Sie niemals Sicherungen mit anderen Werten als angegeben! Falsche Sicherungen können die Zerstörung des Messgerätes zur Folge haben!**



- Setzen Sie den MG/MIF-Einschub wieder ein und befestigen Sie ihn mit den Rändelschrauben. Schließen Sie die Verschlauchungen wieder an (Achten Sie auf den korrekten Sitz der Dichtscheiben an den Verschraubungen).

### 7.4.3 Sicherung Druckereinschub (Option V214)

Der Drucker-Einschub (s. **Kapitel 8**, Optionen) ist mit einer Sicherung

**5x20mm, 250V 0,63A T**

abgesichert. Zum Austausch dieser Sicherung gehen Sie wie folgt vor:

#### **VORSICHT HOCHSPANNUNG!**

**Öffnen Sie das Messgerät niemals bei angeschlossener Versorgungsspannung! Es ist in jedem Falle vorher der Netzstecker zu ziehen!**



- lösen Sie die 5 Rändelschrauben der Drucker-Einschub-Abdeckung auf der Geräterückseite und entfernen Sie die Abdeckung
- nehmen Sie die Gerätesicherung aus der Halterung und ersetzen Sie sie, falls defekt, durch eine neue gleichen Typs.

**Verwenden Sie niemals Sicherungen mit anderen Werten als angegeben! Falsche Sicherungen können die Zerstörung des Messgerätes zur Folge haben!**



- Bringen Sie die Abdeckung wieder an befestigen Sie sie mit den Rändelschrauben.

## 7.5 Nachkalibrierung

**Die Beschreibung geräteinterner Funktionen zur Vermeidung von Nullpunktdrift finden Sie in Kapitel 5.3**



Die Möglichkeit einer Nachkalibrierung des M.A.C 2040 ist standardmäßig im Funktionsumfang jeder Softwareversion enthalten. Siehe hierzu gesonderte Kalibrieranweisung in der Serviceanleitung.

Die Nachkalibrierung kann von autorisiertem Servicepersonal oder zugelassenen Messstellen nach §26 BImSchG vor Ort durchgeführt werden.

Selbstverständlich ist auch eine werksseitige Nachkalibrierung möglich, wobei hier unterschieden werden kann zwischen einer Nachkalibrierung mit Werkzertifikat und einer Nachkalibrierung mit Prüfzertifikat einer Mess-Stelle nach §26 BImSchG.

**Informieren Sie sich, welche Art der Nachkalibrierung von Ihrer zuständigen Aufsichtsbehörde gefordert wird.**



## 8. Optionen

### 8.1 Integrierter Matrixdrucker (V214/V226)

Bei Verbreiterung des Gerätegehäuses auf 63 TE (Gerätebreite 340 mm) gemäß Option V226 kann ein Miniatur-Matrixdrucker V214 installiert werden.

Dieser Drucker hat ein 4-Nadel-Matrix-Druckwerk für 32 Zeichen/Zeile und druckt auf Normalpapier (dokumentenecht). Die Papierrolle ist 58 mm breit und hat einen Durchmesser von 48 mm. Sie wird während des Bedruckens automatisch im Gerät wieder aufgespult, sodass die ausgedruckten Daten lückenlos aufbewahrt werden können.

#### 8.1.1 Ausdruckmöglichkeiten

*PROTOKOLL*

Grundsätzlich wird bei Einschalten des Gerätes ein Protokollausdruck erstellt, der folgende Daten enthält:

- eingestellte Alarmwerte je Mess-Stelle
- zu messende Gaskomponenten
- aktuelles Datum und Uhrzeit
- Gerätestandort (Firma, Messort)

*STANDARD-  
AUSDRUCK*

Ein Ausdruck der gemessenen Werte erfolgt standardmäßig jeweils bei verlassen einer Mess-Stelle in folgender Form:

- Angabe, ob der letzte gemessene Konzentration über (Wert > als ...) oder unter (Wert < als ...) dem eingestellten Meßstellen-Grenzwert liegt (Angabe des Grenzwertes in  $\text{g}/\text{m}^3$  und ppm)
- Konzentrationswert am Ende der Messung in  $\text{g}/\text{m}^3$
- Bezeichnung der Mess-Stelle, aktuelles Datum und Uhrzeit

*MITTELWERT-  
AUSDRUCK*

Durch Einstellung in der Konfigurationstabelle (im Werk oder durch autorisierten Service) wird auch der Ausdruck von Konzentrationsmittelwerten über bestimmte Zeitintervalle möglich. Als Zeitintervalle können 10, 15, 30, 60 oder 480 Minuten gewählt werden. Die Mittelwerte werden automatisch nach Ablauf der gewählten Zeit ausgedruckt. Der Mittelwert-Ausdruck kann individuell für jeden Messkanal aktiviert werden.

Wird die Messung an einer Mess-Stelle durch erneutes Umschalten innerhalb der Bewertungszeit (1 bis 5 Messzyklen, je nach eingesetzter Software-Variante) abgebrochen, so erfolgt der Ausdruck einer Fehlermeldung:

**Messzeit für Bewertung zu kurz!  
Meßstelle X TT.MM.JJ HH.MM.SS**

Messstelle X = Messstellenbezeichnung  
TT.MM.JJ = Datum  
HH.MM.SS = Uhrzeit

Weitere Fehlermeldungen werden vom Standard-Messprogramm nicht ausgedruckt.

### **8.1.2 Wechseln von Papierrolle und Farbband**

Das Farbband sowie die Papierrolle kann durch aufklappen der Frontplatte gewechselt werden

#### **Abb. 8 Papierführung im Drucker**

Die Papierführung im Drucker ist aus Abb. 8 zu ersehen. Zunächst wird durch lösen der oberen zwei Rändelschrauben die Frontplatte geöffnet und das Druckwerk aus dem Gerät herausgeklappt. Die bedruckte, alte Papierrolle wird durch abziehen des Wicklerseitenteils



entnommen. Durch Herausziehen der Achse des Papierrollenhalters kann auch der Kern der verbrauchten Papierrolle entnommen werden. Die neue Papierrolle wird über die Achse des Papierrollenhalters geschoben und diese in den Halter zurückgesteckt (Papierabwickelrichtung beachten) und eingerastet. Das Ende des Papiers wird glatt abgeschnitten und so in den Papiereinzugschacht an der Unterseite des Druckwerkes geführt, dass bei Betätigung der Papiervorschubtaste das Druckwerk das Papier einzieht und an der Vorderseite herausschiebt. Sobald das Papier mit den Fingern gefasst werden kann, kann es gefahrlos nach vorne durch den Drucker herausgezogen (ca. 25 cm) und durch die Frontplattenabdeckung gefädelt werden. Nun wird das Papier durch den Schlitz an der Unterkante der Frontplatte wieder in das Gehäuse zurückgeführt und um den Kern des Papieraufwicklers geschlungen. Das Wicklerseitenteil mit den Klemmdornen wird jetzt auf den Kern aufgeschoben und damit das Papier auf dem Wicklerkern festgeklemmt. Die Frontklappe des Druckers kann jetzt wieder geschlossen und durch die beiden Rändelschrauben befestigt werden. Bei einer anderen Methode geht man so vor, dass ein Teilstück des Papiers vom Papieraufwickler durch den Schlitz an der Unterkante der Frontplatte herausgeführt wird und mit dem neu in das Druckwerk eingefädelten Papier zusammengeklebt wird. Allerdings ist hier darauf zu achten, dass der Durchmesser des Wickels im Druckergehäuse nicht so groß wird, dass er die Vorratsrolle blockiert.

Es ist darauf zu achten, dass von der Papierrolle nicht allzu viel Papier beim Einlegen abgerollt wird, da dadurch die Papierschlaufe zwischen Papierrolle und Druckwerk so umfangreich werden kann, dass beim Schließen des Druckers das zurückzuschiebende Papier eingeklemmt oder nicht gut verstaut wird, was zu Fehlfunktionen des Druckers führen kann.

#### *FARBAND WECHSEL*

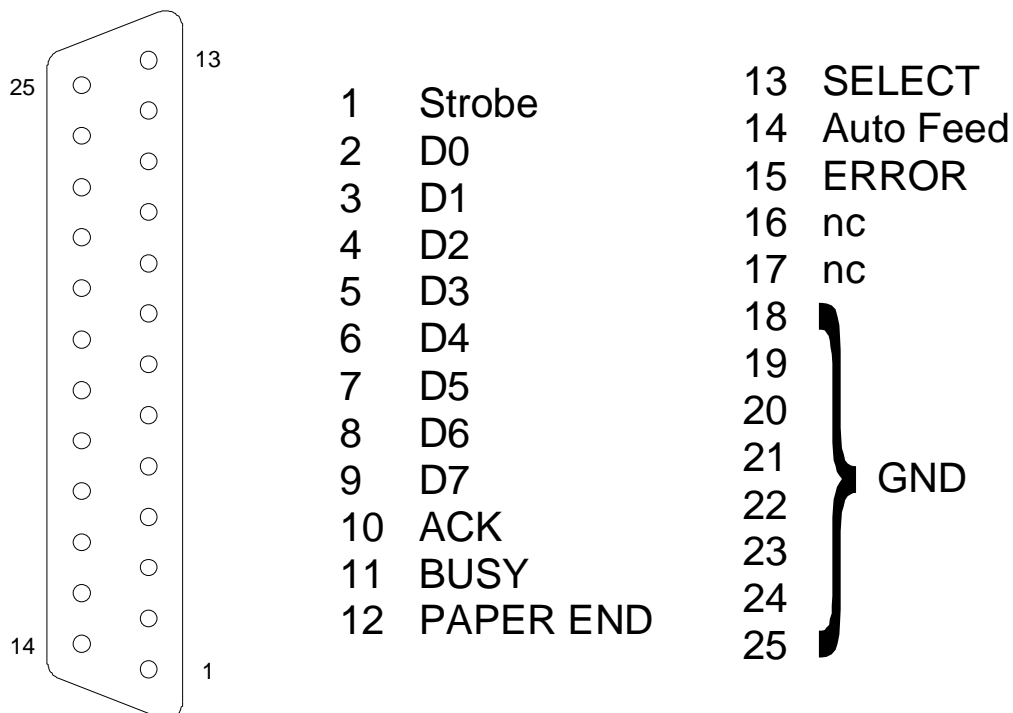
Zum Austauschen des Farbbandes wird die Frontplattenabdeckung an den beiden oberen Rändelschrauben gelöst. Durch Lösen der dritten, mittleren Rändelschraube kann die Frontplatte abgenommen werden. Hinter dieser Frontplatte wird in größerer Durchbruch sichtbar, durch den das Farbband zugänglich ist. Durch leichten Druck auf die linke Seite der Farbbandkassette (PUSH) wird diese aus dem Druckwerk gehoben. Bei der neuen Kassette muss das Farbband vor dem Einlegen durch Drehen des gekerbten Transportrades (auf der rechten Seite der Kassette) straffgezogen werden. Nun wird die neue Kassette mit beiden Enden gleichzeitig in das Druckwerk eingeschnappt, wobei darauf zu achten ist, dass das Farbband sauber und glatt im Papieraustrittsspalt des Druckwerkes liegt. Gegebenenfalls muss das Band durch Drehen am gekerbten Transportrad nochmals nachgespannt werden.

## 8.2 Parallele Schnittstelle V216

Das Gerät kann werksseitig oder durch autorisiertes Servicepersonal mit einer parallelen Schnittstelle für den Anschluss eines externen Druckers ausgerüstet werden. Die Belegung (Abb. 9) der 25-poligen Sub-D-Buchse auf der Geräterückseite (Abb. 2, Position Nr. 2, Optionsbaugruppe) ist Centronics kompatibel und somit kompatibel zu den meisten handelsüblichen PC-Druckern. Diese können über Standard-PC-Druckerkabel angeschlossen werden.

Die Form des Ausdrucks über diese Schnittstelle entspricht der in Kapitel 8.1.1, Ausdruckmöglichkeiten, beschriebenen. Unabhängig vom Typ des angeschlossenen Druckers wird mit 10 Pitch (Zeichen/Zoll) gedruckt. Es wird kein Seitenauswurf gesendet.

**Die Länge des Anschlusskabels darf maximal 5 Meter betragen!**



**Abb. 9**

25 polige SUB-D-Buchse, Steckerbelegung parallele Schnittstelle

## 8.3 Serielle Schnittstellen

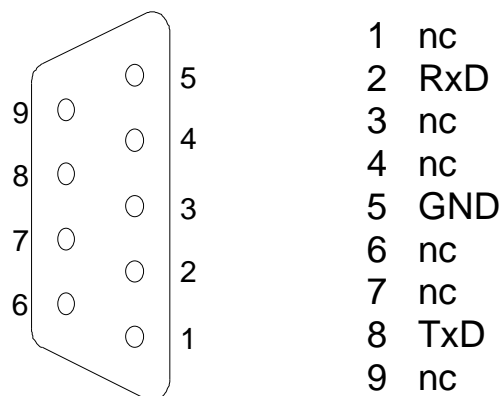
Die serielle Schnittstelle kann wahlweise als RS-232C- oder RS-485-Ausführung geliefert werden. Die RS-232C Schnittstelle kann zur Datenübertragung bis max. 15 m Entfernung benutzt werden, mit der RS-485 sind Reichweiten bis 1200 m möglich.

### 8.3.1 RS-232C Schnittstelle V105

Das Gerät kann werksseitig mit einer seriellen Schnittstelle RS-232C zur Datenübertragung ausgerüstet werden.

Die 9-polige Sub-D-Buchse befindet sich auf der Geräterückseite an der CPU-Baugruppe (Abb. 2, Pos. 1). Belegung siehe Abb.10.

**Die Länge des Anschlusskabels darf maximal 15 Meter betragen!**



**Abb. 10**

9-polige SUB-D- Buchse, Steckerbelegung RS-232C

Die Datenübertragungsrate ist werksseitig auf 9600 Baud, keine Parität, 8 Datenbit, 1 Stoppbit eingestellt (9600,N,8,1). Die Standardsoftware unterstützt keine seriellen Schnittstellen! Dafür ist der Austausch der Standardsoftware gegen eine spezielle Software nötig. Übertragungsprotokoll siehe jeweilige Softwarebeschreibung.

**Die Datenübertragung erfolgt ohne Hardware-/Software-Handshake!**



### 8.3.2 RS-485 Schnittstelle V106

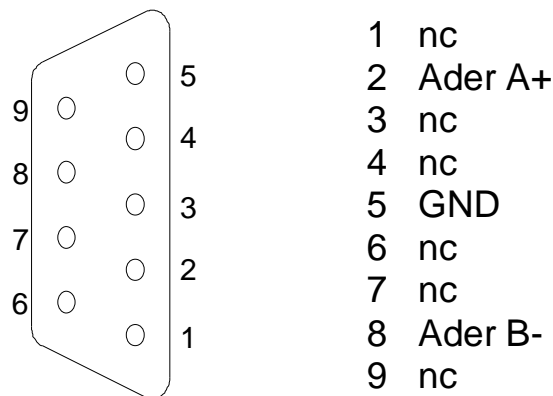
Das Gerät kann werksseitig mit einer seriellen Schnittstelle RS-485 zur Datenübertragung ausgerüstet werden.

Die 9-polige Sub-D-Buchse befindet sich auf der Geräterückseite an der CPU-Baugruppe (Abb. 2, Pos. 1). Belegung siehe Abb. 11.

**Im empfangenden Gerät muss eine RS-485 Schnittstelle vorhanden sein!**



**Die Länge des Anschlusskabels darf maximal 1200 Meter betragen!**



**Abb. 11**

9-polige SUB-D-Buchse, Steckerbelegung RS-485

Die Datenübertragungsrate ist werksseitig auf 9600 Baud, keine Parität, 8 Datenbit, 1 Stoppbit eingestellt (9600,N,8,1). Die Standardsoftware unterstützt keine seriellen Schnittstellen! Dafür ist der Austausch der Standardsoftware gegen eine spezielle Software nötig. Übertragungsprotokoll siehe jeweilige Softwarebeschreibung.

**Die Datenübertragung erfolgt ohne Hardware-/Software-Handshake!**



## 8.4 Analog-Ausgänge

### 8.4.1 Option V218/V219 - analoger Schreiber Ausgang 0-20mA / 4-20mA

Bei eingebauter Option V218/V219 ist der M.A.C 2040 mit einem galvanisch getrennten Stromausgang ausgerüstet.

Die Auflösung des Ausgangsstromes ist abhängig vom installierten Sensortyp und der eingestellten Spreizung. Während der Aufheizzeit und der Nullpunktmessung wird der Schreiber Ausgang auf 0 mA bzw. 4 mA gesetzt. Dies entspricht einer Konzentration von 0 g/m<sup>3</sup>. Während der Messung wird der Schreiber Ausgang vor jedem Pumpzyklus auf den der aktuell gemessenen Konzentration entsprechenden Strom gesetzt. Tritt dabei ein Messbereichsunterlauf auf, wird der Ausgang auf den der Messbereichsuntergrenze entsprechenden Strom gesetzt.

Abhängig von Sensortyp und eingebauter Option ergeben sich folgende Werte:

Sensor-Typ	Spreizung	Option V218 0-20 mA			
E-Sensor	1	1	mA = 0,5	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	10	mA = 0,5	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	Auflösung nicht möglich			
N-Sensor	1	0,014	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 50 g/m <sup>3</sup>
	10	0,14	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 5 g/m <sup>3</sup>
	100	1,4	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 0,5 g/m <sup>3</sup>
G-Sensor	1	0,01	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	0,1	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	1	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 0,1 g/m <sup>3</sup>

Sensor-Typ	Spreizung	Option V219 4-20 mA			
E-Sensor	1	4,8	mA = 0,5	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	12	mA = 0,5	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	Auflösung nicht möglich			
N-Sensor	1	4,011	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 50 g/m <sup>3</sup>
	10	4,112	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 5 g/m <sup>3</sup>
	100	5,12	mA = 0,035	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 0,5 g/m <sup>3</sup>
G-Sensor	1	4,008	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	4,08	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	4,8	mA = 0,005	g/m <sup>3</sup>	20 mA = 0,1 g/m <sup>3</sup>

Folgende Einstellungen können auf der Karte vorgenommen werden:

**Jumper**

J1, J2	Einstellung der Spreizung 1/10/100
J4, J5	Stromausgang 0-20mA/4-20mA
J6	Bürde groß/klein

- **Spreizung:**

Die Spreizung des Ausgangstromes wird mit den Jumpern J1 und J2 eingestellt.

Folgende Einstellungen sind möglich:

<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>Spreizung</b>
OFF	OFF	1
ON	OFF	10
OFF	ON	100

ON:	Jumper kurzgeschlossen
OFF	Jumper offen

Die daraus sich ergebenden unterschiedlichen Auflösungen entnehmen Sie bitte den obenstehenden Tabellen.

- **Stromausgang 0-20mA/4-20mA:**

Mit den Jumpern J4 und J5 wird die Karte auf den Stromausgang 0-20mA bzw. 4-20mA eingestellt. Es müssen immer beide Jumper auf die gleiche Betriebsart eingestellt werden.

- **Bürde:**

Mit dem Jumper J6 wird die Größe der angeschlossenen Last (Bürde) eingestellt. Wird der Jumper auf die Position '<BUERDE' (Rload low) gesetzt, darf die angeschlossene Last max. 400 Ohm betragen. In der Position '>BUERDE' (Rload high) ist die Treiberleistung für bis zu 800 Ohm ausreichend.

### 8.4.2 Option V220 - analoger Schreiberausgang 0-10V

Bei eingebauter Option V220 ist der M.A.C 2040 mit einem galvanisch getrennten Spannungsausgang ausgerüstet.

Die Auflösung der Ausgangsspannung ist abhängig vom installierten Sensortyp und der eingestellten Spreizung. Während der Aufheizzeit und der Nullpunktmessung wird der Schreiberausgang auf 0 V gesetzt. Dies entspricht einer Konzentration von 0 g/m<sup>3</sup>. Während der Messung wird der Schreiberausgang vor jedem Pumpzyklus auf die der aktuell gemessenen Konzentration entsprechende Spannung gesetzt. Tritt dabei ein Messbereichsunterlauf auf, wird der Ausgang auf die der Messbereichsuntergrenze entsprechende Spannung gesetzt.

Somit ergeben sich folgende Werte:

Sensor-Typ	Spreizung	Option V... 0-10 Volt
E-Sensor	1	0,5 V = 0,5 g/m <sup>3</sup> 10 V = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	5 V = 0,5 g/m <sup>3</sup> 10 V = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	Auflösung nicht möglich
N-Sensor	1	0,007 V = 0,035 g/m <sup>3</sup> 10 V = 50 g/m <sup>3</sup>
	10	0,07 V = 0,035 g/m <sup>3</sup> 10 V = 5 g/m <sup>3</sup>
	100	0,7 V = 0,035 g/m <sup>3</sup> 10 V = 0,5 g/m <sup>3</sup>
G-Sensor	1	0,005 V = 0,005 g/m <sup>3</sup> 10 V = 10 g/m <sup>3</sup>
	10	0,05 V = 0,005 g/m <sup>3</sup> 10 V = 1 g/m <sup>3</sup>
	100	0,5 V = 0,005 g/m <sup>3</sup> 10 V = 0,1 g/m <sup>3</sup>

### 8.5 Option V230 - Zusätzlicher Datenspeicher (SRAM Speicherkarte)

Bei eingebauter Option V230 ist eine dauerhafte Abspeicherung von Mittelwerten möglich. Als Speichermedium wird eine PCMCIA 2.0 (JEIDA 4.0) SRAM Memory-Card mit einer maximalen Kapazität von 1 MByte verwendet.

Die größtmögliche Anzahl speicherbarer Messwerte ist abhängig von der Speicherkapazität der jeweiligen Memory-Card und beträgt bei einer Größe von :

- 256 KByte    ca.    5200 Werte
- 512 KByte    ca.    10400 Werte
- 1024 KByte    ca.    20800 Werte

Die Anzahl der daraus resultierenden Betriebsstunden ist abhängig von der eingestellten Mittelwertszeit, der freien Speicherkapazität der Memory-Card und der Anzahl bereits abgelegter Datenfiles.

Die Messwerte werden als ASCII-File im DOS-Format auf der Memory-Card abgelegt. Mit Hilfe eines PCMCIA 2.0 Memory-Card Laufwerkes können die Daten jederzeit mit einem PC gelesen und z.B. mit einer Vielzahl von Tabellenkalkulationsprogrammen weiter bearbeitet werden.

### 8.5.1 Abspeicherung der Messwerte

Das Speichern der Messwerte erfolgt automatisch bei eingelegter Memory-Card.

**Einlegen und Entnehmen der Speicherkarte darf während des Betriebs nur bei erloschener Test-Leuchte erfolgen ! Nichtbeachtung dieser Vorgabe kann zum Totalverlust der gespeicherten Daten führen!**



Bei ausgeschaltetem Gerät ist das Wechseln der Memory-Card jederzeit möglich.

Die Memory-Card besitzt an der Vorderseite einen Schalter, um den Schreibschutz zu aktivieren. Ist dieser in der Stellung 'ON', bringt der M.A.C 2040 eine Fehlermeldung mit dem Code 'E4005' und der Messbetrieb wird nicht fortgeführt. Zur Fehlerbehebung Schalter in Stellung 'OFF' bringen und Gerät neu starten.

Ist beim Einschalten des M.A.C 2040 keine Speicherkarte eingelegt, wird für ca. 20 Sekunden die Warnmeldung 'F4003' zusammen mit einem akustischen Signal ausgegeben. Anschließend geht das Gerät in die normale Start-Up-Prozedur über.

Eine unformatierte Memory-Card wird im M.A.C 2040 automatisch formatiert. Wird dabei ein Defekt der Speicherkarte festgestellt, zeigt das Gerät eine Fehlermeldung mit dem Code 'E4008' am Display und der Messbetrieb wird nicht fortgeführt. Aus Gründen der Datensicherheit empfehlen wir aber, die Formatierung am PC durchzuführen.

Das Einlegen der Memory-Card kann während des Betriebs des M.A.C 2040 erfolgen (unter Beachtung der gelben Test-Leuchte !). In diesem Fall wird immer ein neues File eröffnet.

Nach der Nullpunktmessung wird im Root-Directory der Memory-Card ein File mit dem aktuellen Tagesdatum als Filename eröffnet. Zur Unterscheidung der einzelnen Files mit gleichem Datum, wird an den Filenamen eine fortlaufende Extension angehängt. Somit ergibt sich folgendes Format für den Filenamen:

z.B.	02_05_95.000	1. File vom 2.5.95
	02_05_95.001	2. File vom 2.5.95
	.	
	.	
	03_05_95.000	1. File vom 3.5.95



Es werden max. 1000 Datensätze in jedem File gespeichert. Ist diese Anzahl erreicht, wird ein neues File eröffnet.

Die Anzahl der Datenfiles auf der Memory-Card ist auf 64 Files begrenzt. Kann kein weiteres File mehr eröffnet werden, wird nach jedem Messzyklus für ca. 1 Sekunde die Warnmeldung 'F4006' mit einem kurzen akustischen Signal ausgegeben.

Ist die Speicherkapazität der Memory-Card erschöpft, wird dies durch die Warnmeldung 'F4007' mit einem kurzen akustischen Signal signalisiert.

In diesen Fällen muss die Memory-Card am PC nach dem Auslesen (Archivierung) komplett oder teilweise gelöscht werden.

Die Speicherung der Messwerte erfolgt nach Ablauf der konfigurierten Mittelwertszeit. Dabei werden die Daten in folgendem Format abgelegt:

```
ppm Messtechnik
Copyright 1991-2000

Betrieb: Fa. Musterbetrieb
Messort: Laden Zentrum
MST1   : Raumlucht      GW: 50 ppm
MST2   : Trommel        GW: 270 ppm
MST3   : Aktivkohle     GW: 100 ppm

1;23.05.95; 9:10; 9:11; 0,035;0;-2
2;23.05.95; 9:11; 9:12; 0,035;0;-2
3;23.05.95; 9:12; 9:13; 0,035;0;-2
4;23.05.95; 9:13; 9:14; 0,035;0;-2
```

Beim Eröffnen des Files wird ein Header mit Angabe von Betrieb, Messort, Messstellennamen und eingestellten Grenzwerten gespeichert.

Die Mittelwerte werden mit einer laufenden Satznummer, Datum, Start der MW-Zeit, Ende der MW-Zeit und den Konzentrationen der Messstellen in  $\text{g/m}^3$  abgespeichert.

Bei den Konzentrationsangaben sind neben „echten“ Messwerten noch folgende Zahlen möglich:

- 0  $\Rightarrow$  Messstelle wurde während der eingestellten MW-Zeit nicht angefordert
- 1  $\Rightarrow$  es liegen zu wenig Messwerte zur MW-Bildung vor
- 2  $\Rightarrow$  für diese Messstelle wurde keine MW-Bildung konfiguriert

Die Speicherung der Messwerte kann durch Auswurf der Memory-Card unterbrochen werden. Nach erneutem Einlegen der Memory-Card nimmt das Gerät die Speicherung der Messwerte automatisch wieder auf. In diesem Fall wird immer ein neues Datenfile eröffnet.

### 8.5.2 Ermitteln der belegten Speicherkapazität auf der Memory-Card

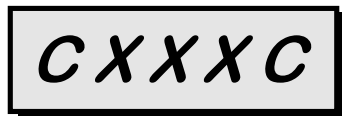
Zur Ermittlung des bereits belegten Speichers der Memory-Card am ausgeschalteten M.A.C 2040 die untere Taste am Frontpanel drücken, gedrückt halten und das Gerät einschalten.

Am Display erscheint die Anzeige



The image shows a rectangular display with a black border containing five 'C' characters in a stylized font, representing a full memory card.

während die Memory-Card nach bereits belegtem Speicher durchsucht wird. Dieser Vorgang kann einige Sekunden dauern und ist abgeschlossen, wenn folgende Anzeige erscheint:



The image shows a rectangular display with a black border containing the characters 'CXXXC' in a stylized font, where 'XXX' indicates the percentage of memory used.

XXX = bereits belegter Speicherplatz in Prozent

Bei fehlender oder nicht eingerasteter Memory-Card erscheint in diesem Modus die Fehlermeldung 'E9999' (Fehlbedienung).

Der Anzeigemodus oder die Fehleranzeige können nur durch Ausschalten bzw. Reset des Gerätes verlassen werden.

### 8.5.3 Auslesen und Löschen der Memory-Card

Das Auslesen und Löschen der Memory-Card erfolgt mit Hilfe eines JEIDA PC-Laufwerkes. Beachten Sie dabei die Gebrauchsanweisungen des jeweiligen Herstellers.

### 8.5.4 Wechsel der Lithium-Batterie

Bei ausgeschaltetem M.A.C 2040 werden die Daten auf der Memory-Card durch eine Lithiumbatterie gestützt. Mit einer neuen Zelle ist ein Datenerhalt für ca. 3 Jahre gewährleistet. Zum Wechseln der Lithiumbatterie beachten Sie bitte die der Memory-Card beiliegende Gebrauchsanweisung

## Anhang A : Installation

### 1. Aufstellungsort

Um die einwandfreie Funktion des Gerätes zu gewährleisten, sollte dieses an einem vibrationsfreien Aufstellungsort installiert werden.

**Niederfrequente Schwingungen (bis 30 Hz) sind zu vermeiden.**



Der Aufstellungsort ist so zu wählen, dass das Gerät leicht bedienbar und ablesbar ist. Es ist darauf zu achten, dass der an der Frontseite angebrachte Aktivkohlefilter für den regelmäßigen Austausch leicht zugänglich ist.

Das Gerät ist so aufzustellen, dass es zwecks Kühlung von Umgebungsluft gut umströmt werden kann. Allerdings ist es auch vor allzu großer Staubbelastung, sowie vor Spritzwasser etc. zu schützen.

**Um eine gute Luftzufuhr zur Kühlung des Gerätes sicherzustellen, muss eine Entfernung vom Gerät zu den umgebenden Wänden von mindestens 5 cm an allen Seiten eingehalten werden.**



Das Gerät ist für den Betrieb bei einer Umgebungstemperatur von + 10° C bis maximal + 40° C ausgelegt. Kondensation von Luftfeuchtigkeit im Gerät ist zu vermeiden. Ein eingebauter Schutzmechanismus schaltet den Messbetrieb bei Überschreiten der maximalen Temperatur von 60° C im Geräteinneren ab. Das Gerät gibt dann eine Fehlermeldung aus.

### 2. Elektrischer Anschluss

Nennspannung: 115 / 230 Volt Wechselspannung  
(bei integriertem Drucker voreingestellte Versorgungsspannung beachten !)

Frequenz: 50 oder 60 Hz

elektrische Leistung: max. 45 W ohne integrierten Drucker  
(mit integriertem Drucker max. 65 W)

Der Anschluss sollte separat vom Maschinenanschluss ausgeführt werden und entsprechend abgesichert sein (z.B. H-Automat 8A). Wird er mit dem Maschinenanschluss geschaltet, so besteht die Gefahr des Einschleppens von EM-Störungen über diese direkte Verbindung mit der Maschine. Es sind daher solche Anschlüsse zu vermeiden oder aber gegen EM-Störungen abzusichern.

### 3. Messgasanschluss

Die Messgasentnahmestellen an der Maschine müssen maschinenseitig jeweils mit einem 2/2-Wege-Ventil abgeschlossen sein. Diese Ventile sind durch die Maschinensteuerung zu öffnen oder zu schließen.

**Da Druckdifferenzen zwischen Messgas-Eingang und -Ausgang am Sensor das Messergebnis beeinflussen und, falls sie größer als 50 mbar sind, auch das Sensormikrofon beschädigen können, ist es erforderlich, das aus einer Maschine entnommene Messgas auch in der Nähe der Entnahmestelle in die Maschine zurückzuführen!**



Die Messgasrückführung muss mit einem 2/3-Wege-Ventil versehen sein, das parallel mit den Entnahmeventilen durch die Maschinensteuerung angesteuert wird.

**Das Ventil in der Messgasrückführung muss so angeschlossen sein, dass ein Messgasrückfluss in die Raumluft möglich ist, wenn das Ventil stromlos ist z.B. bei Raumluftmessung, Spülen der Messzelle im Passivmodus, Nullpunktmessung) !**



Die Messgas-Zuführungen müssen mit je einem Staubfilter 2 (siehe auch **Kapitel 7.3**) versehen sein. Die Filter müssen den Anforderungen gemäß Kapitel 3.1 entsprechen und am Anfang einer Messleitung installiert sein. Mit den Filtern wird das Messgerät und die Messleitung vor Verschmutzungen geschützt. Geeignete Filter sind so beschaffen, dass sie weder im Filterelement noch im Filtergehäuse Moleküle der zu messenden Gaskomponenten adsorbieren und eine Filterung von 5 Mikrometer Partikelgröße erlauben.

**Zur Vermeidung einer Verschmutzung der Ventile und der Messkammer darf das Gerät nur mit geeigneten Filtern an allen Messstellen betrieben werden.**



**Die Filter sind unmittelbar hinter den Ventilen an der Maschine bzw. an der Gasentnahmestelle anzubringen.**

Verschmutzte Messleitungen adsorbieren Moleküle der zu messenden Gaskomponenten und führen zu falschen Messwerten, d.h., das dem Messgerät zugeführte Messgas nimmt aus der Messleitung zusätzlich Moleküle der zu messenden Gaskomponenten auf und erreicht damit eine höhere Konzentration als an der Entnahmestelle. Diese Konzentration nimmt zwar stetig ab, es entsteht aber abhängig vom Grad der Verschmutzung eine Verzögerung der Anzeige des korrekten Konzentrationswertes.

**Verwenden Sie zum Schutz der Messleitungen und der Messkammer nur Original Staubfilter!**



Alle Verschlauchungen sind **in PTFE (Teflon)** auszuführen, um Adsorptionen zu vermeiden, die das Messergebnis verfälschen können.

**Verwenden Sie unter keinen Umständen Nylon- oder Silikonschläuche!**



Die Länge der Schläuche (Durchmesser 4/2,5 mm) darf im Normalfall 5 m nicht überschreiten, da hierauf die Pumpzeiten und Messzyklen abgestimmt sind.

Sollten andere Schlauchlängen erforderlich sein, so sind mit dem Hersteller die dafür erforderlichen Maßnahmen abzustimmen.

**Es ist strengstens darauf zu achten, dass unter keinen Umständen Flüssigkeit in die Messzelle gelangt. Auch Kondensation von Feuchtigkeit in der Messzelle ist unter allen Umständen zu vermeiden! Dies führt unweigerlich zur Zerstörung der optischen Filter und des Messwertaufnehmers!**



#### **4. Interfacekabel**

Die elektrische Verbindung zwischen Gerät und Maschinensteuerung erfolgt über ein vom Hersteller vorbereitetes Kabel.

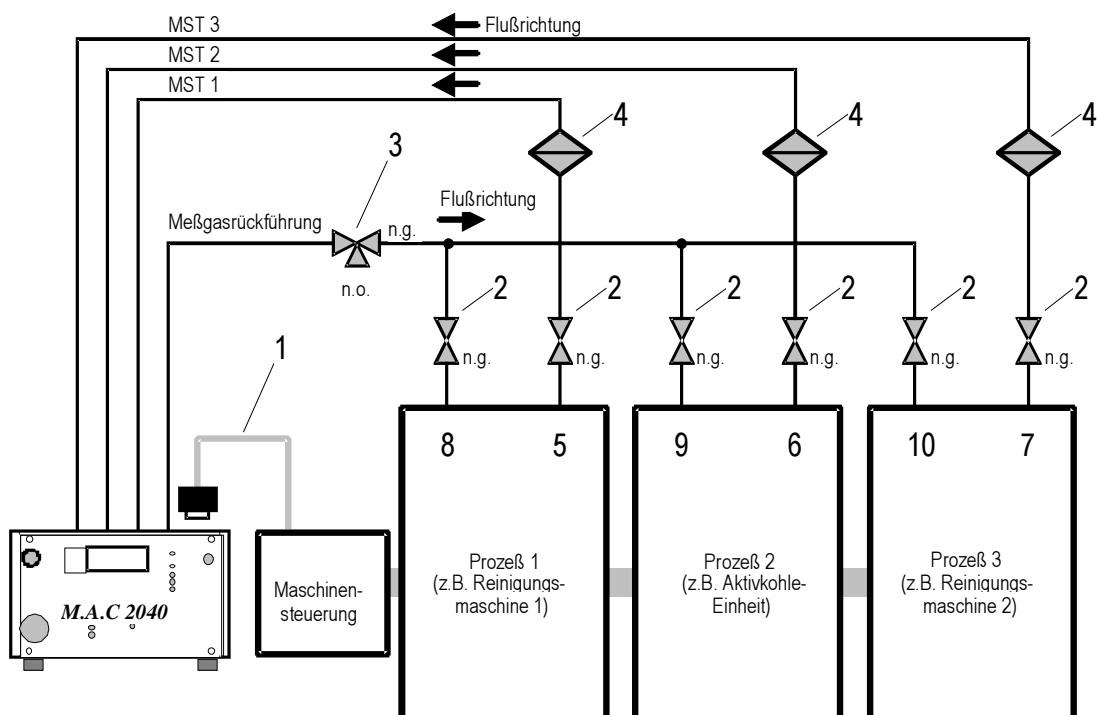
Details hierzu siehe **Abb. A2 und A3** auf den nachfolgenden Seiten. Zur Vermeidung von Störungseinstrahlung über diese Leitung in den Messcomputer ist die Abschirmung des Kabels maschinenseitig zu erden (gelb/grüne Kabelader).

Die Standardlänge des Interfacekabels ist 5 m. Andere Längen auf Anfrage.

## A1 : Zusammenschaltung Messcomputer - Maschine

Sämtliche Messgasleitungen nur aus PTFE (Teflon)

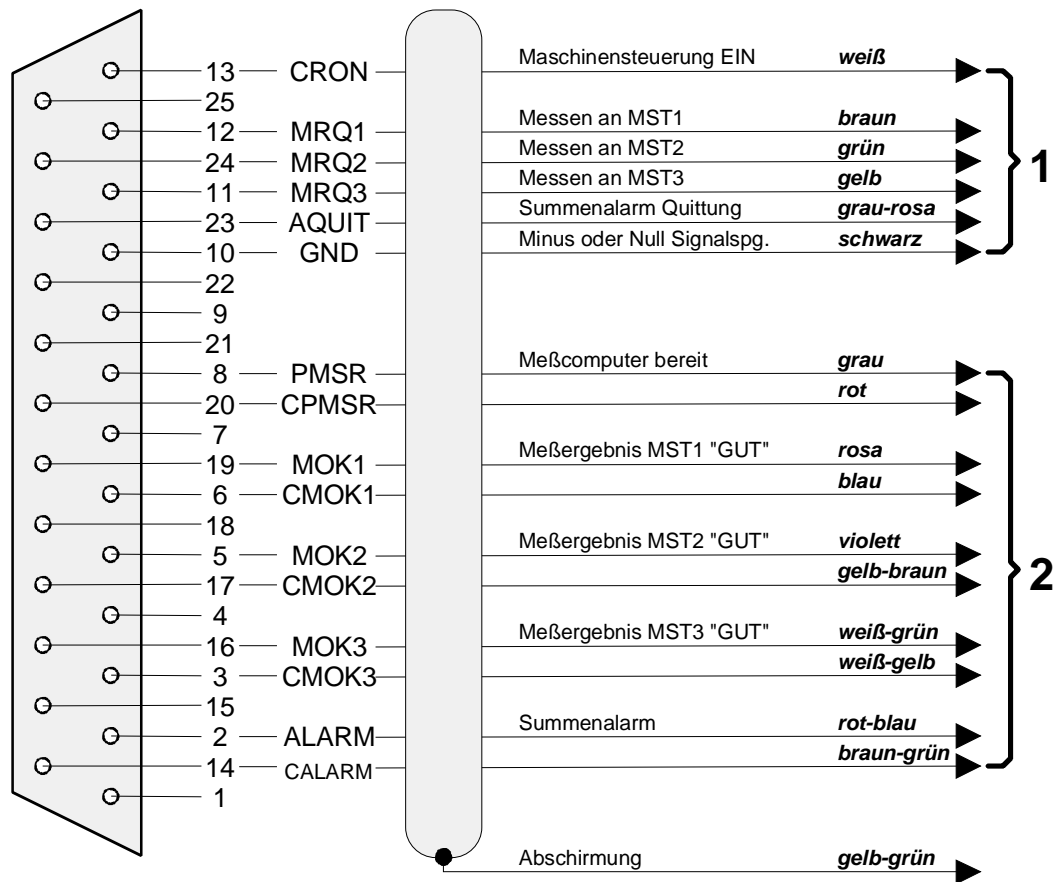
4,0 mm Außen-, 2,5 mm Innendurchmesser, max. Länge 5 m



**Abb. A1**  
Zusammenschaltung Messcomputer - Maschine

- 1 Standard Interface-Kabel (siehe Anhang A2)
- 2 2-Wege-Ventil, stromlos geschlossen
- 3 2/3-Wege-Ventil, stromlos offen zur Raumluftseite
- 4 Staubfilter (siehe Kapitel 3)
- 5, 6, 7 Messpunkte (MST1...3), Gasentnahmestellen an Maschine/Anlage
- 8, 9, 10 Punkte zur Messgasrückführung in Maschine/Anlage (siehe auch Kapitel 3)

**A2 : Steckerbelegung Standard-Interfacekabel für M.A.C 2040**  
(Bestell-Nr. K01550)

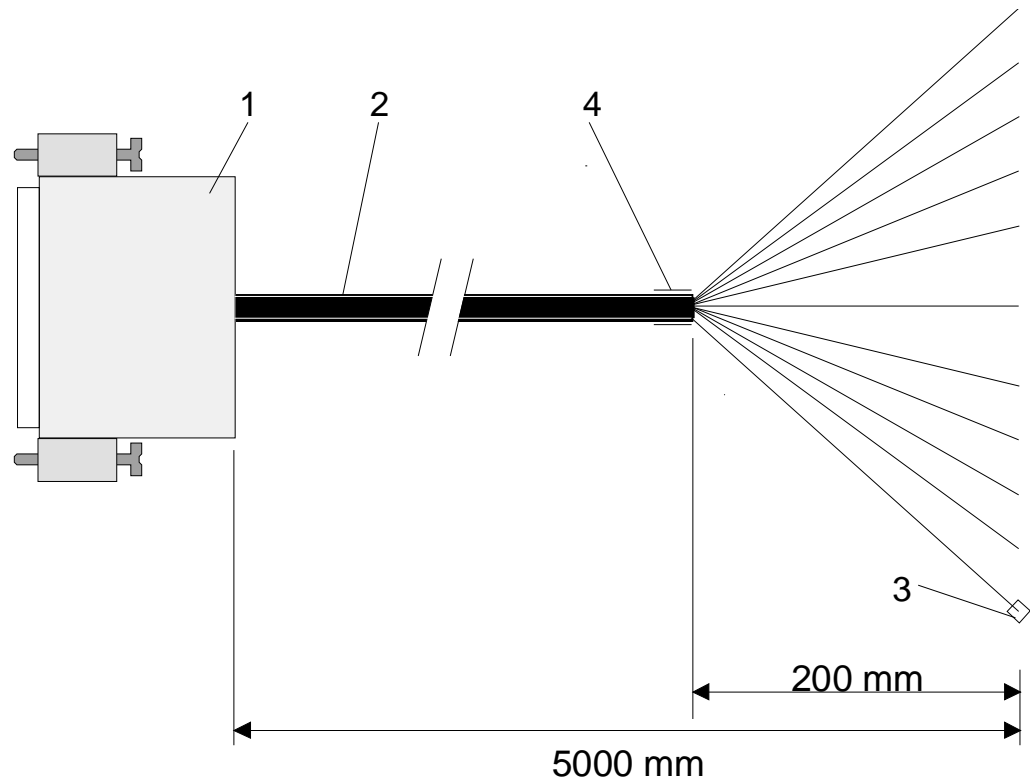


**Abb. A2**

Buchsenstecker Serie Sub-D, 25 polig  
mit 16-adrigem Farbkabel, geschirmt, LiYCY 0,34 mm<sup>2</sup>  
Gesamtlänge des Anschlusskabels l = 5000 mm,  
davon die letzten 200 mm aufgespleisst.  
Abschirmung zurückgestülpt und mit gelb-grüner Litze verlötet.  
Spleißpunkt mit Schrumpfschlauch geschützt.

- 1 Ausgänge von Maschine/Anlage , Eingänge an M.A.C 2040  
24 V DC oder 24 V AC
- 2 Ausgänge am M.A.C 2040, Eingänge an Maschine/Anlage  
potentialfreie Kontakte  
bei Standardkabel nur Schließer herausgeführt  
max. 0,3 A, 48 V

**A3 : Standard-Interfacekabel zwischen M.A.C 2040 und Maschine**  
(Best.Nr. K01550)



**Abb. A3**

- 1 Buchsenstecker, Sub-D, 25 polig
- 2 16-adriges Farbkabel, LiYCY 0,34 mm<sup>2</sup>, geschirmt
- 3 Abschirmung ( gelb-grün )
- 4 Schrumpfschlauch



## A4 : Interfacebeschreibung M.A.C 2040 - Maschinensteuerung

### a) Signale von der Maschinensteuerung (o.a.) zu M.A.C 2040 :

Beschreibung	Benennung	24 V an Pin Nr.	GND an Pin Nr.	Aktion M.A.C 2040
Maschine EIN	CRON	13	10	Messstellenanforderung wird angenommen, wenn messbereit
Messung an MST1 wird angefordert	MRQ1	12	10	beginnt mit dem Messzyklus an MST1 Pin 6+19 offen
Messung an MST2 wird angefordert	MRQ2	24	10	beginnt mit dem Messzyklus an MST2 Pin 5+17 offen
Messung an MST3 wird angefordert	MRQ3	11	10	beginnt mit dem Messzyklus an MST3 Pin 3+16 offen
Alarm wird quittiert	AQUIT	23	10	Alarm wird gelöscht Pin 2+14 offen

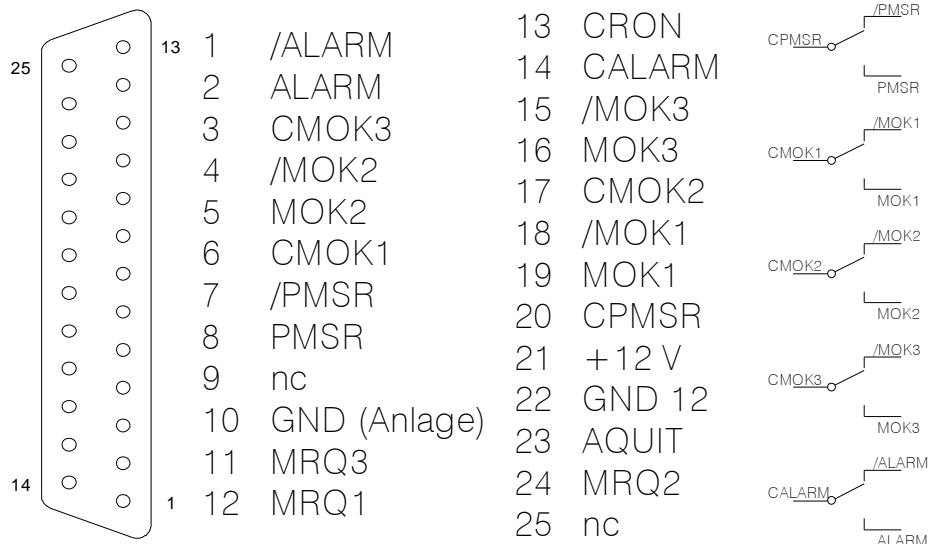
### b) Signale von M.A.C 2040 zur Maschinensteuerung (o.a.) :

Beschreibung	Benennung	Ausgang
Gerät ist messbereit	PMSR	Pin 8+20 geschlossen
Messwert an MST1 ist < Grenzwert	MOK1	Pin 6+19 geschlossen
Messwert an MST 2 ist < Grenzwert	MOK2	Pin 5+17 geschlossen
Messwert an MST3 ist < Grenzwert	MOK3	Pin 3+16 geschlossen
Alarm oder Störung	ALARM	Pin 2+14 geschlossen

#### Anmerkungen :

- 1.) Die Spannung an CRON, MRQ(1..3) und AQUIT kann sowohl 24 V Gleichspannung als auch 24 V Wechselspannung sein.
- 2.) Maximal zulässige Belastung an den Ausgangskontakten : 48 V , 0,3 A
- 3.) Die Ausgangskontakte der Mess-Stellen, für die keine Messanforderung vorliegt, sind generell offen
- 4.) der Alarm bei Messstellenumschaltung wird von M.A.C 2040 nach 1 Minute automatisch gelöscht : Pin 2+14 offen

## A5 : Steckerbelegung Maschineninterface M.A.C 2040



**Abb. A5**

Ausgänge von Maschine/Anlage , Eingänge an M.A.C 2040  
24 V DC oder 24 V AC  
Pins 11, 12, 13, 23, 24 gegen Masse Pin 10

Ausgänge am M.A.C 2040, Eingänge an Maschine/Anlage  
potentialfreie Kontakte  
Pins 1, 2, 14 (Alarm)  
Pins 6, 18, 19 (MOK1), 4, 5, 17 (MOK2), 3, 15, 16 (MOK3)  
Pins 7, 8, 20 (PMSR)

**max. Belastung aller Kontakte 0,3 A, 48 V**

### Warnung:

**Die an den Pins 21 (+12V) und 22 (GND 12) anliegenden 12 V DC dienen nur zum Anschluss des Interface-Testers G1289! Schließen Sie auf keinen Fall irgendwelche externen Verbraucher an diese Spannung an! Diese wären mit der Geräteelektronik galvanisch verbunden! Im Kurzschlussfall oder bei Überlastung kann die Gerätesicherung durchbrennen. Sie muss dann ausgetauscht werden (siehe Kapitel 7.4).**



## Anhang B : Verfügbare Sensoren

Für Konzentrationsmessungen der Stoffe

PER, ( Tetrachlorethen )

TRI, ( Trichlorethen )

DCM, ( Dichlormethan )

R11, ( Trichlorfluormethan )

stehen photoakustische Messzellen mit unterschiedlichen, an den Verwendungszweck adaptierten Genauigkeitsstufen zur Verfügung :

Stoff	Genauigkeitsstufe	Gesamt-Messbereich mg/m <sup>3</sup>	Verwendung				
			CR		OB / LR / KK		Raumluft
			geschlossen	offen	geschlossen	offen	MAK
PER	E	500 bis 6000	X		X		
PER TRI DCM	N	35 bis 29600	X		X		X
PER TRI DCM	G	5 bis 8900		X		X	X
R 11	N	6 bis 15000	X		X		X

CR = Chemischreinigungsanlage  
 OB = Oberflächenbehandlungsanlage  
 LR = Lösemittelrückgewinnungsanlage  
 KK = Kälte/Klimaanlage  
 MAK = max. Arbeitsplatzkonzentration

Sensoren für weitere Stoffe sind verfügbar. Auf Anforderung erhalten Sie hierüber gerne Informationen oder informieren Sie sich im Internet unter [www.ppm-mt.com](http://www.ppm-mt.com).

## Anhang C : Umrechnung der Konzentrationseinheiten $\text{mg}/\text{m}^3 \Leftrightarrow \text{ppm}$

### Definitionen :

- 1.) Massenkonzentration, Einheit  $\text{mg} / \text{m}^3$  :  
Die Massenkonzentration gibt die Zusammensetzung eines Gemisches an als Masse des jeweiligen Stoffes in einem Gesamtvolumen.  
Da das Volumen von Gasen stark von der Temperatur und dem Druck abhängt, hängt auch die Massenkonzentration stark von Temperatur und Druck ab. Bei der Angabe der Massenkonzentration müssen daher Temperatur und Druck angegeben werden.
- 2.) Volumenkonzentration, Einheit ppm :  
Die Volumenkonzentration gibt die Zusammensetzung eines Gemisches an als Volumen des jeweiligen Stoffes in einem Gesamtvolumen. Sie ist dimensionslos.  
ppm steht für "parts per million", Teile pro Million Teile. (z.B. Volumen des zu bestimmenden Stoffes in  $\text{cm}^3$  pro 1 Million  $\text{cm}^3$  [= 1  $\text{m}^3$ ])  
Die Volumenkonzentration hängt nur geringfügig von Temperatur und Druck ab.

### Umrechnung der Einheiten :

Aus den Definitionen der Konzentrationseinheiten geht hervor, dass bei der Umrechnung ein Zusammenhang zwischen Druck, Temperatur, Volumen und Masse des zu bestimmenden Stoffes vorgegeben sein muss. Bei M.A.C 2040 wird hierfür standardmäßig das ideale Gasgesetz eingesetzt:

$$P \cdot V = m / M \cdot R \cdot T$$

- P : Druck ( Luftdruck )  
V : Volumen  
m : Masse des zu bestimmenden Stoffes  
M : molare Masse des zu bestimmenden Stoffes  
R : Gaskonstante  
T : absolute Temperatur

### Umrechnungstabelle

Für die Stoffe PER (Tetrachlorethen), TRI (Trichlorethen), Dichlormethan und R11 (Trichlorfluormethan) gilt folgende Umrechnungstabelle:

Stoff	Umrechnungsfaktor x (bei 1013 mbar, 0°C) $\text{mg}/\text{m}^3 = x \cdot \text{ppm}$	Umrechnungsfaktor y (bei 1013 mbar, 0°C) $\text{ppm} = y \cdot \text{mg}/\text{m}^3$
PER	7,403	0,1351
TRI	5,366	0,1864
Dichlormethan	3,792	0,2637
R 11	6,133	0,1631