

# EPHY MESSAGE 07/21

## EDITORIAL

### **Innovation versus Mangelwirtschaft**

*Einigermaßen heil durch die Corona-Krise gekommen, ohne eine einzige Infektion im Betrieb, das ist schon aller Ehren wert, was das verantwortungsvolle Umsetzen unseres Sicherheitskonzeptes und die gelebte Vorsicht aller Mitarbeiter, auch im privaten Bereich, anbelangt.*

*Jetzt heißt es, den Blick nach vorne zu richten und mutig auf neue Pferde zu setzen:*

*new thinking,  
new business,  
new innovation!*

*Wohl dem, der weitsichtig Vorsorge betrieben hat und auf gut gefüllten Lagern sitzt, denn den können gerissene Lieferketten und die daraus resultierenden fehlenden Rohstoffe und Komponenten nicht schrecken. Lieferfähig zu sein ist im Moment das A und O. Wenn dann zusätzlich noch, dank eigener liquider Mittel und ZIM Förderhilfen des Bundes für den Mittelstand, Investitionen die Innovationskraft stärken, dann kann der heiß ersehnte Aufschwung gerne kommen. Voraussetzung ist, dass uns die 4. Welle nicht durch die Leichtsinnigkeit von Urlaubern und die Menschenmassen bei Großveranstaltungen einen Strich durch die Rechnung macht. Bleibt nur noch die Unsicherheit aufgrund der bevorstehenden Bundestagswahlen.....*

*Bleiben Sie zuversichtlich, wir sind es auch!*



Ihr Andreas Becker

### Vorteilspaket:

## Einschraubthermometer mit integriertem Temperaturmessumformer

Mittels Messumformern lässt sich eine präzise Signalanpassung der Temperatursensoren vornehmen. Messumformer werden auch als Transmitter, Messwandler oder Messverstärker bezeichnet. Sie sind als externe Geräte, wie beispielsweise Hutschienenmessumformer oder auch als integrierte Bauteile im Sensorkopf, sogenannte Kopfmessumformer, erhältlich. EPHY-MESS bietet für die Produktgruppe der Einschraubwiderstandsthermometer vornehmlich Kopfmessumformer als integrierte Sensorlösung an. Sie sind besonders platzsparend und müssen nicht separat befestigt oder angeschlossen werden.

### Ideal für den Einsatz bei elektrischen oder elektromagnetischen Störfeldern

Integrierte Kopfmessumformer von EPHY-MESS werden für die Baureihen LT24 und LT38 angeboten. Verwendung finden Messumformer vor allem in Umgebungen, in denen elektrische oder elektromagnetische Störfelder auftreten. Auch die Länge der Anschlussleitung kann das Messergebnis beeinflussen. Deshalb kann auch hier der Einsatz von Messumformern sinnvoll sein, da diese das Signal nicht nur umwandeln, sondern auch verstärken. Somit können die Signale verlustfrei über größere Entfernungen gesendet werden. Angeschlossen an eine Auswerteeinheit oder Steuerung, kann bei Erreichen eines maximalen oder minimalen Temperaturwertes, eine Aktion ausgelöst werden. Dies kann beispielsweise das Auslösen eines Alarmes oder das Zuschalten eines Lüfters sein.

### Vom „kritischen“ Sensorsignal zum stabilen Strom- oder Spannungssignal

Messumformer sind elektronische Bauteile oder Geräte, die das Ausgangssignal des Temperatursensors in ein normiertes analoges Signal (Einheitssignal) umwandeln. Die in der Messtechnik gängigen Signale sind 4...20 mA oder 0...10 V. Temperatursensoren liefern in der Regel eine elektrische Spannung im Milli-Volt Bereich als Ausgangssignal und sind damit sehr stör anfällig. Der Messumformer wandelt und verstärkt das schwache Sensorsignal und liefert ein stabiles Strom- oder Spannungssignal. Dies eliminiert Messfehler und gewährleistet eine störungsfreie Übertragung.



Neu für Schienenfahrzeuge

# Kleiner, leichter: Impulsgeber für Aluminiumzahnräder

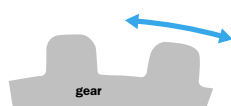
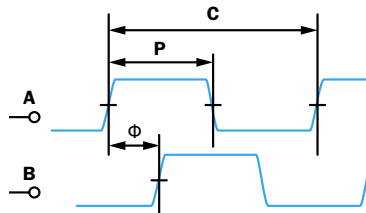
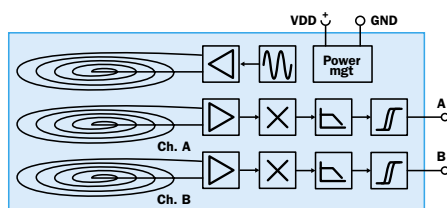
**Elektrische Traktionsmaschinen und deren Integration in elektrisch angetriebene Straßen- und Schienenfahrzeuge sind für die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Auch viele industrielle Anwendungen stellen die elektrische Antriebstechnik ins Zentrum neuer Entwicklungen. Maschinenbauunternehmen, die im Markt bestehen wollen, müssen kleine, leistungsdichte, effiziente sowie günstige und leichte Motoren und Antriebssysteme herstellen. Dazu sagen auch die Hersteller der Antriebstechnik selbst: „Unsere Traktionsmaschinen müssen kleiner, leichter und kostengünstiger gefertigt werden, um im internationalen Wettbewerb mithalten zu können.“ Aus dieser Zielsetzung folgte die Marktforderung nach Drehwertgebern, die für Zahnräder aus Aluminium geeignet sind. – EPHY-MESS macht's möglich...**

Die Herausforderung bestand darin, die gleichen technischen Eigenschaften zu gewährleisten, wie beim Standard-Drehwertgeber, aber bei Aluminiumzahnrädern anwendbar zu sein. Die Unterschiede zur bislang genutzten Technologie der Hall-Sensoren wurden schnell klar: Aluminium hat im Vergleich zu ferromagnetischem Stahl eine 7-fach geringere Permeabilität (=Durchlässigkeit von Materie für magnetische Felder). Daher scheidet ein Hall-Sensor zur Detektion nicht magnetischer Werkstoffe aus. Daraus ergab sich die Notwendigkeit einer kompletten Neuentwicklung: Tests mit den Verfahren GSM / Optisch / Schwingkreis ergaben keinen Lösungsansatz. Es folgte ein neuer Versuch auf der Basis des Wirbelstromprinzips.

## Transformator-Nutzung mal anders...

Basierend auf dem Prinzip des Transformators wurde diese Methode auf ihr Potenzial untersucht. Dies hört sich im ersten Moment irritierend an, aber nur auf den ersten Blick: Nimmt man zwei flach gewickelte

Spulen, ordnet sie nebeneinander an, kann das Aluminium-Zahnrad je nach Position von Zahnkopf und Zahntal (simuliert den Trafokern) unterschiedlich hohe Spannungen von der Primär- zur Sekundärspule übertragen. Werden nun mehrere Spulen geometrisch richtig angeordnet, dann erhält man einen Sensorkopf, der zwei Spuren mit einem Phasenversatz von 90° generiert:



Zur Ermittlung von Drehrichtung und Drehgeschwindigkeit bei Schaltfrequenzen zwischen echten 0 und bis zu 20.000 Hz kommen der DWG-EC-04 und der DWG-EC-05 in verschiedenen Gehäuse- und Anschlusskonfigurationen auf den Markt. Wie die Typbezeichnung EC für Eddy Current verrät, beruht der Sensor auf dem Wirbelstromprinzip. Diese Messmethode ermöglicht

## Die Features der EPHY-MESS Drehwertgeber:

- Auto-Kalibrierung beim Einschalten
- Digitale Speicherung des Verstärkungsniveaus
- Detektieren Drehrichtung und -geschwindigkeit
- Einfache Montage
- Schock- und Vibrationsfest gem. DIN 61373 Kategorie 3
- Wartungs- und verschleißfrei
- Einsatztemperaturen bis 125°C
- Gehäuse lieferbar in Messing, Aluminium und Edelstahl
- 1-Kanal Ausführung, 2-Kanal Ausführung
- Echtes Zero Speed

es, dass das Geberrad auch aus nicht magnetischen, elektrisch leitfähigen Materialien wie bspw. Aluminium bestehen kann. Mit dieser Messmethode können aber auch ferromagnetische Materialien, wie Stahl-Zahnräder, detektiert werden. Das Flanschgehäuse des Sensors ist aus Messing, die Elektronik komplett vergossen.

## Implementierung leicht gemacht

Als Ausgangssignale stehen zwei um 90° phasenversetzte Kanäle jeweils mit Rechtecksignal zur Verfügung. Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) entspricht der EN 50121-3-2 für Schienenfahrzeuge. Die elektrostatische Festigkeit erfüllt die Performance A gemäß EN60947-5-2. Die Vibrationsfestigkeit entspricht EN61373, Kategorie 3. Schockfestigkeit ist nach EN61373, Kategorie 3, EN 60068-2-27 gegeben. Der Sensor besitzt gemäß DIN EN 60529 die Schutzart IPx5. Brandschutz ist, durch Verwendung von speziellen Bahnkabeln und ggf. zusätzlichen, für die Bahnanforderungen ausgelegten Kabelschutz (Gummitextilschlauch oder Wellrohr), nach EN45545 HL3 gewährleistet. Der Impulsgeber ist verpolungsfest und kurzschlussfest konzipiert. Ein mechanischer Verdrehschutz und der Übergangsanschluss zum Anschluss von Wellrohrschutzschlauch, Gummitextilschlauch usw. tragen zur praxisgerechten Installation bei.

## Kontakt:

Volker Schulze  
Entwicklung Bahnprodukte  
Tel.: 06122 9228 0,  
volker.schulze@ephy-mess.de





Von Anfang an dabei

# 30 Jahre ICE - 30 Jahre Sicherheit durch Sensoren aus Wiesbaden

Am 2. Juni 1991 nahm der ICE1 den Regelbetrieb von Hamburg nach München auf. „Doppelt so schnell wie das Auto, halb so schnell wie das Flugzeug“, war das Motto unter dem das Flaggschiff der „Deutschen Bahn“ vor 30 Jahren eine Revolution einleitete. Bahnfahrten mit 250 km/h gab es bis dato noch nicht. Bei Spitzengeschwindigkeiten von max. 280 km/h wurden natürlich auch außerordentliche Anforderungen an die Sicherheit von Mensch und Technik gestellt. Auch an die Temperatursensoren, Drehwertgeber, Kabelbäume und Ölschaugläser aus dem Hause EPHY-MESS.

Eisenbahnhersteller müssen seit jeher hohe Sicherheitsanforderungen beim Bau von Loks und Waggons einhalten. Dies gilt insbesondere für die Wagenkästen, also für Rahmen und Fahrgestelle der Züge aber auch für installierte Komponenten und Sicherheitssysteme. Hier kommen die Sensoren von EPHY-MESS ins Spiel. Bereits seit der ersten Baureihe des ICE liefert EPHY-MESS Temperatursensoren und Drehwertgeber sowie Ölschaugläser und konfektionierte Sensorkabelbäume für die Überwachung von Traktionsmotoren, Radsatzlagern und Getrieben oder auch von Batteriepacks und Bremswiderständen. Die Sensortechnik aus Wiesbaden findet sich neben Metros, Trams und Cargo-Lokomotiven mittlerweile auch in nahezu allen Hochgeschwindigkeitszügen weltweit und sorgt für Sicherheit und Effizienz im Schienenverkehr.

## Enge Zusammenarbeit mit der Bahnindustrie führt zu innovativen Lösungen

Aus der engen Zusammenarbeit mit Zugherstellern, Systemhäusern und Zulieferunternehmen sind neben langjährigen Partnerschaften auch neue Produktentwicklungen und innovative Lösungskonzepte entstanden. So wurde nach einem Messestandbesuch eines großen Systemhauses, das patentierte Zweikammer-Ölschauglas entwickelt. Der Kunde klagte darüber, dass durch Steinschlag im Unterflurbereich die Sicherheitsgläser der bisherigen Ölstandsanzeiger beschädigt wurden. Aufgrund der Leckage kam es zu Ölverlust, ungeplanten Stillständen und zusätzlichen, kostspieligen Wartungen und Reinigungsarbeiten.

Das damals entwickelte, patentierte Ölstandsschauglas zur Sichtprüfung des Getriebe-Ölstandes bei Inspektionen, besitzt für den Einsatz unter erhöhten Schlag- und Stoßbelastungen ein Zweikammersystem. Es bietet dank des integrierten Edelstahlgitters, zuverlässigen Durchschlagschutz bei Kollisionen (Steinschlag) mit Objekten bis zur Masse von 30 g bei 50 m/sec. Sollte es doch einmal zur Beschädigung der äußeren Kammer kommen, so lässt sich die Sichtscheibe ohne Öffnen des Ölbehälters einfach und schnell austauschen.

## Baukastensystem ermöglicht schnelle Produktanpassungen, wirtschaftliche Lösungen

Aus den zahlreichen Produktentwicklungen für unterschiedlichste Messaufgaben in der Bahntechnik und den vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten hat



EPHY-MESS ein modulares Baukastensystem entwickelt. Das Baukastensystem kombiniert geprüfte, bewährte Produkte zu neuen Systemen. Ein neuer Sensor ist „nur“ noch eine Modifikation eines bereits erprobten und bewährten Sensorsystems. Aufwändige Neukonstruktionen und Erstmusterfreigaben entfallen, sicherer Betrieb, hohe Verfügbarkeit und eine geringe Störanfälligkeit sind damit gesichert. Ein Beispiel für die Kombination der Baukastenelemente ist der Kabelbaum eines deutschen Hochgeschwindigkeitszuges. Hier wurden Temperatursensoren und Drehwertgeber mit Steckverbindungen zu einem modularen, leicht zu montierenden Sensorkabelbaum kombiniert. Die Möglichkeit Fühler, Kabel- und Steckverbindung flexibel zu kombinieren, gestattet eine individuelle Anpassung der Sensorik an die anspruchsvollen Anforderungen – nicht nur – im Bereich der Verkehrstechnik.

Heute steht der ICE nicht mehr nur für schnelle Reisezeiten und hohen Reisekomfort, sondern wie kein anderer Zug für klimafreundliche Mobilität. Der Fernverkehr der DB fährt nämlich mit 100 Prozent Ökostrom und ist ein wesentlichen Faktor für die Mobilitätswende.

Darüber hinaus werden für den Schienenverkehr auch neue Antriebskonzepte entwickelt, wie der Brennstoffzellenzug Coradia iLint von Alstom belegt. Das Akronym „LINT“ steht für „leichter innovativer Nahverkehrstriebwagen“. Die Variante iLint für mit Wasserstoff-Brennstoffzellen angetriebene Triebwagen. Die Sensoren von EPHY-MESS überwachen hier die Batteriepacks. Diese speichern während der Fahrt die Bremsenergie sowie den an Bord erzeugten überschüssigen Strom aus der Brennstoffzelle.

EPHY-MESS ist stolz, von Beginn an Teil dieser Entwicklungen zu sein und mit erprobten Produkten und innovativen Ideen und Dienstleistungen die Zukunftsindustrien einer ökologisch basierten „grünen“ Ökonomie zu unterstützen. Herzlichen Glückwunsch an die Deutsche Bahn zum Jubiläum des ICE!

### Kontakt:

Stefan Beck  
Projektmanager Bahn  
Tel.: 06122 9228 8814  
stefan.beck@ephy-mess.de

## Endlich wieder Messebesuch

Wir sind auf folgenden Messen vertreten, die aller Voraussicht nach als Präsenzveranstaltungen stattfinden werden:

Railway Forum  
Berlin

7.+8. September 2021



7. Railway Forum  
Berlin 2021

Husum Wind  
Husum

14.-17. September 2021



HUSUM  
Wind

SPS –  
Nürnberg

23. - 25. November 2021



smart production solutions

# Anti aging von Isolationsmaterialien?

## Teilentladung konstruktiv verhindern

Steigende Anforderungen an Komponenten und Betriebsmittel, insbesondere in der Antriebs- und Energietechnik, zum Beispiel infolge höherer Schaltfrequenzen von Umrichtern / Halbleitern, erfordern die Verwendung teilentladungsfreier oder teilentladungsfester Isoliermaterialien. Ein Ausfall der Isolation oder auch deren unbemerkte Abschwächung kann – im günstigsten Fall – „nur“ sehr teuer werden oder auch katastrophale Folgen haben. Die Alterung von Isolationsmaterialien birgt Risiken! In diesem Zusammenhang spielt die „Teilentladung“ (TE), englisch PD für Partial Discharge, eine große Rolle. EPHY-MESS Ingenieure untersuchten mit Hilfe des hauseigenen 20 kV Prüfstands genau dieses Phänomen. Durch die gewonnenen Erkenntnisse kann EPHY-MESS gut einschätzen, worauf es bei der Konstruktion von Temperatursensoren ankommt, um eine möglichst geringe TE zu erreichen.

Bereits der Leitartikel der EPHYMESSAGE 11/2017 griff das Thema „Sichere Trennung durch anforderungsgerechte Isolation“ auf. Eine ganze Reihe von Kundengesprächen drehte sich seitdem um dieses Thema. Einige Kunden interessierten sich insbesondere für die „Alterung von Isolationsmaterialien“. Ihr Ziel: Auch auf langfristige Sicht, sich schleichend ergebende Qualitätsprobleme zu vermeiden. Während damals der Schwerpunkt der Ausführungen eher auf der „Sicheren Trennung“ lag, geht es jetzt um die Isolation selbst.

## Hohe inhouse Teilentladungs-Kompetenz

Mitarbeiter aus dem Entwicklungsbereich von EPHY-MESS nutzten den eigenen Prüfstand, um Aspekte der TE näher zu erforschen. Die Techniker und Ingenieure griffen dabei auch zurück auf ihr Knowhow als Mitarbeiter im technischen Arbeitskreis des ZVEI bei der Erarbeitung eines Leitfadens zur Teilentladungs-Messung und -Diagnostik im Niederspannungsbereich bis 1.000 V. Teilentladung ist nach der Norm EN 60270 als „örtlich beschränkte Entladung, welche die Isolation zwischen Leitern teilweise überbrückt“ definiert. Hierbei handelt es sich überwiegend um Gas-Entladungen, umgeben von festen Isolierstoffen, welche aufgrund der Zersetzung des Isoliermaterials eine beschleunigte Alterung / Schwächung verursachen und bis hin zum Ausfall des Isolierstoffs führen können. Eine TE-Messung wird insbesondere in den Normen EN 61800-5-1 zur Sicheren Trennung gefordert.

## Wie Teilentladung entsteht

TE kann dann entstehen, wenn die Durchschlagfeldstärke eines Dielektrikums punktuell überschritten wird, und dadurch ein teilweises Versagen des Isoliersystems erfolgt. Eine weitere notwendige Startbedingung ist auch, dass die Spannungshöhe oberhalb der TE-Einsatzspannung liegt. Einen möglichen Einfluss auf die Messergebnisse haben u.a. auch

- Fehlstellen in Isolierstoffen (z.B. Luftbläschen),
- inhomogene Wandstärken (z.B. bei Schrumpfschläuchen),
- mechanische Beschädigungen,
- Verschmutzungen oder Spannungsspitzen durch Umrichter,
- verschiedene Isoliermaterialien übereinandergeschichtet

## Wie sich höhere Spannungsfestigkeit erreichen lässt

Es gibt Überlegungen, durch Erhöhung der Schichten an Isoliermaterial eine höhere Spannungsfestigkeit in manchen Anwendungen herbeizuführen. Leider wirken sich sogenannte Grenzschichten zwischen den einzelnen Lagen von Isolierstoffen nachteilig hinsichtlich der dadurch erzeugten TE-Werte aus. Daher sollte der Fokus bei der Konstruktion von Sensoren sein, nur so viele Isolierschichten zu verwenden, wie für die notwendige Spannungsfestigkeit erforderlich. Ideal wäre, einen einzelnen, aber sehr dickwandigen Schrumpfschlauch zu verwenden. Infolge der notwendigen Wandstärken, sind nach dem Schrumpfungprozess eine sehr große Steifigkeit / mangelnde Flexibilität und die damit einhergehenden Nachteile bei der Montage die Folge. Nicht zuletzt ist es ein bekannter Effekt, dass es beim Einsatz der Sensoren bei immer höheren Temperaturen und dem Vorhandensein einer Teilentladung, zu einer beschleunigten Alterung des Isolierstoffsystems kommt. Bei den Temperatursensoren von EPHY-MESS spielt vorrangig eine innere Teilentladung eine Rolle, die als Hohlraum- oder Gasentladungen an Feststoffen auftritt. Hierzu gibt es verschiedene Arten der Messung, wobei das EPHY-MESS-Prüfequipment auf der Basis einer Ladungsverschiebung arbeitet. Die Literatur nennt einen (theoretischen) TE-Grenzwert von 10 pC, bei dessen Einhaltung von einer alterungsfreien Isolation ausgegangen werden kann. Ein theoretischer Wert dahingehend, da dieser nur bei idealisierten Bedingungen erreichbar ist. In der Praxis ist das aber quasi nie möglich.

## Das 1x1 der TE-Messung

Bei der TE-Messung sind folgende Spannungsdefinitionen wichtig: UPD, TE-Einsatzspannung und TE-Aussetzspannung. UPD stellt die periodisch wiederkehrende maximale Spannungsspitze am Messobjekt (oder Betriebsmittel) dar. Während die Einsatzspannung die niedrigste Spannung ist, bei der im Prüfkreis Teilentladung auftritt, stellt die TE-Aussetzspannung jenen Wert dar, bei dem wiederholt auftretende Teilentladung gerade nicht mehr vorkommt (wenn die Prüfspannung von einem höheren Spannungslevel kommend abgesenkt wird).

Im praktischen Testablauf erfolgt ein Anstieg der Spannung von Null auf einen Pegel Faktor x über der Einsatzspannung mit Verbleib dort über eine Zeitdauer von 5s, danach Absenken um Faktor x auf einen niedrigeren Pegel (Faktor x: genaue Höhe abhängig von der Isolation, nähere Angaben siehe Norm EN 61800-5-1) mit einer dortigen Messdauer über 10 s. Bleibt der arithmetische Mittelwert des TE-Pegels innerhalb von 10 s unterhalb von 10 pC, dann wird der Prüfling als „TE-frei“ bezeichnet.

## Auf die Untersuchung der kompletten Komponenten kommt es an

Bei der Bewertung der Teilentladungswerte nach Messungen sollte unbedingt entschieden werden, inwieweit die Zuleitungen der Sensoren selbst in Elektromaschinen (oder in das Prüfmittel) mit eingebracht werden. Bei einer praktischen Messung für ein Kundenprojekt war die Differenz der TE-Werte um Faktor 30 höher, als die Anschlussleitung in der Prüfstrecke mitgemessen wurde.



## Sogar die Litzenfarbe ist relevant

Neben der Art der Isolation spielt z.B. bei Litzenleitungen auch die Farbe der Isolation eine Rolle. Hier haben in Messversuchen die eingebrachten Farbpigmente je nach benutztem Farbstoff zu unterschiedlichen TE-Werten geführt.

Das Kabel stellt durch die Kombination von elektrischen Leitern und verschiedenen Isolierstoffen (geschichtetes System verschiedener Dielektrika) über die Länge eine große TE-wirksame Fläche dar. Im Gegensatz zum Kabel ist die Fläche des Sensors meist um Größenordnungen kleiner. Dieser Einfluss wird bei EPHY-MESS durch das Einbringen der Zuleitung in ein Kugelbad ermittelt. Die eingebrachte Länge wird mit dem Kunden abgesprochen, um so ein möglichst realistisches Abbild der späteren Einbausituation zu erreichen.

## Fazit:

Dank der neu gewonnenen, umfassenden Erkenntnisse kann EPHY-MESS gut einschätzen, worauf es bei der Konstruktion von Temperatursensoren ankommt, um eine möglichst geringe TE zu erreichen. Dank geeigneter Materialien kann ein teilentladungsarmer Aufbau erreicht werden und das Endprodukt kann optional vermessen und entsprechend spezifiziert werden. In dem Zusammenhang sind die technischen Kundenanforderungen zu berücksichtigen, die durch die Integration notwendiger Komponenten die Teilentladung erhöhen können. Auf dieser Basis lassen sich neue Produkte mit bester Widerstandsfähigkeit gegenüber möglichen Teilentladungen konstruktiv umsetzen.

## Kontakt:

Werner Hix  
Projektmanager Windkraft  
Tel.: 06122 9228 46  
werner.hix@ephy-mess.de

## I M P R E S S U M

### Herausgeber:

EPHY-MESS  
Gesellschaft für Elektro-Physikalische  
Messgeräte mbH  
Berta-Cramer-Ring 1  
65205 Wiesbaden, Deutschland  
Tel. +49 (0) 6122 92 28 0  
Fax +49 (0) 6122 92 28 99  
info@ephy-mess.de  
www.ephy-mess.de

### Redaktion & Gestaltung

Marketing-Beratung Kuchenmeister GmbH  
87463 Dietmannsried, Deutschland  
Tel. ++49 (0)172 546 2 546  
kuchenmeister@mbkgmbh.de