

# Entwicklungstendenzen bei elektronischen Kfz-Zündsystemen

## Die klassische Spulenzündung

Das Gebiet der Zündsysteme für Ottomotoren ist momentan einer Wandlung unterworfen. Die klassische Spulenzündung mit Unterbrecherkontakt wurde bei Personenwagen in den USA bereits vollständig durch die kontaktlose Transistor-Spulenzündung abgelöst. In Europa ist diese Umstellung noch nicht soweit fortgeschritten, aber sie ist auch hier bereits im Gang. Bei einigen Automodellen gehören die neuen Zündanlagen schon zur Serienausstattung.

Ermöglicht werden diese immer besser werdenden Zündsysteme durch die raschen Fortschritte auf dem Halbleitergebiet. Bei der Zündung im Kfz kommen verschiedene moderne Technologien zum ersten Mal zum Einsatz.

Sie besteht im wesentlichen aus dem Zündverteiler und der Zündspule. Der Zündverteiler enthält den Unterbrecherkontakt, der den Strom in der Primärwicklung der Zündspule unterbricht, wodurch auf der Sekundärseite die benötigte Hochspannung erzeugt wird. Diese Hochspannung wird mit Hilfe des Verteilerläufers im Zündverteiler, auf die einzelnen Zündkerzen verteilt.

Aufgrund der einfachen und ausgereiften Konstruktion liegen die Vorteile besonders in den niedrigen Kosten. Die Nachteile bestehen darin, daß der Unterbrecherkontakt nur Ströme von 4 bis 5 Ampere zuläßt und einem natürlichen Verschleiß unterliegt. Die Belastung dieses mechanischen Kontaktes wird deutlich, wenn man die auftretenden Schaltfrequenzen betrachtet. So muß z. B. bei einem Vierzylindermotor, der mit 6000 Umdrehungen pro Minute läuft, der Unterbrecherkontakt 200 mal in der Sekunde öffnen und schließen.

## Die kontaktgesteuerte Transistorzündung

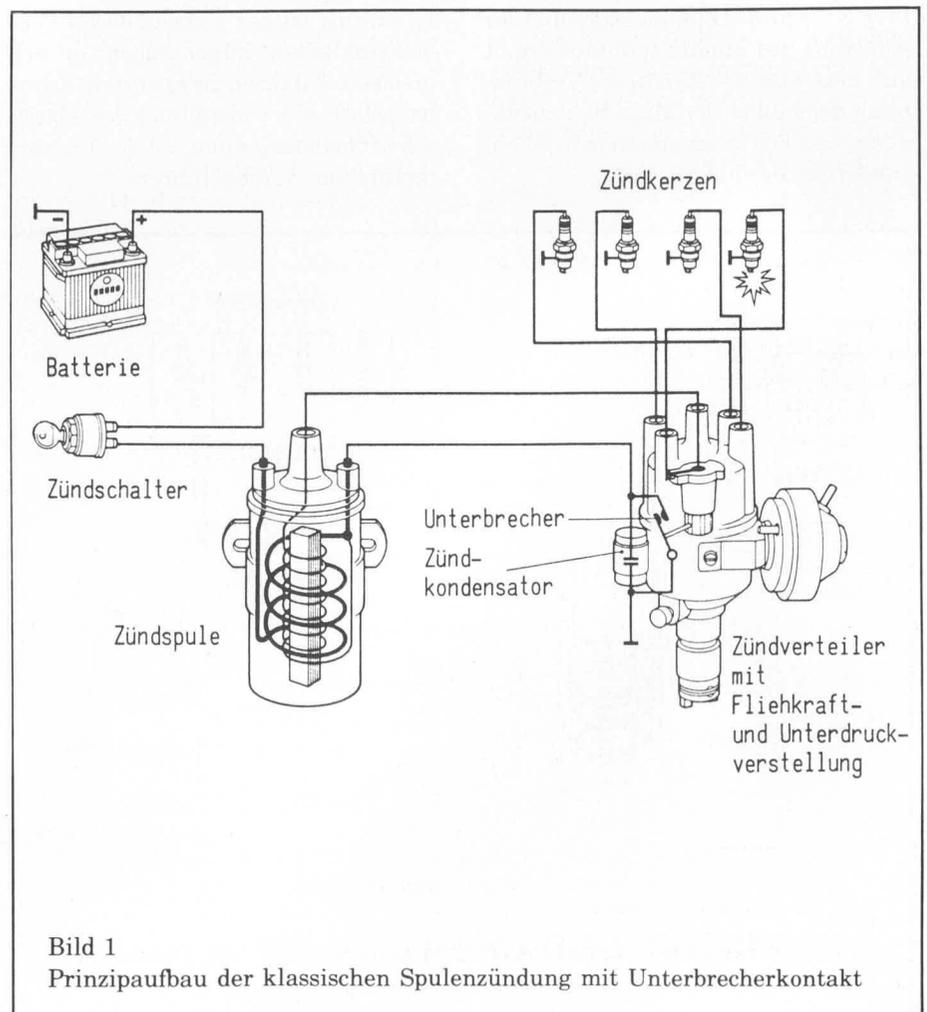
»Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied«.

Wechselt man dieses Glied aus, so wird die Kette entsprechend haltbarer.

Wie in dem vorstehenden Absatz verdeutlicht wurde, ist der Unterbrecherkontakt wohl mit Abstand das am stärksten belastete und damit am schnellsten verschleißende Teil einer Zündanlage. Entlastet man nun den Unterbrecherkontakt, d. h. verwendet

man ihn nur zur Steuerung eines elektronischen, nahezu verschleißfreien Leistungsteils, erhöht sich seine Lebensdauer beträchtlich.

Durch die Entwicklung moderner Leistungsschalttransistoren ist es möglich geworden, Transistorzündungen zu bauen, die in ihrem Schaltverhalten so hervorragende Werte liefern, daß eine spürbare Verbesserung der Laufeigenschaften des Motors erreicht werden kann.



## Die kontaktlose Transistorzündung

Die Nachteile der Spulenzündung können durch die kontaktlose Transistorzündung vollständig beseitigt werden. Ein berührungslos arbeitendes Auslösesystem besteht z. B. aus einem induktiven Geber, bei dem ein Rotor umläuft, dessen Zähnezahl der Zylinderzahl entspricht. In einer feststehenden Spule wird eine elektrische Spannung erzeugt, die in einem Schaltgerät so weiterverarbeitet wird, daß hiermit die Zündspule angesteuert werden kann. Ein solches Auslösesystem ist für die gesamte Lebensdauer des Fahrzeuges verschleiß- und wartungsfrei. Außerdem ergibt sich hieraus eine hohe Genauigkeit des Zündzeitpunktes und somit ein geringerer Benzinverbrauch. Da mit modernen Leistungstransistoren sehr hohe Ströme völlig verschleißfrei geschaltet werden können, sind der Leistungsabgabe dieser Zündanlagen im Prinzip keine Grenzen gesetzt. Das Gemisch kann somit auch bei ungünstigen Bedingungen, wie etwa bei verußten Kerzen, großem Elektrodenabstand der Zündkerzen oder niedriger Bordnetzspannung und Kaltstart, sicher gezündet werden. Durch die höhere Energie des Zündfunken und der Konstanz des Zündzeitpunktes ergibt sich auch eine vollständigere Verbrennung gegenüber der alten Spulenzündung, was sich unter anderem in einem runderen Leerlauf auswirkt.

## Die vollelektronische Zündanlage

Gegenüber der kontaktgesteuerten Spulenzündung stellt die eben beschriebene Transistorzündung einen erheblichen Fortschritt dar.

Jedoch die Einstellung des Zündzeitpunktes, entsprechend dem momentanen Motorzustand, erfolgt immer noch durch den Drehzahl- und Unterdruckverstellmechanismus. Diese Funktionsteile unterliegen aber einem gewissen Verschleiß und ermöglichen nur relativ einfache Verstellfunktionen.

Müssen kompliziertere Zündcharakteristika realisiert werden, so ist dieses nur mit vollelektronischen Zündsystemen möglich. Anstelle des Unterdruck- und Fliehkraftverstellers im Zündverteiler errechnet hier ein Mikrocomputer jeweils zwischen zwei Zündvorgängen, den neuen optimalen Zündzeitpunkt. Dem Rechner werden hierzu die verschiedenen Betriebszustände des Motors, wie Drehzahl, Last, Kühlwassertemperatur usw. eingegeben. Zum Zündzeitpunkt wird dann ein Hochspannungsimpuls wie bei der normalen Transistorzündung erzeugt.

In Europa ist der Einsatz dieser vollelektronischen Zündanlagen in den nächsten 5 Jahren zu erwarten. Zuvor ist jedoch die Umstellung der klassischen Spulenzündung auf die Transistorzündung durchzuführen.

## Die Thyristierzündung

Zum Abschluß dieses Artikels soll noch kurz auf die Thyristerkondensatorzündung eingegangen werden. Sie unterscheidet sich allein schon vom Prinzip her ganz wesentlich von den anderen Zündsystemen.

Als Energiespeicher dient nicht mehr die Induktivität der Zündspule, sondern ein auf mehrere hundert Volt aufgeladener Kondensator, der im Zünd Augenblick über einen Schalter (Thyristor) auf die Primärwicklung der Zündspule geschaltet wird.

Die Vorteile eines solchen Zündgerätes liegen in einem drehzahlunabhängigen, stets gleich kräftigen und exakten Zündfunken bei vergrößertem Elektrodenabstand der Zündkerze (soweit dies die Isolation von Zündspule, Verteiler und Zündkabel zuläßt). Auch bei 3 V Batteriespannung steht noch die volle Zündenergie zur Verfügung, wodurch Kaltstarts sehr erleichtert werden. Funkenbildung und Kontaktabbrand am Unterbrecherkontakt treten nicht mehr auf, und es kann u. U. ein kontaktloser Zündimpulsgeber Verwendung finden (piezoelektrisch, induktiv usw.). Der Stromverbrauch der Zündanlage ist etwa drehzahlproportional, im Stand ist er fast Null. Dadurch kann die Zündspule nie thermisch überlastet werden, wie es bei herkömmlichen Anlagen manchmal geschieht.

Welche Auswirkungen diese Vorteile auf Motorleistung, Benzinverbrauch und Abgasreinheit haben, ist von Motor zu Motor verschieden.

Der Nachteil von solchen Zündsystemen ist die meist erheblich kürzere Funkenstandzeit, was sich bei einigen Motoren in einer teilweise schlechteren Verbrennung niederschlägt. Eine Erhöhung der Funkenstandzeit wäre über eine Vergrößerung des Speicherkondensators möglich, dem sind aber Grenzen gesetzt, da der zum Aufladen dieses Kondensators benötigte Sperrschwinger nicht beliebig groß gewählt werden kann.

Außerdem geht die Funkenstandzeit nur mit der Wurzel aus der Vergrößerung des Kondensators ein, d. h. bei 100-fachem Kapazitätswert des Kondensators ist die Funkenstandzeit nur  $\sqrt{100}$  (Wurzel aus 100) = 10 mal so lang.

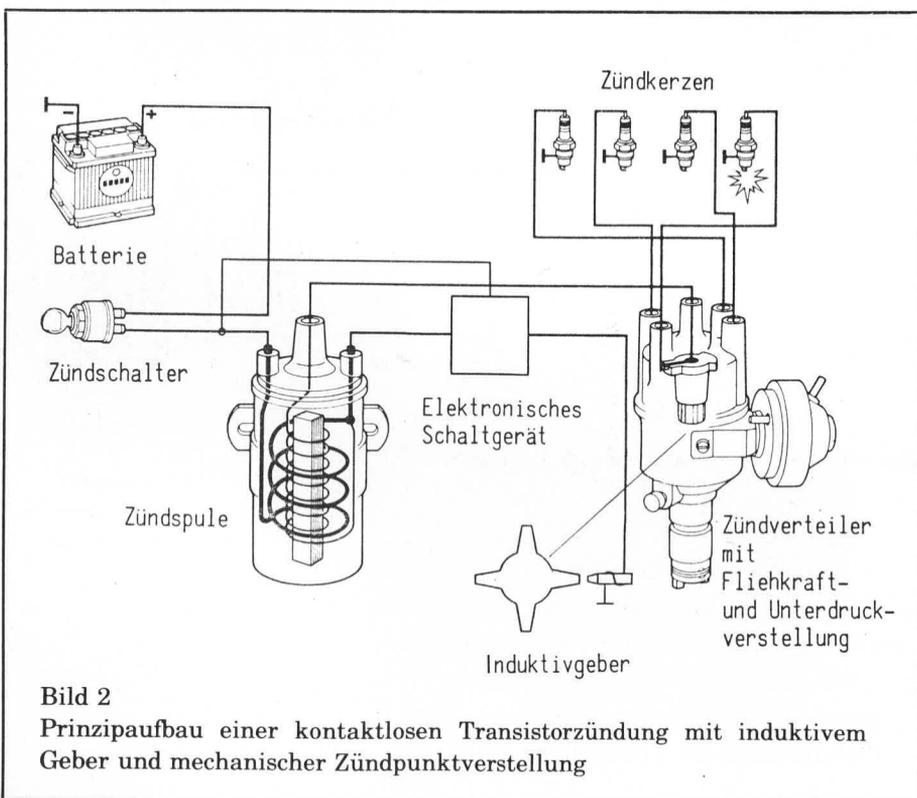
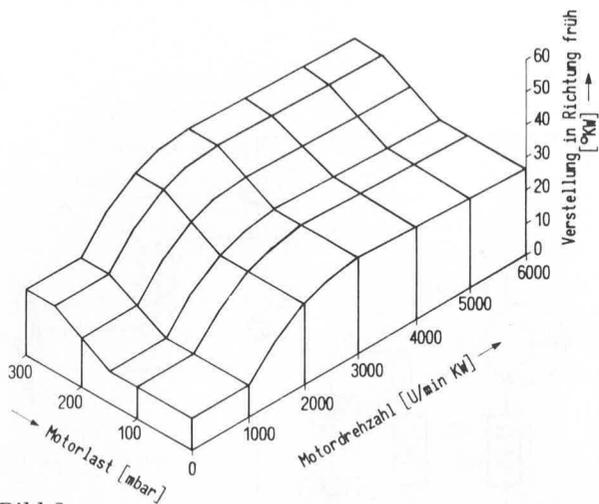
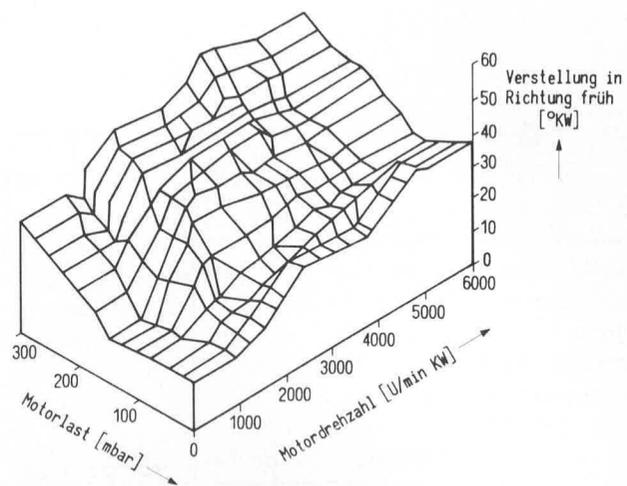


Bild 2  
Prinzipaufbau einer kontaktlosen Transistorzündung mit induktivem Geber und mechanischer Zündpunktverstellung



**Bild 3**  
Typisches Zündungs-Kennlinienfeld, wie es mit Fliehkraft- und Unterdruckverstellung erreicht wird.



**Bild 4**  
Typisches Zündungs-Kennlinienfeld, wie es bei der voll-elektronischen Zündung erreicht wird.