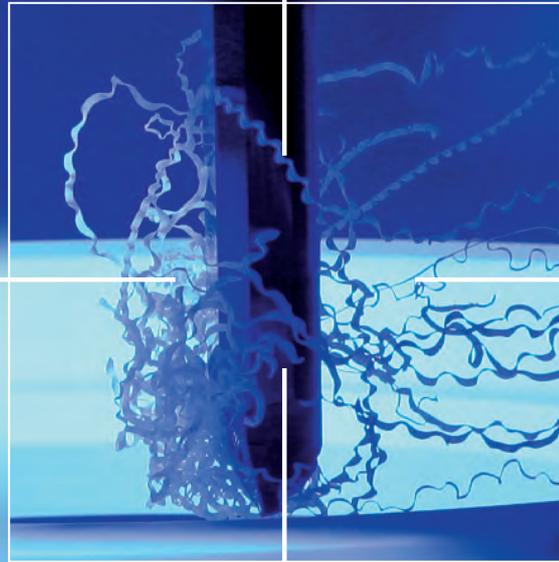


# Ferrotrol® & Fluxtrol®



Focus on induction



---

**POLYTRON**  
KUNSTSTOFFTECHNIK

# Vorwort

Die POLYTRON Kunststofftechnik GmbH & Co. KG ist einer der führenden europäischen Hersteller von technischen Bauteilen aus Sonder- und Hochleistungskunststoffen.

Seit 1961 fertigen wir die verschiedensten Bauteile – auch in geringen Stückzahlen und als Einzelstücke – aus mehr oder weniger allen verfügbaren Sonder- und Hochleistungskunststoffen.

Da die Auswahl an geeigneten Materialien sehr umfangreich ist und viel Erfahrung benötigt, bieten wir Ihnen eine umfassende Anwendungsberatung und eine anwendungsorientierte Materialauswahl an. Zusätzlich unterstützen wir Sie bei Anwendungsversuchen sowie bei der materialgerechten Konstruktion und offerieren darüber hinaus auf Ihre Anforderungen hin abgestimmte Materialschulungen.

Die vorliegende Broschüre beschreibt unsere ferromagnetischen Kunststoffe Ferrotron® und Fluxtrol®.

Auf den folgenden Seiten werden die Eigenschaften dieser magneto-dielektrischen Materialien detailliert besprochen und miteinander verglichen sowie Hinweise zur Nutzung in Induktionsanwendungen gegeben.

Die Unterlage soll nicht nur Verkaufsbroschüre sein, sondern Ihnen umfangreiche technische Informationen geben und zur Vermeidung von Missverständnissen beim Einsatz von Ferrotron® und Fluxtrol® beitragen.

Sollten Sie unabhängig von Ferrotron® und Fluxtrol® einen bestimmten Kunststoff suchen und in dieser Broschüre nicht finden, so sprechen Sie uns bitte an. Wir kennen den größten Teil der am Markt verfügbaren Produkte und sind davon überzeugt, Ihnen den richtigen Kunststoff für Ihre Anwendung anbieten zu können.

## Inhalt

Vorwort	Seite 02
Magneto-Dielektrische Materialien	Seite 03
Wirkungsweise	Seite 04
Anwendung und Nutzen	Seite 05
Ferrotron® und Fluxtrol® Typen	Seite 06
Eigenschaften	Seite 07
Typenauswahl, Bearbeitung und Montage	Seite 08
Kunststoffe für Isolation und Konstruktion	Seite 10



# Magneto-Dielektrische Materialien

Ferrotron® und Fluxtrol® sind ferromagnetische Hochtemperatur-Kunststoffe mit dielektrischen Eigenschaften.

Ferrotron® und Fluxtrol® sind so genannte magneto-dielektrische Materialien (MDM) oder auch Soft-Magnetic-Composites (SMC). Sie verfügen sowohl über ferromagnetische als auch über dielektrische Eigenschaften und eignen sich für die Konzentration oder Abschirmung hochfrequenter (ca. 1 kHz bis 5 MHz) elektromagnetischer Felder.

Ferrotron® und Fluxtrol® bestehen aus Weicheisenpartikeln, die gleichmäßig in einen thermoplastischen Hochtemperatur-Kunststoff eingebettet sind.

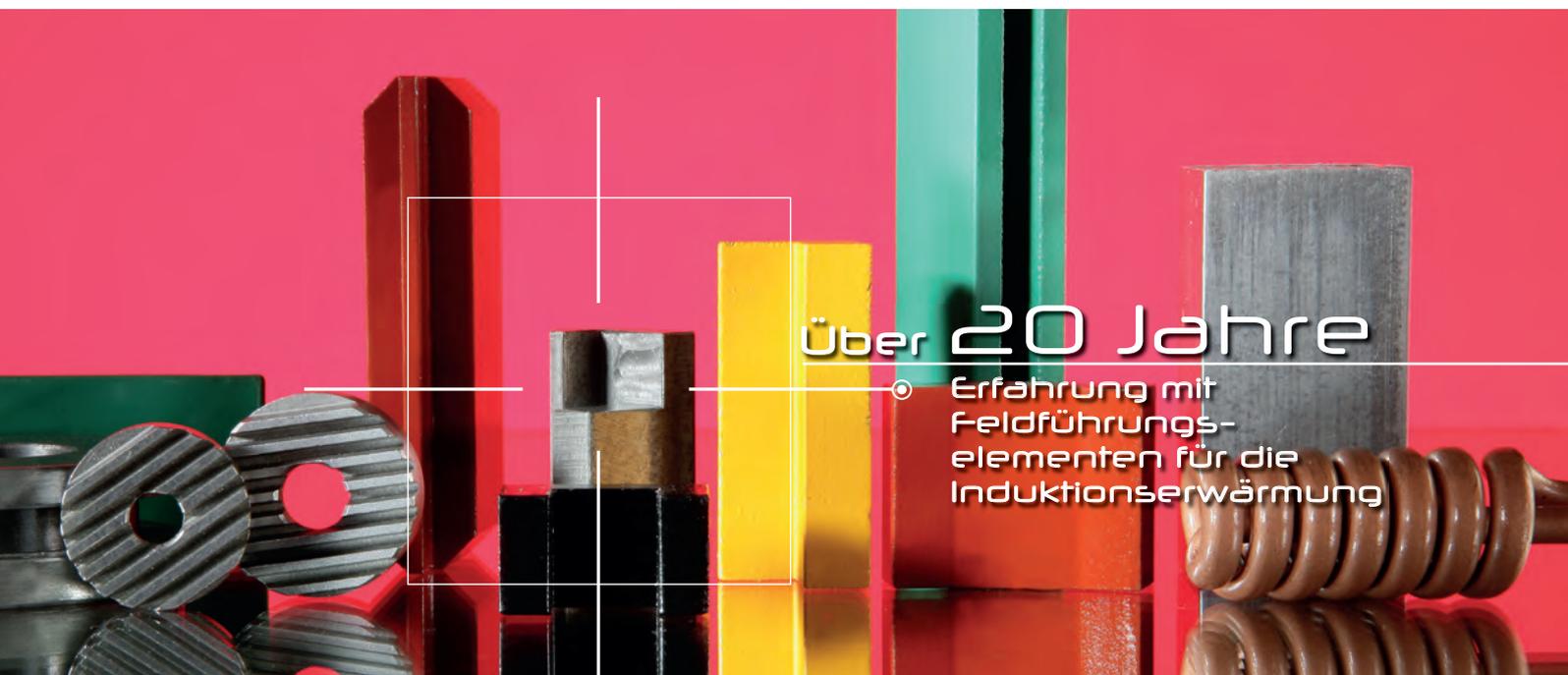
Durch Anteil, Form und Verteilung der Weicheisenpartikel im Kunststoff lassen sich die magnetischen und elektrischen Eigenschaften der MDM gezielt einstellen. So können wir Typen mit einer Sättigungsmagnetisierung von über 1,5 Tesla und einer maximalen magnetischen Permeabilität von bis zu 130  $\mu$ r sowie für Frequenzbereiche von bis zu 5 MHz anbieten.

Der verwendete Kunststoff ist ein Hochtemperaturpolymer, das dauerhaft Temperaturen von 250

bis 300 °C widerstehen kann. Über den Kunststoffanteil werden sowohl die Wärmeleitfähigkeit als auch der Frequenzeinsatzbereich und die Verarbeitbarkeit der MDM beeinflusst.

Das Weicheisen-Polymer-Gemisch wird im Press-Sinter-Verfahren zu soliden Halbzeugen verarbeitet. Durch den Kunststoffanteil verfügen die Ferrotron® und Fluxtrol® Halbzeuge über beste Verarbeitungseigenschaften, so dass sie sich hervorragend mit den üblichen spangebenden Verfahren (Drehen, Fräsen etc.) in Form bringen lassen. Für die spangebende Bearbeitung stehen unterschiedliche Formen und Abmessungen zur Verfügung. Bauteile in einfacher Geometrie können bei ausreichender Stückzahl auch direkt formgepresst werden.

Eine thermoplastische Verarbeitung von Ferrotron® und Fluxtrol®, z.B. im Spritzguss, ist aufgrund der besonderen magnetischen Eigenschaften nicht möglich.



Über 20 Jahre

- Erfahrung mit Feldführungselementen für die Induktionserwärmung

# Wirkungsweise

Ferrotron® und Fluxtrol® sind universell einsetzbare, ferromagnetische Kunststoffe zur Manipulation hochfrequenter Magnetfelder.

Jedes elektrische Feld wird durch seine Umwelt beeinflusst. Jedes elektrisch leitfähige Objekt, das in ein solches Feld eingebracht wird, verändert es aufgrund der Ladungstrennung.

In elektrischen Wechselfeldern, in denen ein Strom fließt, entsteht gleichzeitig ein magnetisches Wechselfeld. Diese elektromagnetischen Felder breiten sich gleichmäßig um den Stromleiter herum aus. Die Ausbreitung kann manipuliert bzw. gerichtet werden, indem man einen ferromagnetischen Stoff in das Feld einbringt (Abb. 1).

Ferrotron® und Fluxtrol® sind solche ferromagnetischen Stoffe. Diese MDM bieten, je nach Type, unterschiedlich hohe Permeabilität und Flussdichte. Sie können daher in elektromagnetischen Feldern verschiedener Frequenz und unterschiedlicher Feldstärke eingesetzt werden und ermöglichen dort eine gezielte Konzentration oder Abschirmung.

Aufgrund dieser Eigenschaften werden Ferrotron® und Fluxtrol® u.a. zur Abschirmung elektromagnetischer Felder in der Hochfrequenztechnik eingesetzt.

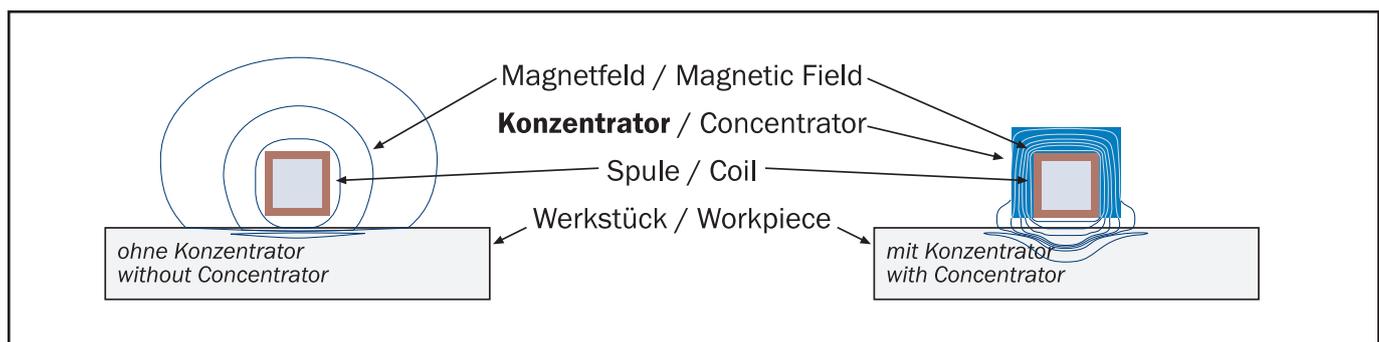


Abb. 1 - Beeinflussung von Magnetfeldern durch ferromagnetische Feldkonzentratoren

## Wirkungsweise bei der Induktionserwärmung

Bei der Induktionserwärmung erzeugt eine mit Wechselstrom durchflossene Spule (Induktor) ein alternierendes Magnetfeld. Bringt man einen elektrisch leitfähigen Körper (das zu behandelnde Werkstück) in das Magnetfeld ein, so werden durch die wechselnde Magnetisierung Wirbelströme (englisch Eddy Current) im Werkstück induziert.

Die an der Oberfläche entstehenden Wirbelstromverluste führen in extrem kurzer Zeit zur Erwärmung des Werkstücks. Dieses Prinzip nutzt man hauptsächlich, um Werkstücke berührungslos zu erwärmen, z.B. bei der Wärme- bzw. Oberflächenbehandlung (Härten, Anlassen, Glühen, Beschichten etc.).

Aber auch in Schmelzprozessen oder bei Umform- und Fügeverfahren kommt die Induktionstechnik zum Einsatz.

Nachteil des Prinzips ist der konzentrische Verlauf des Magnetfelds um den Induktor herum (Abb. 1 - links). Damit tritt das Magnetfeld in der Regel auch außerhalb des benötigten Wirkungsbereichs auf und kann dort zu unerwünschten Nebeneffekten, wie z.B. der Erwärmung angrenzender Strukturelemente, führen. Gleichzeitig geht ein Teil der eingesetzten Leistung ungenutzt verloren.

Durch die Verwendung von Ferrotron® und Fluxtrol® können diese prinzipiellen Nachteile der Induktionserwärmung weitestgehend ausgeglichen und der Energieeinsatz effizienter gestaltet werden.

# Anwendung und Nutzen

Mit Ferrotron® und Fluxtrol® können bei der Induktionserwärmung – je nach Anwendung – Energiekostenvorteile von bis zu 30% erzielt werden.

Im Sinne nachhaltiger Prozesse kann die Leistung von Induktoren durch den Einsatz von Ferrotron® und Fluxtrol® erhöht bzw. die Leistungseffizienz der gesamten Induktionsanlage optimiert werden. Unabhängige Kundenuntersuchungen haben gezeigt, dass beim Einsatz der MDM Energiekostenvorteile von über 30%, in Einzelfällen sogar von bis zu 50%, erzielt werden können.

In abschirmender Funktion verhindern Ferrotron® und Fluxtrol® nicht nur die unerwünschte Erwärmung von Werkstückbereichen oder ganzen Anlagenteilen, sondern sie können auch mit Hinblick auf die elektromagnetische Strahlung die Arbeitssicherheit signifikant verbessern.

Ferrotron® und Fluxtrol® helfen aber vor allem, konstruktionsbedingte Nachteile von Induktionsspulen auszugleichen!

Ein Magnetfeld kann nur dann optimal im Werkstück wirken, wenn der Induktor der Geometrie des Werkstücks bzw. der zu behandelnden Oberfläche exakt folgt. Dies ist insbesondere bei komplexeren Formen nicht immer möglich.

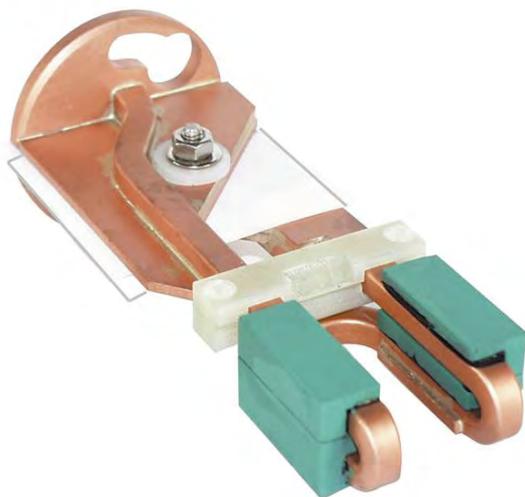


Abb. 2 - Gabelinduktor mit Fluxtrol® Konzentratoren für induktives Löten

Mit Ferrotron® und Fluxtrol® lässt sich das Magnetfeld zielgenau beeinflussen und das Härtebild kann signifikant optimiert werden. Insbesondere mit Hinblick auf Toleranzen und Wiederholgenauigkeit bieten diese MDM entscheidende Vorteile.

## Nutzen durch den Einsatz von Ferrotron® und Fluxtrol®:

- | Ausgleich konstruktionsbedingter Nachteile von Induktionsspulen
- | Gezielte Beeinflussung des Magnetfelds
- | Optimierung von Energieeintrag und Erwärmungsprofil
- | Erhöhte Induktor-Leistung
- | Effizientere Leistungsnutzung
- | Verbesserte Wiederholgenauigkeit
- | Schutz vor unkontrollierter Erwärmung
- | Schutz vor unkontrollierter elektromagnetischer Strahlung

Der Einsatz von Ferrotron® und Fluxtrol® in Induktionsanwendungen bietet also entscheidende Vorteile!

In anderen Einsatzfeldern wie der induktiven Plasmaerzeugung (ICP), beim Rohrschweißen, bei der Kristallzüchtung oder der medizinischen Nutzung von Magnetfeldern sowie bei der induktiven Verpackungsversiegelung bieten Konzentrationselemente aus Ferrotron® und Fluxtrol® den entscheidenden technologischen Vorteil und machen in einigen Fällen die effiziente Nutzung der Technologie erst möglich.

# Ferrotron® und Fluxtrol® Typen

Ferrotron® und Fluxtrol® bieten deutliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Werkstoffen zur Beeinflussung elektromagnetischer Felder.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Materialien zur Beeinflussung elektromagnetischer Felder. Neben den bekannten Weicheisenblechen, auch Trafo- oder Dynamobleche genannt, kommen in Hochfrequenzanwendungen teilweise auf Eisenoxiden basierende keramische Werkstoffe, sogenannte Ferrite, zum Einsatz.

Obwohl alle diese Werkstoffe hohe Permeabilitätszahlen und gute Wirkungsgrade aufweisen, sind ihre Einsatzmöglichkeiten – vor allem in der Induktionserwärmung – im Gegensatz zu Ferrotron® und Fluxtrol® begrenzt.

Weicheisenbleche können wirksam nur in niederfrequenten Feldern unterhalb 50 kHz eingesetzt werden, oberhalb davon kommt es zu erheblichen Ummagnetisierungsverlusten. Darüber hinaus haben Weicheisenbleche keine ausreichende Funktion in mehrdimensionalen Magnetfeldern und sind aufgrund ihrer Ausführung in Formgebung und Bearbeitbarkeit stark begrenzt. Der Arbeitsaufwand zur Erstellung von Blechpaketen ist zudem erheblich.

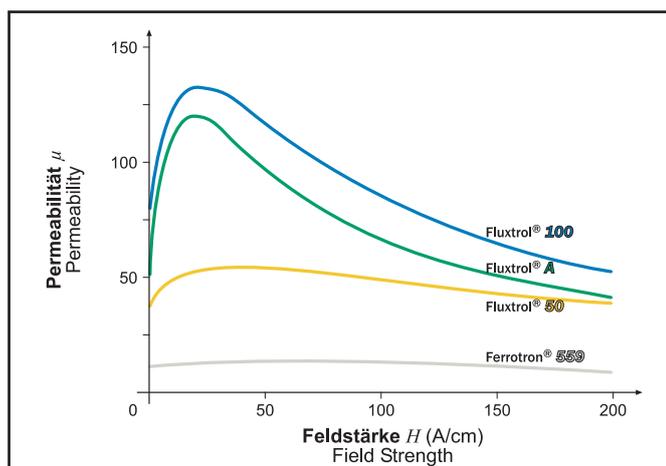


Abb. 3 - Permeabilität der MDM in Abhängigkeit der Feldstärke

Ferrite wiederum erreichen schnell ihre Sättigungsflussdichte und funktionieren daher schlecht

in starken Magnetfeldern. Neben dem niedrigen Curie-Punkt verhindern meist auch die schlechte Bearbeitbarkeit und die Empfindlichkeit gegenüber stark wechselnden thermischen Belastungen den Einsatz in der Induktionserwärmung.

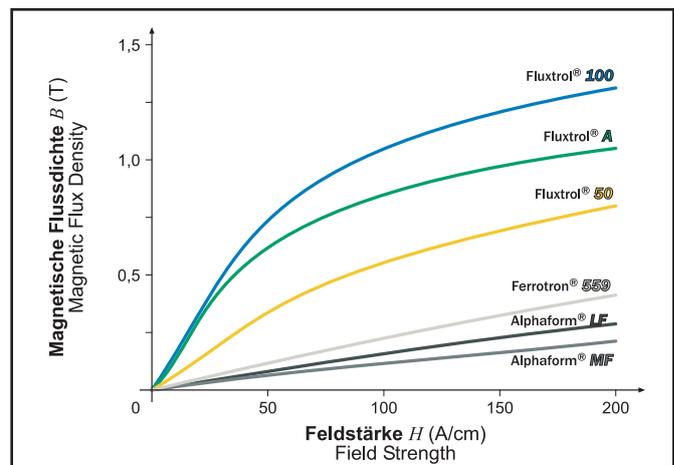


Abb. 4 - Mag. Flussdichte der MDM in Abhängigkeit der Feldstärke

Die großen Vorteile von Ferrotron® und Fluxtrol® gegenüber Weicheisenblechen und Ferriten sind die einfache Bearbeitbarkeit und die Variationsbreite der magnetischen Eigenschaften. Es gibt Typen in allen Permeabilitätsbereichen (Abb. 3), die hohe magnetische Flussdichten (Abb. 4) bieten. Es können Einsatzfrequenzen von unter 1 kHz bis über 3 MHz abgedeckt werden. Einzig die begrenzte Temperaturbeständigkeit der MDM erfordert bei der Anwendung einen sorgfältigen Umgang mit der Kühlung.

## Vorteile von Ferrotron® und Fluxtrol®:

- | hohe magnetische Flussdichten
- | auf Frequenzbereiche abgestimmte Typen
- | hohe Wirksamkeit in drei-dimensionalen Magnetfeldern
- | ausgezeichnete mechanische Eigenschaften
- | sehr gute Bearbeitbarkeit
- | Vielzahl von Abmessungen verfügbar

# Eigenschaften

		Fluxtrol® 100	Fluxtrol® A	Fluxtrol® 50	Ferrotron® 559	Alphaform® LF	Alphaform® MF
Dichte (±2%)	g/cm <sup>3</sup>	6,8	6,6	6,1	5,9	4,1	4,0
Anfangspermeabilität	-	80	63	36	16	11	9,8
maximale Permeabilität	-	130	120	55	18	13	10
Sättigungsflussdichte	T	1,7	1,6	1,2	0,9	1,0	0,9
Frequenzeinsatzbereich	kHz	0,5 - 50	1 - 50	10 - 1000	10 - 3000	1 - 80	10 - 1000
Haupt-Frequenzeinsatzbereich	kHz	1 - 30	3 - 30	50 - 500	50 - 1000	3 - 50	20 - 450
Temperaturbeständigkeit	°C	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	225 - 280	225 - 280
Wärmeleitfähigkeit	W/(m K)	2,3	2,0	0,6	0,4	0,2	0,2
spez. Wärmekapazität	J/(g K)	0,50	0,47	0,49	0,52	-	-
Durchgangswiderstand	kΩ cm	12,5	0,5	0,5	> 15	> 15	> 15

Abb. 5 - Eigenschaften der magneto-dielektrischen Materialien

## Ferrotron® und Fluxtrol®

MDM werden in unterschiedlichen Typen, für verschiedene Anwendungsfälle und Frequenzeinsatzbereiche angeboten. Bestimmte Sondereinstellungen sowie direkt geformte Bauteile können bei ausreichender Nachfrage entwickelt und produziert werden. Standardmäßig umfasst das Produktprogramm die nachfolgend aufgelisteten Typen.

### Standardtypen:

**Ferrotron® 559** – für Hochfrequenz-Anwendungen

**Fluxtrol® 50** – für Mittelfrequenz-Anwendungen

**Fluxtrol® A** – für Niederfrequenz-Anwendungen

**Fluxtrol® 100** – für Niederfrequenz-Anwendungen bis unter 1 kHz

**Sondertypen** (auf Anfrage, teilweise nur gegen Aufsatzkosten erhältlich):

**Ferrotron® 119**

**Fluxtrol® 25** (früher Fluxtrol® B)

## Alphaform® - ferromagnetische Paste

Für Sonderanwendungen sind neben den oben beschriebenen Ferrotron® und Fluxtrol® Typen auch bei Raumtemperatur formbare Pasten aus ferromagnetischen Kunststoffen erhältlich. Diese ferromagnetischen Pasten aus Alphaform® können per Hand auf die Geometrie des Induktors angepasst und müssen danach im Ofen ausgehärtet werden.

Alphaform® eignet sich vor allem für handgefertigte Induktionsspulen, die für das Härten von Einzelteilen eingesetzt werden. Der Einsatz von Alphaform® bietet sich auch für Versuchsanwendungen an, bei denen zunächst die Wirksamkeit von Magnetfeld-Konzentratoren im Allgemeinen untersucht werden soll.

### Alphaform® Typen:

**Alphaform® MF** – für Mittel- bis Hochfrequenz- Anwendungen

**Alphaform® LF** – für Nieder- bis Mittelfrequenz- Anwendungen

# Typenauswahl, Bearbeitung und Montage

Entscheidend für die optimale Nutzung ist die Auswahl der geeigneten Type sowie die korrekte Bearbeitung und die optimale Montage der Ferrotron® und Fluxtrol® Magnetfeld-Konzentratoren.

Neben dem Frequenzeinsatzbereich sollten auch die magnetischen Eigenschaften der einzelnen Typen sowie ihre Wärmeleitfähigkeit und ihre Bearbeitbarkeit bei der Typenauswahl berücksichtigt werden.

## Typenauswahl

Anhand nachstehender Abbildung lassen sich die jeweiligen Ferrotron® und Fluxtrol® Typen für den gewünschten Einsatzbereich auswählen. Der Frequenzbereich ist dabei aber nur ein Auswahlkriterium. Die magnetischen Eigenschaften der MDM wie Permeabilität ( $\mu$ ) und Induktion (H) sind von der anliegenden Feldstärke beeinflusst (siehe Abb. 3 und 4). Je nach Frequenzbereich weisen die MDM Typen optimale Eigenschaften auf (Abb. 6).

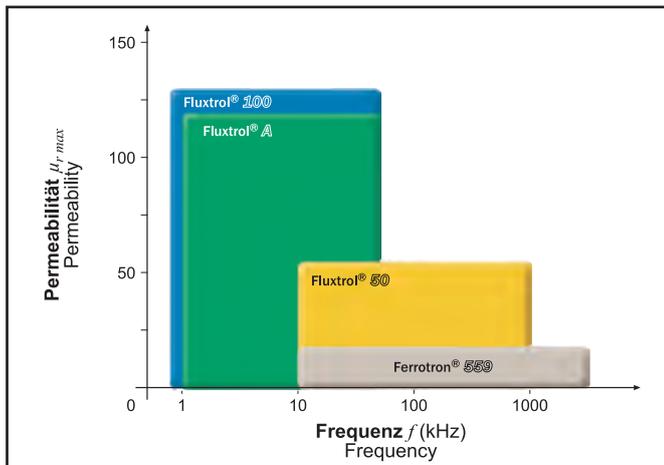


Abb. 6 - Einsatzmöglichkeiten der MDM in Abhängigkeit von Frequenz und Permeabilität

In niederfrequenten Anwendungen überzeugen die hoch gefüllten Typen Fluxtrol® A und 100 durch ausgezeichnete Wirksamkeit.

Das neue Fluxtrol® 100 übertrifft die Werte des A nochmals leicht und bietet darüber hinaus eine bessere Wärmeleitfähigkeit und Bearbeitbarkeit.

Fluxtrol® 50 ist eine Qualität mit guten magnetischen Eigenschaften für den mittleren Frequenzbereich. Es bietet die höchste Permeabilität für Anwendungen bis 1 MHz.

Bei hochbelasteten Anwendungen (hoher Leistungseinsatz, lange Zykluszeiten, große Feldstärke) muss auch auf die Wärmeleitfähigkeit und Eigenerwärmung der MDM geachtet werden. Diese Eigenschaften sind insbesondere bei den Fluxtrol® Typen abhängig von der Verarbeitungsrichtung (Abb. 7).

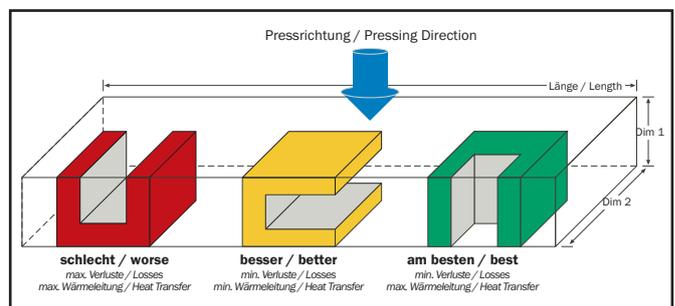


Abb. 7 - Optimale Lage der Bauteile in einer Platte

Eine über den gesamten Frequenzeinsatzbereich fast konstante Permeabilität zeigt die Allroundtype Ferrotron® 559. Insbesondere bei hoher kW-Leistung und/oder hohen Einsatzfrequenzen gibt es keine Alternative zu dieser Qualität.

Die Alphaform® Typen sind besonders für Versuchsanwendungen geeignet. Mit der ferromagnetischen Paste lässt sich der Nutzen bewusster Magnetfeldmanipulation leicht überprüfen.

## Bearbeitung

Ferrotron® und Fluxtrol® können mit herkömmlichen HSS-Werkzeugen problemlos zerspant und dadurch an die Geometrie des Induktors angepasst werden. Vorteilhaft ist die Verwendung eines ebenfalls spangebend gefertigten Induktors. Bei der Bearbeitung der MDM sollte auf eine hohe Schnittgeschwindigkeit bei geringem Vorschub geachtet werden. Wie bei der Kunststoffzerspanung üblich, sind ausreichend scharfe Werkzeuge Voraussetzung für gute Bearbeitungsergebnisse. Auf hydraulische Spannvorrichtungen sollte wegen der begrenzten Druckfestigkeit der MDM verzichtet werden.

Aufgrund seiner Zusammensetzung kann Fluxtrol® A bei der mechanischen Bearbeitung leicht brechen und sollte daher vorsichtig und ggf. in einer geeigneten Vorrichtung bearbeitet werden.

Bei hohem Leistungseinsatz kann es ggf. sinnvoll sein, die bearbeitete Oberfläche mit verdünnter Phosphorsäure zu ätzen, um den Oberflächenwiderstand zu reduzieren.

Sollten Unsicherheiten im Hinblick auf die Bearbeitung bestehen, so übernimmt Polytron gerne die Fertigung von Bauteilen aus Ferrotron® und Fluxtrol® für Sie.

## Montage

Aufgrund der verhältnismäßig geringen Temperaturbeständigkeit von Ferrotron® und Fluxtrol® ist bei der Induktionserwärmung insbesondere auf eine gute Wärmeleitung und ausreichende Kühlung der Bauteile zu achten. Bei den hohen Anwendungstemperaturen hilft, sachgerechte Konstruktion und Montage vorausgesetzt, die Kühlung des Induktors, um die Standfestigkeit von Ferrotron® und Fluxtrol® sicherzustellen.

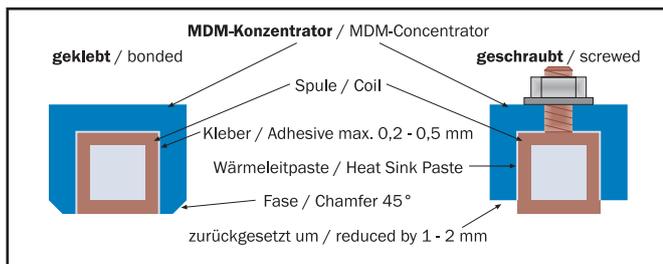


Abb. 8 - Möglichkeiten der Montage von MDM

Bei allen Varianten der Montage (Kleben, Klemmen, Schrauben etc.) sollte daher auf einen guten Temperaturübergang zwischen dem wassergekühltem Induktor und dem entsprechenden Ferrotron® und Fluxtrol® Bauteil geachtet werden. Geringe Spaltmaße, eine gleichmäßige Auflagefläche sowie der Einsatz von wärmeleitenden Klebern oder Fetten sind bei der Anwendung hilfreich (Abb. 8).

Das Verhältnis von Induktorquerschnitt zur Wandstärke der MDM sollte bei ca. 2:1 liegen. Die Spule

kann dabei bis zu 2 mm aus dem Feldführungselement hervorstehen, was die Standfestigkeit der MDM ebenso erhöht wie das Anbringen von 45° Schrägen bzw. Fasen (Abb.8). Um die Standfestigkeit der gesamten Spule weiter zu erhöhen, bieten sich Oberflächenbeschichtungen an. Gute Erfolge lassen sich mit Kunststoff- oder keramischen Beschichtungen erzielen.

Die Montage von Alphaform® gestaltet sich ungleich einfacher. Die Paste ist bei Raumtemperatur bereits gut formbar. Eine Erwärmung auf max. 50°C erhöht die Formbarkeit nochmals. So kann sie problemlos um die Spule herum angebracht werden (Abb. 9).



Abb. 9 - Anbringung von Alphaform® Paste

Folie aus Aluminium oder Teflon hilft, den zum Werkstück gerichteten Teil frei von der Paste zu halten. Für den Sinterprozess empfiehlt es sich, das Alphaform® auf der Spule mit PTFE-Gewebeband zu fixieren. Durch die Material schrumpfung besteht ansonsten die Gefahr, dass die Paste von der Spule abfällt.

Das Sintern von Alphaform® geschieht im Ofen zunächst bei 120°C für eine Stunde und danach bei 170°C für eine weitere Stunde. Nach dem Auskühlen und dem Entfernen des PTFE-Gewebebands kann die mit Alphaform® modifizierte Spule eingesetzt werden.

Bei weiteren Fragen zum Einsatz von Ferrotron®, Fluxtrol® oder Alphaform® kontaktieren Sie unsere Anwendungsingenieure oder besuchen Sie uns im Internet unter [www.polytron-gmbh.de](http://www.polytron-gmbh.de)

# Kunststoffe für Isolation und Konstruktion

Neben Ferrotron® und Fluxtrol® bietet der Einsatz von technischen Kunststoffen weitere Vorteile bei der Induktionserwärmung. Kunststoffe eignen sich besonders zur Verstärkung und Isolation von Induktionsspulen.

Polymere bieten einige Vorteile gegenüber herkömmlichen Werkstoffen. Insbesondere ihre dielektrischen und isolierenden Eigenschaften sind in Induktionsanwendungen vorteilhaft. Darüber hinaus verfügen Kunststoffe über eine hohe Medienbeständigkeit, ein geringes Gewicht und eine einfache Bearbeitbarkeit.

Kunststoffe werden in elektro- und wärmeisolierenden Bauteilen verbaut. Weiter sind Konstruktionshilfen und Aufnahmen sowie Wasserdüsen und Abschreckduschen häufig aus technischen Kunststoffen gefertigt. Normteile wie Schrauben und Unterlegscheiben aus Kunststoff sind ebenfalls im Einsatz.

Entscheidend für den Einsatz von Kunststoffen ist häufig die Temperaturbeständigkeit, da nicht selten Temperaturen von über 150°C in den Anlagen erreicht werden (Abb. 10).

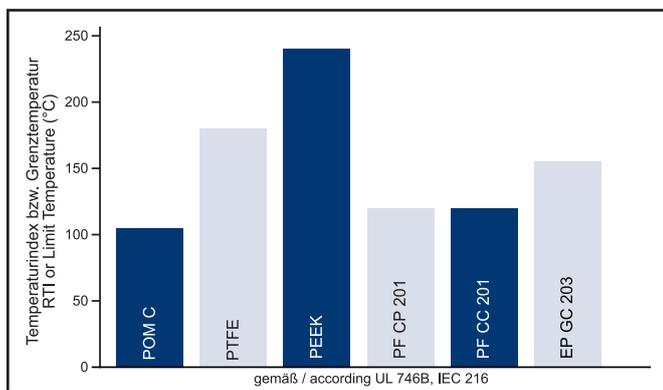


Abb. 10 - Temperaturbeständigkeit verschiedener Kunststoffe

POLYTRON bietet ein umfangreiches Angebot an temperaturbeständigen und isolierenden Kunststoffen in Form von Halbzeugen und Bauteilen daraus an. Nachfolgend werden einige Materialien dargestellt, die sich beim Einsatz in Induktionsanlagen bewährt haben.

## Polyacetal

Polyacetale (POM), auch Polyoxymethylen oder Polyformaldehyd genannt, sind teilkristalline Thermoplaste mit guten Rückstelleigenschaften, die sich besonders für die mechanische Bearbeitung eignen.

POM besitzen grundsätzlich eine gute Steifigkeit und Härte und nehmen so gut wie keine Feuchtigkeit auf. Sie haben gute Gleiteigenschaften und sind in ihren elektrischen bzw. dielektrischen Eigenschaften weitgehend unabhängig von Feuchte und Temperatur. Aus diesen Gründen bietet sich POM als allgemeiner Konstruktionswerkstoff für Isolations- und Funktionsbauteile an. Für besondere Einsatzfälle ist das Material auch mit Glasfaserverstärkung lieferbar.

- | gute mechanische Festigkeit
- | geringe Feuchteaufnahme
- | Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT-A) 105°C

## Polytetrafluorethylen

Polytetrafluorethylen (PTFE) ist ein teilkristalliner Fluorkunststoff mit nahezu universeller Chemikalienbeständigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit. Darüber hinaus zeichnet es sich durch sehr gute elektrische und dielektrische Eigenschaften aus.

PTFE zeigt ohne Füllstoffe nur eine geringe mechanische Festigkeit und verformt sich unter Belastung stark. PTFE ist der elektrische Isolationswerkstoff schlechthin und wird in Form von dünnen Isolationsplatten in fast allen Induktionsspulen verbaut. Auf Anfrage sind Typen mit Verstärkungstoffen lieferbar.

- | fast universelle Chemikalienbeständigkeit
- | gute Isolationseigenschaften
- | Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT-A) > 50°C

## **Victrex® PEEK**

Polyetheretherketon (PEEK) ist ein teilkristalliner Thermoplast, der den meisten Kunststoffen in Temperatur- und Medienbeständigkeit weit überlegen ist.

PEEK zeigt über einen weiten Temperaturbereich eine hohe Festigkeit und Steifigkeit, ist hydrolysebeständig und verfügt über hervorragende Isolationseigenschaften. Aufgrund seiner besonderen Eigenschaftskombination ist PEEK dem in etwa gleich temperaturbeständigen PTFE, insbesondere in mechanisch belasteten Anwendungen, weit überlegen.

- | gute mechanische Eigenschaften
- | ausgezeichneten Chemikalien- und Strahlenbeständigkeit
- | Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT-A) 160°C

## **Schichtpresstoffe**

Schichtpresstoffe bestehen aus geschichtetem, in duroplastischen Harz getränktem Trägermaterial, das unter Temperatur und Druck zu Halbzeug verpresst wird.

Schichtpresstoffe sind nach ihrer Zusammensetzung von Harz und Trägermaterialien sowie nach ihren Eigenschaften genormt. Die Regelungen nach EN 60893 für Platten und EN 61212 für Stäbe und Rohre sehen eine Vielzahl unterschiedlicher Qualitäten vor. Für die Konstruktion von Induktionsspulen bieten sich folgende Qualitäten an:

## **Hartpapier**

(PF CP 201/HP 2061)

PF CP 201 ist eine Standardqualität mit guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften. Wegen der Eigenschaften wird das Material für einfach isolierende statische Bauteile in der Elektrotechnik oder aber auch als Verschleißschutz eingesetzt.

- | gute mechanische Eigenschaften
- | für statische Isolationsbauteile
- | Grenztemperatur (VDE 304) 120°C

## **Hartgewebe**

(PF CC 201/HGW 2082)

Standardmäßig wird die Qualität PF CC 201 mit einem aus weniger als 30 Fäden pro cm bestehendem Baumwollgewebe verwendet. Aufgrund seiner ausgewogenen mechanischen Eigenschaften und der durch das Gewebe erzielten Zähigkeit wird das Material insbesondere für Zahnräder und Laufrollen verwendet.

- | gute mechanische Eigenschaften
- | hohe Schlagzähigkeit
- | Grenztemperatur (VDE 304) 120°C

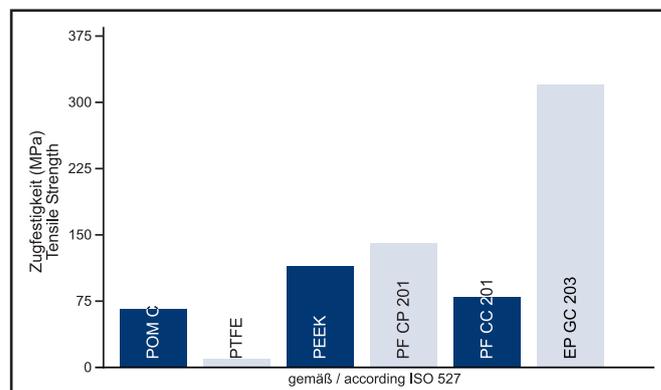


Abb. 11 - Zugfestigkeit verschiedener Kunststoffe

## **Glashartgewebe**

(EP GC 201/HGW 2372)

EP GC 201 ist ein mit Epoxidharz verpresstes Glashartgewebe. Das Material zeichnet sich durch gute mechanische und elektrische Eigenschaften sowie eine relativ hohe Temperaturbeständigkeit aus. Die Wasseraufnahme ist wesentlich geringer als die der anderen Schichtpresstoffe.

- | geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- | hohe Festigkeit
- | Grenztemperatur (VDE 304) 130°C

Unser Angebot ist natürlich deutlich umfangreicher als hier wiedergegeben. Sollten Sie weitere Informationen zu unseren hoch temperaturbeständigen Kunststoffen wünschen, so rufen Sie uns an oder besuchen uns im Internet unter [www.polytron-gmbh.de](http://www.polytron-gmbh.de).

## POLYTRON KUNSTSTOFFTECHNIK GmbH & Co. KG

---

An der Zinkhütte 17 • 51469 Bergisch Gladbach

Phone: +49 (0) 22 02-10 09-0

Fax: +49 (0) 22 02-10 09-33

E-Mail: [info@polytron-gmbh.de](mailto:info@polytron-gmbh.de)

Internet: [www.polytron-gmbh.de](http://www.polytron-gmbh.de)

### Disclaimer

Alle von der oder im Namen der POLYTRON Kunststofftechnik abgegebenen Empfehlungen, Informationen und Daten können als zuverlässig betrachtet werden. Für die Anwendung, Verwendung, Verarbeitung oder den sonstigen Gebrauch der Produkte und der damit verbundenen Empfehlungen, Informationen sowie für die sich daraus ergebenden Folgen übernimmt die POLYTRON Kunststofftechnik keinerlei Haftung.

Der Anwender und Käufer ist verpflichtet Qualität und Eigenschaften der Empfehlungen, Informationen und Daten sowie der Produkte selbstständig zu kontrollieren. Er übernimmt die volle Verantwortung für die Anwendung, Verwendung und Verarbeitung oder den sonstigen Gebrauch der Produkte sowie der sich daraus ergebenden Folgen.

Die POLYTRON Kunststofftechnik übernimmt keinerlei Haftung für irgendwelche Verletzungen von im Besitz oder unter Verwaltung Dritter befindlicher Patent-, Urheber- oder sonstiger Rechte durch Anwendung, Verwendung, Verarbeitung oder sonstigen Gebrauch ihrer Empfehlungen, Informationen, Daten oder Produkte.

Ferrottron®, Fluxtrol® und Alphaform® sind eingetragene Warenzeichen der Fluxtrol, Inc.

PEEK™ ist ein Warenzeichen, Victrex® ein eingetragenes Warenzeichen der Victrex, plc.

Polytron ist ein Warenzeichen der POLYTRON Kunststofftechnik GmbH & Co. KG.