

Spreizmagnete

Beim Entstapeln von Blechen unterschiedlicher Stärke können trotz des Einsatzes von Spreizmagneten Doppelplatinen auftreten und dieses um so häufiger, je dünner die Bleche sind. Die Wirkung eines Spreizmagneten, sei es nach dem elektromagnetischen oder dem permanentmagnetischen Prinzip, basiert darauf, daß ein magnetischer Fluß in das Blech eingebracht wird, so daß im Blech gleichnamige Magnetpole entstehen, die sich dann abstoßen, so wie sich zwei magnetische Nord- oder Südpole ebenfalls abstoßen. Durch diesen Abstoßungseffekt werden zwei aufeinanderliegende Platinen voneinander getrennt. Dieses ist insbesondere notwendig, wenn die Platinen zuvor eingeölt wurden und dann längere Zeit unter Druck gestanden haben, so daß die Bleche einen starken Klebeffekt aufweisen. Dieses läßt sich in einem üblichen Verarbeitungsprozeß nicht vermeiden, da die Bleche vor Korrosion geschützt werden müssen, bis der nächste Verarbeitungsprozeß beginnt. Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Arten von Spreizmagneten. Dieses sind zum einen die rein dauermagnetischen und zum anderen die rein elektromagnetischen.

1. Permanentmagnetische Spreizer

Wie es bereits der Name andeutet, besteht diese Art von Spreizern nur aus Permanentmagneten. Von vorne gesehen sind sie in ihrem Aufbau wie folgt angeordnet:

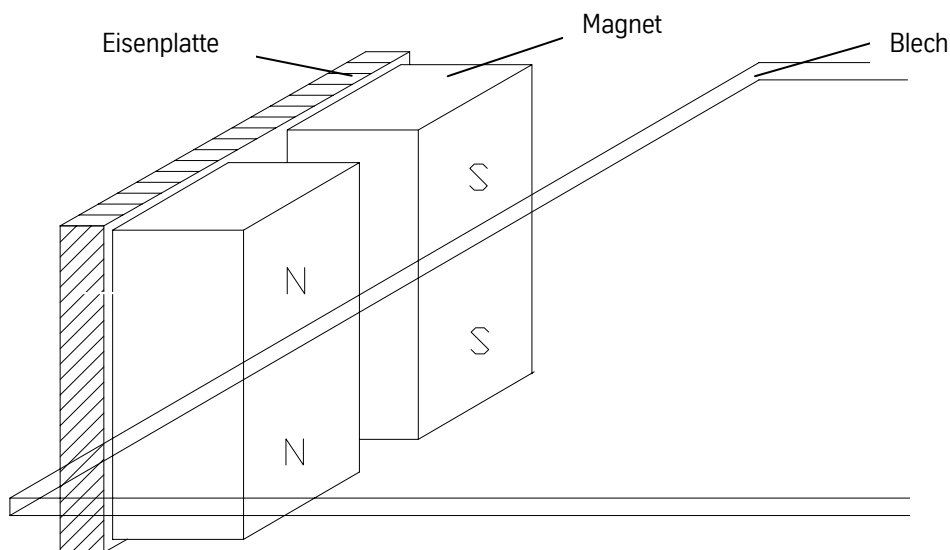


Bild 1: Typische Anordnung eines permanentmagnetischen Spreizmagneten

In dieser Skizze ist das Abdeck- und Verschleißblech, welches den Spreizmagneten vor mechanischer Beschädigung schützt, nicht gezeichnet, so daß der Blick auf das Innere des Systems freigegeben ist. Man erkennt die beiden Dauermagnete mit der angegebenen Polarität. Die Pole sollen dabei ganzflächig und homogen ausgebildet sein. Das Blech stehe nun senkrecht auf dieser Fläche.

2. Elektromagnetische Spreizer

Bei elektromagnetischen Spreizern wird der magnetische Fluß nicht durch die Dauermagnete erzeugt, sondern durch die Spulen. Je nach Anordnung, ob 2-polig oder 3-polig, werden 2 bzw. 3 Spulen eingesetzt. Die Funktionsweise ist die gleiche wie beim permanentmagnetischen Spreizer, allerdings mit einigen Einschränkungen.

Zur besseren Anschauung dazu **Bild 2**.

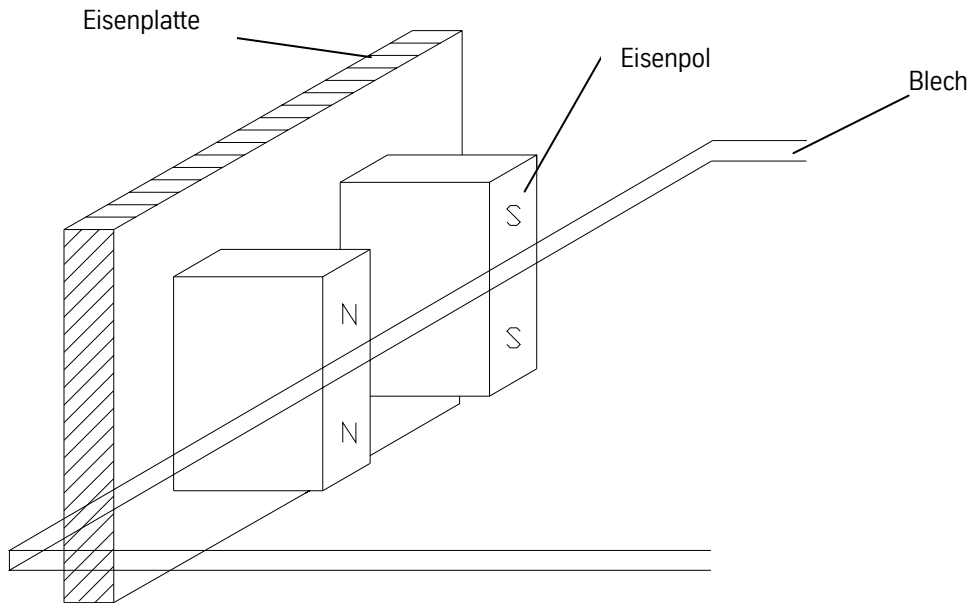


Bild 2: Typische Anordnung eines konventionellen, elektromagnetischen Spreizers

Als erste Einschränkung ist zu erwähnen, daß die Spreizwirkung nicht von der Unterkante bis zur Oberkante des Spreizmagneten identisch ist, da die Wickelköpfe der Spulen für eine Ausdünnung der Feldlinien sorgen und damit für eine Reduzierung des magnetischen Flusses; dieses macht sich dann in einer geringeren Spreizleistung bemerkbar. Um dieses halbwegs zu kompensieren, wird auf dem Magnetpol eine Leiste aufgebracht, die über die Wickelköpfe hinausragt und die Feldlinien somit bis zur Systemunterkante hin verlängert. Um die Wickelköpfe selbst in ihrem Einfluß gering zu halten, wählt man besser 3 Spulen statt der zwei Spulen, wie in **Bild 3** zu sehen.

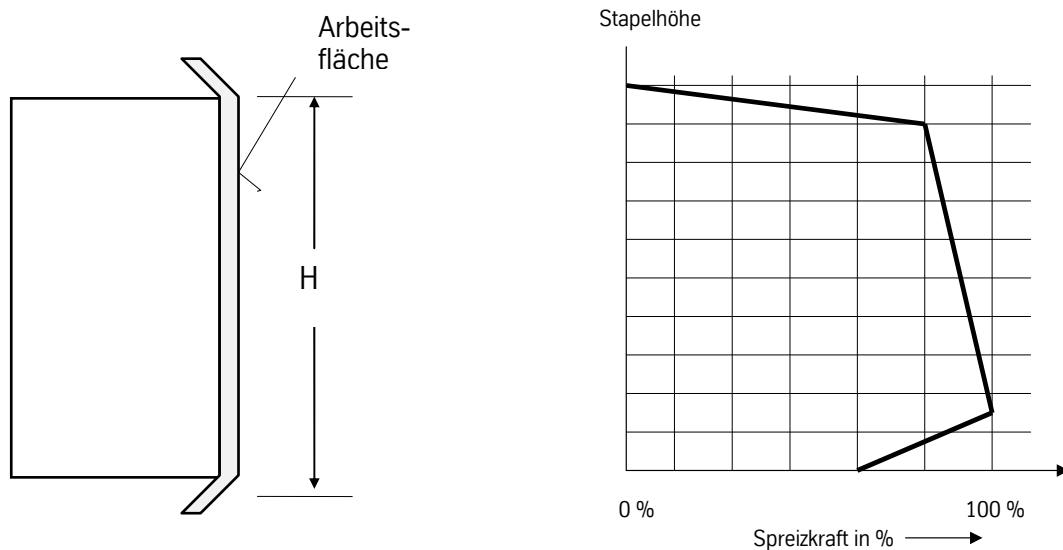


Bild 3: Spreizkraft in Abhängigkeit der Stapelhöhe

Ein weiterer Effekt in der Reduzierung der Spreizleistung ist darin zu sehen, daß die bereits auf dem Stapel liegenden Bleche wie ein magnetischer Kurzschluß wirken und die Spreizleistung im oberen Teil des Systems reduzieren. Mit anderen Worten heißt das, daß die Spreizleistung im unteren Teil des Systems größer ist als im oberen Teil. Auch dieses Phänomen kann dadurch reduziert werden, daß der Mittelpol genutet wird und damit die Wirkung des Kurzschlusses wieder nahezu vollständig aufhebt. Bei permanentmagnetischen Spreizern ist der magnetische Kurzschluß nicht so bedeutend, da die relative Permeabilität nahe bei 1 liegt und dadurch der Magnet auch im oberen Teil noch stabil ist. Die relative Permeabilität μ_r bei Eisenpolen liegt etwa bei 200, wodurch die Führung der Feldlinien eher weich gestaltet wird.

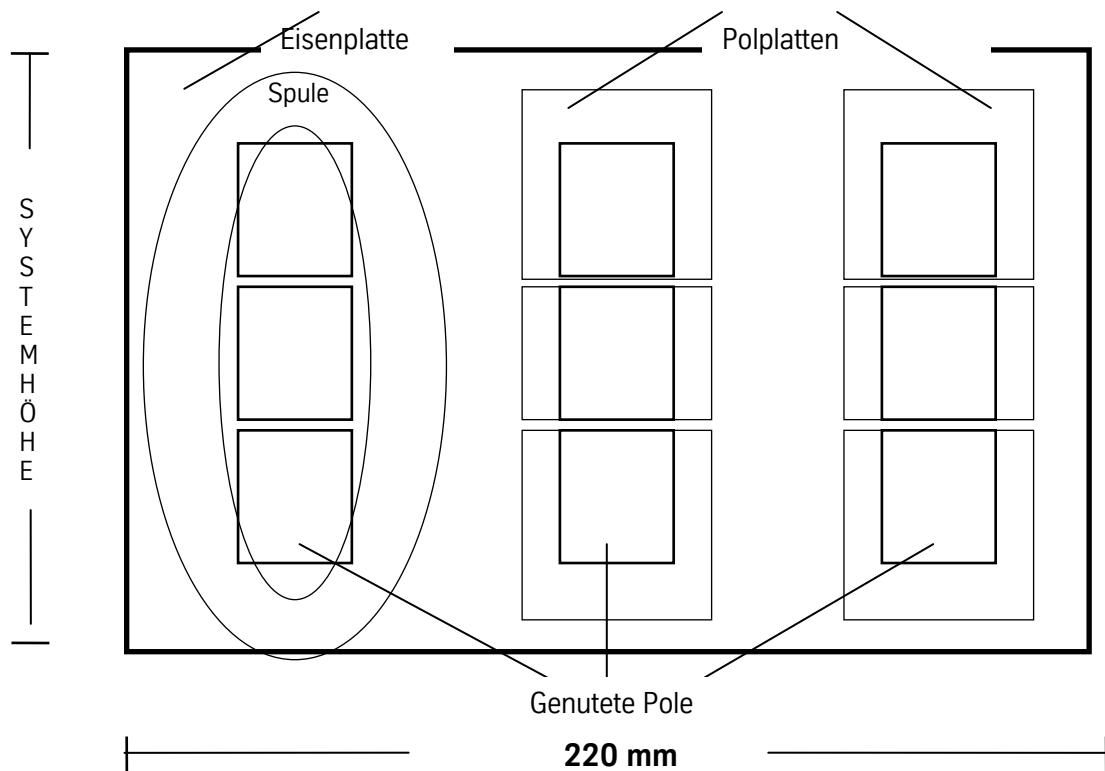


Bild 4: Schematische Darstellung eines optimierten Elektrospreizers mit genuteten Polen

3. Die Sättigung

Bei dünnen Blechen tritt verstärkt das Problem der magnetischen Sättigung auf, was bedeutet, daß ab einer gewissen magnetischen Kraft keine nennenswerte Erhöhung der Spreizwirkung zu verzeichnen ist. Im Folgenden ist die Spreizwirkung als Abstand der beiden obersten Bleche bei verschiedenen Blechdicken angegeben, bezogen auf Platinen mit den

Abmessungen: 1000mm * 300mm * D mm ; D = Blechdicke

Elektrospreizer, 3 pol. 220mm breit

Eingetragen ist die Spreizhöhe a in mm am Spreizmagneten bei Kompensation der Haftwirkung.

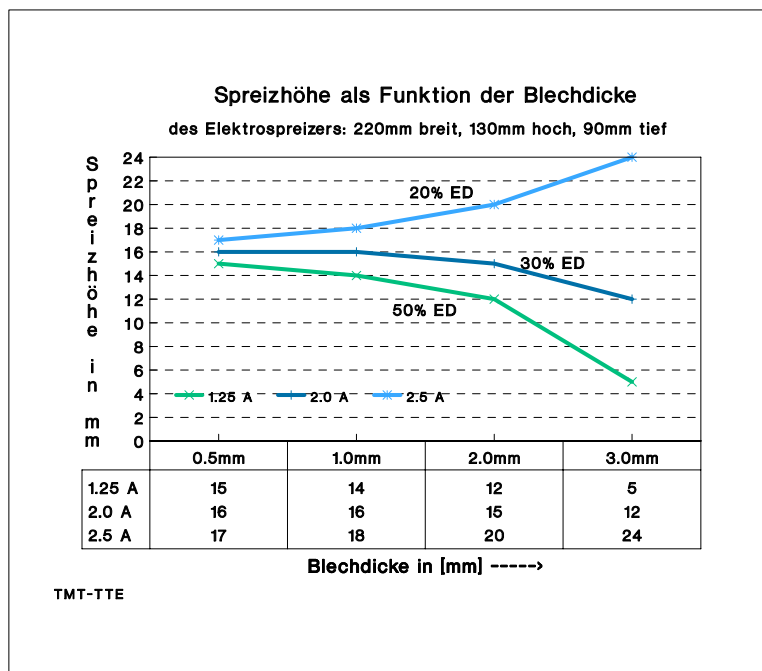
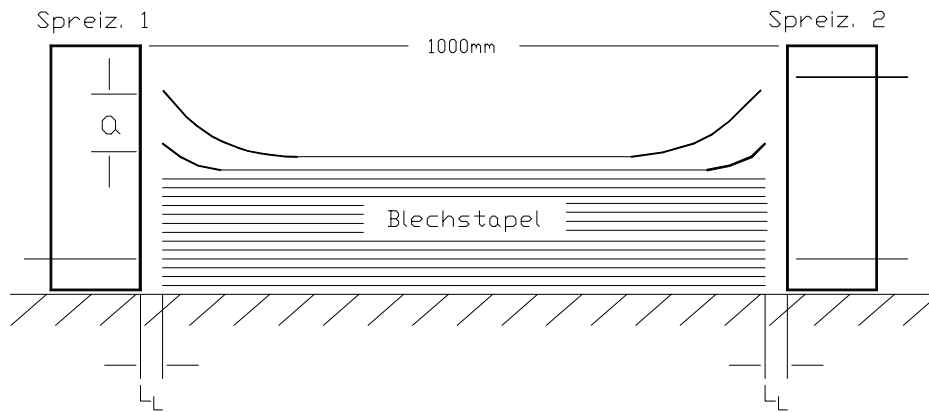


Bild 5: Die Spreizhöhe als Funktion der Blechdicke und des Spulenstromes

Man erkennt, daß bei 0,5mm dickem Blech keine nennenswerten Unterschiede in der Spreizhöhe zu verzeichnen sind. Auch bei 1,0mm Blech sind die Unterschiede noch nicht nennenswert, denn die Änderung beträgt bei konstantem Spulenstrom lediglich 1 mm, was in der Praxis wohl kaum zu erkennen ist. Erst bei 2mm und 3mm dicken Blechen werden die Unterschiede deutlich. Bei 2,5A Spulenstrom ist klar zu erkennen, daß die Spreizhöhe sogar noch zunimmt, je dicker das Blech wird. Dies ist ein eindeutiger Hinweis auf die Sättigung bei dünnen Blechen. Erst bei einer Reduzierung des Spulenstromes auf 1,25A, also der Hälfte, ist die Abhängigkeit zu erkennen, die man von vornherein vermutet hätte. Denn das mit zunehmender Blechdicke wachsende Blechgewicht sorgt dann für eine Reduzierung der Spreizhöhe.

4. Störeffekte

Neben den unter Punkt 2 beschriebenen systembedingten Einschränkungen bestehen noch weitere, wesentlich bedeutendere Störeffekte, welche die Funktion der Spreizung weitaus nachhaltiger beeinflussen.

4.1 Klebeeffekt

Spreizmagnete werden eingesetzt, um aufeinander liegende Bleche anzuheben, bzw. um das oberste Blech eines ganzen Blechstapels vom darunterliegenden Blech zu trennen. Da die Bleche, wenn sie zunächst gestapelt werden, leicht eingeölt sind, um einer vorzeitigen Korrosion vorzubeugen, wird durch die ständig wachsende Anzahl der Platinen auch der Preßdruck durch das Eigengewicht erhöht. Diese zu Paketen zusammengebundenen Stapel werden häufig auch noch auf Paletten übereinander gestapelt. Die dadurch entstehende Preßkraft auf einzelne Platinen kann somit ohne weiteres mehrere Tonnen betragen. Denn bereits ein Durchschnittspaket von 1m Fläche und eine Stapelhöhe von 300mm bringt ein Gewicht von 2,3 Tonnen auf das unterste Blech.

4.2 Bildung von Schnittgrat

Auch die Bildung von Schnittgrat durch abgenutzte Schnittwerkzeuge kann einen negativen Effekt auf die Spreizung ausüben. Es kann vorkommen, daß bei stumpfem Abriß des Bleches, statt eines sauberen Schnittes, die Platine bei der anschließenden Stapelung mit der darunterliegenden Platine verhakt, es entsteht dann eine Umbördelung von zwei oder mehreren Platinen durch den Schnittgrat, die durch normale Spreizung nicht wieder aufgehoben werden kann. In solchen Fällen hilft nur eine starke mechanische Verformung bis an die Grenze der plastischen Verformung, um eine solche Klammerung wieder zu lösen.

4.3 Die Haftkräfte

Soll die Platine mit einer Hubeinheit entnommen werden, so ist die spreizende Wirkung des Systems gewünscht. Jede Spreizwirkung hat jedoch auch eine Haftwirkung zur Folge, die wiederum nicht immer erwünscht ist. Um diese Haftwirkung zu kompensieren, werden gewöhnlich die Spreizmagnete an gegenüberliegenden Blechkanten angestellt, so daß sich die Haftkräfte kompensieren, die Spreizkräfte jedoch addieren. Wird das Blech aus dem Bereich der Spreizmagnete herausgehoben, so sorgen die Reluktanzkräfte für eine Kraftwirkung in entgegengesetzter Bewegungsrichtung. Sie versuchen somit das Blech festzuhalten; dieses wiederum kann zum Abriß der Platine von der Hubeinheit führen. Aus diesem Grunde werden oftmals elektromagnetische Spreizer eingesetzt, die dann gezielt ein- bzw. wieder ausgeschaltet werden können, um die Spreizwirkung nur dann zu haben, wenn diese auch gebraucht wird.

5. Die Kantenbelegung

Eine weitere Abhängigkeit der Spreizhöhe ist in der Kantenbelegung zu sehen. Hiermit ist die Summe der Spreizmagnetbreite der einzelnen Systeme, dividiert durch den Umfang des Bleches zu verstehen. Oder anders formuliert, die Angabe in Prozent von der Systemkantenbelegung zur gesamten Blechkantenlänge. Im Normalfall wird dort, wo der Spreizmagnet am Blech anliegt, dieses Blech auch in magnetische Sättigung gehen; d.h. eine Steigerung in der Spreizhöhe ist nur zu erreichen, wenn die Anzahl der eingesetzten Spreizmagnete erhöht wird, so daß die Kantenbelegung vergrößert wird. Um unterschiedliche Systeme miteinander vergleichen zu können, ist als letztes noch die Systembreite entscheidend, denn je größer die magnetische Polteilung gestaltet wird, umso tiefer kann das magnetische Feld auch in das Blech eindringen. Die Breite eines Spreizmagneten ist jedoch konstruktionsbedingt eingeschränkt. Global gilt die Aussage, daß ein Spreizmagnet mit hoher Haftkraft auch eine hohe Spreizleistung hat.

6. Die Einschaltdauer

Will man nun permanentmagnetische Spreizer mit elektromagnetischen Spreizern vergleichen, so muß zunächst berücksichtigt werden, bei welcher Einschaltdauer das erfolgen soll. Denn bei geringer Einschaltdauer kann die Stromdichte deutlich erhöht werden, denn letztendlich muß dafür gesorgt werden, daß die innenbefindlichen Spulen nicht zu heiß werden. Für den Fall, daß der Elektrospreizer 100% ED haben soll, kann sofort festgestellt werden, daß ein permanentmagnetischer Spreizer eine deutlich höhere Spreizleistung bei sonst gleichen Abmessungen hat. Bei ca. 20% bis 25% ED sind beide Typen vergleichbar. Bei 50% ED sind Vorteile in der Spreizleistung bei einem permanentmagnetischen Spreizer zu verzeichnen. Bei einer Entscheidung für den einen oder anderen Typ, sollten mehrere Parameter berücksichtigt werden, denn ggf. kann eine geringere Spreizleistung viel sinnvoller durch einen weiteren Spreizmagneten ausgeglichen werden. Werden z.B. Spreizmagnete aus konstruktiven Gründen nur einseitig an das Blechpaket gestellt, so macht sich eine wachsende Spreizleistung im Normalfall nicht bemerkbar, da die zusätzliche Spreizleistung durch die zusätzliche Haftleistung kompensiert wird und deshalb die Spreizhöhe infolge der Reibung nicht zunimmt.

7. Spulenberechnung

Aus der feldnumerischen Berechnung folgt eine max. Durchflutung Theta in A, woraus nun die konkreten Spulendaten bei gegebener Anschlußspannung wie folgt ermittelt werden:

Beispiel: Ein Spreizmagnet mit 3 Polen und somit 3 Spulen

- Elektrische Durchflutung Theta = 2200 A für jede Spule
- Spulenraumquerschnittsfläche: 1200 mm²

zunächst wird eine Windung angenommen, so daß $\Theta = I$ wird und damit

$$U' = R \cdot I = \rho \cdot L_m / (A \cdot F_{Cu}) \cdot I$$

mit F_{Cu} = Kupferfüllfaktor, ρ = spezif. Widerstand von Kupfer

L_m = mittlere Windungslänge u. A = Querschnittsfläche

$$= 0.0175 \text{ mm}^2 \cdot \text{Ohm/m} \cdot 0.266 \text{ m} / (1200 \text{ mm}^2 \cdot 0,55) \cdot 2200 \text{ A}$$

$$= 0.001566 \text{ V}$$

gewählte Anschlußspannung = 30V, somit ist die Anzahl der Windungen gegeben durch:

$$N = U / U' = 30 \text{ V} / 0.001566 \text{ V} = 1914 \text{ Wdg.}$$

Daraus ergibt sich der notwendige Drahtquerschnitt:

$$Ad = 1200 \text{ mm}^2 \cdot 0.55 / 1914 = 0.345 \text{ mm}^2$$

und danach der Drahtdurchmesser: $\varnothing = \sqrt{(4 \cdot Ad / \pi)} = 0.663 \text{ mm}$

Aus der Normreihe erhältlich ist ein Drahtdurchmesser von 0.67; dies stimmt sehr gut mit dem errechneten Wert überein. Der max. Strom durch den Drahtquerschnitt ergibt sich dann zu

$$I_0 = 2200 \text{ A} / 1914 = 1.15 \text{ A, wobei die Stromdichte}$$

$$j = 1.15 \text{ A} / 0.345 \text{ mm}^2 = 3.4 \text{ A/mm}^2 \text{ beträgt.}$$

An dieser Stromdichte erkennt man, daß der Elektrospreizer eine Einschaltdauer von 50% ED besitzt. Wenn alle 3 Spulen in Reihe geschaltet werden, ergibt das eine Anschlußspannung von 90VDC im Kaltzustand. Um diesen Strom auch im betriebswarmen Zustand fließen zu lassen, muß die Spannung ca. 25% höher liegen, da sich die Spulen erwärmen, wodurch der Widerstand steigt. Wenn also ein konstantes Magnetfeld bzw. eine konstante Spreizleistung erforderlich ist, so muß, von der Ansteuerung her gesehen, eine Stromkonstantregelung vorgesehen werden.

8. Verschiedene Anordnungen von Spreizmagneten

Abhängig von den Einbauverhältnissen in den Anlagen gibt es unterschiedliche Varianten, die Spreizmagnete anzuordnen. Die Anziehungskräfte der Spreizmagneten können auch zur Zentrierung der Platinen genutzt werden. Die verschiedenen Möglichkeiten sind in Bild 6 dargestellt:

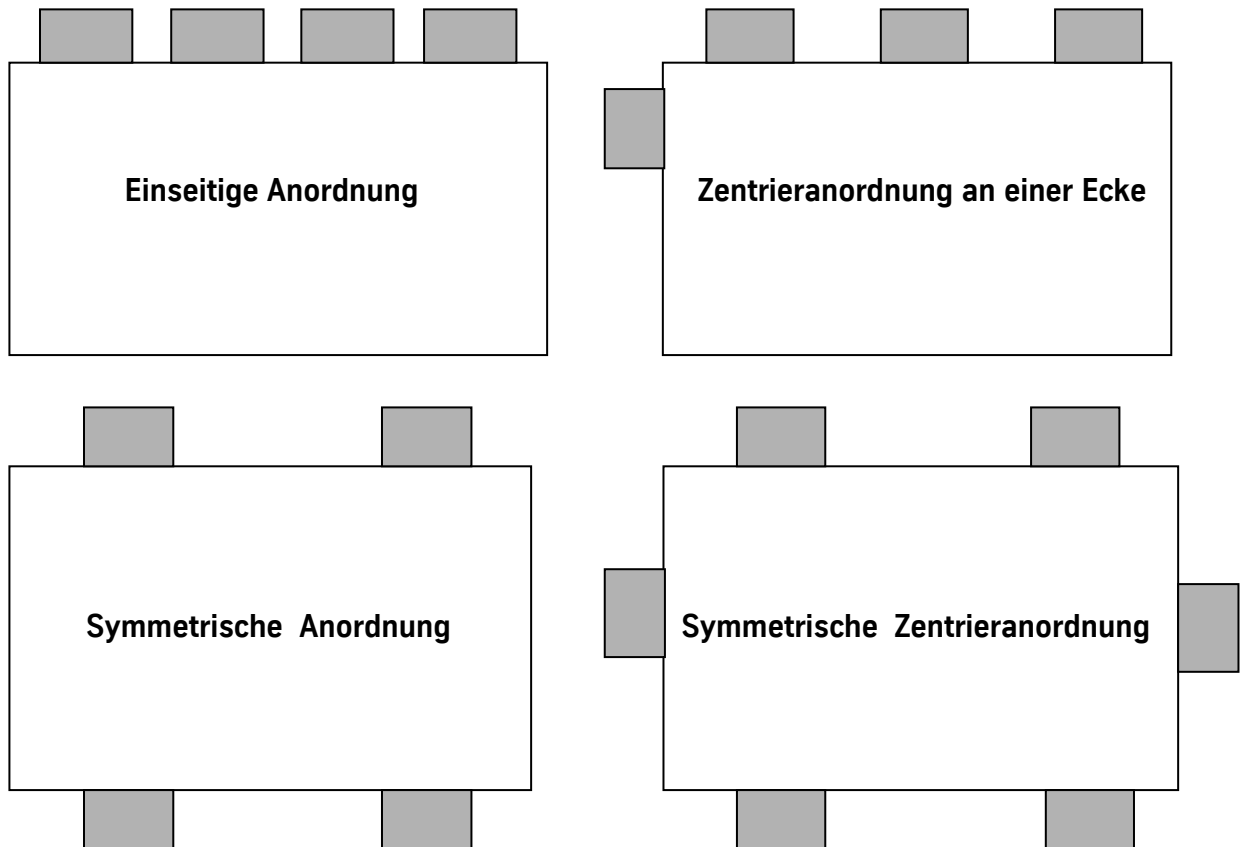


Bild 6: Beispiele verschiedener Anordnungen von Spreizmagneten

9. Die Abmessungen

Elektromagnetische Spreizer sind im Prinzip Elektromagnete mit speziellen Eisenpolen. Die Abmessungen beginnen bei einer Breite von 100mm, wobei die Systemhöhe, je nach Einsatzfall von 130mm bis zu 600mm betragen kann. Die Tiefe des Systems ist im Normalfall auf ca. 100mm beschränkt. Die max. Systembreite, bezogen auf ein System mit 4 Eisenpolen und somit auch 4 Spulen, kann bis zu 400mm reichen. In solch einem Fall kann ein Elektrospreizer Bleche bis zu 8mm spreizen.

Die Abmessungen eines dauermagnetischen Spreizers sind i.A. kleiner, auf Grund der enormen Haftkräfte, die nicht abgeschaltet werden können. Deshalb werden keine Systembreiten über 250mm bei einer Systemhöhe von 400mm gebaut. Bei kleinen Spreizmagneten gibt es kaum eine andere Wahl als dauermagnetische einzusetzen. Die kleinsten Abmessungen liegen bei einer Breite von 70mm mit einer Höhe von ebenfalls 70mm. In diesem Fall werden auch runde Geometrien wie Dosendeckel gespreizt. Eine Steigerung der Spreizwirkung kann dann immer noch durch die Wahl eines besseren Magnetwerkstoffes erreicht werden. In einem solchen Bedarfsfall wird der sonst übliche Ferritmagnet durch NdFeB- Magnete ersetzt.