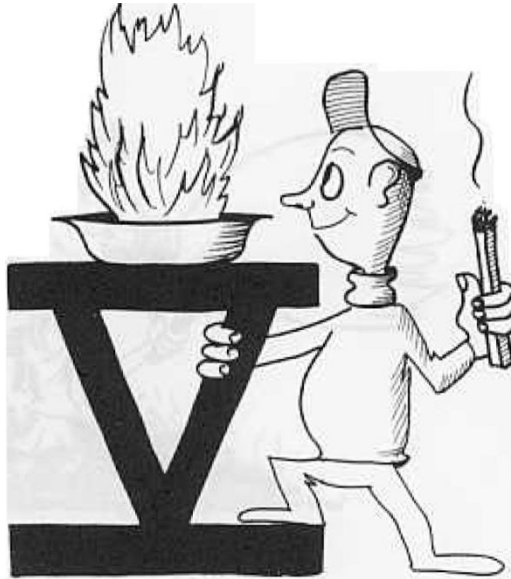


# Wissenswertes über die Zündung von Ölbrennern



Mit diesem kleinen Büchlein möchten wir Ihnen etwas über die Zündung des Ölbrenners mitteilen.

Die Zündung im Ölbrenner ist, gemessen an der Betriebszeit des Brenners nur relativ wenig im Einsatz. Je Brennerstart ist die Zündung normalerweise nur ca. eine halbe Minute eingeschaltet, wogegen der Brenner mit Flamme wesentlich länger in Betrieb ist.

Trotzdem ist dieses Bauteil sehr wichtig, da die Zündung, in Verbindung mit den Zündkabeln und den Zündelektroden für eine schnelle und emissionsarme Zündung sorgen soll. Auch die elektrischen Störungen, [EMC (**E**lectro **M**agnetic **C**ompatibility), in Deutsch EMV (**E**lektro **M**agnetische **V**erträglichkeit)] hat in den letzten Jahren bei der zunehmenden Mikroelektronik mehr und mehr an Bedeutung gewonnen.

## Das Entzünden des Öls

In kleinen und mittleren Ölbrennern wird die Flamme mit einem elektrischen Funken gezündet. Dieser «Funke» ist in Wirklichkeit ein Lichtbogen, d.h., eine Zone aus glühenden Luftteilchen. Der Lichtbogen entsteht durch das Überspringen einer Reihe elektrischer Funken zwischen zwei Elektroden, welche an eine hohe elektrische Spannung angelegt sind.

Um eine sichere Zündung zu gewährleisten, ist es notwendig, Spannungen in der Größenordnung von 10.000 V zwischen den Elektroden zu verwenden.

Zur Verfügung stehen jedoch nur Netzspannungen von ca. 100 V bis zu 380 V, je nachdem, in welcher Ecke der Erde man sich befindet und wie die Anlage aufgebaut ist.

Früher wurde diese Aufgabe mit konventionellen, gewickelten Transformatoren gelöst, sowohl für Aussetzbetrieb als auch für Dauerbetrieb, d.h. für kleinere und größere, sowie auch für Anlagen, in denen ein robustes und zuverlässiges Gerät gefordert ist. Konstruktionsbedingt sind solche Transformatoren aber sehr voluminös und schwer, so dass man etwa seit den 90-er Jahren andere, kleinere, leichtere und auch umweltfreundlichere Lösungen entwickelt und eingeführt hat.

Es ist aber nach wie vor notwendig, die Ölfeuerung mit einer Komponente auszustatten, die die Netzspannung in Hochspannung umsetzen kann.

Für diesen Zweck wird heute eine elektronische Zündeinheit verwendet, wobei die Komponente die gleichen Aufgaben wie der Zündtransformator erfüllt.

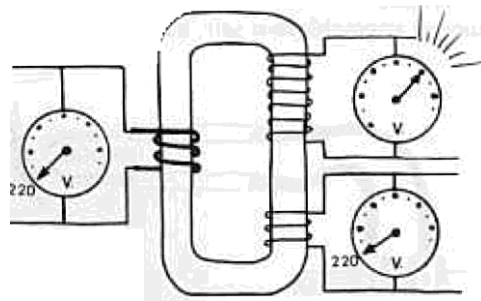


## Ein wenig Vergangenheit - Was ist ein Zündtrafo?

In einem Zündtrafo wird der Umstand ausgenutzt, dass elektrische Energie in einem Eisenstück in magnetische Energie umgesetzt werden kann. Diese magnetische Energie kann wieder in elektrische Energie gewandelt werden. Anders ausgedrückt: Wickelt man eine Leitung um ein Eisenstück und sendet einen Strom durch die Leitung, dann wird das Eisen magnetisch. Wickelt man jetzt eine zweite, zusätzliche Leitung um das Eisenstück, wird in dieser ein Strom fließen können.

Voraussetzung für die Umwandlung magnetischer Energie in elektrische Energie ist, dass sich das Magnetfeld (« Magnetstärke ») ständig ändert. In der Praxis geschieht das dadurch, dass die erste Leitung mit Wechselstrom versorgt wird. Der Wechselstrom wechselt die Richtung 100 mal in der Sekunde und der Magnet wechselt daher auch die Polarität 100 mal in der Sekunde. Legt man ein Voltmeter über die zweite Leitung, wird man feststellen, dass ein Zusammenhang zwischen der Spannung und der Zahl der Windungen um das Eisenstück besteht. Jede Windung ergibt eine bestimmte Anzahl an Volt, d.h., je mehr Windungen, desto mehr Volt stehen zur Verfügung, wobei gleichzeitig der Strom abfällt.

Auch andere physikalische Verhältnisse spielen eine Rolle. Deshalb muss jeder Zündtransformator für seine Aufgaben genau berechnet und konstruiert werden.



## Was ist das besondere Merkmal einer Zündung?

Im Ölbrenner muss im Startverlauf eine schnelle, sichere und emissionsarme Zündung des Brennstoff Luftgemisches gewährleistet werden.

Die Zündung muss daher schnell eine sehr hohe Spannung zur Verfügung stellen, um das Überspringen des Funkens zwischen den Elektroden zu sichern. Man spricht zwar von 10.000 Volt, aber in Wirklichkeit schwankt die Spannung zwischen 0 und 15.000 Volt 100-mal in der Sekunde. Im Augenblick des Überspringens des Funkens fällt diese Spannung drastisch ab. Um einer Überlastung vorzubeugen, ist der Zündtrafo so aufgebaut, dass er selbst seine Leistungsaufnahme regelt.

Zur Sicherung einer langen Lebensdauer ist der Zündtrafo mit einer Spezialmasse vergossen, die als Isolierung gegen die hohen Spannungen wirkt und für den Wärmetransport zur Oberfläche des Zündtrafo sorgt.

Zwischen den beiden Spulen ist ein Abschirmblech angebracht, das eine Fortpflanzung der vom Funken erzeugten Störimpulse in das Netz verhindert, d.h., der Zündtrafo ist funkentstört.

Treten trotzdem Funkstörungen auf, werden diese i.d.R. durch Überschlag oder Ableitungen von Kabeln und Elektroden zu Metallteilen im Brenner verursacht.

Das kann das Abschirmblech natürlich nicht verhindern.

Bei modernen Brennern braucht die Zündung nur kurz eingeschaltet sein. Dadurch konnte die Größe des Zündtrafo reduziert werden. Diese Zündtrafos dürfen aber nur eine bestimmte Einschaltdauer haben (typisch als: 33% ED in 3 Min. angegeben). Das ist so zu verstehen, dass der Zündtrafo je drei Minuten insgesamt nur 1 Minute eingeschaltet sein darf. Man spricht hier von einem Zündtrafo für intermittierenden oder Aussetzbetrieb (unterbrochene Zündung).

Zündtrafos für ununterbrochene Zündung (ED=100%) sind so bemessen, dass sie während des Brennerbetriebes dauernd angeschlossen sein können, d.h. dieses Bauteil ist sehr groß und schwer. Die Zündtrafos für Aussetzbetrieb (ED=33% oder weniger) sind wesentlich kleiner, sind aber immer noch sehr groß und schwer für einen Gas- oder Ölbrenner kleiner Leistung.

Erst die Einführung der Elektronik für die Zündung machte es möglich dieses Bauteil kleiner und kompakter zu gestalten. Verändert man die Frequenz auf der Sekundärseite, so wird es möglich Kupfer und Eisen einzusparen, und damit auch die Abmessungen der Zündung deutlich zu reduzieren.

---

### **ED, ein wichtiger Faktor, was ist das?**

ED = "Einschaltdauer" (%), d.h. die maximale Betriebsdauer innerhalb einer gewissen Zeit- oder Betriebsperiode. Laut der geltenden Normen ist diese Periode mit 3 Minuten spezifiziert.

Innerhalb der Einschaltdauer darf die Temperatur in der Zündeinheit bei der elektrischen Zulassungsprüfung 120°C in der Spule nicht übersteigen, ungeachtet ob die Einheit so konstruiert wurde, dass sie höhere Temperaturen vertragen kann.

Bei einer Umgebungstemperatur von 35°C bzw. 60°C ist die bei obenerwähnter Prüfung zugelassene Temperatursteigerung 85°K bzw. 60°K. Diese Prüfbedingungen sind gleich für sowohl elektronische Zündeinheiten als auch für konventionelle Zündtransformatoren.

**Der Zündtransformator 52L wurde bei einer Umgebungstemperatur von 35°C geprüft und genehmigt**, und ist darum mit 33% ED markiert. Würde der Transformator Typ 52L bei 60°C Umgebungstemperatur gemessen, würde das Ergebnis 20% ED betragen.

Wegen der konstruktiven Gestaltung und der gewählten Materialien, darf EBI im Verhältnis zu den Normen kurz überlastet werden, ohne dass dieser Betriebszustand Störungen verursacht. Es wurde ein Spulendraht mit einer höheren Isolationsklasse als die geforderten 120°C verwendet.

**EBI ist bei einer Umgebungstemperatur von 60°C geprüft und genehmigt worden, d.h. EBI 4 hat eine zulässige ED von 33% bei 60°C Umgebungstemperatur.**

Es ist bekannt, dass einige Automaten während des Brenneranlaufes Einschaltzeiten von bis zu 60 Sekunden für die Zündeinheit verursachen können. Dieses wird unter normalen Betriebsbedingungen keine Nachteile oder Störungen verursachen.

### **Eine mögliche Überlastung der Zündung**

Eine erhebliche Überlastung der Zündeinheit könnte durch eine deutliche Überschreitung der Einschaltdauer vorkommen.

Die Folge einer solchen Überlastung wäre eine starke Temperaturerhöhung in der Zündeinheit. In einer elektronischen Zündeinheit könnte dieses bewirken, dass das verwendete Lötmaterial schmilzt, wodurch der interne Stromkreis kurzgeschlossen wird und die Zündfunktion ausfällt.

**In einem solchen Fehler gibt es keine erkennbaren Anzeichen auf der Oberfläche von EBI, im Gegensatz zu einem Zündtransformator, bei dem die Vergußmasse ausgelaufen wäre.**

### **Fehlersuche/Fehlerabhilfe**

Ist die Zündeinheit ausgefallen, ist es deshalb nicht sicher, dass nur ein Austausch der Zündeinheit den Fehler sowie die Fehlerursache beseitigt.

Um eine korrekte Brennerfunktion zu sichern, muss auf der Anlage folgende Fehleranalyse durchgeführt werden:

- Die Funktionen und Funktionszeiten des Brennerautomaten müssen überprüft werden:

Vorbelüftung und Vorzündung

- Ventilfunktion
  - Flammensignal
  - Nachzündung
  - Häufigkeit des Brennerstarts oder auch Wiederzündung
- Die gesamte Einschaltzeit der Zündeinheit je Brennerstart muss gemessen werden, d.h. es wird untersucht, ob die ED% erheblich überschritten wurde.

Die Einschaltdauer ist in Zeit umgerechnet:

Max. 60 Sek. Betrieb bei einer Raumtemperatur von 35°C, und max. 36 Sek.

Betrieb bei einer Raumtemperatur von 60°C.

Beide Zeiten gelten für eine ON/OFF Periode von 3 Minuten für die Zündeinheit.

- Sollte der Brenner mit häufigen Ein- und Ausschaltungen der Zündeinheit arbeiten, kann die Einschaltdauer deutlich überschritten werden, z. B. wegen:

- eines schwachen Flammensignals, d.h. schlechte Lichtverhältnisse in der Flamme oder am Fotowiderstand, (Flammenfehler/Flammenausfall) und damit Wiederstart auslösen.

**Sind die genannten Werte nicht in Ordnung, müssen sie korrigiert und/oder neu eingestellt werden, da die Folge sonst eine Wiederholung des Fehlers an der Anlage bzw. der Zündung sein kann.**

Ältere Feuerungsautomaten (mit Bimetall Zeitsteuerung) können unendlich lange Wiederstarts auslösen, vorausgesetzt am Ende der Sicherheitszeit wurde ein ausreichendes Flammensignal festgestellt. Innerhalb der Sicherheitszeit ist Wiederzündung zulässig, was auch auf Dauer zu einer erhöhten Belastung der Zündeinheit führen kann.

## Was ist eine elektronische Zündeinheit?

Eine elektronische Zündeinheit erfüllt die gleiche Aufgabe wie ein herkömmlicher Zündtransformator, auch sie erzeugt eine hohe Spannung zwischen den Elektroden, damit sich ein Funken bilden kann. Der Aufbau einer Zündeinheit unterscheidet sich jedoch wesentlich vom Aufbau eines konventionellen Zündtransformators.

Der Unterschied liegt in der Umformung der 50 Hz Netzfrequenz in 20 kHz Sekundärfrequenz (Danfoss Zündeinheit Typ EBI), da durch diese Massnahme die Dimensionierung und das Material für die Hochspannungsspule völlig anders aussieht.

Die Zündeinheit besteht prinzipiell aus einer elektronischen Schaltung und einem Hochspannungstransformator. Eine kleine und kompakte Einheit nicht größer als das Unterteil eines Ölfeuerungsautomaten. Die Einheit wiegt nur ca. 300 g, und der Platzbedarf ist minimal.

Die elektronische Zündeinheit EBI von Danfoss erfüllt somit geometrisch und funktional alle heutigen Anforderungen an eine Zündeinheit bezüglich Gewicht, Größe und einer effektiven Funkenzündung für einen Ölbrenner kleiner Leistung.

### Begriffe:

Im Zusammenhang mit Zündung am Ölbrenner gibt es einige Begriffe die immer wieder verwendet werden. Zur Sicherstellung des Verständnisses werden diese Begriffe hier genannt und erläutert:

### Effektivwert und Spitzenwert

Aus unserem Stromnetz kennen wir die Bezeichnung 230 Volt 50 Hz. Die Spannung ist eine Wechselfeldspannung mit einem Effektivwert von 230 Volt und ist sinusförmig mit einer Frequenz von 50 Hz (50 Schwingungen/Sek.). Der Effektivwert, wird auch mit RMS bezeichnet, hat einen zugehörigen Spitzenwert der um den Faktor aus Wurzel 2 ( $325 V_p$ ) beträgt, solange die Spannung sinusförmig ist.

### Leerlaufspannung

Die Leerlaufspannung für eine Zündung ist die Spannung auf der Sekundärseite ohne Belastung irgendeiner Art, also auch ohne Funken.

Es gibt Unterschiede zwischen konventionellen Transformatoren und den elektronischen. Das ist in erster Linie die Frequenz, welche 50 Hz bzw. ca. 20 KHz.

Es gibt aber auch Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen angeschlossenen Sekundärkabeln. Traditionelle Transformatoren sind recht unempfindlich, wogegen die Leerlaufspannung bei EBI mit verschiedenen Kabeltypen und -längen variiert. Es ist die die Summe der Kapazität der angeschlossenen Sekundärseite die ausschlaggebend für die Leerlaufspannung ist.

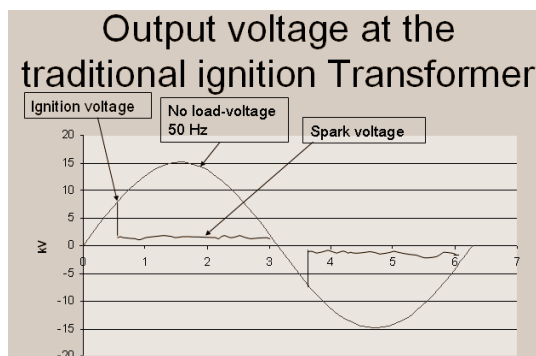
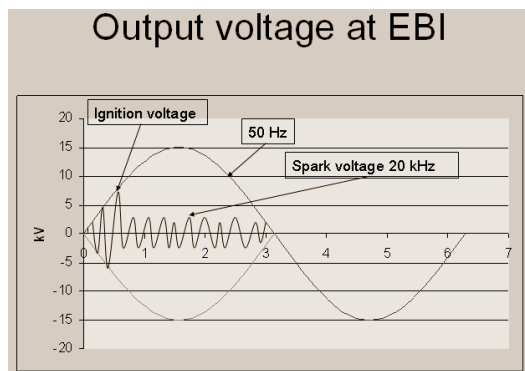
Es ist optimal, wenn diese Kapazität bei 15-35 pF liegt, was einer Kabellänge von 20 -50 cm entspricht, wo die Kabel vorzugsweise dicht verlegt sind. Das was geschieht, wenn man wesentlich über 50 cm kommt, ist, dass man riskiert, dass die Leerlaufspannung so niedrig wird, dass die Eigenschaften zur Bildung des Funkens an den Elektroden stark abnimmt.



## Funkenspannung

Funkenspannung ist die Spannung die in Praxis über die Elektroden auftritt, und damit auch über den Funken.

Um zu verstehen, was da in den verschiedenen Phasen des pulsierenden Funkens geschieht, werden in den nachfolgenden Bildern typische Bilder dieser Verhältnisse für EBI gezeigt. Zum Vergleich sind auch Bilder für den traditionellen Transformator (52 L) gezeigt.



Die Illustration gilt prinzipiell für alle EBI Typen.+

EBI ist nur in der einen Halbwelle der Netzspannung aktiv (10 msek.). In dieser aktiven Periode schwingt die obengenannte Leerlaufspannung mit der hohen Frequenz des Converters. Diese Schwingung ist eingehüllt von der 50 Hz Sinuskurve, da der Kreislauf ja der Netzspannung folgt.

Wenn nun eine aktive Periode startet, werden die Schwingungen ansteigen, bis die Zündspannung erreicht wird. Das ist hier, wenn der erste Funkensprung an den Elektroden erreicht wird. Das Niveau liegt typisch bei 1000 V/mm, wird aber stark beeinflusst von der Form der Elektroden und evtl. der Luftströmung um die Elektroden und den Funken herum. Dieser erste Funke startet nun einen Prozess, wo der nächste, und stärkere Funke, die Luft weiter erwärmt und ionisiert, wogegen der Widerstand in dem sogenannten Plasma viel niedriger wird. Dies ist aus den obenstehenden Abbildungen zu sehen, wo die Spannung recht schnell auf einen niedrigeren Wert fällt, die sogenannte Lichtbogenspannung. Dieser Zustand setzt sich fort bis die Netzspannung auf ein Niveau abgefallen ist wo der Prozess nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Dieser Verlauf wiederholt sich nach einer Pause von 10 msek.

Diese Verhältnisse sind prinzipiell im traditionellen Zündtransformator gleich, abgesehen davon, dass er in beiden Halbwellen aktiv ist und dass von einem Gleichstrom in dem Funken gesprochen wird.

## Kurzschlussstrom

Der Kurzschlussstrom ist eine theoretische Situation wo die Sekundärseite über ein Amperemeter kurzgeschlossen wird, und so den max. Strom der aus der Zündung erreicht werden kann anzeigt. Es gibt keinen direkten Zusammenhang zwischen dem Kurzschlussstrom und wie gut die die Zündung in Praxis mit der Zündung erfolgen wird. Das liegt daran, dass das vorerwähnte Plasma zwischen den Elektroden ständig einen beträchtlichen Widerstand hat, der z.B. von der Länge des Lichtbogens abhängig ist. Jede Zündung wird, abhängig von dem inneren Generatorwiderstand, einen niedrigeren Sekundärstrom in der Funkenstrecke haben als der auf dem Gerät angegebene Kurzschlussstrom.

Das bedeutet daher, dass eine gute Zündung neben einem hohen Kurzschlussstrom auch einen niedrigen inneren Generatorwiderstand hat, so dass der Funkenstrom bei praxisrelevantem Abstand immer noch eine vernünftige Größe hat, und damit in der Lage ist einen effektiven Funken zu erzeugen.

### Praktische Verhältnisse

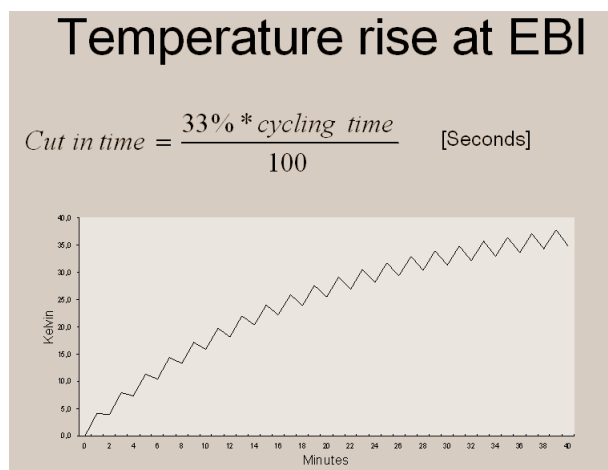
Es gibt, wie im vorgehenden Abschnitt beschrieben, nicht sehr viele praxisrelevante Angaben die auf EBI aufgestempelt sind, wenn man die Angaben zur Sekundärseite betrachtet. Für das erste sind es nicht die Ströme und Spannungen die aktuell zur Verfügung stehen in einer typischen Applikation und zum zweiten sagen diese Werte nichts Eindeutiges über die tatsächlichen Eigenschaften.

Das was in Praxis erforderlich für die Zündung am Brenner ist, ist Wärme und damit Energie. Es ist also die Energie im Funken, da wo er den Ölnebel berührt, die entscheidend ist wie schnell und effektiv der Brenner gezündet wird. Wie unter „Wahl der Elektroden“ beschrieben sind es speziell die Gelbflammenbrenner die mit ausgeblasenem Funken arbeiten, was große Anforderungen an die Effektivität des Funkens stellt, und die Eigenschaften im Übrigen.

Es gilt einen heißen Funken zu erzeugen, selbst wo er mitten im Hauptluftstrom sitzt. Gleichzeitig ist es wichtig, dass er sich lang genug ausblasen lässt, an oder auch gerne in die Bereiche wo sich zündfähige Teile des Ölnebels befinden. Dies war der Anlass, dass wir bei der Entwicklung von EBI HPM und CM andere unterstützende Messungen durchgeführt haben, die einen besseren Eindruck von der Effektivität der Zündung vermittelt haben.

### Erwärmung von EBI

Wenn EBI auf einem Brenner montiert und in Betrieb ist, wird sich eine Temperatur einstellen, abhängig von der aktuellen ED % und der Umgebungstemperatur (siehe nachfolgende Kurve).



Die Erwärmung folgt einer Exponentialfunktion, so wie die Aufladung eines Kondensators. Die Zeit, in der sich EBI erwärmt und die Temperatur stabil ist, hängt von der thermischen Zeitkonstante ab, auch T (tav)

genannt. Diese Zeit wird vom Betrieb und von EBI's Abmessungen bestimmt, und beträgt etwa 30 Minuten.

Während des gesamten Verlaufs und gleichermaßen bei stabiler Temperatur wird es immer noch eine Variation zwischen Ein- und Ausschalten geben (siehe obenstehende Kurve). Falls man die höchste Temperatur feststellen will, so müsste man unmittelbar nach Ausschalten von EBI messen.

## Die Zündeinheit EBI

Ende der 80-er Jahre wurde der Wunsch nach kleineren und leichteren Zündungen lauter. Der bis dahin verwendete Zündtransformator hatte seine Aufgaben zwar bis dahin erfüllt, aber die Größe, das Gewicht, und die fehlenden Möglichkeiten zu Weiterentwicklungen für dieses Produkt machten den Ruf nach einer neuen, flexibleren Komponente lauter.

So wurde mit Hilfe der Elektronik und einem neuen Anforderungsprofil für die Zündung der Weg zu einem geänderten Produkt geebnet. Seit Beginn der 90-er Jahre wird die Zündeinheit EBI nun in der 4. Generation eingesetzt, und dies mit großem Erfolg. Mit der Erläuterung zu EBI 4 möchten wir hier das Prinzip, den Aufbau und die Wirkungsweise der elektronischen Zündung erläutern.

### EBI

- Verfügbar in M und 1P Version
- RoHS kompatibel
- EBI ist unser Programm elektronischer Zündeinheiten, welches alle bekannten Applikationen an Öl- und Gasbrennern abdeckt.
- EBI erfüllt alle Anforderungen moderner Brenner an effektive Zündung mit niedrigen Startemissionen, niedrigem Gewicht und kleinen Abmessungen.
- EBI ist mit Steckverbindungen versehen, die eine schnelle und leichte Montage und Service ermöglichen.
- EBI ist modern und funktionell gestaltet. Das vergießen gewährleistet ein robustes und zuverlässiges Produkt mit guten thermischen Eigenschaften.
- EBI ist generell mit einem Entstörfilter (EMC) versehen, der es dem Kunden ermöglicht, die EMC Direktive und die dazugehörigen Normen EN 55014-1 (Emission) und EN 55014-2 (Immunität) einzuhalten.
- EBI ist generell für eine hohe Lebensdauer dimensioniert (>10 Jahre) und unsere Markterfahrungen haben einen extrem niedrigen Marktausfall gezeigt (>10 Mio. verkaufte Geräte).
- EBI ist ein robustes Produkt, und es ist ein großer Abstand zwischen dem, was wir dem Kunden zusichern und dem Punkt, wo das Produkt ausfällt. Das bedeutet, dass EBI kleinere periodische Überlastungen verträgt, ohne Schaden zu nehmen. Dies kann z.B. ein Vorteil sein, wenn der Installateur den Brenner einstellt.
- EBI hat gegenüber dem konventionellen Zündtransformator Vorteile, durch niedrigeres Gewicht, geringere Abmessungen und niedrigeren Stromverbrauch.
- EBI ist gemäß EN 60730-2-5 geprüft und zugelassen.
- EBI wird nach der Schlussprüfung mit einem Herstellungsdatum versehen.

### EBI C

- EBI Serie für konstante Zündung oder hohe Einschaltdauer.
- Verfügbar in M und 1P Versionen.
- RoHS kompatibel.
- Wird für kleine und mittlere Öl- und Gasbrenner verwendet.
- Umgebungstemperatur max. 35°C bei ED 100%.
- Max. ED 70% bei Umgebungstemperatur von 60°C.
- Der gleiche Effekt im Funken wie bei EBI Gen. 3.
- EMC Verhältnisse wie bekannt aus EBI Gen. 3.
- Gibt es in 2 Gehäusevarianten. Eine mit horizontalem Sekundäranschluss und speziell entwickeltem Primärstecker, und eine mit vertikalem Sekundäranschluss und Standard AMP Primärstecker
- Erdanschluss über das Netzkabel (vertikaler Sekundäranschluss).

## **EBI HP**

- EBI Serie mit kräftigerem Funken für die Zündung von großen Öl- und Gasbrennern..
- Verfügbar in M und 1P Versionen.
- 50% höherer Effekt im Funken als das restliche EBI-Programm.
- Zündeigenschaften gleich mit den besten elektronischen Zündeinheiten.
- EMC Eigenschaften wie bekannt von EBI Gen. 3.
- Gibt es in 2 Gehäusevarianten. Eine mit horizontalem Sekundäranschluss und speziell entwickeltem Primärstecker, und eine mit vertikalem Sekundäranschluss und Standard AMP Primärstecker – „Satronic Ausführung“.
- Erdanschluss entweder über Erdklemme (horizontale Sekundäranschlüsse) oder über das Netzkabel (vertikaler Sekundäranschluss).

## Funktionsbeschreibung

Wie bekannt, wird ein Transformator dazu verwendet, eine Wechselspannung in eine andere Spannung umzuwandeln. Der Strom in der Primärwicklung bildet einen magnetischen Strom im Eisenkern (Flux) der wiederum einen Strom in der Sekundärwicklung induziert. Wenn die Frequenz des Primärstroms erhöht wird, wird der Flux nur einen kleineren Teil des Eisenkerns beanspruchen, deshalb kann dieser reduziert werden. Das bedeutet in Praxis, je höher man die verwendete Frequenz auf einem Transformator wählt, umso kleiner kann die Größe sein, um rein physisch die gleiche Leistung zu übertragen.

Erst diese Verhältnisse ermöglichen es, eine kleine, kompakte Zündeinheit herzustellen, die bei ca. 20 kHz arbeitet, verglichen mit dem traditionellen 50 Hz Transformator. Gleichzeitig werden umweltmäßig Vorteile erreicht, in Form von z.B. geringerer Eisenmenge, Kupfer usw. Außerdem hat die hochfrequente Zündung einen höheren Wirkungsgrad, so dass die aufgenommene Strommenge niedriger wird, bei gleichem Zündeffekt.

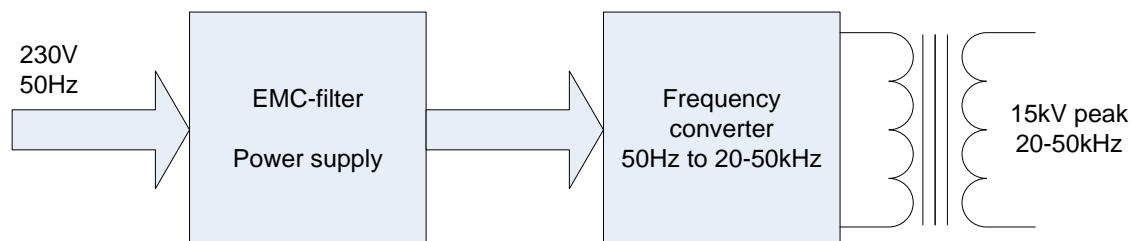
Wenn EBI an 230VAC angeschlossen wird, ergibt sich auf der Sekundärseite eine hochfrequente Wechselspannung mit 15 kV Spitzenwert. Diese Spannung wird auch Leerlaufspannung genannt. Da EBI generell Halbwellen - gleichgerichtet ist, ist EBI deshalb auch nur während einer Halbwelle der Netzspannung aktiv, und so tritt die Leerlaufspannung auch nur in dieser aktiven Periode auf

Wird an die Sekundärseite ein Satz Elektroden angeschlossen, so dass sich ein Funke bildet, wird die Leerlaufspannung sich in dem Moment begrenzen, wo die Zündspannung, oder auch Durchbruchspannung für den vorliegenden Elektrodenabstand erreicht ist. Es bildet sich nun eine Funkenstrecke da die Luft ausreichend ionisiert wurde, bis ein Strom fließt. Kurz danach wird die Luft weiter ionisiert, der Widerstand fällt und daher wird der Strom weiter steigen. Es wird sich sehr schnell ein Gleichgewicht einstellen wo die Spannung jetzt noch niedriger ist, genannt die Lichtbogenanspannung.

Der auf dem Typenschild angegebene Sekundärstrom wird als Kurzschlussstrom gemessen. Das bedeutet, dass dies der maximale Strom ist, der von der Sekundärseite abgegeben werden kann. Diese Messmethode ist theoretisch, und in Praxis wird der Strom immer niedriger sein, da selbst die ionisierte Luft einen bedeutenden Widerstand hat. Der Strom ist so u.a. abhängig von der Lichtbogenlänge.

Phase und Nullleiter kann ohne Auswirkung auf die EBI Funktion und EMC Verhältnisse vertauscht werden.

Der Kreislauf von EBI kann mit dem nachfolgenden Blockdiagramm generell beschrieben werden. Er besteht aus einem EMC-Filter/Stromversorgung, einem Frequenzkonverter von 50Hz auf 20-50kHz und einem Transformator.



Die Funktion des EMC Filters ist es, den weiteren Kreislauf gegen Transienten und andere Störungen zu schützen, gemäß EN55014-2 (Immunität) und das ausgestrahlte elektromagnetische Geräusch zu begrenzen, sowohl zum Stromnetz als auch zur Umgebung, gemäß EN55014-1 (Emission).

### Konfiguration der Primärseite

Alle EBI Varianten haben einen Anschluss von Phase und Null über den Primärstecker. Mit Ausnahme der Standard Version in EBI Gen. 3, haben alle EBI gleichermaßen einen Erdanschluss, der primär Verbindung zum eingebauten EMC Filter hat. Die M und 1P-Varianten haben sowohl den Mittelpunkt als auch die eine Sekundärseite mit der gleichen Erdverbindung verbunden.

Konfiguration der Sekundärseite

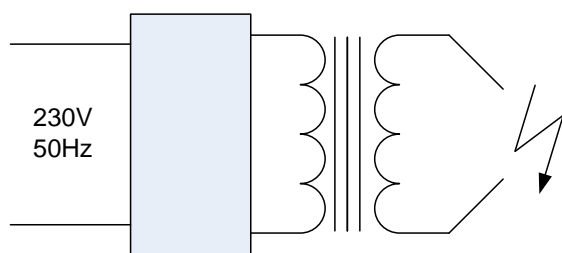
Es gibt 3 Arten die Sekundärseite zu konfigurieren:

- Standard 2-polig, wo die Sekundärseite von EBI schwebt, und so nur mit den Elektroden verbunden ist.
- M-Version, wo der Mittelpunkt der Sekundärseite herausgeführt ist, entweder als Erdlasche (Standard Gehäuse) oder über Erdleiter im Primäranschluss.
- 1P-Version, wo sekundärseitig ein Pol über eine Erdlasche herausgeführt wird (Standard Gehäuse) oder über einen Erdanschluss im Primäranschluss. Der zweite Pol wird an das eine Horn geführt und das andere Horn wird abgedeckt.

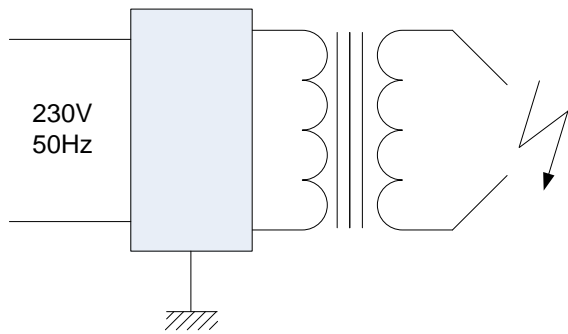
Der Vorteil der Standard Version ist, dass es eine geringere Tendenz für Überschlag zu Masse/Düse gibt.

Der Vorteil der M-Version ist, dass man bei einem Fehler, wo die eine Elektrode Masse berührt max. einen elektrischen Schlag mit halber Sekundärspannung erhalten kann, wenn man gleichzeitig Masse berührt.

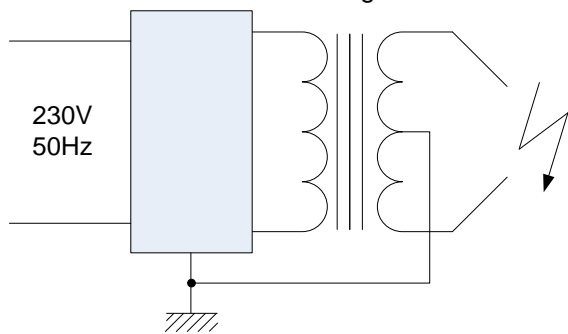
Nachfolgend sind die verschiedenen Konfigurationen schematisch gezeigt.



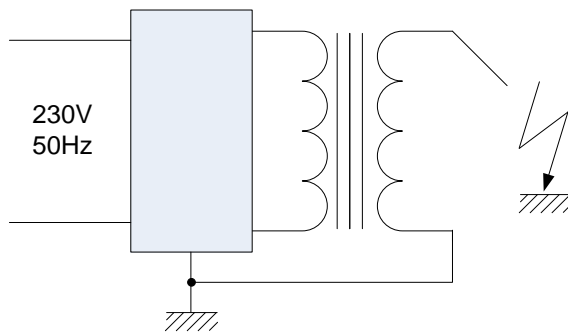
EBI Gen. 3 in Standard Ausführung. Doppelt isoliert, und daher ohne Erdanschluss.



Standard EBI ohne Verbindung zur Sekundärseite, aber mit Erdanschluss zum EMC Filter,



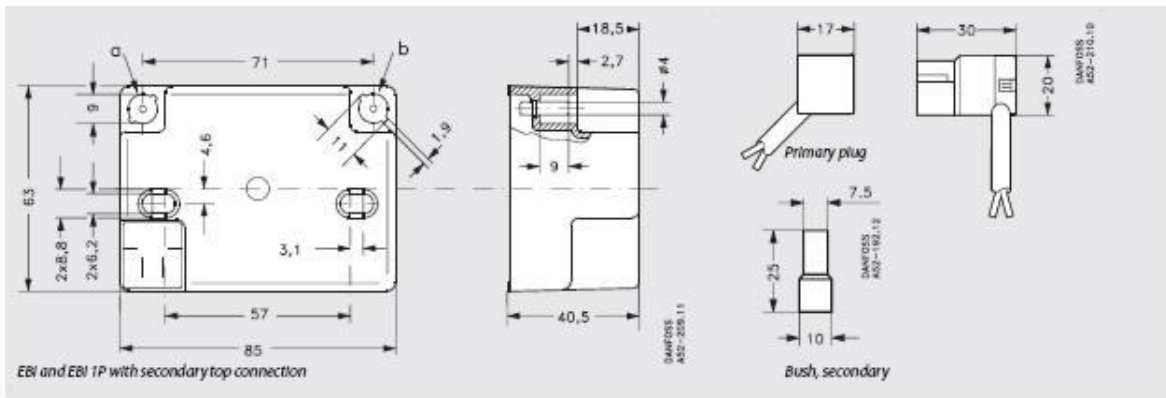
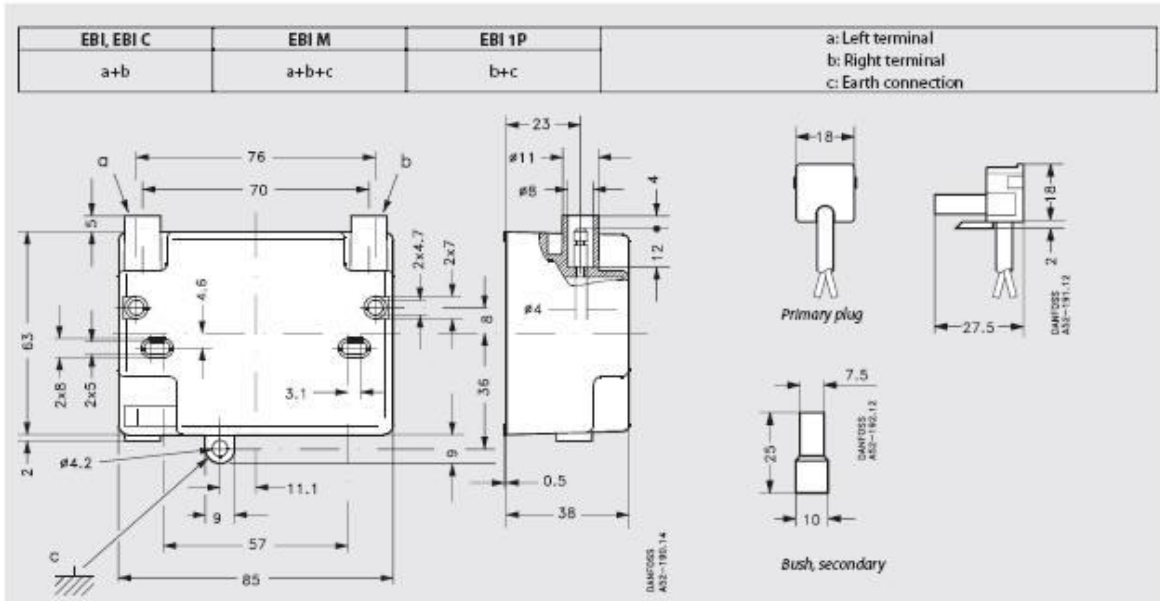
M-Konfiguration, gilt für alle EBI Typen.



1P-Konfiguration, gilt für alle EBI Typen.



## Die Abmessungen von EBI in den beiden Gehäusevarianten



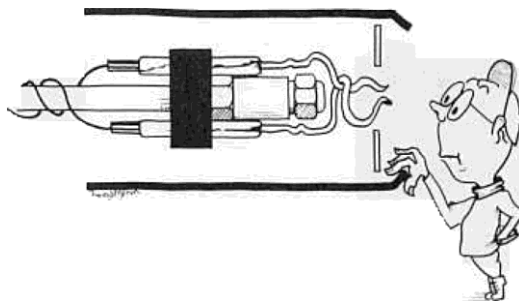
Der Unterschied der beiden Gehäusevarianten besteht im wesent in der Ausführung der Netzkabel Steckverbindung und in der Ausrichtung der Sekundärkabelanschlüsse.

## **Etwas zu Zündelektroden - Anbringung und Formen**

Die Elektroden sollen dafür sorgen, dass der Zündfunke dort gebildet wird, wo er schnell und wirksam das zerstäubte Öl entzünden kann.

Die kleinen Öltropfen können nicht unmittelbar verbrennen. Sie müssen erst verdampft, d.h.in, oder nahe an Gasform gebracht werden. Um die größtmögliche Erhitzung der Funkenzone zu erreichen, muss der Elektrodenabstand korrekt eingestellt sein.

Die Elektroden müssen so angebracht sein, dass der Funke zum Ölnebel ausgeblasen wird, ohne dass es die Möglichkeit gibt, dass die Elektroden mit dem Ölnebel in Berührung kommen und sie dabei mit einem Ölfilm zu belegen. Heizöl ist nämlich ein ausgezeichnete elektrischer Isolator, der dann das Entstehen des Funkens erheblich erschweren oder gar verhindern kann.



Der Abstand zu den Metallteilen des Brenners muss ebenfalls beachtet werden. Im Falle eines überschlagen des Funkens zur Masse wird die Wirksamkeit der Zündung wesentlich vermindert (Funkstörung).

Als Faustregel gilt, dass der Abstand der Elektroden zur Masse etwas größer als die Hälfte des Abstands zwischen den Elektroden sein muss.

Von Bedeutung sind ferner die Form und die Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden. Funken entstehen besser auf spitzen, scharfen Kanten als auf glatten Flächen. Die Elektroden zu runden und zu glätten ist also nicht hilfreich.

## **Auswahl der Zündelektroden**

Es ist wichtig, dass das Brennstoff / Luftgemisch so schnell wie möglich entzündet wird, dass schädliche Stoffe wie  $C_xH_y$ , CO u.a. in der Startphase eines Betriebszyklus vermieden werden.

Es ist die Zündung selbst und damit auch der Effekt im Funken, der bestimmt, wie schnell die Zündung erfolgt, aber die Wahl der Zündelektroden und die Einstellung des Brenners haben auch einen großen Einfluss darauf wie schwer das Gemisch zu zünden ist, und damit auf das endgültige Resultat.

Es ist weitaus schwieriger einen hocheffektiven Gelbflammenbrenner zu zünden als einen vergleichbaren Blauflammenbrenner. Das ist darauf zurück zu führen, auf welche Weise die Elektroden im Verhältnis zur Luftströmung und dem zerstäubten Medium angebracht sind.

In einem Gelbbrenner sitzen die Elektroden, und damit auch der Funke, mitten im Hauptluftstrom, und dadurch wird der Funke stark abgekühlt. Dies wird gemacht, dass die Ausbiegung der Funkenstrecke den Brennstoff berührt und damit auch entzündet. Damit sind zwei wichtige Eigenschaften erforderlich, ein starker, kräftiger Funke (großer Effekt) und die Eigenschaft sich ausbiegen zu lassen.

In einem typischen Blaubrenner sitzen die Elektroden in der sogenannten Rezirkulationszone, wo es einen turbulenten, aber nicht sehr starken Luftstrom gibt. Dies bewirkt, dass die Funkenstrecke steht und ein wenig herumflackert, aber auch nicht viel von der Wärme im Lichtbogen verlieren. Gleichzeitig ist auch zündfähiger Brennstoff in dieser Zone rund um die Elektroden. Dies stellt weniger Anforderungen an den Funken, und daher werden im restlichen Abschnitt die Anforderungen an Gelbflammen Applikationen beschrieben.

Es gibt einige Daumenregeln die verwendet werden können, aber man soll immer daran denken, dass es Kompromisse sind, und es meist nicht möglich ist das Optimale für die Zündzeit zu erreichen.

Es gilt den Funken so weit wie möglich zu konzentrieren. Das heißt, er soll von und zu einem gut definierten Punkt springen, deshalb soll man

Hörnerelektroden vermeiden

- lieber dünne Elektroden (1,2 – 1,6 mm) als dickere (>3 mm)

Der Kompromiss hier ist, dass dünnere Elektroden schneller verschleifen als dickere.

Es gilt eine ausreichende Ausbiegung der Funkenstrecke zu erreichen, deshalb....

- lieber 4-5 mm Elektrodenabstand als 2-3 mm

Der Kompromiss hier ist, dass ein größerer Elektrodenabstand das Risiko für Überschlag zu Masse erhöht, und generell EMC-Ausstrahlung erhöht. Der größere Elektrodenabstand ergibt nicht notwendigerweise einen wärmeren Funken, also muss die Balance zwischen Ausbiegung und kleinstmöglichem Elektrodenabstand gefunden werden.



## **Verschleiß an Zündelektroden**

Wir kennen den Begriff „Verschleiß an Zündelektroden“ von einigen Anwendungen. In diesem Zusammenhang wurden einige Versuche durchgeführt, um die Faktoren aufzuzeigen, welche hier Einfluss haben.

Es wurde versucht, eine Zündeinheit mit den verschiedenen Elektrodensätzen zu verwenden, mit dem Resultat, dass von keinem bis viel Verschleiß alles auftrat. Es ist also der Funken in Verbindung mit anderen Verhältnissen, wie Luftmuster und Temperatur, die zusammen ergeben, wie viel die Elektroden verschleifen.

Das könnte so ein Nachteil sein auf solchen Brennern mit stärkerer Zündung zu arbeiten, Glücklicherweise ist es aber so, dass solche stärkeren Zündungen nicht bei Blaubrennern, aber bei Gelbflammenbrennern ihre Berechtigung haben.

## Vermeidung von elektrischem Überschlag

Wie bekannt, liegt der Peak Wert der Leerlaufspannung bei ca 15.000 Volt. Dies ist notwendig, damit die Ölbrenner sicher und stabil gezündet werden.

Wenn EBI's Sekundäranschlüsse direkt durch das Gehäuse geführt werden, **so muß der Luftabstand zwischen dem Gehäuse und der äußeren Kante der Sekundäranschlüsse mindestens 2 mm betragen**, oder es muss zwischen Anschluss und Gehäuse eine Isolierung mit der gleichen Wirkung angebracht werden (z.B. Gummidurchführungen).

Es gibt drei wesentliche Parameter die beachtet werden müssen:

1. Luftabstand zwischen Leiter und Masse
2. Kriechstrecke
3. Eigenschaften des Isolationsmaterials

Vermeide dass die Sekundäranschlüsse von EBI zu dicht an Masse Liegen. Luftabstand einhalten oder geeignetes Isoliermaterial verwenden (siehe Bild 1).

Selbst wenn die Tülle 052F0060 zur Verlängerung der Sekundäranschlüsse verwendet wird, muss der Abstand zu Masse eingehalten werden. Speziell dann, wenn die Kabel und Tüllen nach einiger Betriebszeit verschmutzt oder fettig werden, kann der Hochspannungsstrom über die Oberfläche des Kabels/Isolation laufen (Kriechstrom). Beachten Sie auch, dass der Kriechstrom auch über Spalten zwischen Tülle und Horn oder entlang dem Kabel wandern kann, oder überall da wo der Kriechabstand zu gering ist.

Viele der in Praxis verwendeten Kabel sind nicht geeignet für eine Hochspannung von 15 - 20 kV. Sie werden aber doch meist ohne Probleme verwendet, wenn der Luftabstand z.B. zur Masse eingehalten wird.