ECKEL

Robograph 2

Bedienungsanleitung

Vorwort

Der Robograph 2 ist ein modernes und hochempfindliches Messgerät.
Um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen, müssen die **Aufstellungsregeln** sowie das Kapitel über **Fehlerquellen** beachtet werden. Dies gilt im Besonderen beim Betrieb in der Umgebung von elektromagnetisch störenden Betriebsanlagen.

Auch wenn die Bedienung des Robograph 2 sehr einfach ist, wird dringend empfohlen, die gesamte Bedienungsanleitung sorgfältig zu **lesen**, da sonst die Vielfalt der Möglichkeiten nicht genutzt werden kann.

Es ist möglich, dass Softwarefehler in der Bedieneroberfläche auftreten werden. Wenn dieser Fall auftritt, notieren Sie bitte die Situation und, wenn möglich, die Art des Fehlers und die aufgetretene Fehlermeldung. Sie werden dann von mir schnellstmöglich eine korrigierte Programmversion erhalten. Bitte melden Sie mir auch kleine Fehler. Sie helfen dabei, sich und zukünftigen Benutzern Ärger zu ersparen.

Die Art des Ringbuches für die Bedienungsanleitung wurde gewählt, um sie Verbesserungen und Erweiterungen anzupassen. Sie werden die entsprechenden Seiten zusammen mit dem Softwareupdate unaufgefordert erhalten.

ECKEL GbR
Magnetmesstechnik
Am Teich 5
19348 Berge GT Grenzheim
Tel.: 038785 / 60910 Fax: 60911
E-Mail: info@w-eckel.com
www.w-eckel.com

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Gerätebeschreibung
2. Installation
    - 2.1 Hardwarevoraussetzungen
    - 2.2 **Hardwareaufstellung**
    - 2.3 Softwareinstallation
3. Tischgerät Robograph 2
    - 3.1 Aufbau und Funktion
    - 3.2 Anzeigen an der Gerätefrontplatte
    - 3.3 Anschlüsse an der Geräterückseite
    - 3.4 **Sicherheitshinweise**
4. Bedieneroberfläche
    - 4.1 Programmstart
    - 4.2 Hauptmenü
    - 4.3 Vorwahl
    - 4.4 Systemtest
    - 4.5 Flussmessung
    - 4.6 Stoffmessung
    - 4.7 Graphik
    - 4.8 Ausdruck
    - 4.9 Archivierung
    - 4.10 Toleranzen
    - 4.11 Statistik
        - 4.11.1 Cpk-Berechnung
        - 4.11.2 Langzeitstatistik
    - 4.12 Parameter
    - 4.13 Service und Eichung
    - 4.14 Extra Service
5. Fehler
    - 5.1 Fehlermeldungen und Fehlercodes
    - 5.2 **Fehlerquellen**
6. Technische Daten
7. Stichwortverzeichnis

1. Allgemeine Gerätebeschreibung

Der Robograph 2 ist ein digitales Hysteresemessgerät für Magnetsegmente und Stoffproben.

Die Messung von hartmagnetischen Segmenten ist eine Flussmessung nach der BOSCH-Prüfvorschrift Nr. 3 139 918 950. Das Magnetsegment wird in einem der Segmentform entsprechendem Messeinsatz in einem Joch nacheinander in beide Richtungen weit über die Sättigung aufmagnetisiert. Durch gleichzeitige Messung von Feldstärke und magnetischem Fluss wird die komplette Hysteresekurve des Segmentes aufgenommen. Diese wird dann von der Steigung $a \cdot \mu_0$ befreit, um die reine Materialeigenschaft zu berechnen.

Die Rechteckform dieser Entmagnetisierungskennlinie ist entscheidend für die Beständigkeit von Permanentmagneten unter dem Einfluss starker Gegenfelder. Speziell berechnet werden der Remanenzfluss und der Fluss bei einem frei wählbaren Gegenfeld.

Die Messung von Stoffproben wird mit einem anderen Messeinsatz durchgeführt. Dabei wird unabhängig von der Probengröße durch gleichzeitige Messung von Feldstärke und Induktion die Hysteresekurve des Materials aufgenommen. Auch diese Kurve wird dann von der Steigung μ_0 befreit, um die reine Materialeigenschaft zu berechnen.

Neben der Remanenzinduktion und der Koerzitivfeldstärke des Materials wird eine Grenzfeldstärke berechnet, bis zu der das Material belastet werden darf, ohne dass die Magnetisierung verloren geht.

Beide Messungen werden ohne Eichprobe absolut physikalisch geeicht und können auf 20° C temperaturkompensiert werden. Die Stoffmessung muss mit einer Nickelprobe nachgeeicht werden, um die Verluste im Messeinsatz zu kompensieren. Zusätzlich ist eine nichtlineare Sättigungskompensation zuschaltbar.
Die Ergebnisse werden graphisch dargestellt und können ausgedruckt und gespeichert sowie auf Wunsch statistisch ausgewertet werden.
Die Wiederholmessungenauigkeit des Robograph 2 liegt weit unter den Schwankungen durch äußere Einflüsse.

2. Installation

2.1 Hardwarevoraussetzungen

Der Robograph 2 wird an einen handelsüblichen Personal Computer angeschlossen. Dieser PC wird einschließlich Peripherie und Windows-Software vom Betreiber gestellt. Im Einzelnen werden benötigt:

Ein standard Pentium **PC.** Auch ältere Geräte sind geeignet. Die Hardwareanforderungen an den PC sind gering und hängen im Wesentlichen von der verwendeten Windows Version ab.

Tastatur nach Wahl. Spezielle Sondertasten werden nicht benötigt.

Farbmonitor nach Wahl. Zu empfehlen ist ein entmagnetisierbarer Monitor (Schalter "Degauss"), da zu dichtes Aufstellen am Messjoch eine dauerhafte Magnetisierung und damit Verfärbung der Bildröhre hervorrufen kann. Noch besser ist die Verwendung eines LCD Bildschirms, da dieser gegen Magnetfelder unempfindlich ist.

Maus nach Wahl. Es wird nur eine Maustaste benutzt.

Drucker inklusive Anschlusskabel nach Wahl. Er muss jedoch unter Windows konfigurierbar sein. Empfohlen wird ein **Laserdrucker,** wenn auch Messkurven ausgedruckt werden sollen.

1 serielle RS 232-Schnittstelle für den Robograph und evtl. **1 Parallelschnittstelle** (Drucker).

CD-ROM Laufwerk.

Software **Windows™** von 98 bis Vista (32Bit).

Dies waren die Hard- und Software die vom Betreiber zu stellen sind.

Des Weiteren wird folgende Hard- und Software benötigt, die normalerweise zum Lieferumfang gehört:

Tischgerät **Robograph 2**.

Messjoch. Wenn nur Flussmessung vorgesehen ist, kann eventuell ein vorhandenes Messjoch benutzt werden.

Hallsonde.

Temperaturfühler.

Netzkabel, RS 232-Verbindungskabel, Hallsondenkabel, Temperaturfühlerkabel, Tasterkabel, 2 BNC-Kabel.

Bedienungs- und Auswertungs**software**.

Bedienungsanleitung.

Zusätzlich werden für jede Segmentform ein passender **Flussmesseinsatz** und für Stoffmessung ein **Stoffmesseinsatz** benötigt. Diese Einsätze werden auch von uns gefertigt und müssen **extra bestellt** werden.

2.2 Hardwareaufstellung

Messjoch und Hallsonde

Bei der Aufstellung des Messjochs ist das große **Gewicht** zu beachten. Der Tisch sollte ein stabiles **Stahlgestell** und **keine Rollen** an den Füßen haben.
Wegen der Messeinsätze und der Hallsonde sollte ein möglichst großer **Abstand** zu elektromagnetisch **störenden Geräten** eingehalten werden.
Die Hallsonde ist der empfindlichste Messfühler. Achten Sie darauf, dass das **Anschlusskabel** der Hallsonde möglichst **weit entfernt** und auf keinen Fall parallel zu Netzkabeln verlegt wird.
Das Messjoch sollte mit seinem **Temperaturfühler** nicht in dem Bereich von **Zugluft** stehen, weil sonst die Temperaturmessung verfälscht werden könnte. Näheres dazu im Kapitel "Fehlerquellen".

Das Joch selber erzeugt ein **extremes,** langsam veränderliches magnetisches **Streufeld**.
ACHTUNG : Gefahr für alle in der Nähe befindlichen magnetischen Datenträger wie Disketten, Festplatten oder Magnetbänder. Auch nach der Messung ist die Remanenz des Messjochs gefährlich für Disketten.
Farbmonitore mit Bildröhre können dauerhafte **Verfärbungen** durch Aufmagnetisierung der Bildröhre bekommen.
Lose herumliegende Eisenteile oder Magnete können während der Messung plötzlich von dem Messjoch angezogen werden.

Tischgerät Robograph 2

Der Robograph 2 wird vom Magnetfeld des Messjochs nicht beeinflusst und kann daher neben ihm stehen. **Auf keinen Fall das Messjoch auf den Robograph 2 stellen**.
Dieses Gewicht kann das Gerät nicht tragen. Achten Sie darauf, dass der **Lufteinlass** an der Rückseite und die **Lüftungsschlitze** im Deckel nicht abgedeckt werden. Stellen Sie das Gerät nicht unter eine Abdeckung, die die Luftzirkulation behindert.
Verhindern Sie auf jeden Fall, dass **Flüssigkeit** durch die Lüftungsschlitze in das Gerät gelangt.
Extreme elektromagnetische Störer wie funkensprühende Motorkollektoren oder Lichtbogen beeinflussen auch den Robograph 2, wodurch eine korrekte Messung durch die Einwirkungen auf die Sensoren unmöglich wird.

Personal Computer

Der PC selber ist gegenüber langsam veränderlichen Magnetfeldern unempfindlich. Da aber **extreme Gefahr** für die **Festplatte** und **Disketten** besteht, muss auch hier der **größtmögliche Abstand** zum Messjoch gewählt werden.

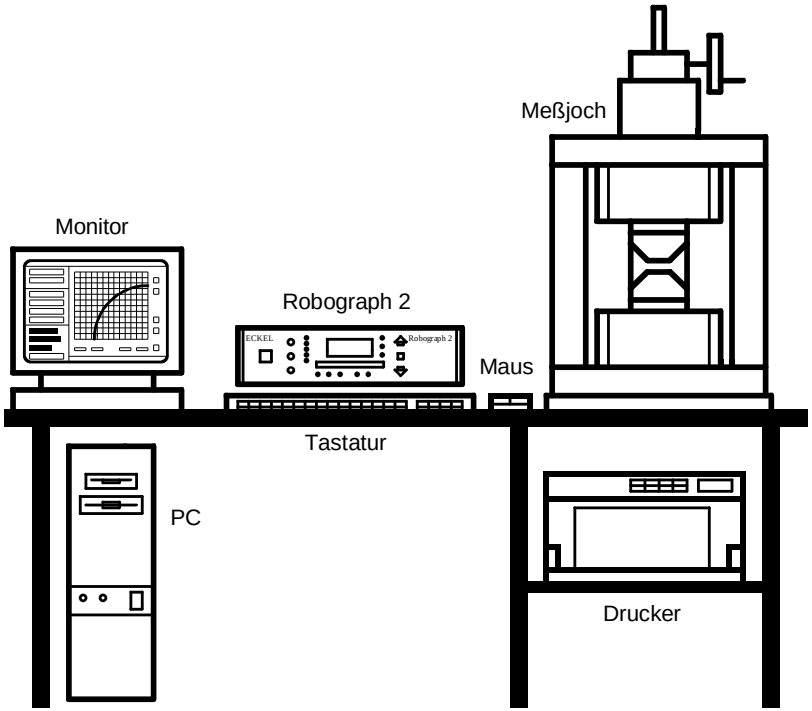
Monitor

Ein Farbmonitor mit Bildröhre zeigt seine Beeinflussung durch das Streufeld deutlich durch erhebliche **Farbveränderungen** während der Messung. Bei einem Abstand von **1 Meter** von dem Messjoch sollte es aber zu keiner dauerhaften Aufmagnetisierung der Bildröhre kommen. Wenn es doch passiert, kann ein entmagnetisierbarer Monitor durch Betätigen der "Degauss"-Taste entmagnetisiert werden. Ist dies nicht möglich, so geht die Magnetisierung meist im Laufe einiger Tage oder Wochen zurück.
Am besten, Sie verwenden einen LCD Flachbildschirm.

Drucker

Der Drucker kann beliebig stehen. Obwohl der Toner von Laserdruckern leicht magnetisch ist, konnte auch bei Aufstellung direkt neben dem Messjoch keine Beeinträchtigung des Druckers festgestellt werden, insbesondere weil meist während des Druckens nicht gemessen wird.

Optimale Aufstellung der Komponenten:



Kabelanschlüsse

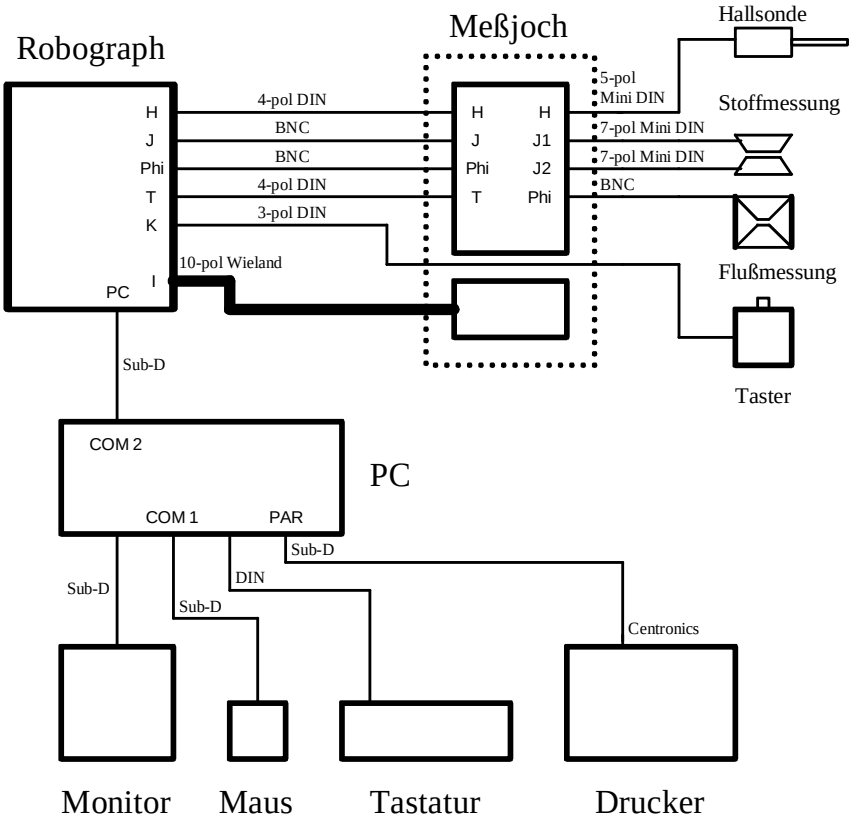
Die Kabel sowie alle Steckanschlüsse sind gekennzeichnet. Sämtliche Steckverbinder sind, bis auf die 2 BNC-Kabel, **unverwechselbar**.

Alle Verbindungen sollten je nach Art verriegelt oder verschraubt werden. Zum Lösen des Messjochsteckers ist es zweckmäßig, die Verriegelung mit einem Schraubendreher vorsichtig aufzuhebeln.

Verlegen Sie die Kabel so, dass sie nicht auf Zug belastet sind und nicht versehentlich herausgerissen werden können.

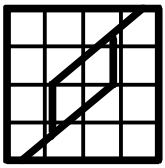
Die Hallsonde muss mit der Kunststoffseite nach oben in die Halterung geschoben werden.
Die **Hallsonde** darf auf **keinen Fall** an der Spitze mechanisch belastet, verdreht oder gar **gebogen** werden, da sich in ihr ein leicht zerbrechliches Hallelement befindet.

Die Kabel werden nach folgendem Schema angeschlossen:



2.3 Softwareinstallation

Die Installation der Software wird von einem Installationsprogramm vorgenommen. Voraussetzung ist, dass Windows schon installiert ist. Bei der **ersten** Installation auf dem PC legen Sie die CD in das entsprechende Laufwerk und starten Sie das Programm "ROBINST.EXE". Dieses Programm legt auf der Festplatte "C:" ein Verzeichnis "ROBO" an. In diesem Verzeichnis befinden sich das Programm "ROBO2.EXE" sowie Eich-, Toleranz-, Parameter- und Archivdateien. Des Weiteren wird im Windows™ Programm-Manager das Fenster "Robograph 2" erzeugt. In diesem Fenster wird folgendes Icon für den Robograph 2 installiert:



Robograph 2

Das Programm "ROBO2.EXE" kann jetzt durch Doppelklick auf dieses Icon gestartet werden. Ebenso ist ein direkter Programmstart im Datei-Manager möglich.

Das Programm kann aber **nur unter Windows™** arbeiten, da sämtliche Windows-Funktionen der Bedieneroberfläche nicht in dem Programm enthalten sind, sondern nur aus diesem aufgerufen werden. Dies erklärt auch die relativ geringe Größe des Programms.

Für die Installation eines **Softwareupdates** sollte das Programm "ROBO2.EXE" direkt mit der neuen Datei überschrieben werden. Dadurch ist eine Veränderung der anderen Dateien ausgeschlossen.

3. Tischgerät Robograph 2

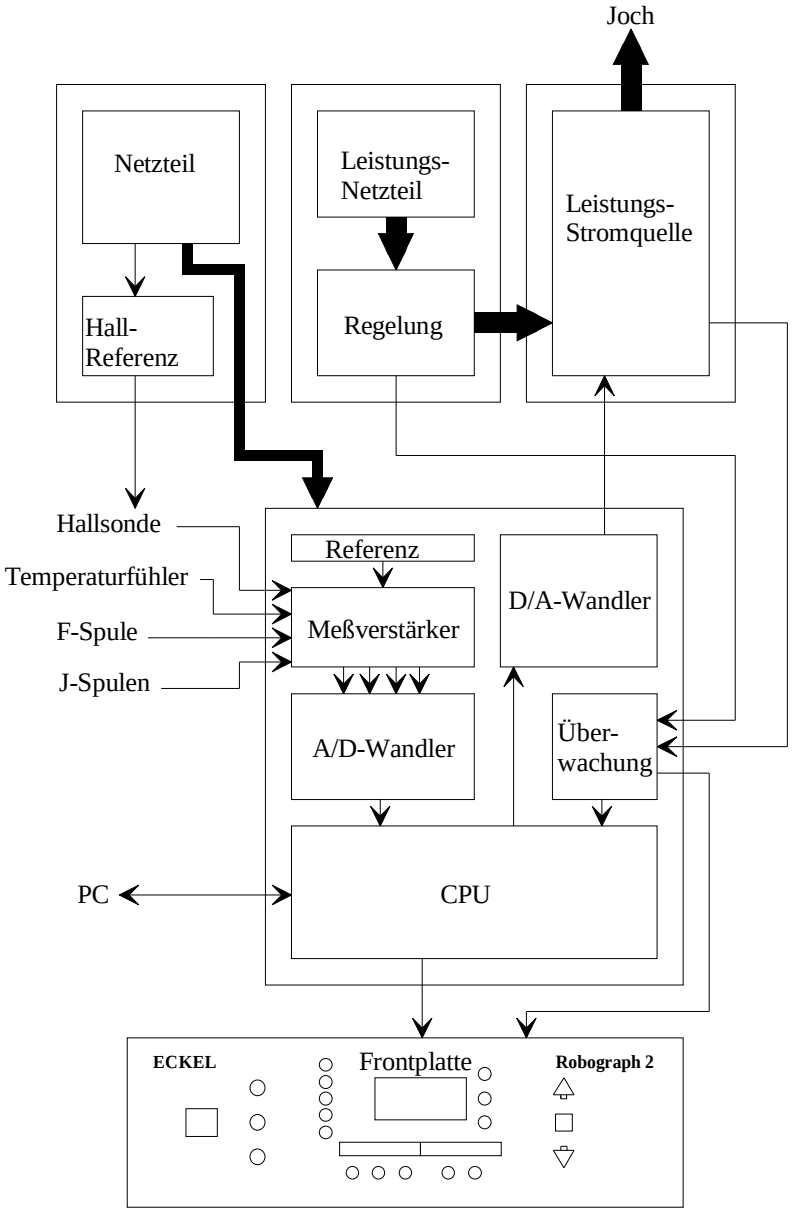
3.1 Aufbau und Funktion

Der Robograph 2 besteht im Wesentlichen aus der **Mess- und Steuereinheit** und der **Leistungsendstufe** mit Netzteil. Auf der Mess- und Steuereinheit befindet sich ein **Microcontroller** mit eigener **On-Chip-Software**. Der Microcontroller hat mehrere Aufgaben:

- Sicherheitsüberwachung von Endstufe und Netzteil
- Fehlererkennung vor der Messung
- Steuerung der Stromquellen-Endstufe
- Erfassung der Messwerte
- Codierung der Messwerte
- Verbindung mit dem Personal Computer
- Steuerung der Anzeigen der Frontplatte

Die Endstufe besteht aus **zwei** unabhängigen steuerbaren **Stromquellen**, die die beiden Erregerwicklungen des Messjoches komplementär aussteuern. Diese Stromquellen wurden speziell für den Dauerbetrieb unter stark induktiver Last entwickelt und können je 250 W Wirkleistung abgeben. Um Störungen durch Netzbrummen zu vermeiden, besitzt die Endstufe ein **stabilisiertes Leistungsnetzteil**.

Bild Geräteschema



3.2 Anzeigen an der Gerätefrontplatte

Die Anzeigen gliedern sich in 4 Bereiche:

- Gerätestatus
- Messergebnis
- Auswertung
- Kontrollanzeigen

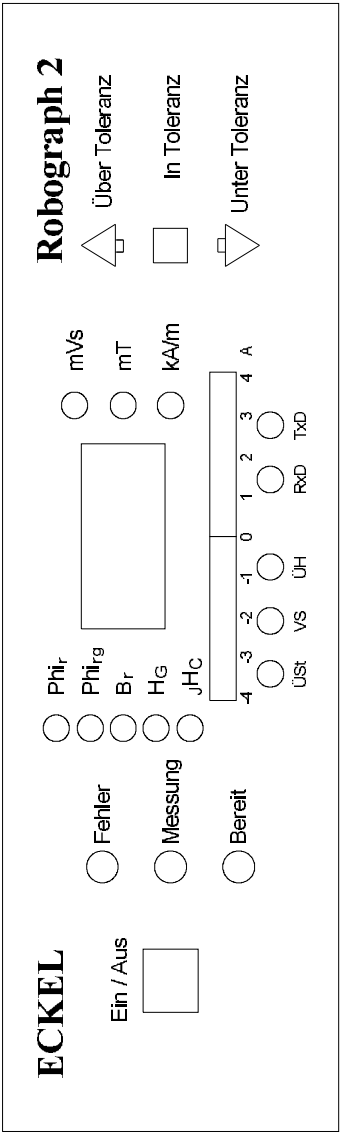
Gerätestatus:
Grün = Bereit, Selbsttest in Ordnung.
Gelb = Messung läuft, Unterbrechung vermeiden.
Rot = Fehler. **Rotes Blinken** bedeutet: **Erheblicher Hardwarefehler**, an Kontrollanzeigen ablesbar, Gerät **abschalten und reparieren**. Einzige Ausnahme: Bei Messung ohne angeschlossenes Joch wird durch die Übersteuerung nach der Messung ein Hardwarefehler angezeigt. In diesem Fall muss nur das Joch angeschlossen werden. Rotes Dauerlicht nach Start der Messung bedeutet: Fehler an den Messsensoren laut Fehlermeldung am Bildschirm. Fehler beheben und Messung neu starten. Genaue Beschreibung in Kapitel 5.1.

Messergebnis:
Links Bezeichnung des angezeigten Messwertes, rechts die dazugehörige Einheit, grün für Flussmessung und gelb für Stoffmessung. Auswahl über Vorwahl, Kapitel 4.3. In der Mitte Anzeige des Messergebnisses.

Auswertung:
Gelb = Über Toleranz
Grün = In Toleranz
Rot = Unter Toleranz
Einstellung der Toleranzen in Kapitel 4.10.
Es gibt **zwei Einstellungen**:
- Toleranzauswertung nur für den angezeigten Messwert
- Toleranzauswertung für alle Messwerte
Nähere Beschreibung siehe Kapitel 4.12 Parameter.

Kontrollanzeigen:
Stromanzeige über Leuchtbalken. Der angezeigte Wert ist der Mittelwert der beiden Erregerströme. Die Anzeige darf **nur während der Messung** aufleuchten.
ÜSt = Übersteuerung einer oder beider Endstufen. Kurzes Aufleuchten bei Höchstaussteuerung währen der Messung ist unbedenklich und hat auf die Messung keinen Einfluss, bedeutet aber eine Fehlanpassung von Gerät und Innenwiderstand der Erregerwicklungen.
VS = Versorgungsspannung falsch, bzw. **Netzteil defekt**.
ÜH = Gerät überhitzt.
RxD und TxD sind die Überwachung der seriellen Schnittstelle zum PC.
Im Gegensatz zu den übrigen Anzeigen der Frontplatte sind die Kontrollanzeigen rein **statisch** und werden nicht von dem Microcontroller gesteuert.
Genaue Beschreibung von Fehlerursachen, -meldungen und Gegenmaßnahmen in Kapitel 5.1.

Bild Frontplatte

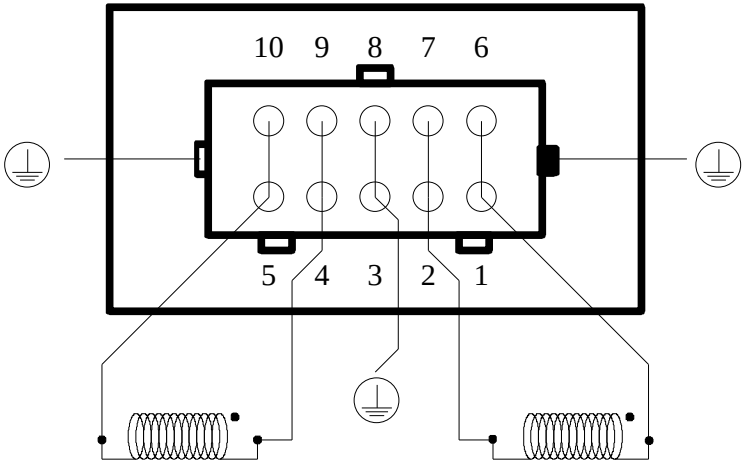


3.3 Anschlüsse an der Geräterückseite

An der Geräterückseite befinden sich alle benötigten Steckverbindungen für den Robograph 2. Sie sind entsprechend der Funktion beschriftet.

Netzanschluss:
Der Netzanschluss ist ein Kaltgeräteeinbaustecker nach IEC 320 bis 65 °C. Die Netzspannung beträgt 220-240V. Bei 110-120 V ist die Spannung auf der Geräterückseite extra angegeben. Die Netzfrequenz ist 50-60 Hz. Der Netzeingang enthält einen Netzfilter und die Netzsicherung. Der Robograph 2 **muss einen Schutzerdeanschluss** im Netzkabel haben. Der richtige Sicherungswert ist 4 AT für 230 V und 10 AF für 115 V. In dem Sicherungshalter ist eine Reservesicherung enthalten. Der Netzanschluss ist mit "**AC**" gekennzeichnet.

Messjoch:
Der Anschluss für das Messjoch ist ein 10-poliger verriegelbarer Leistungssteckverbinder. Hier werden die Erregerwicklungen des Messjochs angeschlossen. Die Anschlussbelegung ist:



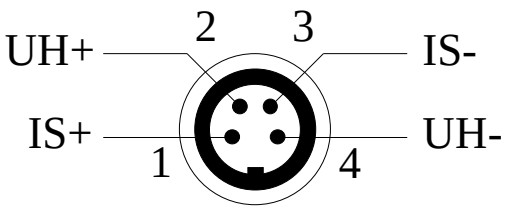
Der Steckverbinder muss **verriegelt** werden, da bei Unterbrechung der Verbindung während der Messung extrem hohe Spannungen am Messjoch auftreten können, die Personen gefährden und die Isolation des Messjochs beschädigen können. **Keiner** der Erregerspulenanschlüsse darf mit Masse oder Schutzerde verbunden werden!

Serielle Schnittstelle:
Die serielle RS232 / V.24-Schnittstelle ist eine 9-polige Sub-D-Steckdose. Angeschlossen sind:
Pin 2 = Transmit Data TxD
Pin 3 = Receive Data RxD
Pin 5 = Ground
Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 19200 Baud.
Die serielle Schnittstelle ist mit "**V.24**" gekennzeichnet.

Stoffmessung:
Der Anschluss für die J-Messspulen für die Stoffmessung ist eine BNC-Buchse. Sie ist mit "**J**" gekennzeichnet. Die maximale Eingangsspannung beträgt 10 V. Der differentielle Eingangswiderstand ist > 10 MOhm

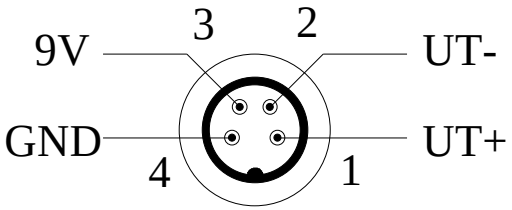
Flussmessung:
Der Anschluss für die Φ-Messspule für die Flussmessung ist eine BNC-Buchse. Sie ist mit "Φ" gekennzeichnet. Die maximale Eingangsspannung beträgt 5 V. Der differentielle Eingangswiderstand ist > 10 MOhm

Hallsonde:
Der Anschluss für die Hallsonde ist eine 4-polige Steckdose Typ KFV 40 nach DIN 41524 mit Schraubverschluss. Die Anschlussbelegung ist:



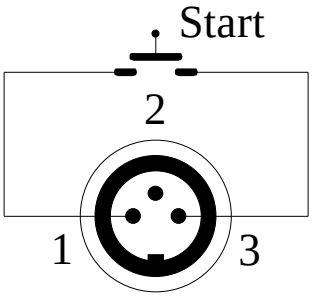
Der Steuerstrom für die Hallsonde beträgt 7 mA. Der Hallsondenanschluss ist mit "**Hall**" gekennzeichnet.

Temperatursensor:
Der Anschluss für den Temperatursensor ist ein 4-poliger Stecker Typ SFV 40 nach DIN 41524 mit Schraubverschluss. Die Anschlussbelegung ist:



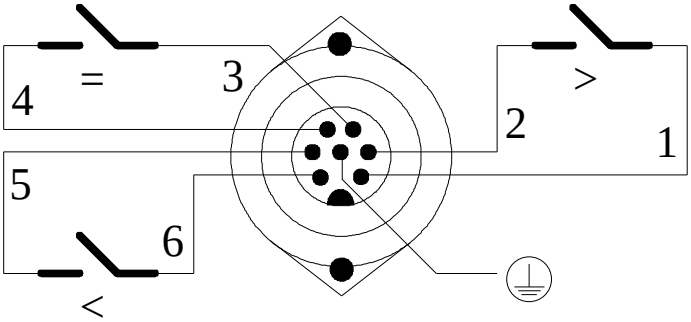
Die Versorgungsspannung für den Temperatursensor beträgt 9 V. Der Temperatursensoranschluss ist mit "**Temp.**" gekennzeichnet.

Taster:
Der Anschluss für den Taster ist eine 3-polige Steckdose Typ KFV 30 nach DIN 41524 mit Schraubverschluss. Die Anschlussbelegung ist:



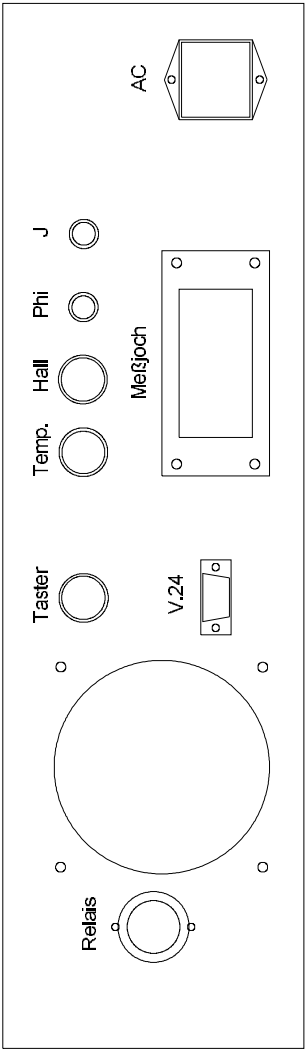
Der Tasteranschluss ist mit "**Taster**" gekennzeichnet.

Relaisausgang:
Der Ausgang der Relais ist eine 7-polige Aufbausteckdose Typ Hirschmann CA 6 mit Schraubverriegelung. Hier können abhängig vom Ergebnis externe Vorgänge gesteuert werden. Der Relaisausgang ist intern mit potentialfreien Relaiskontakten verbunden. Die Anschlussbelegung ist:



Die Belastbarkeit der Relaiskontakte beträgt 250 V AC 8 A. Der Relaisanschluss ist mit "**Relais**" gekennzeichnet.

Bild Rückseite



3.4 Sicherheitshinweise

Die folgenden Hinweise sind zum Schutz der Hardware aufgestellt worden. Sie sollen helfen, das Gerät vor Extrembelastungen zu schützen. Eine Missachtung dieser Hinweise führt aber nicht unausweichlich zu einer Beschädigung des Gerätes.

- Beachten Sie Kapitel 2.2 Hardwareaufstellung.
- Das Gerät ist **schwerer** als es aussieht.
- Wenn das Gerät z.B. heruntergefallen ist, und Sie nicht sicher sind, ob es noch funktioniert, schalten Sie es zuerst ein, **ohne das Joch anzuschließen**.
  Bei offensichtlicher Beschädigung sollte das Gerät ohne vorheriges Einschalten gleich zur Reparatur gebracht werden.
- Verriegeln Sie den Jochstecker.
- Vermeiden Sie **auf jeden Fall** einen **Kurzschluss zwischen den Endstufen untereinander und zur Gerätemasse**. Bei einigen Arten von Kurzschlüssen sind **schwere Beschädigung des gesamten Gerätes und des Rechners möglich.**
  Also allgemein **nach jeder Arbeit** an den Anschlüssen der Erregerspulen, diese auf **Kurzschlüsse testen**!
- Berühren Sie nicht die Anschlüsse der Erregerspulen während der Messung. Es können Gleichspannungen bis **120 V** auftreten!
- Benutzen Sie das Gerät nur mit funktionierendem Lüfter.
- Vermeiden Sie ein **Ausschalten** des Gerätes **während der Messung**. Ausschalten des PC, bzw. Trennung vom PC während der Messung ist dagegen völlig ungefährlich.

- Vermeiden Sie unmittelbar **aufeinanderfolgendes Aus- und Einschalten** des Gerätes (< 1 s), damit der Microcontroller ein definiertes Reset erhält.
- Wenn die **Stromanzeige außerhalb der Messung** ausschlägt, **schalten** Sie das Gerät **sofort ab**!
- Vermeiden Sie das Eindringen von Metallstaub oder -spänen sowie Flüssigkeiten in das Gerät.
- Ersetzen Sie nicht die innerhalb des Gerätes liegenden Feinsicherungen. Ein Durchbrennen dieser Sicherungen lässt immer einen Hardwarefehler vermuten. Ein Ersetzen ohne Test der Hardware kann weitere Fehler hervorrufen. Insbesondere dürfen die Sicherungen **niemals** gegen größere ausgetauscht werden.

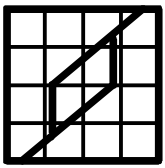
- **Arbeiten Sie niemals am eingeschalteten offenen Gerät**.☠

Neben 230 V Wechselspannung befindet sich auch 210 V Gleichspannung mit erheblicher Leistung in dem Gerät. Diese Spannung wird auch nach dem Abschalten in den Kondensatoren längere Zeit gehalten. Ein Kurzschluss dieser Spannungen auf eine beliebige andere Leitung kann das gesamte Gerät zerstören. Am besten, Sie öffnen das Gerät überhaupt nicht, da es für Sie ohnehin nicht reparabel ist.

4. Bedieneroberfläche

4.1 Programmstart

Auf dem Windows™ Desktop befindet sich dieses Icon für den Robograph 2:

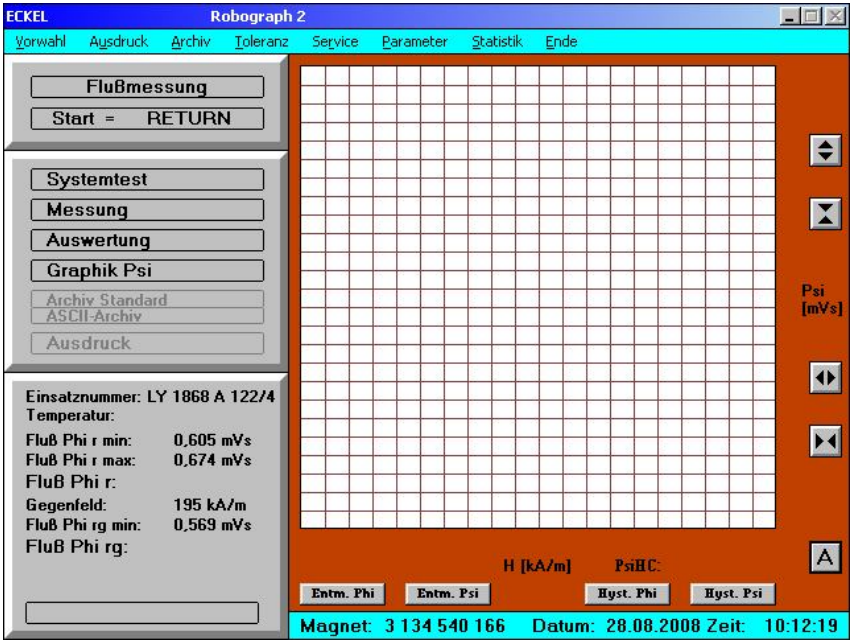


Robograph 2

Das Programm wird durch Doppelklick auf dieses Icon gestartet.
Ebenso ist ein direkter Programmstart durch Anwahl von "ROBO2.EXE" im Datei-Manager möglich.
Beim Programmstart werden automatisch sämtliche Parameter und Eichwerte geladen, die beim letzten Betrieb eingestellt waren.

4.2 Hauptmenü

Nach dem Programmstart öffnet sich das Hauptmenü, in dem alle während des Betriebes notwendigen Elemente auf einer Seite vorhanden sind.



Das Hauptmenü für Flussmessung

Links oben befindet sich ein Feld, auf dem die eingestellte Messart, **Flussmessung** oder **Stoffmessung**, angezeigt wird.

Im Feld darunter wird angezeigt, wie die Messung gestartet wird.
Start = RETURN bedeutet: Die Messung wird durch Druck auf die RETURN-Taste gestartet.
Start = MAUS bedeutet: Start der Messung mit Mausklick auf dieses Feld.
Start = TASTER bedeutet: Die Messung wird durch Druck auf den externen Taster gestartet. Dieses ist von Vorteil, wenn die Parameter der Messung nur selten geändert werden und der Anwender gar nicht in das Programm eingreifen soll.
Wenn das Programm die ausgewählte serielle Schnittstelle nicht öffnen konnte oder keine serielle Schnittstelle ausgewählt wurde, steht in dem Feld **"Keine Schnittstelle"** und das Feld ist rot unterlegt. In dieser Situation ist eine Messung nicht möglich und entsprechende Menüpunkte sind gesperrt. Unter **Parameter** kann eine andere serielle Schnittstelle geöffnet werden. Es kann sein, dass durch den Versuch eine belegte Schnittstelle zu öffnen, das Programm nicht mehr in der Lage ist, die richtige Schnittstelle zu öffnen. Dann muss nach dem Einstellen der richtigen Schnittstelle und dem Speichern der Parameter ("OK") das Programm beendet und neu gestartet werden.
Im darunterliegenden Block befinden sich Felder, die den Ablauf der Messung darstellen. Sie geben durch ihre farbliche Darstellung während der Messung Information über den momentanen Ablauf. "Blau" bedeutet, dass dieser Vorgang gerade bearbeitet wird, "grün", dass er erfolgreich beendet wurde, und "rot", dass ein Fehler aufgetreten ist, wobei nach Ausgabe einer Fehlermeldung der Durchlauf abgebrochen wird, wenn der Fehler bei der Messung oder der Auswertung aufgetreten ist.

Systemtest, **Messung**, und **Auswertung** sind immer aktiv. **Graphik, Ausdruck**, **Archiv** und **ASCII-Archiv** können deaktiviert werden und erscheinen dann in "grau".
Bei der **Graphik** wird die vorgewählte bzw. aktuelle Graphikart angezeigt: Bei Flussmessung **Φ** (Phi) oder **Ψ** (Psi), bei Stoffmessung **B** oder **J**.
Bei **Archiv** wird **Stand**ard, **Vorgabe** oder **Einzel**vorgabe angezeigt, wodurch die Namen bzw. Pfade der Archivdateien bestimmt werden. Bei **ASCII-Archiv** wird immer der in der Vorwahl gewählte Pfad benutzt.

Darunter befindet sich der Ergebnisblock. Hier finden sich das eingegebene **Material**, die gemessene **Temperatur** sowie die Messergebnisse mit den eingestellten Toleranzen: Für die Flussmessung $\mathbf{\Phi^*_R}$ und $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$, für die Stoffmessung $\mathbf{B_r}$, $\mathbf{H_G}$, $\mathbf{{}_JH_C}$ und **b**. Bei der Flussmessung sind zusätzlich die Zahl der **Windungen** des Messeinsatzes und das **Gegenfeld**, bei dem $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$ berechnet wird, angegeben. Die Ergebnisse werden bei Über- oder Unterschreitung der Toleranzgrenzen farblich dargestellt: "Gelb" bei Überschreitung und "rot" bei Unterschreitung des Toleranzbereiches. Unten befindet sich noch ein Feld, das die Gesamtauswertung beinhaltet: **In Toleranz** in "grün" oder **Außer Toleranz** in "rot".

Rechts befindet sich das Graphikfeld, in dem die gemessene Hysteresekurve dargestellt wird. Am rechten und am unteren Rand des Graphikfeldes wird beim Zeichnen der Kurve die gewählte Skalierung angezeigt. Die X-Achse stellt die magnetische Feldstärke **H** in **kA/m** dar. Die Y-Achse kann bei der Flussmessung den Fluss Φ oder den Polarisationsfluss Ψ in **mVs**, und bei der Stoffmessung die Induktion **B** oder die Polarisation **J** in **mT** darstellen.

Mit den Buttons unterhalb des Graphikfeldes kann jeweils zwischen den 2 Graphiken und der Art der Darstellung gewählt werden. Es kann die vollständige **Hyst**eresekurve oder die **Entm**agnetisierungskurve angezeigt werden. Die **Entm**agnetisierungskurve ist der 2. Quadrant der Hysteresekurve in größerer Auflösung,
Bei der Entmagnetisierungskurve **Ψ** und **J** werden auch die Toleranzen mit dargestellt.

Mit den rechts vom Graphikfeld liegenden Buttons können die Skalierungen der X- und Y-Achse nach oben und unten geändert werden. Der rechts unten liegende Button **A** schaltet die automatische Skalierung ein oder aus und führt beim Einschalten sofort die automatische Skalierung aus.
Unter dem Graphikfeld finden sich die eingestellte Magnetnummer sowie das aktuelle Datum und die Zeit.

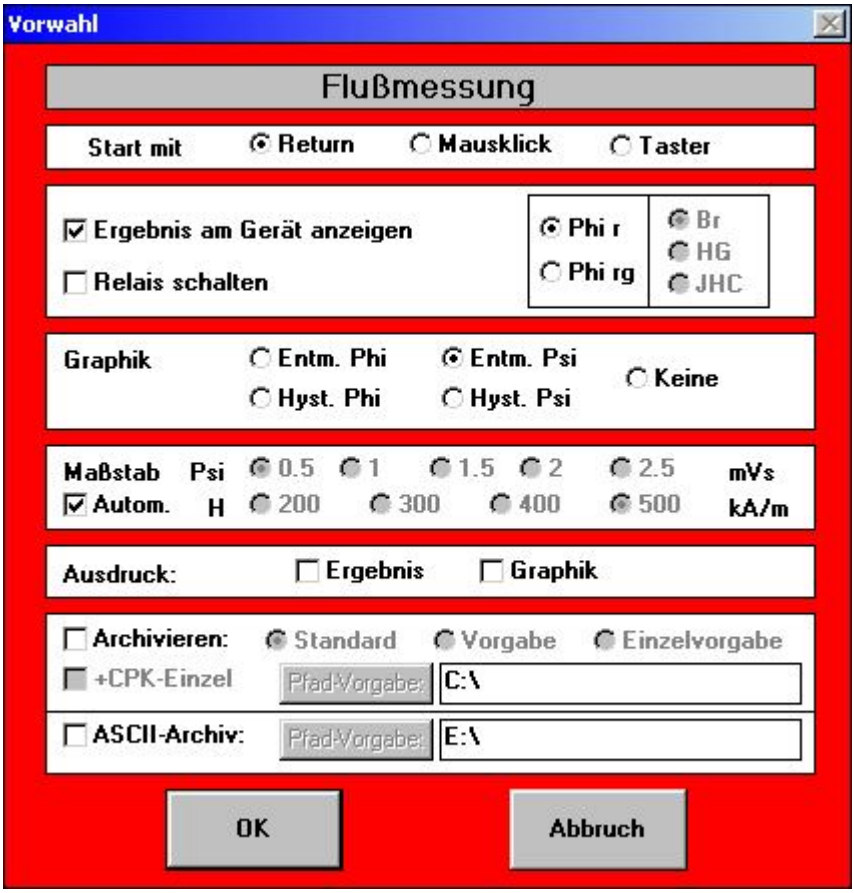
In der oberen Menüzeile finden sich Funktionen, die in den nächsten Kapiteln erklärt werden.

Das Programm kann notfalls auch ohne Maus bedient werden. In diesem Fall müssen die üblichen Windows™-Funktionen mit "Alt" und den unterstrichenen Buchstaben oder den Cursor-Tasten benutzt werden.

Das Fenster hat immer eine Größe von 640 * 480 Bildpunkten. Wenn das Fenster minimiert wird, werden wieder die ursprünglichen Farben eingestellt.

4.3 Vorwahl

Durch Anwählen des Menüpunktes **Vorwahl** öffnet sich das Vorwahlmenü.



Das Vorwahlmenü für Flussmessung

Um die Bedienung des Robograph 2 so einfach wie möglich zu gestalten, wird im Vorwahlmenü der normale Ablauf einer

Messung eingestellt. Beim Start der Messung laufen alle Schritte entsprechend der Voreinstellung nacheinander ab, ohne vom Anwender einzeln aufgerufen zu werden, was die Messung wesentlich beschleunigt. Sofort danach kann die nächste Messung gestartet werden.

Graphik, Ausdruck und Archivierung können nach der Messung auch von Hand aufgerufen werden.

Im obersten Block steht, welche **Messung** eingestellt ist. Diese Einstellung lässt sich hier nicht ändern. Sie wird durch das Laden einer entsprechenden Toleranz bestimmt.

Im zweiten Block kann der **Start** der Messung eingestellt werden: Mit **Return**, **Mausklick** auf das Startfeld oder externem **Taster**. Die Auswahl erfolgt durch Anklicken mit der Maus.

Im dritten Block kann gewählt werden, ob, und wenn ja welches **Ergebnis** an der Frontplatte des Gerätes angezeigt werden soll. Die auswählbaren Ergebnisse der jeweils nicht aktiven Messung erscheinen in "grau".
Wenn das Ergebnis nicht angezeigt wird, erscheinen alle in "grau". Weiterhin kann gewählt werden, ob nach der Messung eines der **Relais** analog der Auswertung "Über / In / Unter Toleranz" gesetzt werden soll, um einen entsprechenden externen Vorgang zu starten.

Im vierten Block wird die **Graphik** ausgewählt, die nach der Auswertung automatisch angezeigt werden soll. Je nach Art der Messung stehen die **Entmagetisierung**s- und die **Hysterese**kurve von **Φ** und **Ψ** bzw. von **B** und **J** zur Auswahl. Nach der Messung können im Hauptmenü auch die nicht vorgewählten Graphiken aufgerufen werden.

Es besteht auch die Möglichkeit, **keine** Graphik anzuwählen, was aber nur bei sehr langsamen PCs einen Geschwindigkeitsvorteil bringt.

Im fünften Block wird der **Maßstab** der angewählten Graphik vorgewählt. Die angegeben Zahl gibt den maximal dargestellten Bereich an.
Je nach Art der Graphik stehen folgende Maßstäbe zur Verfügung: Bei Flussmessung Entmagnetisierung Φ oder Ψ die Bereiche

0.5, 1, **1.5**, **2** oder **2.5 mVs** und
200, **300**, **400** oder **500 kA/m**,

für die Hysteresekurve derselben Messung die Bereiche
1, **2.5**, **5** oder **7.5 mVs** und
400, **600**, **800** oder **1000 kA/m**.

Bei der Stoffmessung Entmagnetisierung B oder J die Bereiche
300, **400**, **500**, **600 oder 1000 mT**

und bei der Hysteresekurve die Bereiche
250, **500**, **1000** oder **1500 mT**.

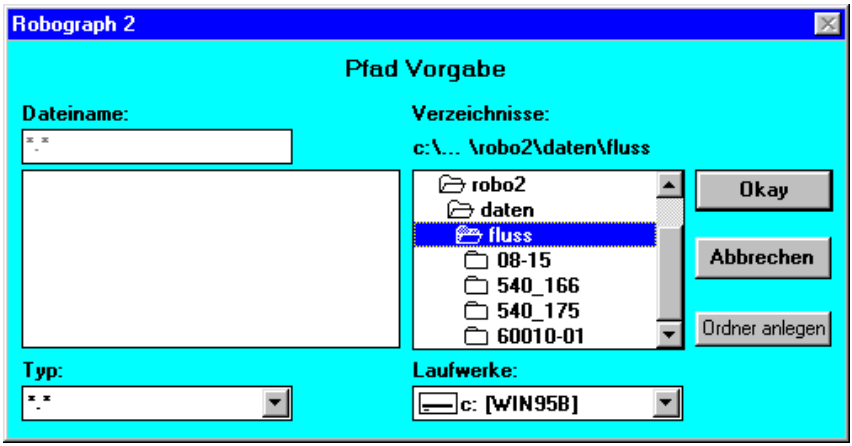
Die Maßstäbe für die Feldstärke sind bei der Stoffmessung die Selben wie bei der Flussmessung.
Wenn die **autom**atische Skalierung angewählt wird, erscheinen die vorwählbaren Maßstäbe in "grau".
Wenn keine Graphik gewählt wurde, erscheinen alle Elemente dieses Blocks in "grau".

Im sechsten Block kann gewählt werden, ob, und wenn ja, wie das Ergebnis nach der Messung automatisch **ausgedruckt** werden soll. Man kann nur das **Ergebnis** oder zusätzlich auch die vorgewählte **Graphik** ausdrucken lassen. Mit Graphik braucht

jeder gemessene Magnet ein Blatt Papier. Wenn der Ausdruck abgeschaltet ist, erscheinen die Wahlmöglichkeiten in "grau".

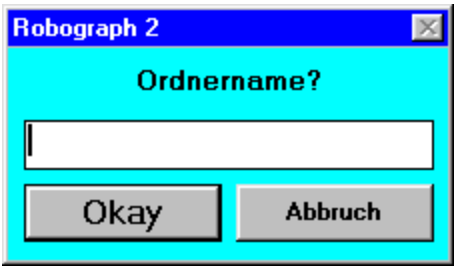
Wenn keine Graphik angewählt wurde, wird bei angewähltem **Ausdruck Graphik** automatisch die Entmagnetisierungskurve Ψ bzw. J ausgedruckt.

Im letzten Block wird die automatische **Archivierung** vorgewählt. Zur Wahl stehen die Verfahren **Standard**, **Vorgabe** und **Einzelvorgabe**. Sie bestimmen, wo die Messung archiviert wird. Bei Standard wird die Messung nach Messart, Magnetnummer, Datum und Uhrzeit geordnet auf der Festplatte archiviert. Bei Vorgabe kann für alle folgenden Messungen ein anderer Pfad angegeben werden, z.B. ein Diskettenlaufwerk oder ein Netzwerk. Dieser kann direkt in das Textfenster geschrieben werden. Alternativ kann durch Drücken des Buttons "Pfad-Vorgabe" ein Dialogfeld geöffnet werden, in dem ein bestehender Pfad gewählt oder ein neuer Ordner geöffnet werden kann.



Fileselectorbox zur Pfadvorgabe der Archivierung

Wenn der Button "Ordner anlegen" gedrückt wird, erscheint folgendes Eingabefeld:



Eingabefeld für den Ordnernamen

Der eingegebene Ordner wird in dem vorher angewählten Verzeichnis angelegt.

Bei Einzelvorgabe wird nach jeder Messung nach dem gewünschten Pfad und dem Dateinamen gefragt. Unter Einzelvorgabe abgespeicherte Messungen können **nicht** mit der **Langzeit-Statistik** ausgewertet werden.

Beachten Sie, dass jede archivierte Messung ca. 2.5 KByte Speicherplatz verbraucht, so dass die automatische Archivierung nur angewählt werden sollte, wenn sie wirklich gewünscht wird. Werden Cpk-Flussmessungen durchgeführt, werden diese bei angewählter Archivierung als Gruppe ohne Graphik gespeichert, was den Speicherbedarf stark reduziert. Wenn die Cpk-Messungen sowohl als Gruppe wie auch einzeln mit Graphik gespeichert werden sollen, muss auch der Punkt "**+CPK-Einzel**" aktiviert werden. Dies kann nur bei Flussmessung geschehen. Die Cpk-Messungen nur einzeln zu archivieren, ist nicht möglich.

Wenn die Archivierung abgewählt ist, erscheinen die Wahlmöglichkeiten in "grau".

Mit der **ASCII-Archiv**ierung werden die Messungen als Textfile ohne Graphik archiviert und können in jedem Editor gelesen werden. Mit dieser Funktion können die Ergebnisse auch auf Rechnern ausgewertet werden, auf denen die Robograph-Software nicht installiert ist. Eine Auswertung des ASCII-Archivs mit der Robograph-Software ist nicht möglich. Für das ASCII-Archiv wird im Vorwahlmenü ein Pfad nach demselben Verfahren wie bei der Archivierung vorgegeben. In dem gewählten Verzeichnis wird dann eine nach Magnetnummer und Zeit geordnete Struktur angelegt.

Durch Anklicken des **OK**- oder **Abbruch**buttons wird das Vorwahlmenü geschlossen. Bei OK werden die angezeigten Werte übernommen und das Hauptmenü aktualisiert. Bei Abbruch werden alle Werte wieder in ihren vorherigen Zustand zurückgesetzt.

4.4 Systemtest

Beim Start einer Messung wird zuerst ein **Systemtest** im Robograph 2 ausgeführt. Hierbei werden die Hardware und die angeschlossenen Sensoren überprüft. Mögliche auftretende Fehler sind:

- **Unerlaubter Stromfluss vor der Messung**
- **Endstufe in Übersteuerung**
- **Versorgungsspannung defekt**
- **Überhitzung**
- **Hallsondenfehler**
- **Fehler in der Messspule**
- **Keine Antwort vom Robograph 2**

In allen Fällen wird eine **Fehlermeldung** ausgegeben und die Messung abgebrochen.

Die ersten vier Fehler führen zur Deaktivierung des Robograph 2 und dem **Blinken der roten Lampe** "Fehler". In diesem Fall ist immer ein **Hardwarefehler** zu vermuten und eine Überprüfung nötig. Auch eine Überhitzung kann nur auftreten, wenn der Lüfter defekt oder die Luftzirkulation behindert ist.

Die Fehler an den Sensoren führen zum Setzen der roten Lampe "Fehler". Der Robograph 2 braucht jedoch nicht unbedingt abgeschaltet zu werden. Nach Behebung des Fehlers kann erneut eine Messung gestartet werden.
Während des Systemtests ist das Feld "blau", nach erfolgreichem Test ist es "grün", und wenn ein Fehler aufgetreten ist, wird es "rot".

4.5 Flussmessung

Die Flussmessung realisiert die **BOSCH-Prüfvorschrift Nr. 3 139 918 950**. Mit dieser Messung werden fertige Magnetsegmente nach der Produktion stichprobenartig auf ihre Qualität getestet.
Dabei werden **hartmagnetische Magnetsegmente** aus Ferrit, wie sie in kleinen Elektromotoren eingesetzt werden, in einem der Segmentform entsprechendem Messeinsatz in einem Joch nacheinander in beide Richtungen weit über die Sättigung aufmagnetisiert.
Das Magnetsegment ist von einer Flussmessspule mit der Windungszahl **n** umgeben und füllt den Luftspalt im Messeinsatz nur auf einem Teil der Länge aus. Die in dieser Spule induzierte Spannung berechnet sich zu:

$$u_F = -n * \Delta\Phi/\Delta t$$

mit
Φ (Phi) = magnetischer Fluss
Δt = Abtastzeitintervall
$\Delta\Phi/\Delta t$ = Änderung des magnetischen Flusses pro Zeit

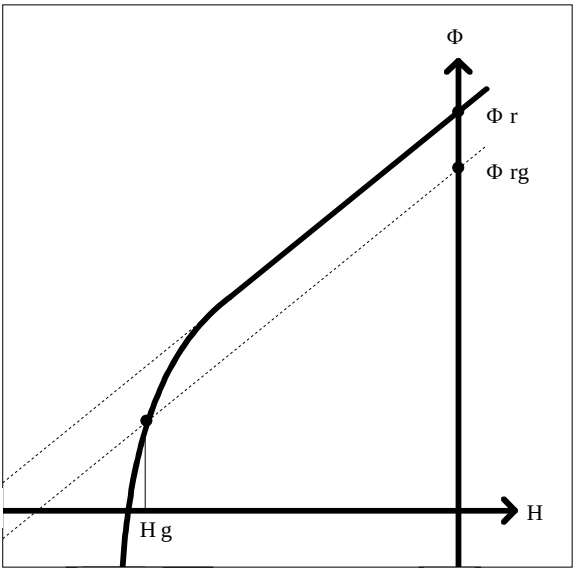
Die induzierte Spannung wird integriert und durch die Windungszahl geteilt. Damit ergibt sich der Fluss zu:

$$\Phi = -1/n * \Sigma u_F * \Delta t$$

Da der Messeinsatz aus weichmagnetischem Material besteht, kann die Feldstärke **H** als homogen über die Fläche angesehen werden. Im hinteren Teil des Luftspaltes befindet sich eine Hallsonde zur Messung der magnetischen Feldstärke **H**.

Durch gleichzeitige Messung von Feldstärke und magnetischem Fluss wird die komplette **Hysteresekurve Φ gegen H** des Segmentes aufgenommen. Sie kann unter Graphik **Φ** betrachtet werden und liefert direkt den Wert des Remanenzflusses $\mathbf{\Phi^*_R}$ bei **H** = 0.

Des Weiteren soll noch der Remanenzfluss $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$ bei einem gegebenen Gegenfeld $\mathbf{H_g}$ berechnet werden, um festzustellen, wie stark das Segment durch dieses Gegenfeld entmagnetisiert wurde. Dazu wird eine Tangente zur Hysteresekurve durch den Punkt $\mathbf{\Phi^*_R}$ gelegt. Dann wird durch den Punkt der Hysteresekurve bei dem Gegenfeld $\mathbf{H_g}$ eine Gerade parallel zu dieser Tangente gezogen. Der Schnittpunkt dieser Geraden mit der Y-Achse bei **H** = 0 ergibt den gesuchten Wert $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$



Definition von $\mathbf{\Phi^*_R}$ und $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$

Die Idee dieser Methode ist, eine Aussage über die reine Materialeigenschaft des Segmentes bei $\mathbf{H_g}$ zu erhalten, die nicht direkt aus der **Φ**-Kurve abzulesen ist.

Physikalisch berechnet sich der Fluss zu:

$$\Phi = B*a$$

und mit $B = J+\mu_0*H$

zu $\Phi = a*J+a*\mu_0*H$

mit

B = magnetische Induktion innerhalb der Spule
J = magnetische Polarisation des Segmentes
a = Fläche der Spule
μ_0 = magnetische Feldkonstante.

Die magnetische Eigenschaft des Segmentmaterials findet sich in der Polarisation **J**. Im Fluss **Φ** ist jedoch noch der lineare Anteil $\mathbf{a}*\mu_0*\mathbf{H}$ enthalten, der die Hysteresekurve verzerrt.
Die Polarisation ist nichtlinear und hat die gesuchte Hystereseform. Multipliziert mit der Fläche **a** des Segments ergibt sich der Polarisationsfluß **Ψ** (**Psi**).

$$\Psi = a*J$$

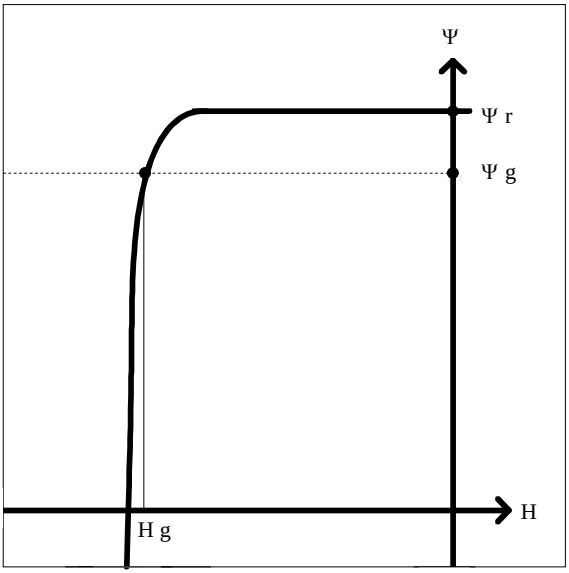
Um **Ψ** zu erhalten, wird der lineare Teil $\mathbf{a}*\mu_0*\mathbf{H}$ von **Φ** abgezogen.

$$\Psi = \Phi-a*\mu_0*H$$

Da die Fläche **a** des Segmentes nicht bekannt ist, wird folgende Methode angewendet:
Da diese Messung nur für **hartmagnetische** Materialien zugelassen ist, wird angenommen, dass die Polarisation **J** des Segmentmaterials im Bereich um **H** = 0 konstant ist, die Hysteresekurve von **Ψ** dort also waagerecht verläuft.

Folglich entspricht dort die Steigung der Tangente der **Φ**-Kurve dem Wert $\mathbf{a}\cdot\mu_0$.
Durch Subtraktion einer Geraden durch den Nullpunkt mit dieser Steigung von der **Φ**-Kurve erhält man die **Ψ**-Kurve.

Beachten Sie, dass das gemessene Material genügend hartmagnetisch sein muss, damit diese Methode zu dem physikalisch richtigen Ergebnis führt.



Definition von $\mathbf{\Psi_r}$ und $\mathbf{\Psi_g}$

Die Hysteresekurve des Polarisationsflusses Ψ stellt die reine Materialeigenschaft des Segmentes dar und ist in ihrer Form viel aussagekräftiger als die Φ-Kurve.
Aus der parallelen Geraden durch den Fluss Φ beim Gegenfeld $\mathbf{H_g}$ ist jetzt eine waagerechte Linie geworden, so dass der direkt aus der Ψ-Entmagnetisierungskurve ablesbare Wert Ψ_g beim Gegenfeld $\mathbf{H_g}$ mit dem gesuchten Wert $\mathbf{\Phi^*_{RG}}$ identisch ist. Dies gilt auch, wenn das Segment nicht genügend hartmagnetisch ist.
Die Rechteckform dieser Entmagnetisierungskennlinie ist entscheidend für die Beständigkeit des Permanentmagneten unter dem Einfluss starker Gegenfelder.

Falls in der Toleranz die Auswertung nach K9 (siehe Kapitel 4.10) gewählt wurde, wird zusätzlich noch der Wert $H_{GF(80)}$ berechnet. Dieser Wert bezeichnet das Gegenfeld, bei dem das Segment nur noch 80 % seines Remanenzflusses $\mathbf{\Phi^*_R}$ besitzt.

Um die Flussmessung durchzuführen, wird der Messeinsatz in das Joch gesetzt und das Joch ohne Kraftaufwand zugedreht.
Dann wird die Messspule des Messeinsatzes angeschlossen und die Hallsonde mit dem Plastikdeckel nach oben zusammen mit der Halterung eingeschoben und mit der Rändelschraube festgeklemmt. Es ist darauf zu achten, dass die Halterung bis zum Anschlag des Passstiftes eingeschoben wird, da sie als Magnetanschlag die Position des Magneten bestimmt.

Vor der ersten Messung mit diesem Messeinsatz wird die entsprechende Flusstoleranz geladen, die die Grenzwerte und die Windungszahl enthält.

Jeder Magnet muss sorgfältig mittig bis zum Anschlag eingeschoben und mit den Plastikstreifen sicher festgeklemmt werden. Während der Messung wirken enorme Kräfte. Wenn sich der Magnet während der Messung bewegt, wird das Ergebnis verfälscht oder sogar ein Codierungsfehler erzeugt.

4.6 Stoffmessung

Die Stoffmessung erlaubt die Messung der magnetischen Eigenschaften von Stoffproben beliebiger Materialien. Diese Stoffproben müssen beidseitig flach geschliffen sein, um ohne Luftspalt in den Stoffmesseinsatz zu passen, und ihr Durchmesser muss mehr als 10 mm betragen, damit die Messspule voll abgedeckt wird. Eine Dicke von 3 mm sollte nicht unterschritten werden.

Die Messung wird als J-kompensierte Messung durchgeführt. Dabei werden zwei identische Messspulen benutzt, die jeweils aus Unter- und Oberteil bestehen und in die Messeinsätze eingelassen sind.
Auf eine Messung mit Spulen um die Stoffprobe, die bei genauer Kenntnis der Probengröße ein genaueres Ergebnis liefern kann, wird aus praktischen Gründen verzichtet. Oft ist die Probenform unregelmäßig, so dass die Fläche nicht genau bestimmt werden kann, und das Umwickeln jeder zu messenden Probe zu aufwendig und fehlerträchtig. Zudem ist die umwickelte Probe sehr empfindlich. Die Messung mit einer J-kompensierten Umspule ist auch mit dem Robograph 2 möglich.

Bei der im Robograph verwendeten Methode wird die Induktion an der Grenze von Materialprobe und Messeinsatz gemessen. Die Messspulen sind dabei immer dieselben. Der Einfluss des Messeinsatzes wird durch Verwendung einer hochpermeablen Metalllegierung minimiert und macht sich so erst bei Werten, die weit außerhalb der zu messenden Parameter liegen, durch eine Krümmung im Sättigungsbereich der Hysteresekurve bemerkbar.

Die Stoffprobe wird mittig auf die vordere **B**-Spule gelegt und spielfrei eingespannt. Dabei muss die **Oberfläche frei von Ferritsplittern** sein, da diese die Probe und die Oberfläche des Messeinsatzes oder sogar die Messspulen beschädigen können. Hinten befindet sich eine identische **H**-Spule und links zusätzlich die Hallsonde.

Während der Messung wird in der B-Spule folgende Spannung induziert:

$$u_B = -n*\Delta\Phi_M/\Delta t$$

In der H-Spule wird dabei folgende Spannung induziert:

$$u_H = -n*\Delta\Phi_L/\Delta t$$

mit
Φ_M (Phi) = magnetischer Fluss in der Stoffprobe
Φ_L (Phi) = magnetischer Fluss in der Luft
Δt = Abtastzeitintervall
$\Delta\Phi/\Delta t$ = Änderung des magnetischen Flusses pro Zeit.
Δt und die Windungszahl n sind in beiden Fällen gleich.

Physikalisch berechnet sich der Fluss zu:

$$\Phi = B*a$$

und mit $B = J+\mu_0*H$

zu $\Phi = a*J+a*\mu_0*H$

mit
B = magnetische Induktion innerhalb der Spule
J = magnetische Polarisation der Stoffprobe
a = Fläche der Spule
μ_0 = magnetische Feldkonstante.

Damit ergibt sich:

$$\Phi_M = a*J+a*\mu_0*H$$

und $$\Phi_L = a*\mu_0*H$$

Die B-Spule und die H-Spule werden gegenphasig hintereinandergeschaltet, so dass die Differenz der induzierten Spannungen gebildet wird:

$$u_J = u_B-u_H$$
$$u_J = -n*\Delta(\Phi_M-\Phi_L)/\Delta t$$
$$u_J = -n*a*\Delta J/\Delta t$$

Die induzierte Spannung wird integriert und durch die durch Eichung bestimmte Konstante k = (-n*a) geteilt. Damit ergibt sich die Polarisation **J** zu:

$$J = (1/k)*\Sigma u_J*\Delta t$$

Gleichzeitig wird während der Messung mit der Hallsonde die Feldstärke **H** gemessen, wodurch die komplette **Hysteresekurve J gegen H** aufgenommen wird. Diese Kurve stellt die reine Materialeigenschaft der Stoffprobe dar. Dieses Verfahren der J-kompensierten Messung wird verwendet, um den Einfluss des Messeinsatzes zu minimieren, da dieser Einfluss sich in beiden Messspulen annähernd gleich bemerkbar macht und dadurch kompensiert wird. Durch Addition einer Geraden durch den Ursprung mit der Steigung μ_0 kann auch die **Hysteresekurve B gegen H** betrachtet werden.

Aus der Entmagnetisierungskurve J der Stoffprobe werden die Werte $\mathbf{B_r}$, $\mathbf{H_G}$, $_J\mathbf{H_C}$ und **b** bestimmt.

Die Remanenzinduktion $\mathbf{B_r}$ ist die Induktion bei der Feldstärke 0. Sie ist mit dem Wert $\mathbf{J_r}$, dem Schnittpunkt der J-Kurve mit der Y-Achse, identisch.
Die Koerzitivfeldstärke $_{\mathbf{J}}\mathbf{H_C}$ ist der Schnittpunkt der J-Kurve mit der X-Achse, und bestimmt die Feldstärke, bei der das Material vollständig entmagnetisiert worden ist.

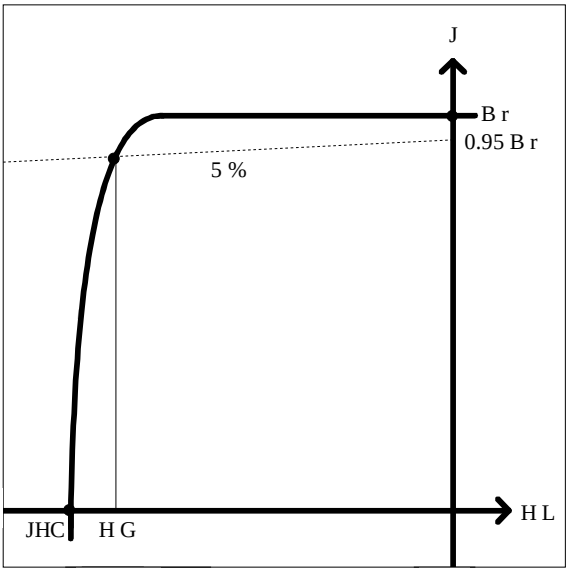
Bei der Berechnung der Grenzfeldstärke $\mathbf{H_G}$, die besagt, wie weit das Material belastet werden darf, ohne die Magnetisierung zu schädigen, wird wie folgt vorgegangen:

Durch den Punkt ($0.95 * \mathbf{B_r}$) auf der Y-Achse wird eine Gerade mit der Steigung (0.05 T / 1000 kA/m) gezogen. Der Schnittpunkt dieser Geraden mit der Entmagnetisierungskurve bestimmt die Grenzfeldstärke $\mathbf{H_G}$. Bei hartmagnetischen Materialien liegt $\mathbf{H_G}$ im Anfang des Knicks der Entmagnetisierungskennlinie.

Aus $_{\mathbf{J}}\mathbf{H_C}$ und $\mathbf{H_G}$ wird schließlich **b** berechnet:

$$b = H_G / {}_J H_C$$

Dieser Wert wird in % angegeben.



Definition von $\mathbf{B_r}$, $_J\mathbf{H_C}$ und $\mathbf{H_G}$

Während der Messung ist das Feld "blau". Nach erfolgreicher Messung wird das Feld "grün". Wenn ein Fehler auftritt, wird das Feld "rot" und die Messung abgebrochen. Es erscheint dann die Meldung "Messung unterbrochen".

Nach der Messung erfolgt die Auswertung der gemessenen Daten. Das Auswertungsfeld wird ebenfalls "blau" und dann "grün" oder "rot". Fehler können auftreten, wenn z.B. die Hallsonde verkehrt herum eingesetzt wurde oder sich der Magnet während der Messung stark bewegt hat. Die Vielzahl der möglichen Fehlermeldungen, die bei normalem Ablauf aber alle nicht auftreten können, ist im Kapitel 5.1 aufgeführt.

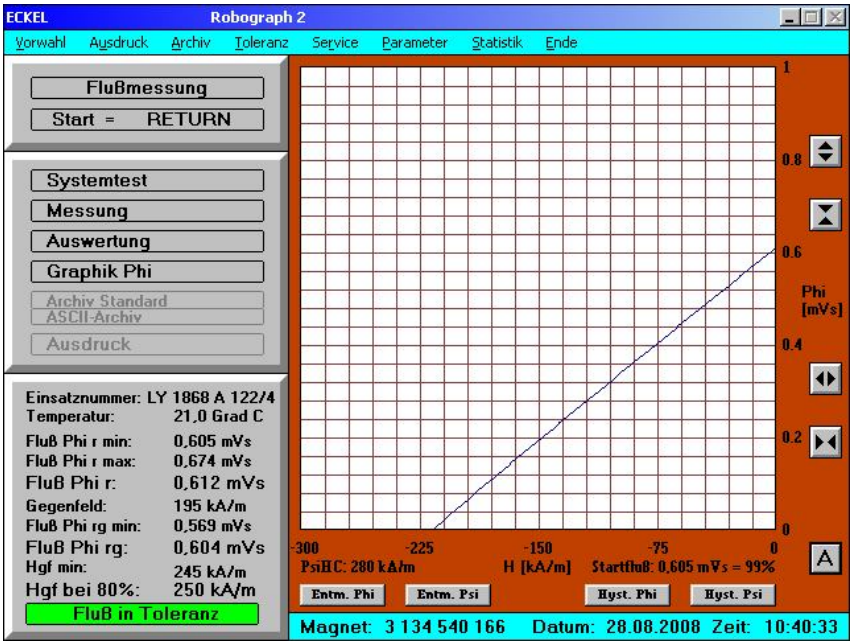
4.7 Graphik

Nach der Messung und Berechnung des Ergebnisses wird die im Vorwahlmenü ausgewählte **Graphik** angezeigt. Bei beiden Messungen stehen vier Graphiken zur Auswahl. Bei der Flussmessung sind es die **Hysterese** und **Entmagnetisierung Phi (Φ)** sowie die **Hysterese** und **Entmagnetisierung Psi (Ψ)**. Bei der Entmagnetisierung Psi werden die eingestellten Toleranzen mit angezeigt. Wenn eine Toleranz eingehalten wird, wird sie "grün", wenn sie überschritten wird "rot" angezeigt.

Hysterese **Φ**

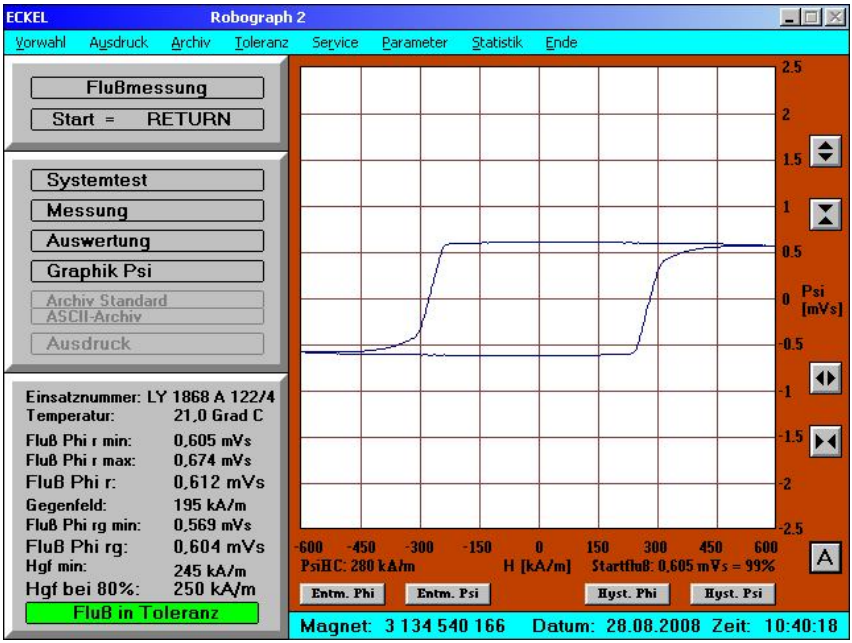
Die **Hysterese Φ** stellt die wirklich gemessene Kurve dar.

Die **Entmagnetisierung Φ** stellt den linken oberen Quadranten der Hysteresekurve in vergrößerter Auflösung dar. Bei hartmagnetischen Materialien, wie sie normalerweise bei der Flussmessung verwendet werden, spielt sie eine untergeordnete Rolle, da der interessante Teil der Kurve in ihr nicht dargestellt wird.



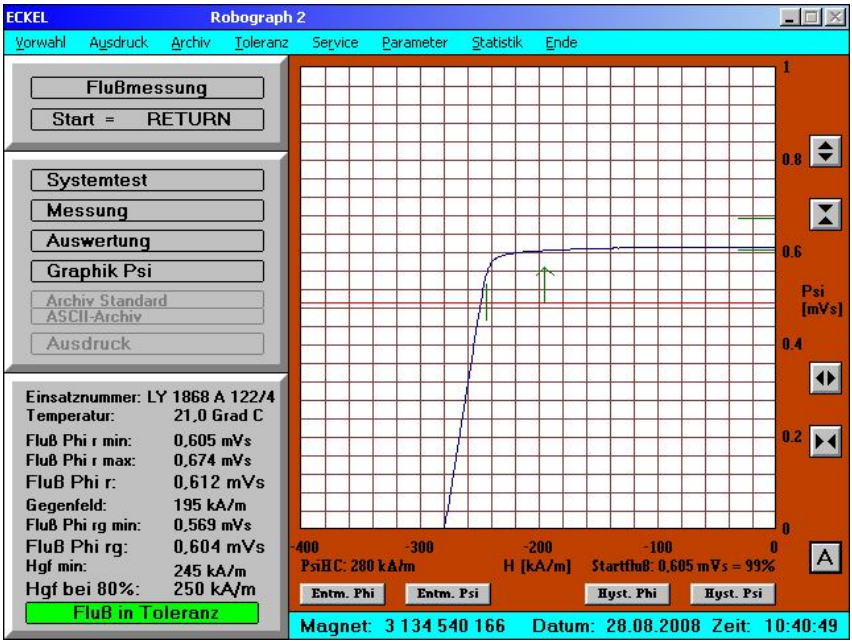
Entmagnetisierung Φ

Die **Hysterese Ψ** wird aus der Hysterese Φ berechnet. Unter Anwendung der BOSCH-Prüfvorschrift Nr. 3 139 918 950 wird die Hysteresekurve um die Steigung der Kurve im Remanenzpunkt bei H = 0 gekippt, so dass sie dort waagerecht wird. Wenn der Magnet genügend hartmagnetisch ist, was bei Segmenten grundsätzlich angenommen werden kann, ergibt sich die reine Materialeigenschaft des Magneten.



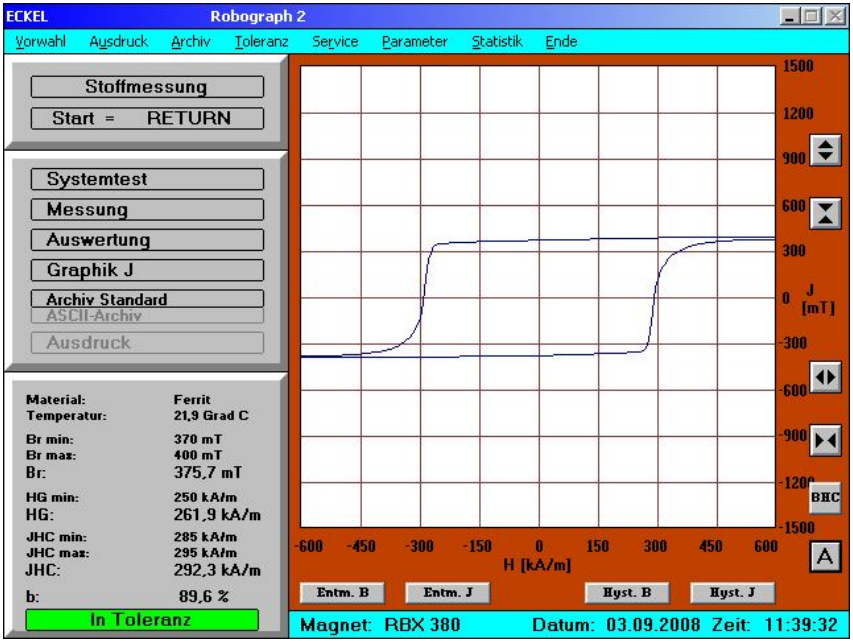
Hysterese Ψ

Die **Entmagnetisierung Ψ** stellt wieder den linken oberen Quadranten der Hysterese Ψ dar. In ihr ist der **interessanteste Teil** der Kurve abgebildet. Hier ist zu verfolgen, wie sich der Magnet bei seiner Entmagnetisierung verhält. Eingezeichnet sind die Toleranzbalken bei Φ^*_R bzw. Ψ^*_R und der dem minimalen Φ^*_{RG} entsprechende minimale Ψg-Wert, der als Pfeil dargestellt wird. Wenn der Ψ_r -Wert zwischen den Toleranzgrenzen liegt, werden die Toleranzbalken "grün" dargestellt. Wird eine der Toleranzgrenzen überschritten, so wird der entsprechende Toleranzbalken "rot" dargestellt. Der Ψ_g-Wert ist ausreichend, wenn die Entmagnetisierungskurve oberhalb der Pfeilspitze verläuft. Ist dies nicht der Fall, wird auch der Pfeil in "rot" statt "grün" dargestellt.



Entmagnetisierung Ψ

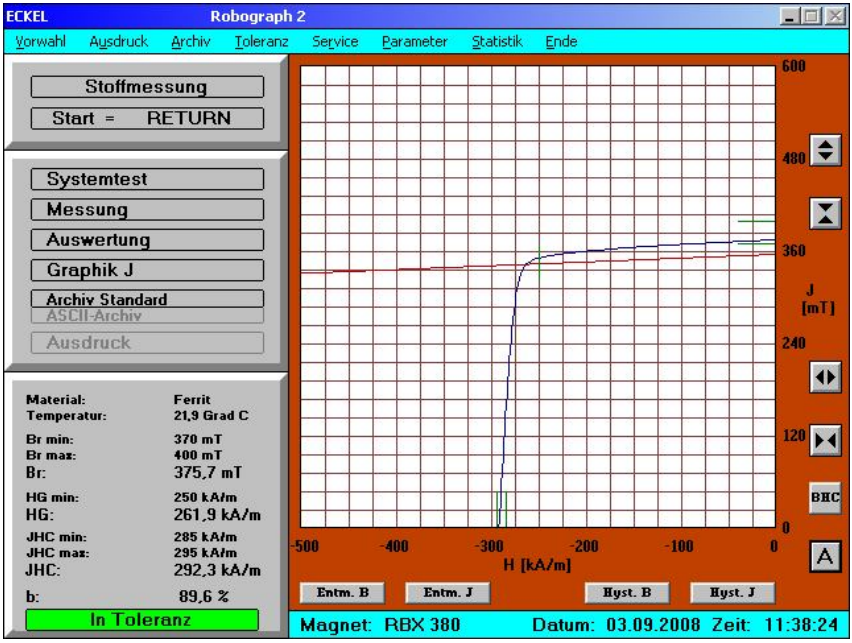
Bei der Stoffmessung können die **Hysterese** und **Entmagnetisierung B** sowie die **Hysterese** und **Entmagnetisierung J** angezeigt werden. Bei der Entmagnetisierung J werden die eingestellten Toleranzen und die bestimmende Gerade für H_G mit angezeigt. Auch hier werden die Toleranzen "grün" oder "rot" angezeigt.



Hysterese J

Bei der Stoffmessung stellt die **Hysterese J** die wirklich gemessene Kurve dar, da die J-kompensierte Messung hier die besseren Ergebnisse liefert.

Die **Entmagnetisierung J** stellt wieder den linken oberen Quadranten der Hysterese J dar. In ihr ist der **interessanteste Teil** der Kurve abgebildet. Hier ist zu verfolgen, wie sich das Material bei seiner Entmagnetisierung verhält. Eingezeichnet sind die Toleranzbalken bei B_r bzw. J_r, bei ${}_JH_C$ und der für dieses Material berechneten Grenzfeldstärke H_G. Ebenfalls eingezeichnet ist die nach links abfallende Gerade, deren Schnittpunkt mit der Entmagnetisierungskurve den Wert H_G bestimmt. Wenn die Werte zwischen den Toleranzgrenzen liegen, werden die Toleranzbalken "grün" dargestellt. Wird eine der Toleranzgrenzen überschritten, so wird der entsprechende Toleranzbalken "rot" dargestellt.

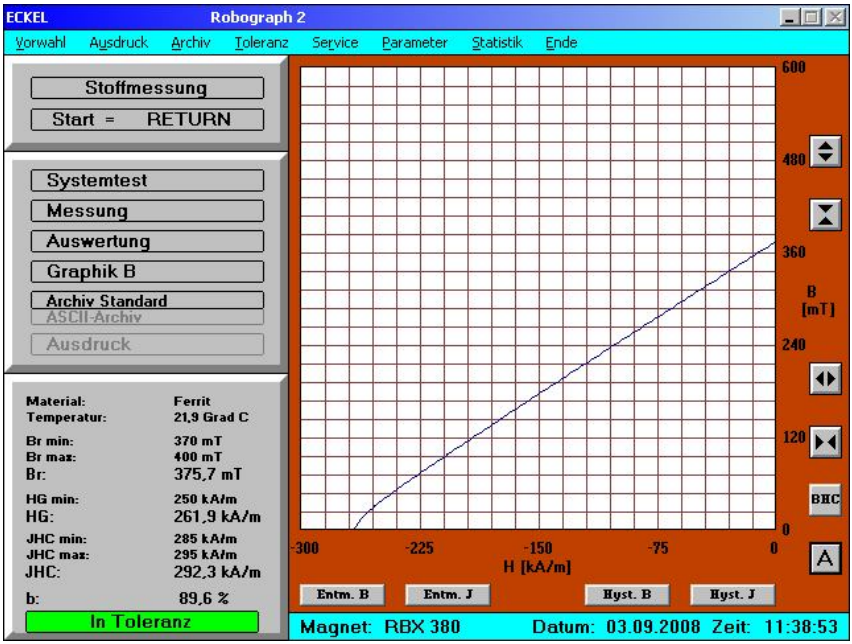


Entmagnetisierung J

Da oft die gewohnte Darstellung der **Hysterese B** gewünscht wird, kann diese durch Kippen der Hysterese J um μ_0 berechnet werden. Sie entspricht der Hysteresekurve, die ohne J-Kompensation gemessen würde.

Hysterese B

Die **Entmagnetisierung B** stellt wieder den linken oberen Quadranten der Hysterese B dar. Bei weichmagnetischen Materialien kann auch diese Darstellung einen Eindruck vom Entmagnetisierungsverhalten liefern.



Entmagnetisierung B

Nach Anzeige der vorgewählten Graphik können die anderen Graphiken mit den unter dem Graphikfeld liegenden Tasten aufgerufen werden. Alle Darstellungen lassen sich mit den rechts vom Graphikfeld liegenden Tasten in X- und Y-Richtung **skalieren**. Wenn die automatische Skalierung (Button "**A**") aktiviert ist, werden die Graphiken so dargestellt, dass alle Achsenschnittpunkte sichtbar sind. Bei den Entmagnetisierungskurven Ψ und J wird bei Automatik so skaliert, dass auf jeden Fall auch die Toleranzbalken sichtbar sind.

Bei der Stoffmessung ist eine weitere Taste neben dem Graphikfeld sichtbar. Diese Taste erlaubt das Umschalten zwischen dem Bild mit $\mathbf{H_G}$ und dem Bild mit $_{\mathbf{B}}\mathbf{H_C}$ ohne in das Parameter Menu zu gehen. Diese Funktion ist identisch zur Vorwahl im Parameter Menu.

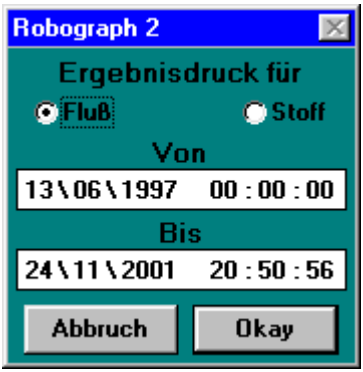
4.8 Ausdruck

Beim Ausdruck besteht die Möglichkeit, mit oder ohne Graphik auszudrucken.

Wenn nur das **Ergebnis** gedruckt wird, wird auf dem Ausdruck ein Kopf angelegt, in dem alle wichtigen Angaben zur Messung stehen. Danach wird für jede Messung eine Zeile angelegt, in der die Ergebnisse und die Auswertung erscheinen.

Bei Laserdruckern wird die Seite, wenn sie voll ist, automatisch ausgeworfen und eine neue Seite begonnen. Ebenfalls wird die Seite beendet, wenn die Toleranz, Magnetnummer oder andere Angaben, die im Kopf des Ausdrucks aufgeführt sind, sich ändern, so dass der Ausdruck für die folgenden Messungen nicht mehr richtig wäre. Der Ausdruck einer Graphik führt dagegen nicht zum Seitenauswurf des Ergebnisausdruckes. Er wird nach dem Graphikausdruck fortgesetzt. Die angefangene Seite kann auch jederzeit unter dem Menüpunkt "**Ausdruck**" ausgeworfen werden. Ebenso kann unter diesem Menüpunkt **nach** jeder Messung ein **Ergebnis**-Ausdruck angefangen oder fortgeführt werden, wenn der Ausdruck nicht automatisch vorgewählt wurde.

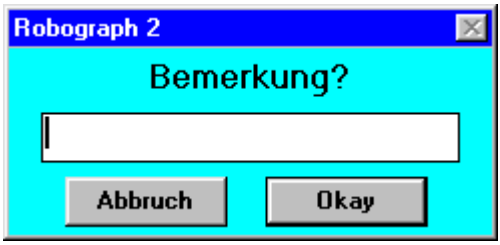
Auch archivierte Messungen können als Ergebnis ausgedruckt werden. Mit dem Menüpunkt "**Archiv-Ergebnisse**" öffnet sich die Fileselectorbox zur Auswahl der **Magnetnummer**. Wenn auch ein **Tagesordner** angewählt wird, wird dieser Tag automatisch als **Datenstart** übernommen. Sonst wird der erste Tag in diesem Ordner als Datenstart genommen. Dann erscheint ein Zeitwahlfenster.



Zeitwahlfenster

Hier kann jetzt der auszudruckende Zeitraum eingestellt werden.

Die andere Möglichkeit ist, das Ergebnis der Messung mit **Graphik** auszudrucken. Bei diesem Ausdruck benötigt jede Messung ein Blatt Papier. Ausgedruckt wird immer die Graphik, die aktuell auf dem **Bildschirm** zu sehen ist, bei Ausdruck per Vorwahl also die Graphik, die auch für die Graphikausgabe vorgewählt wurde. Wenn in der Vorwahl keine Graphik gewählt wurde, wird bei automatischem Ausdruck die Entmagnetisierung Psi oder J gedruckt. Auch der **Graphik**-Ausdruck kann **nach** jeder Messung von Hand gestartet werden. Bei der Graphik kann auch "**mit Bemerkung**" gewählt werden. Dann wird vor jedem Ausdruck nach einer zusätzlichen Angabe gefragt, die mit ausgedruckt wird.
Beachten Sie bitte, dass der Ausdruck für die Papiergröße A4 formatiert ist. Bei Verwendung kürzerer Formate können die letzten Zeilen fehlen.



Eingabefenster für die Bemerkung

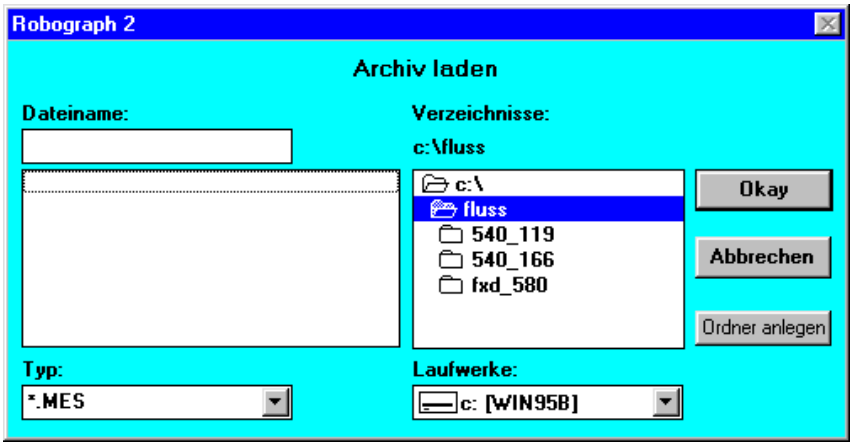
Unter "Parameter" kann gewählt werden, ob bei der Entmagnetisierungskurve Ψ oder J die **Toleranzbalken** mitgedruckt werden sollen oder nicht. Bei entsprechendem Drucker kann hier auch ein **Farbausdruck** eingeschaltet werden, der die Graphik in den Bildschirmfarben darstellt.

Auch bei der **Cpk**-Messung kann zwischen Ausdruck des Ergebnisses ohne Graphik und Einzelausdruck mit Graphik gewählt werden. Es kann auch **beides** angewählt werden. Beachten Sie, dass **innerhalb** der Cpk-Messung der Ausdruck einzelner Messungen mit Graphik **nicht mit der Hand** gestartet werden kann, sondern **vorgewählt** werden muss. Das ganze **Ergebnis** kann aber auch **nach** der Messung von Hand ausgedruckt werden. Eine archivierte Cpk-Messung kann nur dann gedruckt werden, wenn sie vorher geladen wurde.

4.9 Archivierung

Die Messungen können auf Wunsch archiviert werden. Bei der Archivierung von **Einzel**messungen werden alle Angaben zur Messung sowie die Graphik der **Entmagnetisierungskurve** Ψ oder J gespeichert. Diese Archivierung kann im Vorwahlmenü eingestellt werden und läuft dann automatisch ab. Dabei wird vorher ein **Pfad** für die Archivierung oder die **Standard-**Archivierung gewählt. Bei der Standard-Archivierung wird folgender Pfad angelegt: **C:\ ROBO\ DATEN\ FLUSS** (oder STOFF oder CPK)\ 8 letzte Zeichen der Magnetnummer (**_540_089**)\ Datum (**05_03_12**)\ Zeit (**17_46_55**)**.MES** (oder CPK). Beachten Sie, dass die letzten 8 Zeichen der Magnetnummer signifikant sein müssen. Ebenfalls ist wichtig zu wissen, dass bei dieser Art von Archivierung sich die Zuordnung zu einer Magnetnummer und dem Datum nur durch den Pfad ergibt. Wenn eine Datei aus ihrem Ordner entfernt wird, ist nur durch Einlesen mit dem Robograph 2 diese Zuordnung wieder festzustellen.

Zur besseren Übersicht wird bei der Auswahl zum Lesen der Archiv-Dateien in der **erweiterten Fileselectorbox** die komplette **Magnetnummer** sowie **Fl**uss, **St**off oder **Cp**k angezeigt. Diese Zusatzfunktion kann unter "Parameter" deaktiviert werden.



Fileselectorbox

Die Messung kann auch nachträglich von Hand unter dem Menüpunkt "**Archiv**" gespeichert werden. Auch in diesem Fall wird die Pfadeinstellung der Vorwahl verwendet. Wenn **Einzelvorgabe** eingestellt ist, öffnet sich eine Fileselectorbox mit der ein Pfad gewählt oder angelegt werden kann. Auch der Name der Datei ist veränderbar. Mit **Einzelvorgabe** des Pfades abgespeicherte Messungen können **nicht** mit der Langzeit-**Statistik** ausgewertet werden. Jede archivierte Messung benötigt ca. 2,5 KByte Speicherplatz. Bei Speicherung der ganzen Hysteresekurve steigt der Speicherplatz auf ca. 10 KByte.

Bei der Cpk-Messung wird auch die vorgewählte Pfadeinstellung benutzt. In diesem Fall wird die ganze **Gruppe** von Messungen **ohne Graphik** in **einer** Datei archiviert. Bei zusätzlicher Wahl von "**+CPK-Einzel**" werden auch die einzelnen Messungen mit Graphik archiviert.

Alle Arten von Messung können auch als **ASCII**-Archiv ohne Graphik abgelegt werden. Dabei wird ein **Textfile** angelegt, das in jedem Texteditor zu lesen ist. Auf diese Weise können die Messergebnisse, z.B. über ein Netzwerk, von Rechnern gelesen werden, auf denen die Robograph 2-Software nicht installiert ist. Für diese Archivierung wird immer der im Vorwahlmenü eingestellte Pfad benutzt, in dem wieder die oben genannte Pfadstruktur angelegt wird. Eine Einzelvorgabe bis zum Dateinamen ist hier nicht möglich. Der Dateiextender ist **.ASC**. Die gespeicherten ASCII-Archive können mit dem Robograph 2 **nicht** wieder eingelesen und ausgewertet werden.

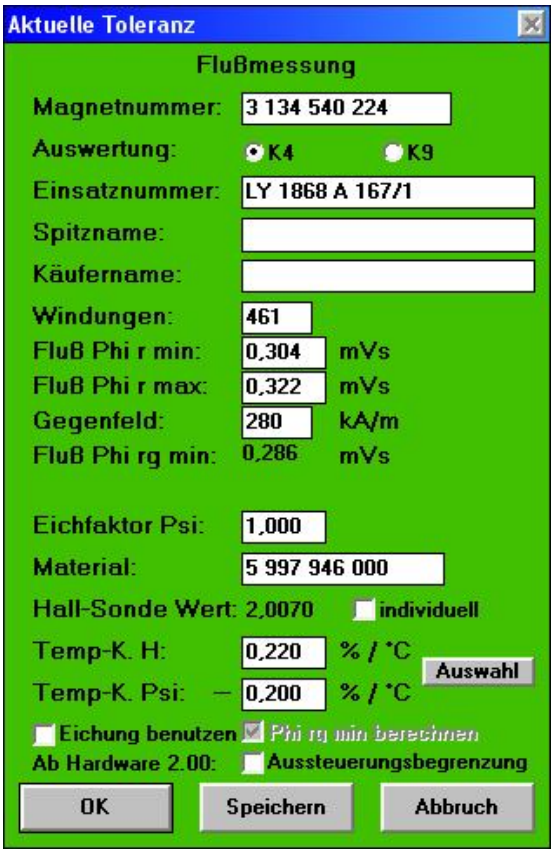
Das **Laden** von archivierten Messungen erfolgt ebenfalls unter dem Menüpunkt "Archiv". Dabei öffnet sich wieder eine Fileselectorbox, in der der gewünschte Pfad eingestellt wird, worauf in dem linken Fenster die in diesem Pfad enthaltenen Dateien erscheinen. Bei Standard- oder Vorgabe-Archivierung sind diese Dateien nach **Stunde / Minute / Sekunde** geordnet.

Einzelmessungen werden nach dem Einladen sofort mit sämtlichen Angaben und der Entmagnetisierungskurve Ψ oder J dargestellt. Andere Graphiken sind nicht anwählbar. Die Messung kann dann mit Graphik ausgedruckt werden. Auch wenn die Messart der archivierten Messung nicht der aktuellen Messart entspricht, sind nach der Darstellung der archivierten Messung wieder die alten Einstellungen aktiv. In die aktive Programmoberfläche wird mit "RETURN" zurückgekehrt.

Cpk-Messungen werden nach dem Einladen in einem Textfenster dargestellt, das mit dem Textfenster direkt nach der Cpk-Messung identisch ist. Auch dieses Textfenster kann ausgedruckt werden.

4.10 Toleranzen

Unter dem Menüpunkt "**Toleranzen**" werden für Fluss- und Stoffmessungen die gewünschten Toleranzen eingestellt. Der **Name** der Toleranzdatei ist jeweils die **Magnetnummer**, so dass für jede Magnetnummer nur eine Toleranz eingegeben werden kann. Unter "**Aktuelle Toleranz**" findet sich die jetzt gültige Einstellung. In ihr ist auch angegeben, ob es sich um eine **Fluss-** oder eine **Stoffmessung** handelt, da die Toleranzwerte von der Messart abhängen.



Aktuelle Toleranz Flussmessung

Ein Wechsel der Messart erfolgt durch Laden einer anderen Toleranz oder Erstellen einer neuen Toleranz. Die aktuelle Toleranz ist die zuletzt geladene oder erstellte Toleranz. Sie wird automatisch gespeichert und beim Programmstart geladen.

Die aktuelle Toleranz kann beliebig **verändert** werden. Eine falsche Eingabe von Zahlen ist nicht möglich.

Die **Magnetnummer** muss eindeutig sein und bestimmt auch den Namen der Toleranzdatei.

Die **Auswertung** kann nach der Methode K4 oder K9 erfolgen. Bei K4 werden Φ^*_R und Φ^*_{RG} berechnet und mit den Toleranzen verglichen. Bei K9 wird zusätzlich der Wert $H_{GF(80)}$ berechnet und mit $H_{GF\,min}$ verglichen.
Bei der Cpk-Messung muss bei K4 der Cpk-Wert für Φ^*_R mindestens 1,33 betragen. Für Φ^*_{RG} wird kein Cpk-Wert berechnet.
Bei K9 wird für Φ^*_R, Φ^*_{RG} und $H_{GF(80)}$ ein Cpk-Wert berechnet, der in allen Fällen über 1,00 liegen muss.
K9 ist eine von Bosch festgelegte besondere Behandlung von Magneten für Startermotore.

Die **Einsatznummer** ist auf dem Messeinsatz vermerkt und muss zur Identifikation angegeben werden.

Spitzname (des Magneten) und **Käufername** sind rein informativ und erscheinen auf dem Ausdruck.

Die **Windungen** sind auf dem Messeinsatz angegeben und müssen unbedingt richtig eingetragen werden, da sie das Messergebnis skalieren.

Fluss $\Phi^*_{R\ min}$, $\Phi^*_{R\ max}$, Gegenfeld H_g, Fluss $\Phi^*_{RG\ min}$ und eventuell $\mathbf{H_{GF\ min}}$ sind aus der Magnetzeichnung zu übernehmen. Wenn unter "Parameter" "**Φ^*_{RG} min berechnen**" ausgewählt wurde, kann dieser Wert hier nicht verändert werden, sondern wird automatisch auf **0.94* Φ^*_R min** gesetzt. Wird unter "Parameter" "**Φ^*_{RG} min individuell**" ausgewählt, kann unten für diese Toleranz die automatische Berechnung dennoch aktiviert werden. Ansonsten ist der Wert unterhalb von Φ^*_R min frei eingebbar.

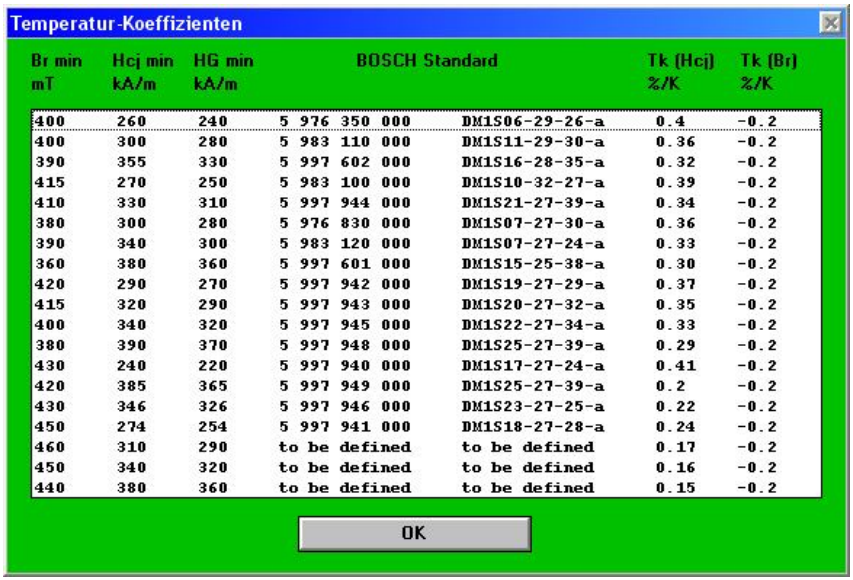
Der **Eichfaktor Ψ** wird benutzt, um geringe Abweichungen zwischen Messeinsätzen des gleichen Typs zu kompensieren. Dieses wird nur von Bosch durchgeführt und ist dann auf dem Messeinsatz vermerkt. Falls nicht vorhanden, ist hier der Wert 1,000 einzutragen.

Material ist rein informativ und erscheint auf dem Ausdruck.

Der **Hall-Sonden Wert** ist auf der Hall-Sonde vermerkt. Er muss unbedingt richtig eingetragen werden, da er das Messergebnis skaliert. Wird die ältere Messeinsatzversion mit herausnehmbarer Hallsonde verwendet, bei der immer die Selbe Hallsonde benutzt wird, so wird der Hallsondenwert unter „Parameter“ eingetragen. Falls der neue Typ mit eingebauter Hallsonde verwendet wird, aktivieren Sie „**individuell**“ und geben Sie den individuellen Hallsondenwert in der Toleranz ein.

Die **Temperatur-Koeffizienten H und Ψ** des Materials für die Temperaturkompensation werden hier eingegeben. Standardwerte sind 0.4 %/°C für H und -0.2 %/°C für Ψ**.**

Wenn sie Material nach Bosch Spezifikation benutzen, können Sie mit dem **Auswahl** Button eine Tabelle mit Temperaturkoeffizienten öffnen.



Br min mT	Hcj min kA/m	HG min kA/m	BOSCH Standard		Tk (Hcj) %/K	Tk (Br) %/K
400	260	240	5 976 350 000	DM1S06-29-26-a	0.4	-0.2
400	300	280	5 983 110 000	DM1S11-29-30-a	0.36	-0.2
390	355	330	5 997 602 000	DM1S16-28-35-a	0.32	-0.2
415	270	250	5 983 100 000	DM1S10-32-27-a	0.39	-0.2
410	330	310	5 997 944 000	DM1S21-27-39-a	0.34	-0.2
380	300	280	5 976 830 000	DM1S07-27-30-a	0.36	-0.2
390	340	300	5 983 120 000	DM1S07-27-24-a	0.33	-0.2
360	380	360	5 997 601 000	DM1S15-25-38-a	0.30	-0.2
420	290	270	5 997 942 000	DM1S19-27-29-a	0.37	-0.2
415	320	290	5 997 943 000	DM1S20-27-32-a	0.35	-0.2
400	340	320	5 997 945 000	DM1S22-27-34-a	0.33	-0.2
380	390	370	5 997 948 000	DM1S25-27-39-a	0.29	-0.2
430	240	220	5 997 940 000	DM1S17-27-24-a	0.41	-0.2
420	385	365	5 997 949 000	DM1S25-27-39-a	0.2	-0.2
430	346	326	5 997 946 000	DM1S23-27-25-a	0.22	-0.2
450	274	254	5 997 941 000	DM1S18-27-28-a	0.24	-0.2
460	310	290	to be defined	to be defined	0.17	-0.2
450	340	320	to be defined	to be defined	0.16	-0.2
440	380	360	to be defined	to be defined	0.15	-0.2

Temperatur Koeffizienten Tabelle

Hier können sie ein Material auswählen und die entsprechenden Koeffizienten durch Drücken des OK Buttons in die Toleranz übernehmen.

Eichung benutzen bezieht sich nicht auf den oben angegebenen Eichfaktor Ψ. Es handelt sich hier um eine Methode zur Eichung der Flussmessung mit Hilfe eines Eichmagneten. Dazu muss nach Aktivierung dieser Option unter „Service“ eine Flussmesseinsatz-Eichung durchgeführt werden. Dies war ein Kundenwunsch und ist nicht Bestandteil der Bosch Norm. **Zur Erfüllung der Bosch Norm muss diese Option ausgeschaltet sein**.

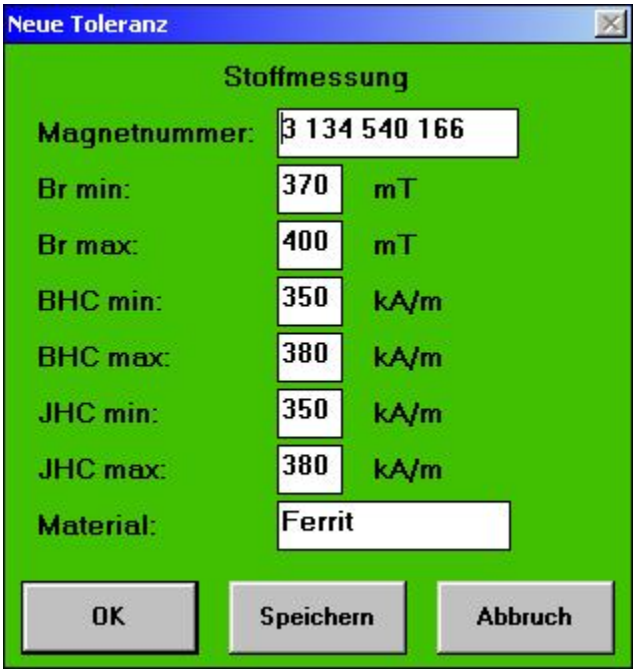
Aussteuerungsbegrenzung ist eine Testfunktion, die es ermöglicht, die maximale Feldstärke der Hysteresemessung zu begrenzen und die Reaktion des Magneten darauf zu beobachten. Dazu muss nach Aktivierung dieser Option unter „Service“ eine

Eichung der Aussteuerungsbegrenzung durchgeführt werden. Bei eingeschalteter Option wird vor der Messung die gewünschte Feldstärke abgefragt. **Zur Erfüllung der Bosch Norm muss diese Option ausgeschaltet sein**.

Die Änderung ist ab der nächsten Messung gültig, wenn sie mit "**OK**" oder "**Speichern**" quittiert wurde. Über "Speichern" lässt sich auch hier eine neue Toleranz erstellen. Ein Wechsel der Messart ist hier aber nicht möglich. Wenn die aktuelle Toleranz geändert, aber nicht abgespeichert wurde, erfolgt eine Warnung beim Programmende oder Laden einer neuen Toleranz.

Eine schon früher angelegte Toleranz kann mit "**Laden**" eingeladen werden. Sie findet sich in dem Pfad **C:\ ROBO\ TOLERANZ\ FLUSS** (oder STOFF)\ 8 letzte Zeichen der Magnetnummer (**_540_089**)**.TOL** und wird in der Fileselectorbox ausgewählt. Auch hier kann die komplette Magnetnummer angezeigt werden. Eine geladene Toleranz wird automatisch zur aktuellen Toleranz.

Über "**Neue Toleranz Fluss / Stoff**" können neue Werte für eine neue Magnetnummer eingegeben werden. Auch diese Toleranzen werden automatisch bei der Übernahme oder dem Speichern zur aktuellen Toleranz. Beim Speichern werden Pfad und Name vorgegeben. Sie können jedoch geändert werden, so dass auf diese Art auch Toleranzen erstellt werden können, deren Name nicht mit der Magnetnummer identisch ist.

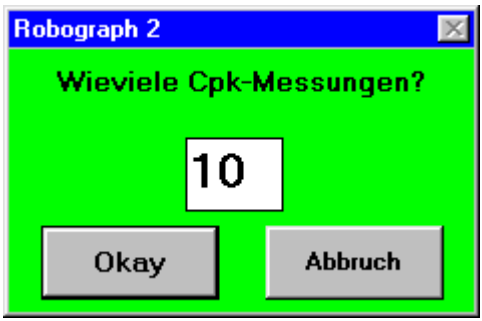


Neue Toleranz Stoffmessung

4.11 Statistik

4.11.1 Cpk-Berechnung

Die **BOSCH-Prüfvorschrift 3 139 918 950** sieht vor, bei der Stichprobenmessung von Magnetsegmenten eine **statistische Auswertung** der Stichproben durchzuführen. Diese soll eine Aussage über die Gesamtheit der produzierten Segmente ermöglichen. Die dazu benötigte Methode der Cpk-Messung ist in der Robograph 2-Software integriert. Bei dieser Messart wird die Gruppe der gemessenen Stichproben als Ganzes ausgewertet. Dabei werden von den gemessenen Φ^*_R - und Φ^*_{RG}-Werten der **Mittelwert** und die **Standardabweichung** gebildet. Der Cpk-Wert gibt die Differenz des Mittelwertes zum nächsten Grenzwert geteilt durch die dreifache Standardabweichung an. Die Cpk-Messung ist bestanden, wenn der **Cpk-Wert > 1.33** ist, und kein Grenzwert verletzt wurde.
Beim Start der Cpk-Messung mit "**Cpk-Aktuell**" wird als erstes die Anzahl der Messungen, die in die Berechnung eingehen sollen, eingegeben. Diese Anzahl muss größer als 1 sein.



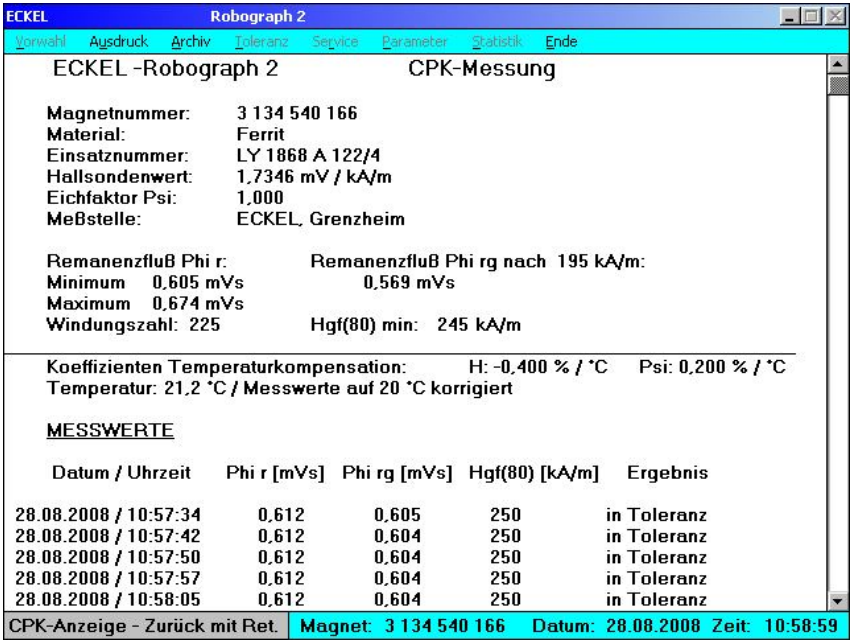
Anzahl der Cpk-Messungen

Es kann eine Zahl von 2 bis 99 eingegeben werden. Danach erscheint folgende Meldung:

Bestätigung Cpk-Messung

Nach dem Einlegen des Magneten wird mit "Okay" quittiert und die erste Messung startet. Nach jeder Messung erscheint die entsprechende Meldung für den nächsten Magneten. Bei "Abbruch" wird die gesamte Cpk-Messung abgebrochen. Mit "Wiederholen" wird die letzte Messung verworfen und kann wiederholt werden, z.B. wenn sich das Segment während der Messung bewegt hat.

Nach der letzten Messung wird ein **Textfenster** geöffnet, in dem die Angaben zur Messung sowie alle Messwerte aufgeführt sind. Zusätzlich sind **Mittelwert**, **Standardabweichung** und der **Cpk**-Wert von Φ^*_R für die Auswertung K4 sowie Mittelwerte, Standardabweichungen und die Cpk-Werte von Φ^*_{RG} und $H_{GF(80)}$ für die Auswertung K9 angegeben. Das Textfenster kann mit dem rechten Scrollbalken durchlaufen werden.

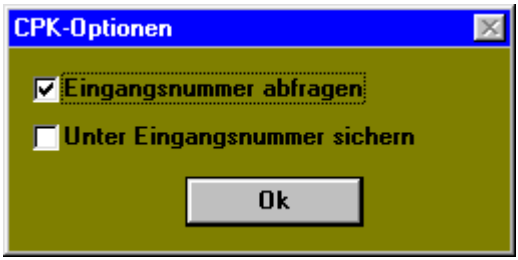


Textfenster nach der Cpk-Messung

Wenn Ausdruck oder Archivierung nicht schon automatisch vorgewählt wurden, kann dies jetzt von Hand geschehen. Der Ausdruck ist mit dem kompletten Inhalt des Textfensters identisch. Die **Einzelarchivierung** ist **nachträglich** aber **nicht möglich**. Sie muss mit "**+CPK-Einzel**" vorgewählt werden. Sie wird nur ausgeführt, wenn auch die automatische Gesamtarchivierung aktiviert ist.

Mit "Return" kommt man zurück in das Hauptmenü.

Unter **CPK-Optionen** kann eine Variante in der Archivierung eingeschaltet werden.

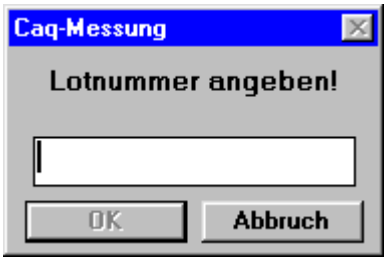


Cpk-Optionen Eingabe

Mit dieser Funktion kann die Archivierung unter der Eingangsnummer anstatt der Magnetnummer und Datum / Uhrzeit geschehen. Vor jeder Cpk-Messung wird dann die Eingangsnummer abgefragt, die bis zu 5 Stellen haben darf.

Eingabe der Eingangsnummer vor der Cpk-Messung

Unter **CAQ** kann eine weitere Variante in der Archivierung gewählt werden.



Eingabe der Lotnummer vor der Caq-Messung

Die Caq-Messung ist der Cpk-Messung ähnlich. Es wird aber kein Cpk-Wert berechnet, sondern die Ergebnisse einer beliebig großen Messgruppe werden unter zusätzlicher Angabe der Lotnummer in einer Datei, deren Pfad durch die Archivierungs-Vorwahl bestimmt ist, abgespeichert. Dieses Verzeichnis ist üblicherweise ein Netzwerkserver, der diese Daten ausliest und weiterverarbeitet.

Das Datenformat ist an einen speziellen Kundenwunsch (BTMT) angepasst.

Die Caq-Messung lässt sich nur bei Flussmessung und ausgewähltem Vorgabe-Pfad starten.

Nach Eingabe der Lotnummer wird getestet, ob diese Lotnummer im Caq-System auf dem Server angemeldet wurde.

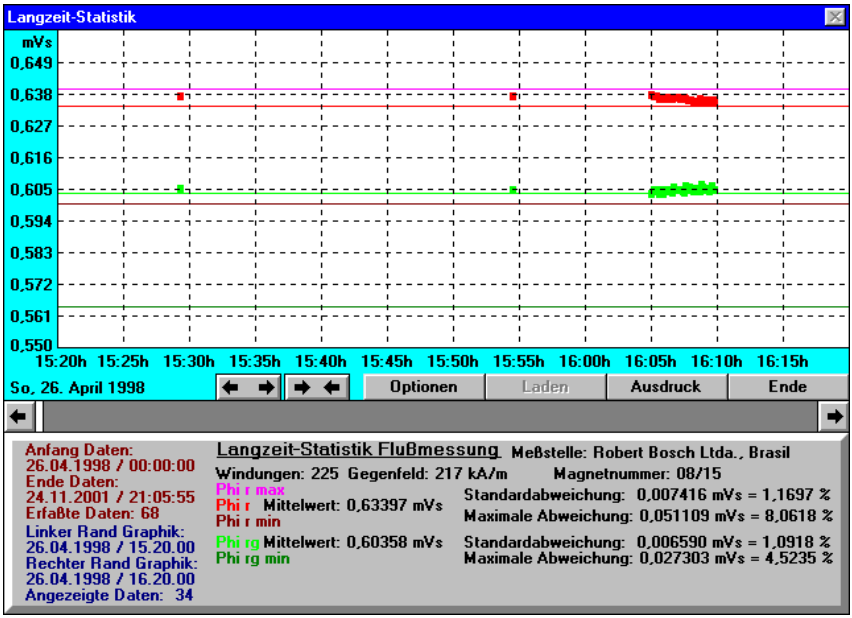
4.11.2 Langzeitstatistik

Mit "**Langzeit**" wird die Langzeitstatistik gestartet. Es besteht die Möglichkeit, die Entwicklung von Fluss-, Stoff- und Cpk-Messungen **einer** Magnetnummer über einen beliebigen Zeitraum zu betrachten. Dazu wird in der Fileselectorbox der Pfad mit der gewünschten **Magnetnummer** gewählt. Wenn auch ein **Tagesordner** angewählt wird, wird dieser Tag automatisch als **Datenstart** übernommen. Sonst wird der erste Tag in diesem Ordner als Datenstart genommen. Darauf öffnet sich das folgende Fenster:

Zeitwahlfenster

Wenn die Daten unter ..\FLUSS\.., ..\STOFF\.. oder ..\CPK\.. gespeichert sind, wird die Art der Statistik angegeben. Wenn die Ordner anders heißen, muss die Art der Statistik hier angegeben werden. Als Endzeit wird die aktuelle Zeit eingesetzt. Hier kann jetzt der darzustellende **Zeitraum** eingestellt werden.

Daraufhin werden alle in diesem Zeitraum liegenden Messungen dieser Magnetnummer geladen, und es öffnet sich das **Langzeitstatistikfenster**. Wenn sich in dem Verzeichnis Daten befinden, die in den wesentlichen Angaben nicht übereinstimmen, erscheint eine Warnung. Daten die offensichtlich nicht zu dieser Magnetnummer gehören, werden als ungültig verworfen. Bei einer sehr großen Anzahl von Messungen kann der Ladevorgang lange dauern und eventuell der Speicherplatz nicht ausreichen.



Langzeitstatistik für Flussmessung

In dem Graphikfenster werden die im angegeben Bereich liegenden Messwerte als farbige **Punkte** dargestellt. Die Toleranzen werden als **Linien** dargestellt. Wenn sich im Lauf der Zeit die Toleranzen geändert haben, so wird dies auch abgebildet. Zusätzlich sind die Mittelwerte als Linien eingezeichnet. Mit dieser Darstellung können Verbesserungen der Produktion über längere Zeiträume gut erkannt werden.

Die **vertikale Skalierung** wird **automatisch** so eingestellt, dass alle Werte und Toleranzen dargestellt werden können.

Die **horizontale Skalierung** kann mit den "–><–" und "<––>"-Tasten von **1 Minute / Div** bis **1 Jahr / Div** variiert werden. Datum und Uhrzeit sind unter der Graphik angegeben. Mit dem **Scrollbalken** kann durch den gesamten Zeitraum in der gewünschten Auflösung gescrollt werden. Bedenken Sie, dass die Darstellung einer sehr großen Anzahl von Messungen abhängig von der Rechenleistung des PC erhebliche Zeit benötigen kann.

Wenn gewünscht, kann die Darstellung übersichtlicher gemacht werden, indem nicht alle Ergebnisse und Toleranzen dargestellt werden. Dazu öffnet man mit "Optionen" ein Auswahlfenster.

Auswahlfenster

Hier werden die darzustellenden Ergebnisse und Toleranzen ausgewählt. Eine Änderung verändert eventuell auch die vertikale Auflösung. Mindestens ein Punkt bleibt immer angewählt. Die Cpk-Werte lassen sich nur bei geladenen Cpk-Messungen einstellen. Die gewählte Einstellung wird automatisch gespeichert.

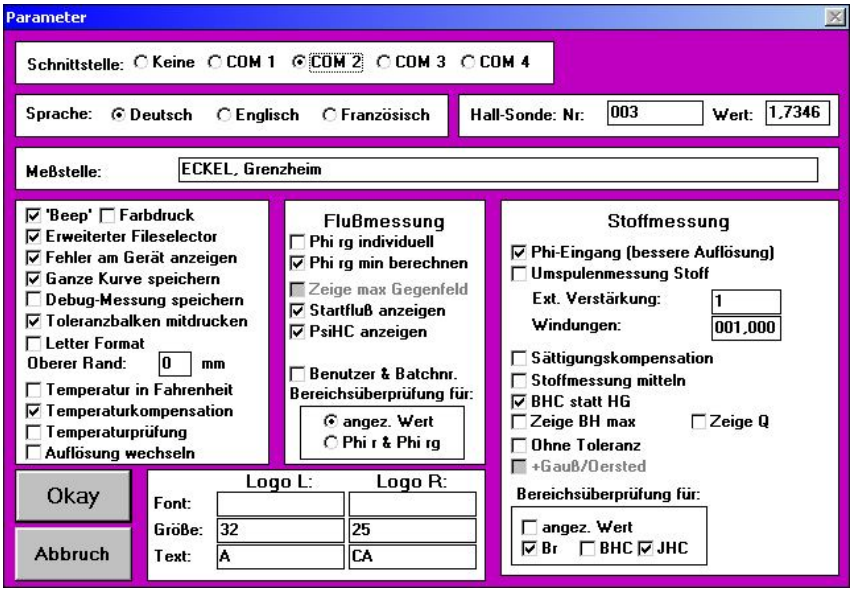
Im Textblock unten werden neben den Angaben zur Messung der gesamte betrachtete Zeitraum, der aktuell angezeigte Zeitraum und der **Mittelwert**, die **Standardabweichung** und die **maximale Abweichung** der Messwerte des **gesamten** Zeitraumes angegeben.

Die aktuell angezeigte Langzeitstatistik kann mit "**Ausdruck**" gedruckt werden. Mit "**Laden**" können neue Werte geladen werden. Ein Hinzuladen von neuen Werten zu den schon vorhandenen ist nicht möglich. Mit "**Ende**" kehrt man zum Hauptmenü zurück.

Bei der Langzeitstatistik für **Cpk-Messung** werden im Textblock die **Mittelwerte**, die mittleren **Standardabweichungen** und die mittleren **Cpk-Werte** angegeben. Dabei wird über die Anzahl der Cpk-Messungen gemittelt, ohne die Anzahl der Messwerte in den einzelnen Cpk-Messungen zu berücksichtigen. An der rechten Seite der Graphik erscheint zusätzlich die Skalierung des Cpk-Wertes.

4.12 Parameter

Unter dem Menüpunkt "**Parameter**" werden Einstellungen für den Programmablauf gemacht, die dem Wunsch des Anwenders entsprechen und nicht ständig geändert werden.



Parameterfenster

Es können folgende Einstellungen gemacht werden:

Schnittstelle:
Hier wird die serielle Schnittstelle für die Kommunikation zum Robograph 2 eingestellt. Wenn die gewählte Schnittstelle nicht geöffnet werden kann, erscheint eine entsprechende Fehlermeldung. **Achtung**: Wenn die Schnittstelle angewählt wird, an der die Maus installiert ist, kann je nach Maustreiber eventuell die Schnittstelle trotzdem geöffnet werden. Dabei geht die **Maus verloren** und wird auch bei wiederholtem Wechsel der

Schnittstelle nicht wieder installiert. Dann muss das Programm beendet und Windows™ neu gestartet werden.

Sprache:
Die Menüoberfläche kann einschließlich aller Meldungen in **Deutsch**, **Englisch** oder **Französisch** dargestellt werden.

Hallsonde:
Unter "**Wert**" wird der **auf der Hallsonde** angegebene Zahlenwert eingegeben. Er gibt die Ausgangsspannung der Hallsonde in **mV / kA/m** an und ist bei jeder Hallsonde individuell. Zur Sicherheit wird auch die Seriennummer eingegeben.

Messstelle:
In dieses Textfenster wird die Messstelle eingetragen, die auf jedem **Ausdruck** erscheint. Es kann eine beliebige Zeichenfolge bis zu **30 Zeichen** eingegeben werden.

Beep:
Bei eingeschaltetem "Beep" erzeugt der PC einen **Warnton** bei jeder Fehlermeldung.

Farbdruck:
Farbausdruck mit einem Farbdrucker. Diese Option sollte nur eingeschaltet werden, wenn wirklich ein Farbdrucker vorhanden ist, weil andere Drucker die Farben je nach Druckertreiber **dithern** und der Ausdruck eventuell **unleserlich** wird.

Erweiterter Fileselector:
Wenn die verwendete **Magnetnummer** mehr als die in DOS™ darstellbaren **8 Zeichen** lang ist, kann es von Vorteil sein, bei der Auswahl von Dateien und Toleranzen die komplette Magnetnummer zusätzlich angezeigt zu bekommen. Wenn viel

von **Disketten** gelesen wird, kann es aus Zeitgründen vorteilhaft sein, diese Option **abzuschalten**, da jede Datei gelesen werden muss.

Fehler am Gerät anzeigen:
Wenn eingeschaltet, wird beim Auftreten eines Fehlers der entsprechend **Fehlercode** auf dem **Display** des Robograph 2 angezeigt. Die Fehlercodes sind in Kapitel 5.1 beschrieben.

Ganze Kurve speichern:
Mit dieser Option kann die **ganze Kurve** bei der Archivierung gespeichert werden. Dadurch erhöht sich der benötigte Speicherplatz pro Messung auf ca. **10 KByte**. Der Vorteil ist, dass auch bei aus dem Archiv geladenen Kurven die **komplette Hysterese** betrachtet werden kann.

Debug-Messung speichern:
Wenn eingeschaltet, wird jede Messung im Rohformat unter dem Programmpfad mit Namen „testmess.dat“ abgespeichert. Dies kann hilfreich sein, wenn die Robograph-Software bei der Auswertung abstürzt. Diese Messung kann dann von uns wieder eingeladen und der Fehler analysiert werden.

Toleranzbalken mitdrucken:
Hier kann gewählt werden, ob beim **Ausdruck** der **Entmagnetisierungskurven Ψ** und **J** die Toleranzbalken mit ausgedruckt werden sollen oder nicht.

Letter Format: Falls aktiviert, wird der Ausdruck auf das kürzere Papierformat „Letter“ angepasst.

Oberer Rand: Durch Veränderung des oberen Randes kann der komplette Ausdruck auf dem Papier passend zum Drucker verschoben werden.

Temperatur in Fahrenheit: Wenn eingeschaltet, wird die Temperatur in Fahrenheit angegeben, sonst in **Celsius**.

Temperaturkompensation: Bei eingeschalteter Temperaturkompensation werden die Messwerte auf **20 ° C** umgerechnet. Dabei wird die Feldstärke **H** mit **[1-0.004*(Temperatur - 20)]** skaliert und der Fluss **Φ** oder die Induktion **B** mit **[1+0.002*(Temperatur - 20)]** skaliert. Dies ist eine Annäherung an das Temperaturverhalten von **Ferriten**. Es ist auch möglich, andere Temperaturkoeffizienten einzugeben. Die Temperaturkompensation sollte grundsätzlich **eingeschaltet** sein. Wenn Materialien gemessen werden, die ein anderes Temperaturverhalten zeigen, kann durch Eingabe von anderen als den Standardwerten in der Toleranz die Kompensation verändert werden.

Temperaturprüfung: Bei eingeschalteter Temperaturprüfung wird bei Temperaturen **unter 5 ° C** und **über 35 ° C** eine **Warnung** ausgegeben, weil anzunehmen ist, dass diese Temperatur **falsch** ist. Selbst wenn die Temperatur richtig ist, muss beachtet werden, dass die Temperaturkompensation das Verhalten der Ferrite in diesem Bereich nicht mehr einwandfrei korrigieren kann.

Auflösung wechseln: Wenn aktiviert, wird bei Programmstart die Bildschirmauflösung auf 640 x 480 gesetzt. Bei Programmende wird die Auflösung auf den alten Wert zurückgesetzt.

Φ^*_{RG} individuell ermöglicht es, in jeder Toleranz zu entscheiden, ob Φ^*_{RG} min berechnet oder frei eingebbar sein soll.

Φ^*_{RG} min berechnen: Die **BOSCH-Prüfvorschrift 3 139 918 950** sieht vor, für **Φ^*_{RG} min** fest den Wert **0.94*Φ^*_R min** einzusetzen. Dies kann hiermit eingeschaltet werden. Wenn diese

Funktion abgeschaltet ist, ist der Wert Φ^*_{RG} min **unterhalb** Φ^*_{R} **min** frei wählbar.

Zeige max. Gegenfeld: Wenn eingeschaltet, wird bei der Flussmessung das **maximal mögliche Gegenfeld** angezeigt, bei dem Φ^*_{RG} genau Φ^*_{RG} **min** entsprechen würde. Damit kann festgestellt werden, welche Reserve in dieser Richtung noch besteht. Dieser Wert wird **nicht gespeichert** und auch **nicht gedruckt**.

Startfluss anzeigen: Zeigt an, welchen Fluss das Segment vor der Messung hatte. Man kann hiermit prüfen, ob der Magnet z.B. bei der Magnetisierung maximal gesättigt wurde oder z.B. während des Gebrauchs teilweise entmagnetisiert wurde.

$_{\Psi}H_C$ **anzeigen**: Berechnet den Schnittpunkt der Ψ Kurve mit der Feldstärkeachse analog aber nicht identisch zu dem Wert $_JH_C$ bei der Stoffmessung.

Benutzer und Batchnr.: Aktivierung dieser Option führt zur Abfrage dieser Angaben vor der Messung (Kundenwunsch).

Bereichsüberprüfung: Hier wird gewählt, **welche** Messresultate in die **Auswertung Über / In / Unter Toleranz** eingehen sollen. Bei der Flussmessung stehen das in der **Vorwahl zur Anzeige** auf dem Gerät ausgewählte Resultat oder **beide** Resultate zur Verfügung. Wenn mehrere Resultate in die Auswertung eingehen ist "**Unter Toleranz**" dominant.

Phi - Eingang: J-kompensierte Stoffmessungen haben das Problem, dass die Eingangsspannung die meiste Zeit sehr gering ist und dann kurzzeitig stark ansteigt. Wenn das gemessene Material **nicht sehr hart** ist, kann für die Stoffmessung der **besser auflösende Φ -Eingang** benutzt werden. Es ist zu

empfehlen, die Stoffmessung **grundsätzlich** am Φ-Eingang durchzuführen und nur bei entsprechenden Fehlermeldungen zum J-Eingang zu wechseln. Alle **Eichungen** werden zwangsweise mit dem Φ-Eingang durchgeführt. Dazu muss der J-Ausgang des Jochanschlusskastens mit dem Φ-Eingang des Robograph verbunden werden.

Umspulenmessung Stoff: Mit dieser Option kann der Robograph 2 eine **Stoffmessung mit einer J-kompensierten Umspule** ausführen. Diese Umspule wird an den **J-Eingang des Gerätes** angeschlossen. Vor der Messung werden jeweils die **externe Verstärkung**, die **Windungszahl der Umspule** und die **Probenfläche in mm²** eingegeben. Eine externe Verstärkung ist nötig, wenn die Umspule nur wenige Windungen hat, und deshalb die Ausgangsspannung weit unter der benötigten Eingangsspannung liegt, was durch **Deformation der Hysteresekurve aufgrund mangelhafter Bitauflösung** sichtbar wird. Zu beachten ist, dass die externe Verstärkung **genau bekannt** sein muss, da das Ergebnis mit ihr skaliert wird. Wenn keine Verstärkung nötig ist, wird hier **1** eingegeben.

Sättigungskompensation: Die Sättigungskompensation führt eine **nichtlineare Berechnung der Sättigungseffekte** bei der Stoffmessung durch und **kompensiert** diese. Da zu unterschiedlichen Zeiten gefertigte Stoffmesseinsätze leichte **Qualitätsunterschiede in der Metalllegierung** haben können, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können, sollte diese Sättigungskompensation grundsätzlich eingeschaltet sein. Sichtbar ist diese Kompensation an den **Enden der Hysteresekurve**, wo ohne Kompensation eventuell ein deutlicher **Abfall der Kurve** sichtbar wird.
Die lineare Verlustkompensation mit der Nickelprobe wird **immer mit** der nichtlinearen Sättigungskompensation durchgeführt.

Die Sättigungskompensation kann zu einem leichten Anstieg der Varianz der Messergebnisse **eines** Robographen führen. Dafür gleicht sie die Ergebnisse zwischen **verschiedenen** Messeinsätzen an.

Stoffmessung mitteln: Manchmal werden **größere Stoffproben** gemessen, die **nicht** über die ganze Fläche absolut **homogen** sind. Dann können mehrere Messungen einer Probe **gemittelt** werden. Wenn diese Option angewählt wurde, wird vor jeder Stoffmessung die **Anzahl** der zu mittelnden Messungen abgefragt. Am Ende dieser Messungen wird die **mittlere Hysteresekurve** berechnet und zusammen mit den Einzelkurven dargestellt. Die Ergebnisse werden dann aus der gemittelten Kurve berechnet. Beim Speichern dieser Messung wird nur das gemittelte Ergebnis als **eine** Messung gespeichert. Zusätzlich erscheint eine Information, dass diese Messung durch Mittelung entstanden ist.
Achtung: Diese Mittelung ist nur sinnvoll, wenn es sich um **einen** Magneten handelt. Wenn erheblich verschiedene Magnete gemittelt werden, ergibt sich ein **unsinniges Ergebnis** mit mehreren Knickpunkten in der Entmagnetisierungskurve, da eine lineare Addition der Kurven durchgeführt wird, deren Ergebnis **nicht identisch** ist mit der Messung von mehreren **übereinanderliegend** gemessenen Magneten.

BHC statt HG: Wenn diese Option gewählt wird, wird bei der Stoffmessung statt der Grenzfeldstärke HG der **Koerzitivfeldstärke BHC** angegeben. Die Angabe des Wertes **b entfällt**. Für BHC können in der Toleranz **Grenzwerte** angegeben werden. Ebenso ändert sich die **Darstellung** der Entmagnetisierungskurve J. Anstelle der HG bestimmenden Gerade wird die **Gerade B=0** zur Bestimmung von BHC angezeigt. Zusätzlich werden Energiedichtelinien **B*H in kJ/m³** dargestellt.

Zeige BHmax: Wenn diese Option gewählt ist, wird bei der **Stoffmessung** und angewähltem **BHC statt HG** der maximale Wert **B*H** angezeigt. Dieser Wert wird **nicht gespeichert** und auch **nicht gedruckt**.

Zeige Q: Wenn diese Option gewählt ist, wird bei der **Stoffmessung** und angewähltem **BHC statt HG** der Wert **Q = 10*Br + 5*JHC** angezeigt. Dieser Wert wird **nicht gespeichert** und auch **nicht gedruckt**.

Ohne Toleranz ermöglicht die Messung von unbekannten Magneten ohne Vergleich mit Grenzwerten.

+ Gauss/Oerstedt: Mit dieser Option werden die Ergebnisse nicht nur in mVs und kA/m sondern auch in Gauss und Oerstedt angezeigt.

Bereichsüberprüfung:
Hier wird gewählt, **welche** Messresultate in die **Auswertung Über / In / Unter Toleranz** eingehen sollen. Bei der Stoffmessung kann wieder nur das angezeigte oder eine beliebige **Kombination** aller Resultate gewählt werden. Wenn mehrere Resultate in die Auswertung eingehen ist "**Unter Toleranz**" dominant.

Logo L und Logo R ermöglichen das Setzen von Firmenlogos auf den Ausdruck links oben und rechts oben. Das Logo muss als .ttf Font vorhanden sein. Fontname, Größe und Tastenkombination werden eingegeben.

Mit "**Okay**" werden die Parameter übernommen, mit "**Abbruch**" wird wieder der alte Zustand hergestellt.

4.13 Service und Eichung

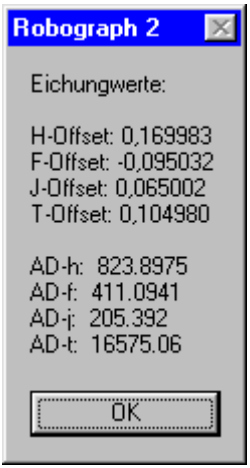
Unter dem Menüpunkt "**Service**" stehen einige Funktionen zur Verfügung mit denen die Hardware kontrolliert werden kann.

Systemeichung:
Mit der Systemeichung werden die internen **Geräteparameter** des Robograph 2 gemessen und an den PC übertragen. Dabei werden mit Hilfe einer eingebauten hochkonstanten **Referenzspannungsquelle** alle **Verstärkungsfaktoren** und **Offsetwerte** gemessen. Diese Werte gehen in die Berechnung der Messwerte ein und **müssen** deshalb bei **Neuinstallation** des Gerätes einmal gemessen werden. Wenn der Verdacht auf einen **Hardwarefehler** im Bereich der **Messverstärker** vorliegt, kann das Gerät mit dieser Funktion überprüft werden. Die Ergebnisse werden angezeigt und, falls vorgegebene Grenzwerte überschritten werden, als fehlerhaft deklariert. In diesem Fall können sie nicht abgespeichert werden.

Bei Auswahl des Menüpunktes "**Systemeichung**" erscheint folgendes Fenster:

Systemeichung starten

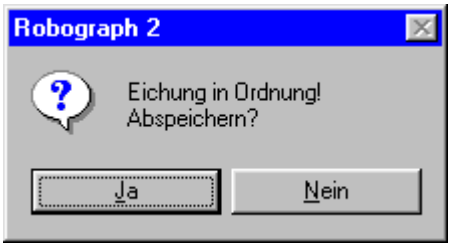
Wenn das Messergebnis außerhalb der Toleranzen liegt, werden die Ergebnisse im Vergleich zu den Sollwerten angegeben.



Eichungswerte innerhalb der Toleranzen

Der **Offset** ist in Bits angegeben. Die **AD-Werte** geben den digitalen Ausgangswert des A/D-Wandlers bei **1 V** Eingangsspannung am jeweiligen Messeingang an.

Die Eichwerte werden in **jedem** Fall übernommen. Wenn sie **innerhalb** der Toleranzen liegen, können sie **abgespeichert** werden.



Systemeichung speichern

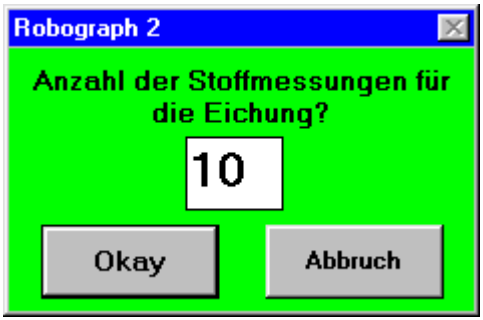
Spulenabgleich:
Vor der Stoffeichung muss ein **Spulenabgleich** durchgeführt werden, damit **leichte Unterschiede** zwischen den B- und H-Spulen kompensiert werden.
Dazu befinden sich in dem **Anschlusskasten** mit den Steckverbindern am Joch **zwei Spindeltrimmer** mit der Aufschrift **B** und **H**. Dieser Kasten muss geöffnet werden. **Achten Sie bitte darauf, keine Kabel abzureißen.**
Als erstes müssen beide Trimmer **ganz nach rechts** gedreht werden. Die Trimmer haben 30 Umdrehungen und keinen Anschlag. Drehen Sie also 30 Umdrehungen nach rechts.
Dann wird ein **10 mm Abstandshalter aus Plastik** mit dem **Druck** eingespannt, den Sie auch **sonst** zur der Messung benutzen.
Machen Sie dann eine Messung **(Φ-Eingang)** und drehen Sie einen der Trimmer **nach Anweisung des Programms** ein Stück nach rechts und **wiederholen** Sie die Messung. Nach einiger Zeit werden Sie eine horizontale Linie mit einer **Steigung nahe 0** zwischen - und + 500 kA/m erreichen. Bei der Angabe **"Messung beenden"** quittieren Sie diese Meldung und schließen den Anschlusskasten.

Dieser Spulenabgleich muss bei Verwendung eines neuen oder reparierten Stoffmesseinsatzes wiederholt werden.

Stoffeichung:
Mit der Stoffeichung wird der **Stoffmesseinsatz** des Messjochs ausgemessen. Wenn ein **neuer** Stoffmesseinsatz benutzt wird oder der Einsatz **repariert** wurde, muss unbedingt eine **neue Stoffeichung** vorgenommen werden. Im Gegensatz zur Flussmessung, bei der die Segmentgröße, und damit die Spulengröße, in das Ergebnis mit eingehen, muss bei der Stoffmessung ein **Eichfaktor** bestimmt werden, der **Windungszahl** und **Windungsfläche** beinhaltet. Die Eichung der Stoffmessung geschieht über den Vergleich der in den Messspulen induzierten Spannungen mit der Ausgangsspannung der Hallsonde. Da diese in der Luft in dem Zusammenhang $\mathbf{B} = \mu_0 * \mathbf{H}$ stehen, wird **keine Eichprobe** benötigt. Die Hallsonde muss natürlich geeicht sein. Um **B** zu messen, muss die **J-Kompensation** durch **Umschalten des Schalters** am Anschlusskasten der Messspulen **abgeschaltet** werden. Um einen definierten Zustand zu erhalten, wird der 10 mm starke **Abstandshalter** in das Messjoch gespannt und das Joch festgestellt.

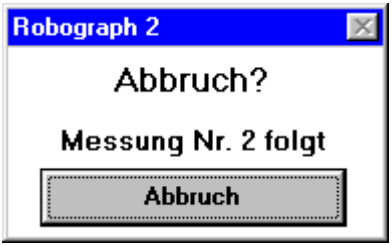
Achtung: **Φ -Eingang** benutzen!

Durch Anwählen des Menüpunktes "**Stoffeichung**" erscheint dieses Fenster:



Anzahl der Stoffmessungen für die Stoffeichung

Um die Genauigkeit der Eichung zu erhöhen, kann über bis zu 99 Messungen **gemittelt** werden. Es sind immer 10 Messungen zu empfehlen.
Vor jeder Messung erscheint dieses Fenster:

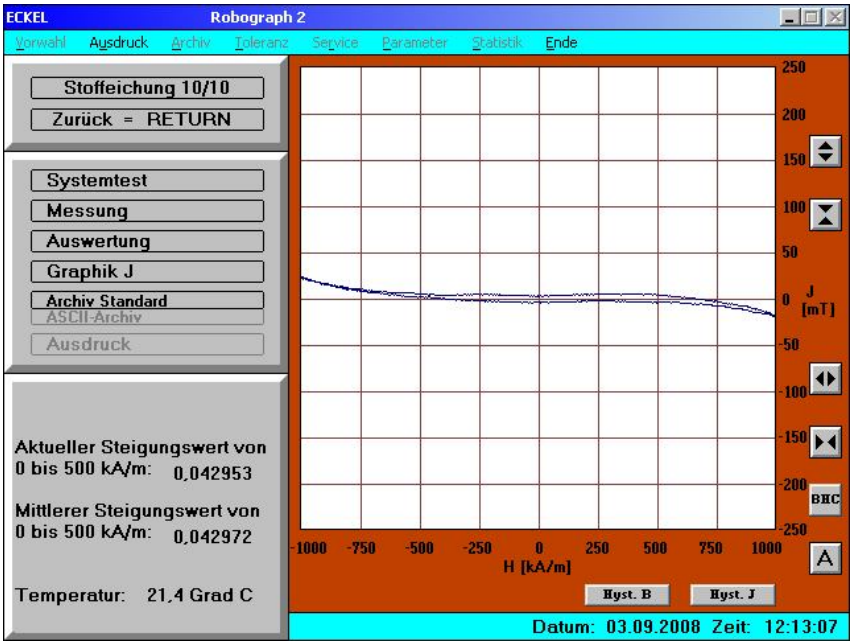


Abbruchfenster für die Stoffeichung

Während das Fenster **sichtbar** ist, kann die gesamte Stoffeichung abgebrochen werden.

Bei der Messung wird die **Hysterese B** gemessen, die an den Enden Sättigungserscheinungen zeigt, in der Mitte aber **linear** verläuft und eventuell eine leichte Hysterese durch die Remanenz des Stoffmesseinsatzes zeigt.

Diese Remanenz **entfällt** bei der J-kompensierten Messung. Von der gemessenen Kurve wird im Bereich von +/- **500 kA/m** die Steigung errechnet. Diese Steigung ist **k*μ0**, wobei **k** der gesuchte **Eichfaktor** ist. Aus der Hysterese B wird dann die **Hysterese J** errechnet und **angezeigt**. Dass die Hysterese J im mittleren Teil **waagerecht** ist, zeigt, dass der Eichfaktor k **richtig erkannt** wurde.



Hysterese J bei der Stoffeichung

Angezeigt werden jeweils der aktuelle und der mittlere **Steigungswert**. **Wichtig**: Vergleichen Sie, ob die **Graphik** der oben gezeigten ähnlich sieht! Wenn nicht, muss der Fehler gefunden werden und die Eichung darf **nicht** gespeichert werden.

Am Ende der Messungen kann die Eichung abgespeichert werden.

Eichungswert abspeichern

Hierfür wird ein fester Speicherplatz vorgegeben, da davon ausgegangen wird, dass nur **ein** Stoffmesseinsatz benutzt wird.

Nicht vergessen, den Schalter am Anschlusskasten wieder auf J-kompensierte Stoffmessung zu setzen!

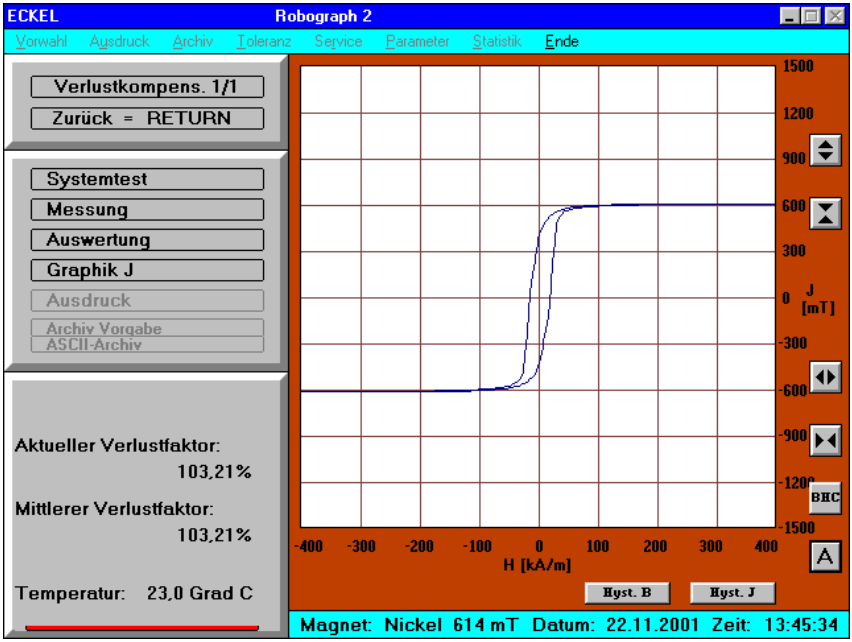
Differenzkompensation:
Zusätzlich zu Unterschieden in den Spulen kann auch eine **Schräglage der Messeinsätze** zueinander das Ergebnis verfälschen. Da dieser Fehler **dickenabhängig** ist, werden hier weitere Messungen ohne Magnet aber mit einem **4 mm Abstandshalter** durchgeführt.

Verlustkompensation:
Um die **Nichtidealität** der Stoffmesseinsätze bei hohen Induktionen zu kompensieren, muss eine **Referenzmessung** mit einer von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt kalibrierten **Nickelprobe** durchgeführt werden.

Hierbei wird die **Sättigungsinduktion** betrachtet, die bei der Nickelprobe bei **614 mT** liegt. Ein Vergleich mit den gemessenen Werten ergibt einen Korrekturfaktor von etwa 1.02 bis 1.05, also 2 bis 5% mehr.

Die Verlustkompensation wird analog der Stoffeichung durchgeführt. Allerdings muss der **Schalter** am Anschlusskasten auf "**Messung**" stehen.
Angezeigt wird jeweils die Hysterese J der Nickelprobe einschließlich der Verlustkompensation.

Auch die Verlustkompensation muss gespeichert werden, wenn sie erfolgreich durchgeführt wurde.



Verlustkompensation

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Kalibrierschein

Bestimmung der magnetischen Sättigungspolarisation einer Nickelprobe

Gegenstand:	Nickelzylinder, 15 mm Durchmesser, 7 mm Höhe
Material:	Nickel 99,98%
Hersteller des Materials:	Fa. Balver Zinn KG
Antragsteller:	Fa. Robert Bosch GmbH, 7580 Bühl
Geschäfts-Nr.:	2.42-7406/90
Amtliches Zeichen:	3708 PTB 90

Kalibrierverfahren:
Der oben näher bezeichnete Nickelzylinder wurde zur Kalibrierung zwischen die Polschuhe eines Elektromagneten mit 150 mm Polschuhdurchmesser gesetzt. Die Kräfte zwischen den Polschuhen wurden durch zusätzliche Zylinder aus unmagnetischem Material aufgefangen, so daß zwischen den Stirnflächen des Zylinders kein Druck auftrat.
Die magnetische Feldstärke wurde auf der Mantelfläche des Zylinders mit einer mit Kernspinresonanz kalibrierten Hallsonde gemessen, der Fluß durch die Probe mit einer Umspule, deren Ausgangsspannung mit Hilfe eines kalibrierten Spannungs-Frequenz-Wandlers und eines Zählers digital integriert wurde. Die wirksame Querschnittsfläche der Umspule wurde durch Vergleich mit einer Referenzspule im homogenen Magnetfeld bestimmt. Die Probenquerschnittsfläche wurde aus dem Mittelwert von Messungen des Durchmessers mit einer Mikrometerschraube an 20 verschiedenen Stellen des Zylinderumfangs zu $1{,}778\ \mathrm{cm}^2 \pm 0{,}002\ \mathrm{cm}^2$ berechnet.

Aus den J- und H-Meßwerten der in die Sättigung einmündenden Hystereseschleife wurden durch Ausgleichsrechnung die Parameter der Funktion

$$J = J_s + a/H^2 + b\ H$$

bestimmt, wobei J_s die Sättigungspolarisation ist.

Ergebnis:
Die Sättigungspolarisation der Nickelprobe beträgt bei einer Temperatur von 23° C ± 0,3° C

$$0{,}614\ \mathrm{T} \pm 0{,}001\ \mathrm{T}.$$

Im Auftrag

H. Ahlers

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT 2

Kalibrierscheine ohne Unterschrift und ohne Dienststempel haben keine Gültigkeit.
Die Kalibrierscheine dürfen nur unverändert weiterverbreitet werden.
Auszüge und Änderungen bedürfen der Genehmigung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Bundesallee 100, Posttfach 3345, D-3300 Braunschweig.

V15-320035 5.86

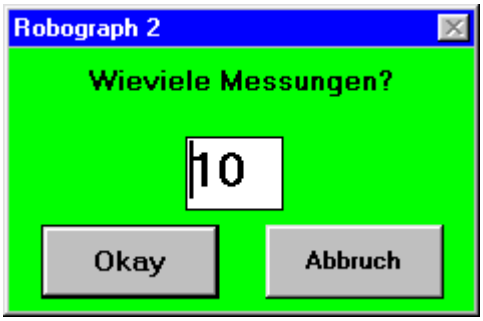
Die **Externe Systemeichung** erlaubt die Überprüfung der internen Eichung mit Hilfe einer speziellen Spannungsquelle und einem geeichten Messgerät. Diese Spannungsquelle kann von uns bezogen werden. Näheres unter 4.14 5.

Mit **Flussmesseinsatz kalibrieren** gibt die Möglichkeit, die Flussmessung mit diesem Messeinsatz auf einen Eichmagneten zu beziehen. **Dies ist für Anwendungen innerhalb der Bosch Norm nicht zulässig.** Um dies zu nutzen, muss der entsprechende Punkt in der Toleranz aktiviert sein.

Feldstärke kalibrieren eicht passend zu dem Messeinsatz den Strom, um bestimmte Feldstärken zu erreichen und speichert dies als Bestandteil der Toleranz ab. Um dies zu nutzen, muss der Punkt **Aussteuerungsbegrenzung** in der Toleranz aktiviert sein. **Dies ist für Anwendungen innerhalb der Bosch Norm nicht zulässig.**

Flussmesseinsatz testen ermittelt die Kennlinie des leeren Messeinsatzes. Diese kann man abspeichern und mit **Flussmesseinsatz-Test laden** wieder aufrufen. Durch Wiederholung des Tests kann man feststellen, ob sich der Luftspalt des Messeinsatzes durch Abnutzung oder unsachgemäße Behandlung verändert hat. Dann muss er beim Hersteller auf Einhaltung der Toleranzen geprüft werden.

Reihenmessung:
Mit der Reihenmessung können automatisch eine größere Anzahl von Messungen mit dem gleichen Magneten gemacht werden, um die Wiederholmessgenauigkeit des Robograph 2 zu testen. Bei Anwahl von "Reihenmessung" öffnet sich das Fenster:

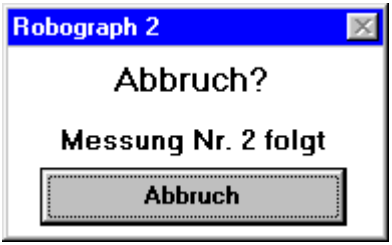


Anzahl der Messungen für Reihenmessung

Es können Zahlen von 1 bis 99 eingegeben werden. Dann wird gefragt, ob ein Ausdruck angelegt werden soll:

Bestätigung Ausdruck

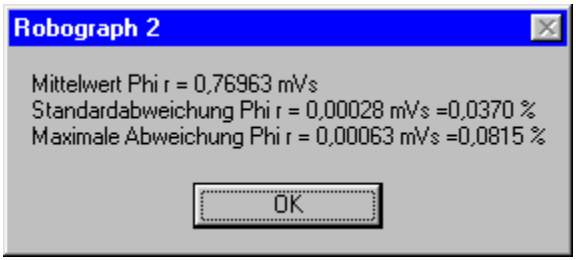
Der Ausdruck ist hier ähnlich der Cpk-Messung immer ohne Graphik.
Vor jeder Messung erscheint folgendes Fenster:



Abbruchfenster Reihenmessung

Während das Fenster sichtbar ist, kann die Reihenmessung abgebrochen werden.

Am Ende der Messreihe werden für jedes Resultat der Mittelwert, die Standardabweichung und die maximale Abweichung angegeben.



Statistik für Φ*R

Diese Statistik wird auch auf dem Ausdruck angegeben.

Frontplattentest:
Mit dieser Funktion wird ein Test der Anzeigen an der Gerätefrontplatte gestartet. Dabei wird auch die Übertragung der Steuerbefehle getestet.

Lese A/D:
Mit der Funktion "**Lese A/D**" werden die **4 Messeingänge** ausgelesen. Dabei öffnet sich folgendes Fenster:

A/D Ausgabefenster

Hier werden die **aktuellen Messwerte** angezeigt. Wenn die Hallsonde im Joch steckt, wird die Remanenz des Jochs angezeigt. Die Messspuleneingänge sollten auf 0 stehen. Die Temperatur bestimmt den entsprechenden A/D-Wert. Ein **offener Eingang** kann jeden **beliebigen** Wert annehmen.

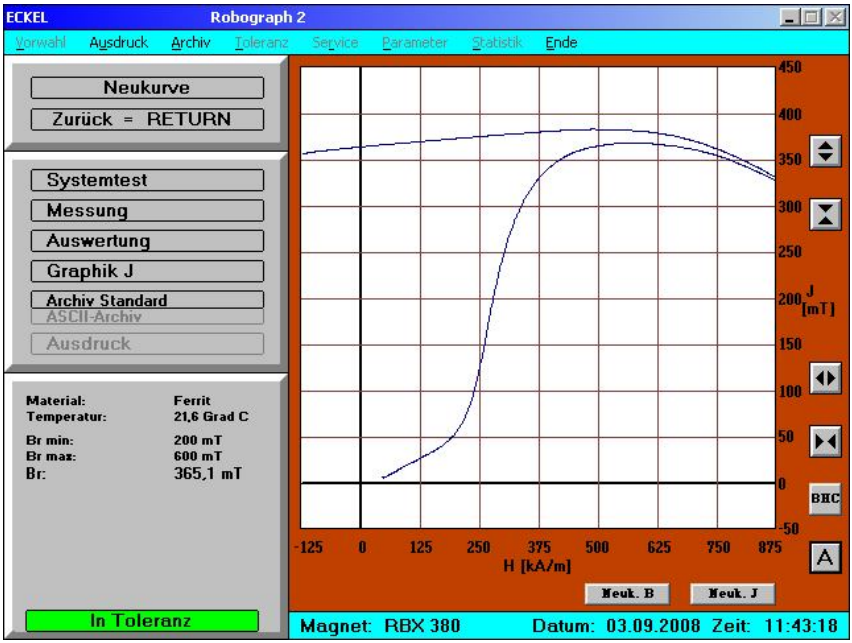
Neukurve messen:
Mit diesem Menüpunkt kann die **Neukurve** einer **entmagnetisierten** Magnetprobe gemessen werden. Dies ist nur bei Stoffmessung möglich. Bei Betätigung dieses Menüpunktes erscheint folgendes Fenster:

Neukurve messen

Durch Drücken von "OK" wird die Messung gestartet. Danach wird automatisch der **rechte obere Quadrant** der Hysteresekurve dargestellt.

Es wird das Verhalten der Magnetprobe bei der **Magnetisierung** bis in die **Sättigung** und dem **Rücklauf** über B_r dargestellt. Hier ist zwischen J- und B-Darstellung zu wählen. Die Messkurve beginnt eventuell nicht bei H = 0 sondern bei der Remanenzfeldstärke des Jochs.

Angegeben wird der B_r-Wert.



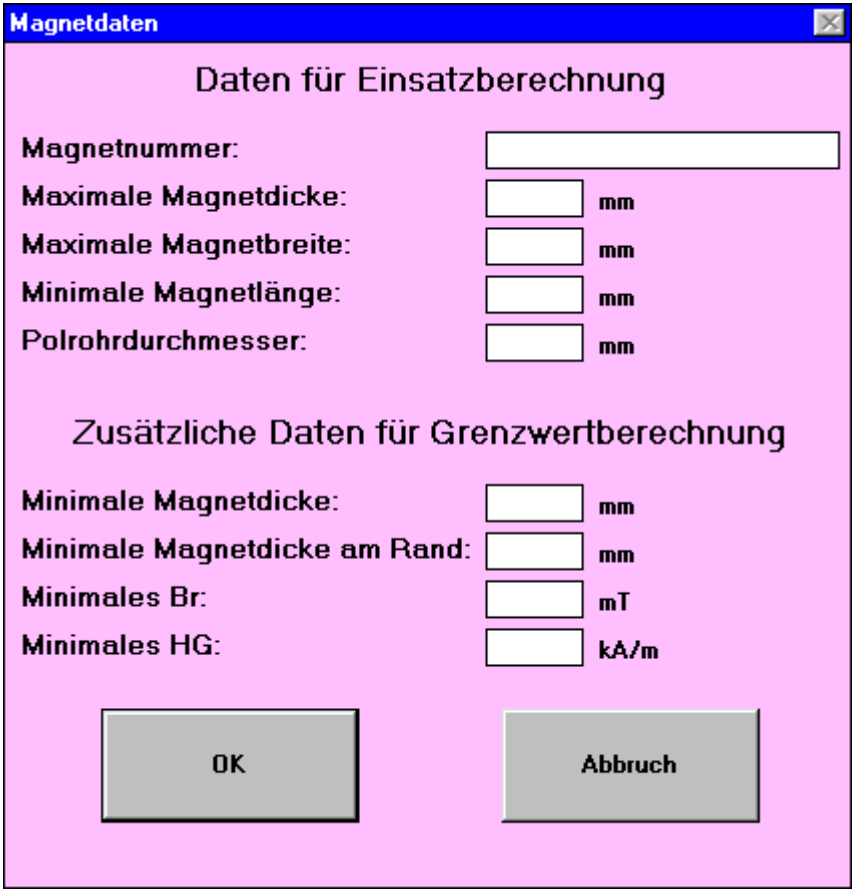
Neukurve J

Die Neukurve kann als **ASCII-Archiv** gespeichert werden. Dies hat hier eine besondere Bedeutung: Es werden alle etwa 2000 **Abtastwertepaare** der B- und J-Kurve **bis zu B_r** untereinander nummeriert in einer Datei im Ordner **NEUKURVE** nach Datum und Uhrzeit geordnet abgelegt. Von dort können die Daten entnommen und weiterverarbeitet werden. Ein **Wiedereinlesen** mit dem Robograph 2 ist **nicht möglich**.

Mit Ausdruck Graphik kann die dargestellte Kurve ausgedruckt werden.

Eine **Entmagnetisierung** der Stoffprobe mit dem Robograph 2 ist **nicht möglich**.

Einsatzberechnung: Mit der Einsatzberechnung können die **Abmessungen von Flussmesseinsätzen** für neue Segmentformen berechnet werden. Zusätzlich werden die **Grenzwerte für die Flussmessung** berechnet. Dazu wird eine Näherungsformel verwendet. Die Ergebnisse sind deshalb **nicht unbedingt identisch** mit den Ergebnissen einer FEMAG-Berechnung. Die hier angebotene Berechnung ist für Anwender geeignet, die keine Möglichkeit haben, auf ein FEMAG Programm zuzugreifen.



Eingabefenster für die Magnetmaße

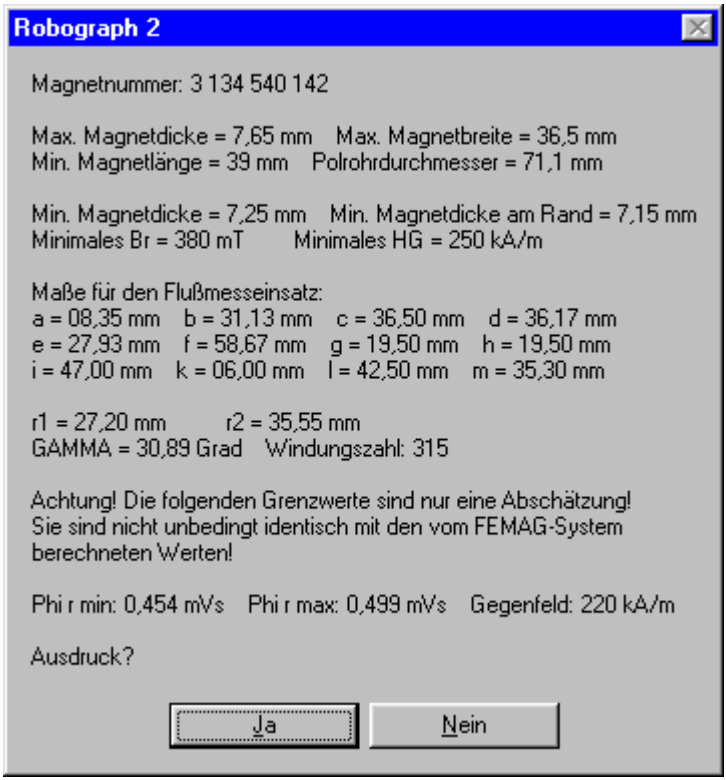
Bei der Eingabe der minimalen und maximalen Werte müssen die angegebenen **Toleranzen jeweils mit einbezogen** werden!

Maximale und minimale Magnetdicke gelten in der **Mitte** gemessen.

Beim Polrohrdurchmesser wird der **Nenndurchmesser** eingegeben. Ist er in der Magnetzeichnung nicht spezifiziert, kann hier auch der **doppelte Außenradius** des Segmentes eingegeben werden.
Das **minimale HG** ist eine **BOSCH-Spezifikation** für das Ferritmaterial. Glücklicherweise ist er von BOSCH schon für sehr viele genormte Materiale festgelegt worden und kann von dort übernommen werden. Als typischer Wert gilt $_{J}H_{Cmin}$ – 20 kA/m.

Der **Ausdruck** der Berechnung muss der Bestellung eines Messeinsatzes bei Firma Kohler beigelegt werden, falls dieser Messeinsatz zum **ersten mal** gefertigt wird.

Wichtig: Ist der Messeinsatz schon **früher** gefertigt worden, muss er wieder **identisch** ausgeführt werden, auch wenn sich die Magnetmaße zwischenzeitlich geändert haben. Nur so sind identische Ergebnisse möglich.



Ergebnisse der Berechnung

Datei löschen:
Mit dieser Funktion können Dateien gelöscht werden. Um Schaden zu verhindern, können nur Dateien mit den **Extendern .MES, .CPK, .ASC** oder **.TOL** gelöscht werden, also Archiv- und Toleranzdateien. Bei Anwahl dieser Funktion öffnet sich eine Fileselectorbox in der die zu löschende Datei ausgewählt wird.

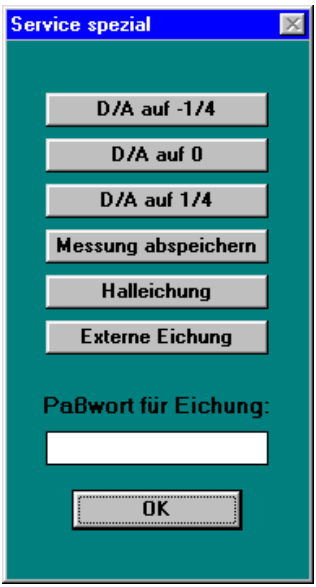
Info:
Unter dieser Funktion öffnet sich eine Infobox in der die **Softwareversion**, bei eingeschalteter Hardware die Hardwareversion, die Seriennummer und der Lizenznehmer aufgeführt ist.

Infobox

4.14 Extra Service

Durch Eintippen des **Codewortes** ..... öffnet sich automatisch das Extra-Service-Menü. Dieses Menü dient dem **Service-Ingenieur** zum Einstellen der Hardware und zur Protokollierung der Messabläufe. Es ist keinesfalls für die Benutzung durch den Anwender gedacht.

Im Extra-Service öffnet sich dieses Fenster:

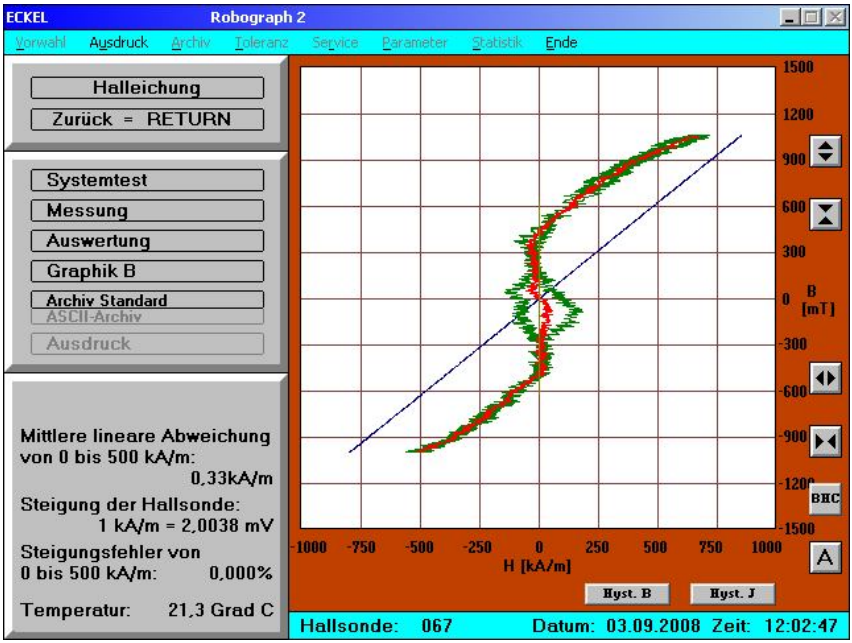


Extra Service-Fenster

D/A auf -1/4, 0, 1/4:
Mit diesen Buttons kann ein fester Ausgangsstrom von +1 A und -1 A eingeschaltet werden. Er dient zum **Abgleich** der gesteuerten Leistungsstromquelle. Beim Schließen des Fensters wird der Strom automatisch wieder auf 0 gesetzt.

Messung abspeichern:
Mit dieser Funktion werden alle übertragenen Messwerte und die daraus berechneten **Kurvenpunkte** als ASCII-Text abgespeichert. Hier können z.B. Codierungsfehler wegen Überlauf betrachtet werden. Der Speicheraufwand beträgt ca. 650 KByte pro Messung.

Halleichung:
Bei einem **neuen** Hallsondenelement muss die **Ausgangsamplitude** gemessen werden, die dann auf der Hallsonde angegeben und unter "Parameter" eingegeben wird. Dazu wird ein **spezieller Einsatz** zu der Hallsonde in den Stoffmesseinsatz gesetzt, der eine genau definierte **Messspule** enthält. Diese Messspule wird an den Φ-Eingang angeschlossen. Durch Drücken des Buttons "Hallsondeneichung" wird die Messung **sofort gestartet**. Dabei wird über die Referenzspule die Ausgangsamplitude der Hallsonde im Bereich von **0 - 500 kA/m** sowie die mittlere **lineare Abweichung** von einer Geraden mit dieser Steigung berechnet. Dies kann einige Zeit benötigen. Um einen Fehler im Algorithmus auszuschließen, wird auch der Fehler der Steigungsberechnung angegeben, der annähernd 0 sein muss.



Graphik Hallsondeneichung

Die Graphik zeigt die gemessen **Hysterese**, der eine Abweichung von der Linie kaum anzusehen ist. Zusätzlich wird in "grün" die hundertfach vergrößerte **Abweichung von der Linearität** dargestellt. Da dies eine Hysterese ist, wird von dieser Abweichung der Mittelwert berechnet. Dieser ist "rot" dargestellt. Die Auflösung ist dabei so groß, dass einzelne Bitstufen zu erkennen sind. Wenn die Steigung richtig erkannt wurde, hat die blaue Linie exakt die Steigung μ_0.

Die rote Abweichungskurve muss im Bereich von -628 bis +628 mT (entsprechend -500 bis +500 kA/m) im Mittel **senkrecht** stehen. Zur Überprüfung ist eine **grüne Linie** eingezeichnet, die diesen Mittelwert darstellt. Da die Linearisierung im Bereich bis 500 kA/m durchgeführt wird, liegt dort auch der Punkt, ab dem die Abweichung deutlich zunimmt. Dies ist aber die optimale Eichung, da Werte oberhalb 500 kA/m keinen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Graphik kann dann **ausgedruckt** werden. Es wird die Hallsonden-**Seriennummer** übernommen, die unter "Parameter" eingegeben wurde.

Nach einer Halleichung schließt sich das Extra Service automatisch und muss für die nächste Eichungsmessung neu aufgerufen werden.

Externe Eichung:
Zum **Test der Systemeichung** kann diese mit einer externen Spannungsquelle nachvollzogen werden. Dafür wird die externe Spannungsquelle mit positiver Polarität an den zu testenden Messeingang gelegt. Die Spannung muss einer Aussteuerung von **ca. 80%** entsprechen und mit einem **hochgenauen Voltmeter** gemessen werden. Dann werden 100 Messwerte aufgenommen. Diese Prozedur wird mit negativer Polarität wiederholt. Daraufhin werden der Offset und die mittleren Abtastwerte aller Eingänge angezeigt. Durch **Umrechnen** der Abtastwerte auf eine Spannung von **1 V** kann ein Vergleich mit der Systemeichung erfolgen. **Die Systemeichung des Robograph 2 kann hierdurch nicht verändert sondern nur überprüft werden.**

Die benötigten Testspannungen betragen:

Temp.	100 mV
H	2 V
Phi	4 V
J	8 V

Passwort für Eichung ermöglicht die Eingabe eines Passwortes, um die Eichung zu schützen. Ist hier nichts eingegeben, so wird kein Passwort abgefragt.

5. Fehler

5.1 Fehlermeldungen und Fehlercodes

Abgesehen von Hardware- oder Softwarefehlern können auch bei Fehlbedienungen Fehlermeldungen auftreten. Die meisten sind mit Fehlercodes versehen, die zusätzlich zur Meldung auf dem Bildschirm bei entsprechend gesetztem Parameter auf dem Gerätedisplay angezeigt werden.

Auflistung der mit Fehlercodes versehenen Fehlermeldungen:
E 00 = Unbekannter Fehler

Hardwarefehler, die vom Robograph 2 selbst gesetzt werden:
E 01 = Unerlaubter Stromfluss.
Aussteuerung der Stromquelle. Eventuell an der Frontplatte sichtbar. Prozessor, D/A-Wandler oder Endstufe defekt.
E 02 = Versorgungsspannung.
Spannungsstabilisierung defekt oder interne Sicherung durchgebrannt. LED **VS** leuchtet.
E 03 = Endstufe übersteuert.
Übersteuerung bei Sollaussteuerung 0. Prozessor, D/A-Wandler oder Endstufe defekt oder Joch nicht angeschlossen. LED **ÜSt** leuchtet.
E 04 = Überhitzung.
Lüfter defekt oder Gerät abgedeckt. LED **ÜH** leuchtet.

Diese Fehlermeldungen können eventuell auch ausgelöst werden, wenn die **RS 232** Verbindung bei **laufendem Gerät** gesteckt wird, weil dann eventuell ein falscher Befehl empfangen werden kann. **Beachten Sie die roten LEDs!**

Fehler beim **Systemtest**:
E 05 = Fehler Hallsonde
Hallsonde nicht angeschlossen oder defekt.
E 06 = Fehler Flussspule
Flussspule nicht angeschlossen oder defekt.
E 07 = Fehler J-Spulen
J-Spulen nicht angeschlossen oder defekt.

Fehler bei der **Auswertung**:
E 08 = Ungewöhnliche Temperatur.
Unter 5 °C oder über 35 °C. Temperaturfühler nicht angeschlossen oder defekt? Nur bei gesetztem Parameter.
E 09 = Polarität H / J / Φ / Eichspule falsch.
Erregerspulen oder Messspulen falsch gepolt verdrahtet, Hallsonde verkehrt herum eingesetzt.

Fehler bei der **Kurvenberechnung**:
E 10 = Kurve nicht schließbar.
E 11 = Positiver Remanenzschnittpunkt nicht gefunden.
E 12 = Negativer Remanenzschnittpunkt nicht gefunden.
E 13 = Remanenzwert für H_g nicht gefunden.
E 14 = Φ^*_{RG} größer Φ^*_R .
E 15 = Negativer Koerzitivschnittpunkt nicht gefunden.
E 16 = Schnittpunkt für H_G nicht gefunden.
E 17 = H_G größer ${}_JH_C$.
E 18 = Unmögliches Ergebnis
Mögliche Ursachen:
- Messjoch nicht angeschlossen.
- Flussmessung mit Stoffmesseinsatz oder umgekehrt durchgeführt.
- Stoffmessung ohne J-Kompensation (falsche Schalterstellung).

- Hallsonde nicht eingelegt.
- Eventuell Messung ohne Magnet.
- Magnet nicht richtig platziert.
- Magnet hat sich während der Messung bewegt.
- Bei extrem dicker Probe: Magnetisierung reicht für komplette Hysterese nicht aus.
- Übersteuerung bei Stoffmessung mit Φ-Eingang.

Sonstige Fehler:
E 20 = Keine Stoffeichung vorhanden.
Stoffeichung durchführen!
E 21 = Systemeichung fehlerhaft.
Hardware kontrollieren lassen!
E 22 = Drucker nicht bereit.
Drucker nicht angeschlossen, nicht eingeschaltet oder kein Papier.

5.2 Fehlerquellen

Zusätzlich zu den Fehlern, die kommentiert werden, können auch Fehlbedienungen und **äußere Einflüsse** die Ergebnisse der Messungen beeinträchtigen.

Der Robograph 2 besitzt **empfindliche Sensoren** und ist dafür vorgesehen, auch kleine **Magnetfelder** exakt zu messen. Selbstverständlich können durch **elektromagnetische Störer** die Messungen beeinträchtigt werden, da diese Störungen mitgemessen werden und eventuell sogar an der Hysteresekurve zu sehen sind. **Lichtbogen** erzeugende Geräte oder z.B. **Entmagnetisiereinrichtungen** dürfen während der Messung in der Nähe nicht betrieben werden. Da bei der **Hallsonde** als Vierpolelement die Differenzkompensation nicht perfekt funktionieren kann, darf ihr Kabel z.B. **nicht parallel** zu **Netzkabeln** verlegt werden. Die Nutzspannung der Hallsonde liegt im mV-Bereich. Zuviel Netzbrummen auf der Hallspannung kann als **Wellenlinien** auf den Messkurven erkannt werden. Das Messjoch muss **geerdet** sein.

Bei der **Flussmessung** können Abweichungen hauptsächlich dadurch entstehen, dass die **Temperatur** des Magneten nicht der gemessenen **Raumtemperatur** entspricht. Die Abweichung im Fluss beträgt immerhin 0.2% / ° C. Deshalb müssen die Segmente immer **lange genug** im Raum gelegen haben, in dem auch die Messung durchgeführt wird. Wenn das Segment auch nur kurz **in die Hand** genommen wurde, wird das Ergebnis unweigerlich zu klein.

Weitere Fehler können entstehen, wenn die **Hallsonde** nicht bis zum Anschlag eingeführt oder das Segment nicht richtig **platziert** wurde. Allein der Fehler durch unterschiedliche Platzierung der Magneten ist größer als der Messfehler des Robograph 2, wenn er auch üblicherweise unter 1 % bleibt. Ebenfalls darf sich das Segment während der Messung keinesfalls **bewegen**. Dies verursacht leicht Fehler im Bereich von 2 %.

Ein leichter Fehler entsteht durch den Temperaturkoeffizienten der Hallsonde. Er beträgt ca. 0.03% / ° C. Dabei kann sich leicht bemerkbar machen, dass sich die Hallsonde erwärmt, wenn mehrfach schnell hintereinander gemessen wird. Insgesamt ist der Fehler jedoch sehr gering.

Bei der **Stoffmessung** ist natürlich auch die Temperatur ein entscheidender Faktor. Andererseits kann bei anderen Materialien als Ferriten die Temperaturkompensation sogar **falsch** sein. Sie ist deshalb abschaltbar.

Bei der Stoffmessung muss auch die Hallsonde richtig platziert werden. Auf jeden Fall muss der richtige **Steigungswert** der Hallsonde unter "Parameter" eingestellt werden.

Ebenso muss darauf geachtet werden, dass der obere und der untere Stoffmesseinsatz so montiert werden, dass die Messspulen exakt **übereinander** liegen. Der obere Stempel vom Joch muss **festgestellt** werden, da er sich sonst bewegt und die Messung beeinflusst.

Die Messprobe muss so liegen, dass sie die Messspulen gut **überdeckt**. Sie darf deshalb auch nicht zu klein sein.

Bei Materialdicken **unter 4 mm** macht sich allmählich die Nichtidealität des Stoffmesseinsatzes bemerkbar, so dass dann nicht mehr von einer Dickenunabhängigkeit ausgegangen werden kann.

6. Technische Daten

Flussmessung nach BOSCH-Prüfvorschrift 3 139 918 950:

Wiederholmessgenauigkeit Φ^*_R oberhalb 0.2 mVs:
+/- 0.25% +/- 1 µVs
Wiederholmessgenauigkeit Φ^*_{RG} oberhalb 0.2 mVs:
+/- 0.5% +/- 1 µVs

Stoffmessung:
Wiederholmessgenauigkeit $\mathbf{B_r}$ oberhalb 200 mT:
+/- 0.25% +/- 1 mT
Wiederholmessgenauigkeit $\mathbf{H_G}$ oberhalb 200 kA/m:
+/- 0.5% +/- 1 kA/m
Wiederholmessgenauigkeit ${}_J\mathbf{H_C}$ oberhalb 200 kA/m:
+/- 0.25% +/- 1 kA/m

Eichung:	**Intern automatisch**
Maximale Feldstärke:	**1000 kA/m**
Steuerbare Stromquelle:	**500 VA**
Steuerstrom:	**4 A**
Hallsondensteuerstrom:	**7 mA**
Messzeit:	**ca. 8 Sekunden**
Datenverbindung:	**RS232, 19200 Baud**
Leistungsaufnahme:	**700 Watt**
Versorgungsspannung:	**220-240 V** (in Deutschland)
Größe:	**45*42*15 cm** (19", 3 HE)
Gewicht:	**15.5 kg**

7. Stichwortverzeichnis

A/D-Werte 4.13 2
Ausdruck vorwählen 4.3 3
Archivierung
- ASCII 4.3 6
4.9 3
- Einzeln 4.9 1
- Cpk 4.3 5
4.9 2
- Ganze Kurve 4.12 3
- Speicherplatz 4.3 5
4.9 2
- vorwählen 4.3 4
Archiv laden 4.9 3
Automatische Skalierung 4.2 4
Bereichsüberprüfung 4.12 5
4.12 8
BHC 4.12 7
BHmax 4.12 8
BOSCH-Prüfvorschrift 4.5 1
CAQ 4.11.1 5
Cpk-Berechnung 4.11.1 1
- Anzahl der Messungen 4.11.1 1
- Ergebnisfenster 4.11.1 3
Datei löschen 4.13 16
Differenzkompensation 4.13 7

7 2

Drucken
- Cpk-Messung 4.8 3
- Ergebnis 4.8 1
- Farbdruck 4.8 3
4.12 2
- Graphik 4.8 2
- Toleranzbalken 4.8 3
4.12 3
Eingangsnummer 4.11.1 4
Einsatzberechnung 4.13 14
Einsatznummer 4.10 2
Erweiterte Fileselectorbox 4.9 1
4.12 2
Entmagnetisierung B 4.7 8
Entmagnetisierung J 4.7 6
Entmagnetisierung Φ 4.7 2
Entmagnetisierung Ψ 4.7 4
Fehlercode anzeigen 4.12 3
Flussmesseinsatz 4.5 1
Flussmessung
- einstellen 4.10 2
- Φ^*_{RG} bestimmen 4.5 2
- Ψ - Kurve berechnen 4.5 4
- Theorie 4.5 1
Gerätefrontplatte 3.2 3
- testen 4.13 11
Geräterückseite 3.3 6
Gerätestatus 3.2 1

Graphik
- auswählen 4.3 2
- Skalierung vorwählen 4.3 3
  4.7 9
- wechseln 4.2 4

Grenzwertberechnung 4.13 14

Hallsonde
- Anschluss 3.3 3
- Eichung 4.14 2
- Steigungswert 4.12 2

Hardware
- Aufstellung 2.2 4
- Anschlüsse 2.2 6
- Beschädigung 3.4 1
- Fehler 4.4 1

Hartmagnetische Segmente 4.5 1

Hauptfenster 4.2 1
- Sprache 4.12 2

H_G max 4.12 5

Hysterese B 4.7 7

Hysterese J 4.7 5

Hysterese Φ 4.7 1

Hysterese Ψ 4.7 3

Icon 2.3 1
  4.1 1

Info 4.13 17

Langzeitstatistik
- Auswahl 4.11.2 1
- Cpk-Messung 4.11.2 5
- Darstellung 4.11.2 2
- Skalierung 4.11.2 3

Lese A/D	4.13 11
Lotnummer	4.11.1 5
Messart	4.3 2
- wechseln	4.10 2
Messeinsätze	2.1 3
Messjoch	
- Anschlussbelegung	3.3 2
- Aufstellung	2.2 1
- Stecker lösen	2.2 5
Messpunkte speichern	4.14 2
Messstelle	4.12 2
Messung	
- Ergebnisse	4.2 3
- starten	4.2 2
- Vorwahl	4.3 2
Mittelwert	4.11.1 2
Monitor Farbveränderung	2.2 3
Neukurve messen	4.13 12
Offset	4.13 2
Ordner anlegen	4.3 4
PC Ausstattung	2.1 1
Phi-Eingang bei Stoffmessung	4.12 5
Φ^*_{RG} -min berechnen	4.12 4
Pfad-Struktur	4.9 1
Pfad-Vorgabe	4.3 4
Q	4.12 8
Reihenmessung	4.13 9
- Statistik	4.13 11
Relaisausgang	3.3 5
Relais auswählen	4.3 2

Robograph 2
- Anzeigen 3.2 1
- Ergebnis anzeigen 4.3 2
- Geräteschema 3.1 2
- Lüftung 2.2 2
- Netzspannung 3.3 1
Sättigungskompensation 4.12 6
Serielle Schnittstelle 3.3 3
- Keine Schnittstelle 4.2 2
- öffnen 4.12 1
Sicherungen 3.4 2
Software
- Installation 2.3 1
- von Updates 2.3 2
- Start 2.3 1
4.1 1
- automatisch 2.3 2
Spulenabgleich 4.13 3
Standardabweichung 4.11.1 2
Störende Geräte 2.2 1
5.2 1
Stoffeichung 4.13 4
- Graphik 4.13 6
Stoffmesseinsatz 4.6 1

Stoffmessung
- Bestimmung H_G 4.6 4
- einstellen 4.10 2
- J-Kompensation 4.6 3
- Krümmung der Hysterese 4.6 1
- mitteln 4.12 7
- Stoffproben 4.6 2
- Theorie 4.6 2

Stromanzeige 3.2 2
Systemeichung 4.13 1
Taster Anschluss 3.3 4
Temperatureinfluss 5.2 2
Temperaturkoeffizienten 4.10 3
Temperaturkompensation 4.12 4
- abschalten 4.12 4

Temperaturprüfung 4.12 4
Temperatursensor Anschluss 3.3 4
Toleranz
- aktuelle 4.10 1
- ändern 4.10 2
- laden 4.10 2
- neu erstellen 4.10 2
- Überschreitung 4.2 3

Umspulenmessung 4.12 6
Verlustkompensation 4.13 7
Warnton 4.12 2
Windows Version 2.1 2