

Die Entstapelung von Blechen mit Hilfe von Magneten

Die Entnahme von einzelnen Blechen von einem ganzen Blechstapel ist eine der Hauptaufgaben in der blechverarbeitenden Industrie. Dazu müssen die Platinen einzeln, der Reihe nach dem Stapel entnommen und der Weiterverarbeitung zugeführt werden. Magnete spielen bei diesem Prozeß eine wesentliche Rolle. Der typische Ablauf dafür soll an einem Beispiel aus der Automobilindustrie gezeigt werden.

Zunächst werden die Bleche von einem Coil mittels einer Presse oder einer Schere geschnitten und mit einer Stapelanlage zu Blechpaketen gestapelt. Diese Blechpakete werden dann zu einer Pressenstraße transportiert, in welcher aus den einzelnen Blechen die Teile eines Autos entstehen, wie zum Beispiel eine Tür, das Dach oder das Seitenteil eines Autos. Bevor die Platine jedoch in die Presse gelangt, muß sie von einem sogenannten „Platinenlader“ vereinzelt, d.h. dem Blechstapel entnommen und der Presse zugeführt werden. Dies Beispiel wurde gewählt, weil mehrere Typen von Magnetsystemen - schaltbar und nicht schaltbar- an diesem Fall erklärt werden können.

Die korrekte Zuführung des Blechstapels in die richtige Entstapelposition geschieht mittels Flurförderfahrzeugen, Kettenförderern und letztlich mit einem Hubtisch, der für die richtige Arbeitshöhe sorgt (siehe **Bild 1**). Die Abmessungen der Platinen liegen üblicherweise in der Blechstärke von etwa 0,5mm bis 3,0mm bei einer Blechfläche von 200mm*200mm bis 2000mm*2000mm.

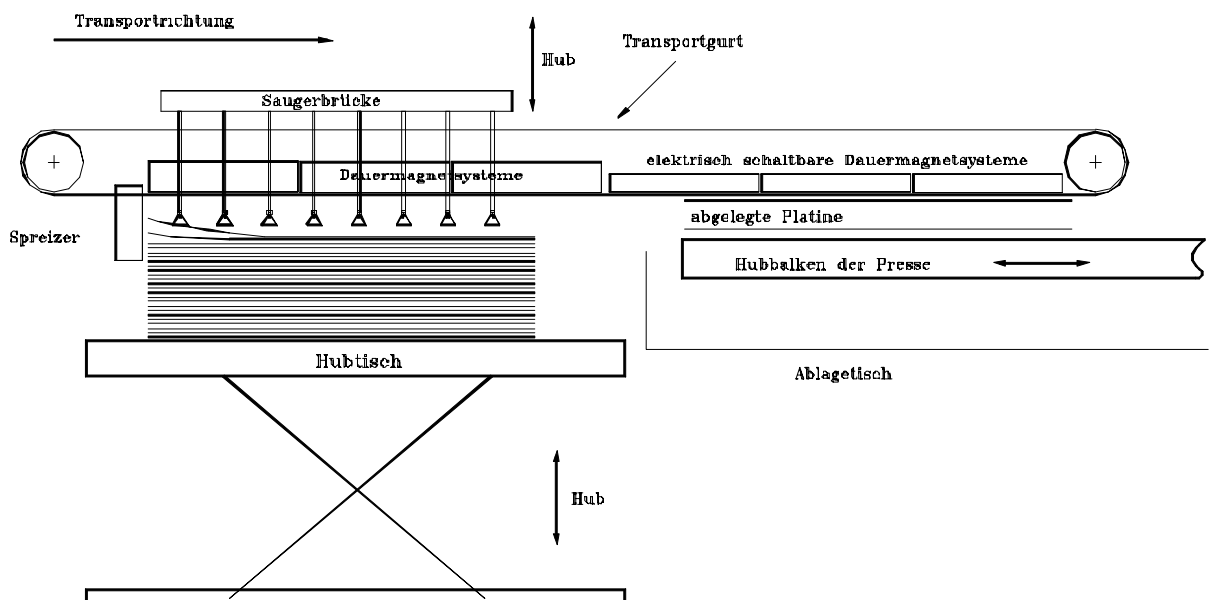


Bild 1: Prinzipdarstellung eines Platinenladers

Das Kernstück eines Platinenladens ist die Entnahmeeinheit und das Entstapeln. Dieser Vorgang wird sinnvollerweise durch Spreizmagnete unterstützt ⁽²⁾. Zur Entnahme von Blechen sind folgende Möglichkeiten praktikabel:

1. Einsatz von pneumatischen Saugern

Notwendige Voraussetzung hierfür sind eine entsprechende Luftaufbereitung, Saugbälge und eine recht aufwendige Saugerverstellung. Die zu entstapelnden Platinen können eine nahezu beliebige Geometrie besitzen und Stanzausschnitte aufweisen. Mit den pneumatischen Saugereinheiten ist deshalb eine ganz gezielte Einstellbarkeit der Sauger auf die Platinengeometrie notwendig. Jeder Sauger muß einzeln zu- oder abschaltbar sein; er besitzt ein eigenes Ventil für die Hubbewegung und für das Vakuum. Die gesamte Saugereinheit mit etwa 20 bis 40 einzelnen Saugern vollzieht einen Hub von der Oberkante des Stapels bis zur Transporthöhe. Durch das Nachtakten des Hubtisches kann die Oberkante des Stapels auf nahezu immer dem gleichen Niveau gehalten werden, so daß der Hub der Saugereinheit weitgehend konstant bleiben kann. Diese Lösung des Entstapelns hat sich in der Vergangenheit häufig bewährt und stellt den Stand der Technik dar. Deshalb soll diese Anordnung für den folgenden Vergleich der Systeme als Referenz herangezogen werden, auf welche sich alle Relativaussagen beziehen.

Nachteilig sind die kostenaufwendige Luftaufbereitung, der Verschleiß der Saugbälge und der Aufwand bei der Steuerung der einzelnen Sauger. Hinzu kommt, daß die Luft- bzw. Vakuumszuführung aufgrund des Hubes der gesamten Saugereinheit mit variablen Anschlüssen ausgeführt werden. Der wesentliche Vorteil dieser Lösung besteht in der gezielten Krafteinleitung in die oberste Platine, d.h. es erfolgt keinerlei Krafteinwirkung auf die darunter befindliche Platine. Mit einer solchen Einheit lassen sich etwa 20 Platinen pro Minute entstapeln.

Vorteile:

- nur die erste Platine auf dem Stapel erfährt eine Kraftwirkung
- Abschaltung der Haltekraft an der oberen Stellung ist problemlos möglich
- kein Verkratzen der Bleche, da weiche Saugnäpfe eingesetzt werden

Nachteile:

- Luftaufbereitung ist notwendig
- aufwendige Steuerung zur Auswahl und Ansteuerung der einzelnen Sauger
- Verschleiß der Saugbälge
- eine Hubbewegung ist notwendig
- relativ großes Gewicht der Saugereinheit, welche die Hubbewegung durchführt
- bei der Hubbewegung müssen die pneumatischen Anschlüsse mitbewegt werden

2. Einsatz von Magnetgreifern

An Stelle der einzelnen Sauger treten nun in der Größe ähnliche Dauermagnete (etwa 30mm*50mm). Sie haben den Nachteil, eine nicht so hohe Haftleistung zu erreichen wie die pneumatischen Sauger. Weiterhin besteht die Gefahr, daß die Außenhaut des Bleches beschädigt wird und Kratzer bekommt, wenn die Magnete nicht mit einer zusätzlichen Schutzschicht, z.B. Polyurethan, versehen sind. Diese Schicht verursacht allerdings einen Luftspalt, der die Haftleistung der Magnetgreifer weiter reduziert. Sind die Magnetgreifer zu stark, kann es vorkommen, daß zwei dünne Platinen auf einmal entnommen werden. Dies muß unbedingt vermieden werden.

Durch die Polteilung des Magnetgreifers kann Einfluß auf die Tiefenwirkung genommen werden, denn es gilt: Je mehr Pole pro Magnetfläche vorhanden sind, um so größer ist die Haftkraft bei dünnen Blechen, und um so geringer ist die Tiefenwirkung. Um ein 0,5mm dickes Blech sicher zu erfassen, müßte die Polteilung klein sein, der Magnet also viele Pole aufweisen, was eine geringe Tiefenwirkung bedingt. Dies ist bei so dünnen Blechen auch erwünscht, da nur eine Platine entnommen werden darf und nicht zwei. Ein Durchdringen des Magnetfeldes muß verhindert werden. Luftspalte zwischen Blech und Magnet sind bei einer solchen Anordnung allerdings zu vermeiden, da aufgrund der geringen Tiefenwirkung die Haltekraft dann stark reduziert würde.

Der Vorteil der Magnetgreifer gegenüber den Saugern liegt darin, daß kein Vakuum erzeugt werden muß und keine elektrischen Leitungen den Hub der Saugereinheit mitvollziehen müssen. Nachteilig ist allerdings, daß an der obersten Stellung der Magnetsaugereinheit die Platine von den Magnetgreifern abgerissen werden muß. Dies stellt i.a. jedoch keinen gravierenden Nachteil dar. Um eine aufwendige Verstellung der einzelnen Magnete weitgehend zu vermeiden und um eine größere Unempfindlichkeit gegenüber der Platinengeometrie zu erreichen, sollte die Magnetfläche deutlich größer werden.

Vorteile:

- einfache Steuerung, da Dauermagnete eingesetzt werden
- keine beweglichen Anschlüsse bei der Hubbewegung
- geringeres Gewicht der magnetischen Saugereinheit bei der Hubbewegung
- minimaler Verschleiß

Nachteile:

- eine Hubbewegung ist notwendig
- Platinen können verkratzt werden
- Haltekraft kann in der oberen Stellung nicht abgeschaltet werden.
- Einbringung der Haltekraft ist abhängig von der Systemauslegung
- aufwendige Verstellung der einzelnen Magnetgreifer

3. Dauermagnetische Leisten

Bei einer Breite von etwa 50mm und einer Länge von 500mm sind diese Magnetsysteme bedeutend größer als die zuvor genannten. In der Länge werden nun so viele Magnetsysteme aneinandergereiht, bis auch die längste Platine voll erfaßt wird. Mit fünf bis sieben Magnet Spuren nebeneinander kann dann die größte Platine sicher vom Stapel entnommen werden. Auch Stanzausschnitte spielen nun keine Rolle mehr, da immer noch genügend Blechfläche von der Magnetfläche erfaßt wird. Die Platine hat nun keinen direkten Kontakt mehr zum System, da das Magnetsystem entweder mit einem Edelstahl- oder Messingblech versehen ist, wodurch eine Beschädigung des Bleches vermieden wird. Diese Systeme wurden ebenfalls mit Erfolg eingesetzt und weisen eine höhere Unempfindlichkeit gegenüber der Platinengeometrie auf, da ohne Verstellungen sowohl kleinste als größte Bleche entnommen werden können. Am Hubende erfolgt jedoch immer noch zwangsweise ein Abreißen der Platine vom Magnetsystem. Insbesondere durch den Einsatz von Magnetwerkstoffen aus der Selten-Erd-Gruppe läßt sich das Gewicht der Magnete niedrig halten. Deshalb ist auch in diesem Fall eine höhere Entnahmegeschwindigkeit möglich.

Vorteile:

- einfache Steuerung, da Dauermagnete eingesetzt werden
- keine beweglichen Anschlüsse bei der Hubbewegung
- geringeres Gewicht der magnetischen Saugereinheit bei der Hubbewegung
- minimaler Verschleiß
- eine aufwendige Verstellung der Magnetzeilen entfällt

Nachteile:

- eine Hubbewegung ist notwendig
- Haltekraft kann in der oberen Stellung nicht abgeschaltet werden.
- Einbringung der Haltekraft ist abhängig von der Systemauslegung

4. Dauermagnetische Hubbalken

Diese sind noch breiter als die Magnetleisten (etwa 120mm) und damit auch schwerer. Hierbei ist es nun möglich, den Hub der Magnetbalken konstant zu halten. Dies geschieht auf einfache Weise mittels eines Kurbeltriebes. Der Hubtisch übernimmt nun allein die Aufgabe des Nachtaktens, so daß die oberste Platine des Stapels immer auf etwa der gleichen Höhe ist. Drei bis fünf solcher Magnetbalken, die sich über die gesamte Länge der Platine erstrecken, reichen für eine sichere Entstapelung der üblichen Abmessungen aus. Bedingt durch die nun sehr große Magnetfläche, spielen kleine Luftspalte keine Rolle mehr, und es wird eine völlige Unabhängigkeit von der Blechgeometrie erreicht. Die Einfachheit der Steuerung und die nicht mehr notwendigen Verstellungsarbeiten sind wesentliche Pluspunkte dieser Lösung. Außerdem reicht es, die Hubbewegung einseitig zu realisieren, indem nur der vordere Teil des magnetischen Hubbalkens bis auf die Platine abgesenkt wird. Unterstützt durch elektromagnetische Spreizmagnete, wird die Platine regelrecht vom Stapel abgeschält und an den Hubbalken gezogen; hierdurch wird die Gefahr der Doppelplatinen weitgehend eliminiert. Der Hubbalken kann darüber hinaus direkt mit einem Transportriemen (Zahnriemen) versehen werden, so daß keine separate Transporteinheit notwendig wird. Aufgrund der einfachen Hubbetätigung ist auch in diesem Fall eine größere Entnahmegeschwindigkeit möglich.

Vorteile:

- einfache Steuerung, da Dauermagnete eingesetzt werden
- keine beweglichen Anschlüsse bei der Hubbewegung
- konstante, nur einseitige Hubbewegung der magnetischen Saugereinheit
- minimaler Verschleiß
- Kombination des Hubbalkens mit dem Transportgurt ist möglich
- keine Luftaufbereitung

Nachteile:

- eine Hubbewegung ist notwendig
- Einbringung der Haltekraft ist abhängig von der Systemauslegung

All diese Magnetlösungen haben jedoch noch einen Nachteil. Ihre Haltekraft ist weitgehend konstant, da sie durch die Dauermagneten vorgegeben ist und deshalb nicht optimal an die unterschiedlichen Platinendicken angepaßt werden kann. Da die Blechdicke von 0,5mm bis 3,0mm variiert, bedeutet das, daß auch die Haltekraft um den Faktor 6 variabel sein sollte. Durch eine geeignete feldnumerische Magnetsystemauslegung, d.h. Optimierung der Polzahl des Magnetsystems, seiner Breite (Tiefenwirkung) und der Wahl des richtigen Magnetmaterials, kann ein sinnvoller Kompromiß gefunden werden, der für einen bestimmten Bereich der Blechdicke ausreichend ist.

Dennoch besteht das Problem der fehlenden Einstellbarkeit der Haltekraft. Legt man die Magnetsysteme auf die max. Haltekraft bei 3mm Platinen aus, so kann man sicher sein, daß bei einer 0,5mm dicken Platine mindestens 2 Platinen gleichzeitig vom Stapel entnommen werden. Es muß also ein Kompromiß gefunden werden, der dem gesamten Spektrum genügt. Die bisher beschriebenen Dauermagnetlösungen sind immer dann geeignet, wenn die Blechdicken nicht so stark variieren. Um eine Lösung für alle Fälle zu erhalten, wurde eine Einstellbarkeit der Haltekraft entwickelt.

5. Elektrisch einstellbare Dauermagnete

Diese Lösung ist verwandt mit Punkt 2 und Punkt 3. Statt der dauermagnetischen Greifer werden in der Haftkraft einstellbare, monostabile Magnetsysteme eingesetzt ⁽¹⁾. Sie besitzen eine Haftfläche von 30mm*90mm und sollen an dieser Stelle wegen ihrer universellen Einsetzbarkeit etwas ausführlicher beschrieben werden.

Die Funktionsweise beruht auf dem Prinzip der Feldverdrängung, d. h. daß bei Stromfluß das Magnetfeld des Dauermagneten abgeschaltet ist, somit entgegengesetzt zu Elektromagneten funktioniert. Durch den Einsatz moderner Magnetwerkstoffe konnten geringe Abmessungen realisiert werden. Die Optimierung dieses Systems erfolgte im Hinblick auf hohe Haftkräfte, eine geringe Tiefenwirkung und einen niedrigen Kompensationsstrom. Da die Platinen oft direkt (ohne Luftspalt) am System hängen, muß für eine sehr gute Kompensation gesorgt werden; d.h. die Resthaftkräfte müssen minimiert werden. Diese Forderung läßt sich nur mit einer Stromkonstantregelung erzielen, welche die Spulenerwärmung ausgleicht. Die Wahl des Magnetmaterials ist auf diese Forderung ebenfalls abgestimmt. Das Magnetsystem besteht aus einem Dauermagneten der Selten-Erd-Gruppe und einer Spule. Mit dieser kann das Dauermagnetfeld reduziert werden bis zur vollständigen Kompensation. Der prinzipielle Aufbau des Magnetsystems ist in **Bild 2** dargestellt.

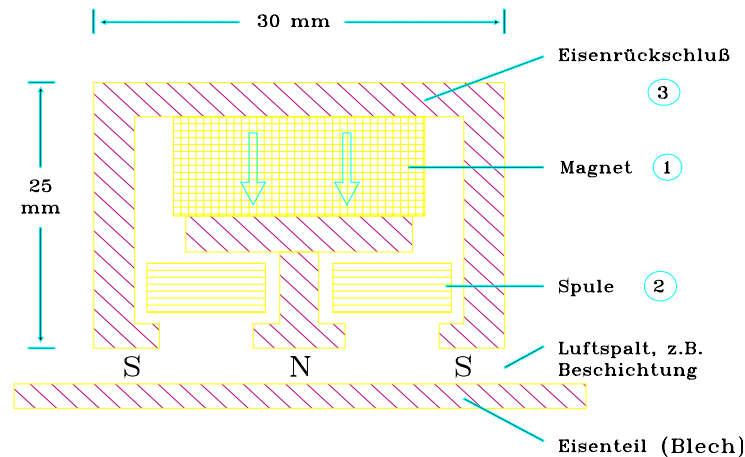


Bild 2: Monostabiles Verdrängungssystem mit 1=Magnet, 2=Spule und 3=Eisenteilen

Der Entnahme vom Platinenstapel liegt folgende Problematik zugrunde.

Im allgemeinen sorgen Spreizmagnete für ein Auffächern der oberen Bleche, so daß jeweils nur das oberste Blech eines Stapels von den Magnetsystemen erfaßt wird. Doppelplatinen, d.h. die Aufnahme von zwei Blechen gleichzeitig, müssen unbedingt vermieden werden. Hierfür ist es notwendig, eine einstellbare Haftkraft und damit Tiefenwirkung zu erzielen. Zur Ablage sollte die Haftkraft wieder kompensiert werden. Das Platinenspektrum reicht in aller Regel von 0.5mm bis hin zu 3mm Blechdicke, wobei dann das System folgende widersprüchliche Forderung erfüllen muß:

- a) es dürfen keine zwei 0.5 mm dicken Bleche entnommen werden
- b) eine 3 mm dicke Platine muß sicher entnommen werden.

Um diese Forderungen in einem System zu erfüllen, muß dieses dann in weiten Grenzen einstellbar sein. Dazu dimensioniert man das System so, daß im stromlosen Zustand mit einer entsprechenden Sicherheit nur *eine* 0.5mm dicke Platine entnommen wird. Für größere Blechdicken läßt man den Strom in unterstützender Richtung fließen, so daß bei einem Strom, welcher dem halben Kompensationsstrom entspricht, die Haftkraft bereits verdoppelt wird. Ein Strom in der gleichen Größe wie der Kompensationsstrom, aber unterschiedlicher Richtung, würde die Haftkraft ca. vervierfachen.

Auch diese Version wurde bereits mit Erfolg eingesetzt. Sie besitzt den Vorteil, am oberen Ende der Hubbewegung abschaltbar zu sein, so daß ein Abreißen der Platine von den Magnetsystemen vermieden werden kann und damit eine saubere Übergabe an den Längsförderer ermöglicht wird. Da bei dieser Anordnung kein Vakuum auf- oder abgebaut werden muß, ist auch hier eine etwas größere Entnahmegeschwindigkeit möglich.

Vorteile:

- Einstellbarkeit der Haltekraft auf eine bestimmte Blechdicke
- Abschaltung der Haltekraft an der oberen Stellung problemlos möglich
- kein Verkratzen der Bleche, da beschichtete Systeme eingesetzt werden
- relativ geringes Gewicht der Hubeinheit

Nachteile:

- eine Hubbewegung ist notwendig
- elektrische Anschlüsse bei der Hubbewegung
- aufwendige Verstellung und elektrische Ansteuerung der einzelnen Magnete

Bei allen oben genannten Lösungen besteht jedoch der Nachteil, daß eine recht aufwendige Hubeinheit für die Magnetsysteme geschaffen werden muß. Es liegt somit nahe, auf die Hubbewegung zu verzichten und die Bleche von einem Elektromagnetsystem anspringen zu lassen und lediglich den Hubtisch, auf dem das Blechpaket liegt, nachzutakten, so daß die Paketoberkante immer einen definierten Abstand zum Elektromagneten hat. Befindet sich das Blech erst einmal am Magnetsystem, so kann es hängend weitertransportiert und der Presse zugeführt werden.

6. Spezielles Magnetsystem für Nah- und Fernwirkung

Auf dieses Magnetsystem soll im folgenden näher eingegangen werden, da es mehrere Funktionen in sich vereint.

Dieses System dient in seiner speziellen Ausführung zum Entstapeln von ferromagnetischen Blechen und wird vorteilhafterweise in seiner Wirkung von elektrisch steuerbaren Spreizmagneten⁽³⁾ unterstützt. Sinn und Zweck dieses Magnetsystems ist es, aus einem möglichst großen Abstand ferromagnetische Platinen berührungslos anzuheben und anschließend sicher zu halten. Die Magnetsysteme befinden sich dabei direkt über einem Blechpaket aus Einzelplatinen. Um diese Aufgabe optimal zu erfüllen, besteht das Magnetsystem aus einem permanentmagnetischen und einem elektromagnetischen Teil. Zum 'Ansaugen' der Platine wird der elektromagnetische Teil aktiviert, und für das sichere Halten bzw. den Weitertransport ist der permanentmagnetische Teil zuständig.

Diese Kombination hat den Vorteil, daß nur zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt (nämlich während des Ansaugens) ein kurzer Stromstoß benötigt wird. Da die Stromflußzeit klein bleiben kann und damit auch die Einschaltdauer (ED) des elektromagnetisch wirkenden Teils, ist die ED in normalen Einsatzfällen kleiner als 20%. Dadurch lassen sich sehr hohe Stromdichten erzielen; dies macht sich kurzzeitig in einer sehr großen magnetischen Saugwirkung bemerkbar. Hierdurch wird die Platine vom Stapel gehoben und springt an das Magnetsystem, an dem sie dann permanentmagnetisch gehalten wird. Natürlich läßt sich dieses Magnetsystem auch überall dort einsetzen, wo kurzzeitig sehr hohe Haftkräfte gefordert werden.

6.1 Funktionsprinzip

Der prinzipielle Aufbau des Systems ist in **Bild 3** angegeben. Man erkennt die spezielle Anordnung der 4 Permanentmagnete und die Spule. Die Permanentmagnete führen den magnetischen Fluß derart durch die Eisenstücke, daß sich dieser jeweils an der Systembodenplatte selbst behindert. Das führt dazu, daß nahezu kein Streufluß erzeugt wird und somit

der gesamte vom Permanentmagneten ausgehende Fluß aus dem Magnetsystem austreten muß und damit zum sicheren Haften der darunter befindlichen Platine beiträgt. Hierdurch wird das Magnetvolumen optimal in Haftwirkung umgesetzt. Darüber hinaus hat diese spezielle Anordnung der Magnete den Vorteil, daß nur eine der Magnetdicke entsprechende Polteilung zum Tragen kommt und nicht die der Systembreite entsprechende.

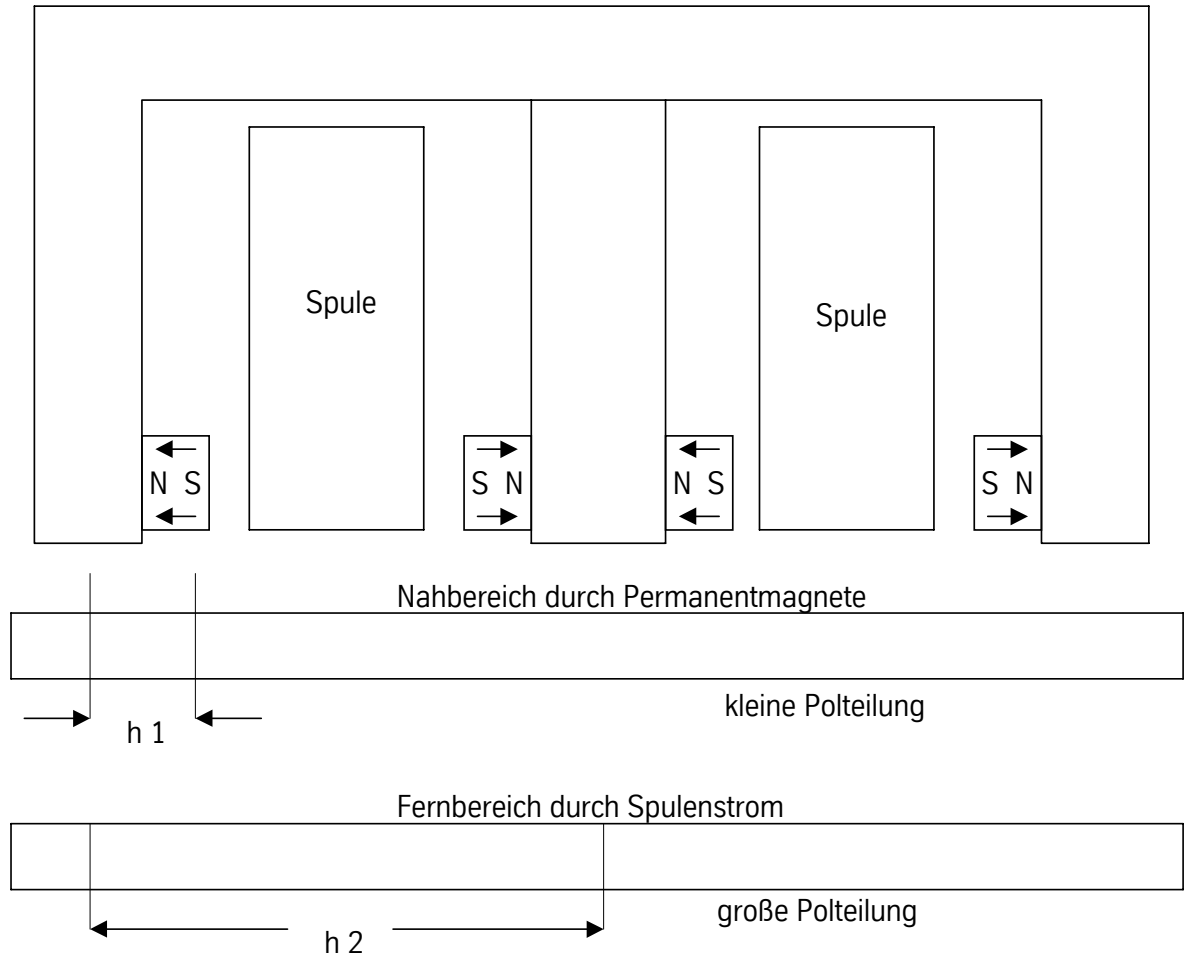


Bild 3: Darstellung der zwei Polteilungen in einem System

Permanentmagnetischer Teil

Da die Polteilung ein Maß für die Tiefenwirkung des Magnetsystems ist, bedeutet dieses, daß der permanentmagnetische Teil des Systems nur eine geringe Reichweite haben soll, aber dafür sogar bei dünnen Platinen eine hohe Haftkraft. Denn bei dünnen Platinen kann aufgrund der Eisensättigung die Haftkraft/Fläche nur noch durch eine höhere Anzahl an Magnetpolen erhöht werden, und genau diese Tatsache führt dann zu der Feinpolteilung. Die Feinpolteilung hat nur noch eine geringe Tiefenwirkung. Dieses entspricht auch dem Anwendungsfall in einem Platinenlader, denn das soeben angehobene Blech muß sicher weitertransportiert und der Presse zugeführt werden. Dadurch gibt es einen Zustand, in dem sich keine Platine unter dem permanentmagnetischen System befindet, aber auf der anderen Seite noch ein Vorrat an Platinen als Blechpaket direkt unterhalb der Systeme. Eine zu große Reichweite des permanentmagnetischen Systemteils würde in einem solchen Moment unkontrolliert eine Platine vom Stapel holen können; dieses würde dann zu einer Störung der Anlage führen. Der permanentmagnetische Teil des Systems muß also eine kurze Reichweite (kleine Polteilung) und eine hohe Haftkraft aufweisen.

Elektromagnetischer Teil

Diesem Systemteil kommt die Aufgabe zu, eine Platine gezielt vom Stapel zu holen (magnetisches Ansaugen). Aus dem oben Erwähnten geht bereits hervor, daß nun eine große Polteilung vorliegen sollte, um eine große magnetische Reichweite zu erhalten. Dieses wird optimal durch die Spule erreicht, die nun den permanentmagnetischen Kreis überlagert und ihrerseits eine Polteilung erzeugt, die der halben Systembreite entspricht und damit, je nach Ausführungsform, ca. um den Faktor 6 größer ist als die durch den permanentmagnetischen Teil hervorgerufene. Das Magnetsystem entspricht somit einem Magnetsystem mit zwei Polteilungen, die je nach Anwendungsfall eingesetzt werden können, wobei die geringe Reichweite dem permanentmagnetischen Teil und die große Reichweite dem elektromagnetischen Teil entsprechen. Diese spezielle Systemanordnung ist zum Patent angemeldet unter der Nummer: PS 38 22 842 ⁽⁴⁾

6.2 Ansprungsverhalten

Die entscheidenden Parameter für das Ansprungsverhalten sind:

- die Ansprunghöhe
- die Platinendicke
- die Platinengeometrie
- die homogene Massenverteilung in Bezug auf die Magnetsysteme
- die Schiefelage der Platinenoberfläche zu den Magnetsystemen
- die Klebeeffekte
- die Blechdynamik

Da es sich während des Ansaugens um einen dynamischen Vorgang handelt, sind alle oben genannten Parameter auch unter dem Einfluß ihres dynamischen Verhaltens zu sehen und nicht nur statisch, obgleich definitive Aussagen zu den einzelnen Parametern nur statisch getroffen werden können. So ist z.B. in **Bild 4** die Ansprunghöhe in Abhängigkeit von der Platinendicke aufgetragen, wobei eine Flächenbelegung von 36% zugrunde gelegt wurde. Als Ansprunghöhe ist der Abstand zu verstehen, bei dem das Blech gerade noch - entgegen seiner Schwerkraft- an das Magnetsystem anspringt. Dies gilt nur für den statischen Fall bei der angegebenen Flächenbelegung und für eine Einzelplatine ohne zusätzliche Unterstützung durch Spreizmagnete. Die Stromstärke der Spule ist so bemessen, daß eine ED von 20% sichergestellt werden kann, ohne das System zu beschädigen. Bei einer kleineren ED könnte der Spulenstrom vergrößert werden, wodurch auch die Ansprunghöhe vergrößert würde.

Unter 'Flächenbelegung' ist das Verhältnis zwischen der aktiven Fläche des Magnetsystems und der Platinenfläche zu verstehen. Eine Flächenbelegung von 50% bedeutet, daß die Platinenfläche doppelt so groß ist wie die des Magnetsystems. Ebenfalls aus **Bild 4** ersichtlich ist die Ansprunghöhe des rein permanentmagnetisch wirkenden Systemteils. Aus der Differenz der beiden zugehörigen Kurven gleicher Blechstärke ist der Bereich der sicheren Entstapelung erkennbar. Dieser sollte möglichst groß sein, um den von unten nachtaktenden Hubtisch nicht ständig in der Höhe optimieren zu müssen; dieses würde einen vorzeitigen Verschleiß bedeuten. Auch sollte dieser Bereich bei verschiedenen Blechstärken noch ausreichend groß sein, damit der Hubtisch - beim Wechsel einer Blechstärke - keine andere Einstellung vornehmen muß.

ANSPRUNGHÖHE / BLECHDICKE (ohne Spreizmagnete)

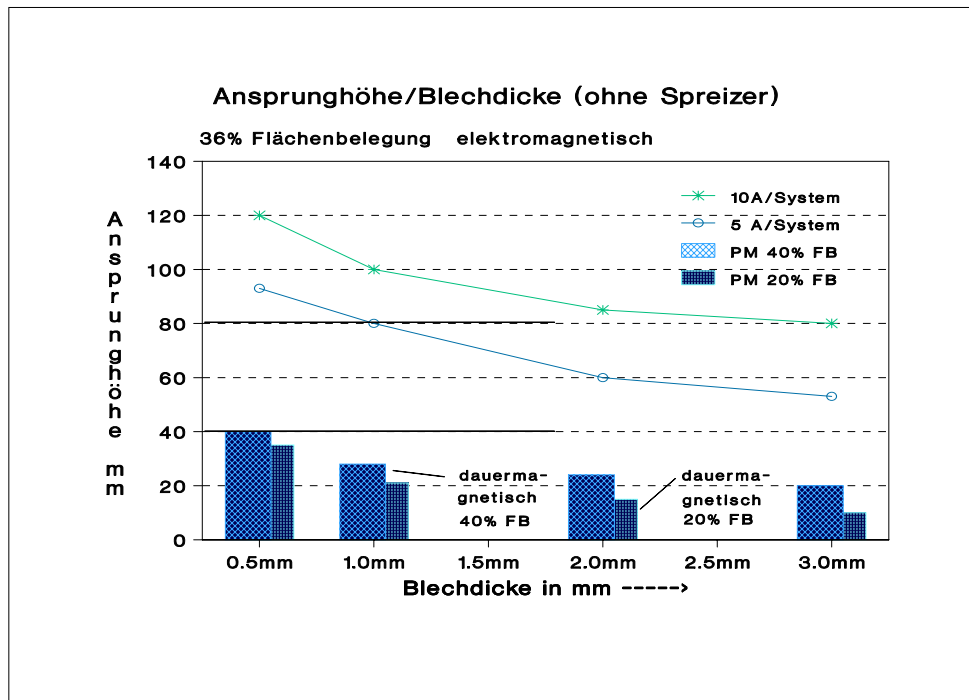


Bild 4: Ansprungshöhen des elektromagnetischen Systemteils im Vergleich zum permanentmagnetischen

Die Platinengeometrie und damit die Massenverteilung spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle beim Ansprungsverhalten. Das Magnetsystem kann nicht homogen über die Platinenmasse wirken, da die gesamte Saugereinheit aus mehreren Einzelsystemen besteht, die allerdings möglichst gleichmäßig über der Platinengeometrie angeordnet sein sollten. Ausschnitte und Löcher in den Platinen sorgen für eine inhomogene Massenverteilung, und das Magnetsystem kann nur an den Stellen wirksam werden, an denen sich auch ferromagnetisches Material befindet. Ein Magnetsystem direkt über einem großen Platinenausschnitt trägt somit nicht zur Saugerwirkung bei. Dadurch bedingt kann es zu einem ungleichmäßigen Ansaugen der Platine kommen und zum Versatz. Ein Versatz ist auch zu befürchten, wenn z.B. durch Gratbildung die Oberfläche des Blechpaketes nicht parallel zu der Fläche der Magnetsysteme verläuft, denn die Platine wird immer mit der am nächsten zur Magnetsystemfläche liegenden Stelle als erstes am System anschlagen, und der Rest der Platine wird sich aufgrund der Reibung danach ausrichten.

Des Weiteren können Klebeeffekte der eingöhlten Platinen für einen Versatz sorgen. Die Platinen liegen im Allgemeinen zu einem Blechpaket übereinandergestapelt und eingöht längere Zeit im Lager, bis sie zur Weiterverarbeitung gelangen. Durch das Platinengewicht wird das Öl aus dem Stapel wieder zum Teil herausgepreßt, und der noch verbleibende Ölfilm kann mit der Zeit unter dem Druck verharzen. Mitunter kleben dann zwei Platinen fest zusammen. Es ist somit leicht einzusehen, daß dieser Klebeffekt ebenfalls zu einem Versatz führen kann, selbst wenn die Kanten der Platinen von Spreizmagneten aufgebogen werden. Eine Verbesserung der Blechdynamik wird durch den Einsatz von elektrisch steuerbaren Spreizmagneten erreicht, welche durch den Spreizeffekt die Saugerwirkung unterstützen ⁽²⁾.

Anhand der angegebenen Parameter wird deutlich, daß über die Saugerleistung dieser speziellen Magnetsysteme keine allgemeingültige Angabe gemacht werden kann, da die Saughöhe im Realfall von vielen dynamischen Faktoren beeinflusst wird, die nicht reproduzierbar festgehalten werden können. Es bleibt somit nur die Festlegung auf Spezialfälle, um in diesem Gesamtzusammenhang einen Überblick geben zu können.

Unterstützung durch Spreizmagnete

Wie schon weiter oben erwähnt, haben diverse Faktoren einen Einfluß auf den Saugeffekt. Um diesen in positiver Hinsicht zu verbessern und damit die unzulänglichen Nebeneffekte zu minimieren, bedarf es außer des 'Saugersystems' noch eines elektrisch steuerbaren Spreizmagnetsystems, um die Haftwirkung abschalten zu können, denn der Spreizeffekt ist auch immer mit einem Hafteffekt verbunden. Ein weiterer Grund ist in der spontanen Wirkung zu sehen. Durch das Spreizen des Blechpaketes wird die zuoberst liegende Platine etwas in Richtung auf die Saugersysteme angehoben. Somit unterstützen sich Spreiz- und Saugwirkung. Diese positive Wirkung der Spreizmagnete hört jedoch sofort auf, wenn die Platine die obere Kante des Spreizmagneten erreicht hat. Hier wird nun eine Reluktanzkraft wirksam, welche versucht, die Platine festzuhalten. Deshalb ist es unbedingt erforderlich, den Spreizmagneten in diesem Moment abzuschalten, damit das Saugersystem jetzt allein wirksam wird. Eine Optimierung des Zeitverhaltens zwischen Spreizmagneten und Saugersystemen bringt ein sinnvolles Zusammenwirken beider Effekte.

Es entsteht hierdurch ein ganz ähnlicher Effekt wie bei der Anwedung von magnetischen Hubbalken, nämlich ein Abschälen der oberen Platine vom darunter liegenden Stapel.

Die Erfahrung lehrt, daß Spreizmagnete notwendig sind, um die auftretenden Klebeeffekte zu minimieren. Die elektrische Schaltbarkeit ergibt sich aus der Forderung, daß die beim Verlassen der aktiven Spreizzone auftretenden attraktiven Kräfte abschaltbar sein müssen. Der Saugeffekt kann noch weiter optimiert werden, wenn mit einer geeigneten Ansteuerelektronik dafür gesorgt wird, daß der Gesamtdynamik des Saugens Rechnung getragen wird. Da die Spreizmagnete in diesem Anwendungsfall ebenfalls nur eine geringe Einschaltdauer (ED) aufweisen, kann bei ihnen die Stromdichte deutlich erhöht werden, denn auch hier wird eine ED von 30% im Normalfall nicht überschritten. Somit liefert ein schnelles Schalten der elektromagnetischen Systemteile mit einer zeitoptimierten Ansteuerung einen deutlichen Dynamikgewinn, der sich in einer vergrößerten Ansprunghöhe oder zumindest in einer erhöhten Funktionssicherheit bemerkbar macht. Der Erfolg einer solchen Optimierung ist in **Bild 5** zu sehen. Wieder gilt auch hier die Voraussetzung einer Einzelplatine im statischen Fall, allerdings mit der Unterstützung von vier elektrisch steuerbaren Spreizmagneten, die mit ihrer Fläche eine Kantenbelegung von 36% ausmachen.

Durch die unterstützende Wirkung der Spreizmagnete kann der Bereich der sicheren Entstapelung um ca. 30mm erhöht werden, so daß sowohl ein 0,5mm dickes Blech als auch ein 3mm dickes Blech mit einer Einstellung des Hubtisches entnommen werden kann.

ANSPRUNGHÖHE / BLECHDICKE (mit Spreizmagneten)

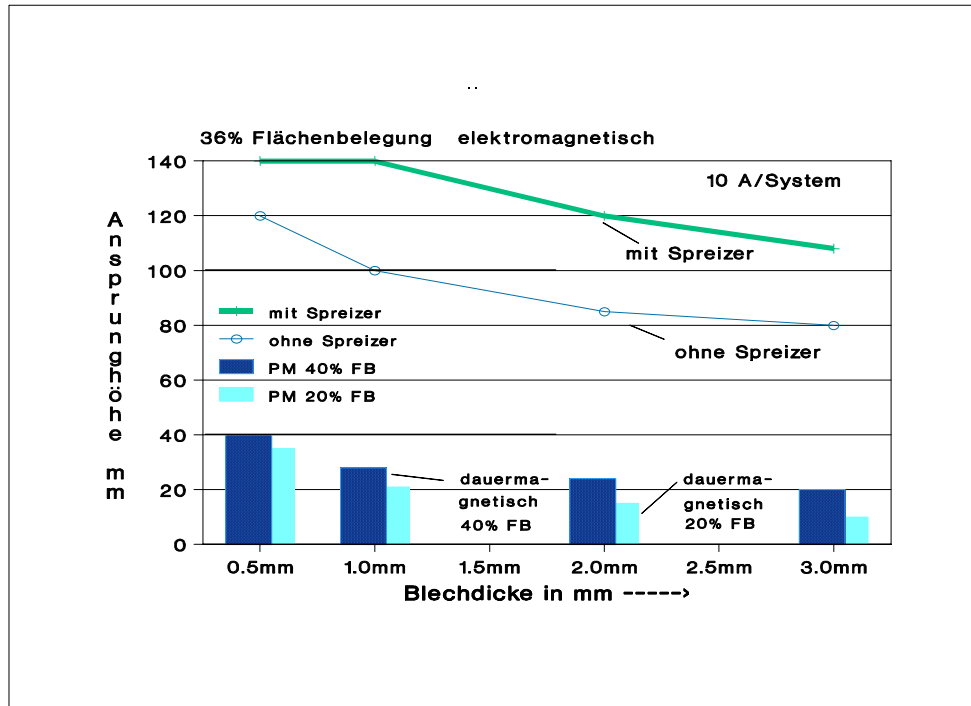


Bild 5: Darstellung der unterstützenden Wirkung der Spreizmagnete

Vorteile:

- Einstellbarkeit der magnetischen Saugwirkung auf eine bestimmte Blechdicke
- kein Verkratzen der Bleche
- keine Hubbewegung der Saugereinheit notwendig
- keine Luftaufbereitung nötig
- große Unabhängigkeit von der Platinengeometrie

Nachteile:

- Elektronische Steuerung der Saugwirkung und zeitliche Abstimmung mit den Spreizmagneten sind notwendig

LITERATUR:

- 1) Cassing, W.: Bleche mit schaltbaren Magnetsystemen stapeln. Werkstatt und Betrieb 129 (1996) 4, S. 284ff.
- 2) Cassing, W.: Spreizmagnete helfen Bleche zu entstapeln. Werkstatt und Betrieb 129 (1996) 10, S.908ff.
- 3) Hübner, K.-D.: „Elektrospreizmagnetsystem“ Patentschrift PS 36 15 186 vom: 05.05.1986
- 4) Cassing, W.: „Magnetsystem für Nah- und Fernwirkung“ Patentschrift PS 38 22 842 vom: 06.07.1988