

Trocknen von Beschichtungen mittels Elektronenstrahlen

INHALT

- 1. Einleitung**
- 2. Bestrahlungsparameter**
- 3. Erzeugung und Wirkung von Elektronenstrahlen**
- 4. Vorteile der Elektronenstrahlvernetzung**
- 5. Anlagenbau**
- 6. Marktübersicht für Elektronenbeschleuniger bis 300 kV**
- 7. Zusammenfassung**

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

1. Einleitung

Das Aushärten /Vernetzen von in flüssigem Zustand aufgetragenen Lacken zu gebrauchsfähigen Oberflächenschichten wird als Lackhärtung bezeichnet. Diese Lackhärtung kann durch

- Lufttrocknung (physikalische Trocknung, oxidative Vernetzung, Luftfeuchtigkeitshärtung) erfolgen.

Bei der Ofen- oder Infrarottrocknung werden diese Reaktionen durch Wärme ausgelöst bzw. beschleunigt.

Herkömmliche Lacksysteme mit Lösungsmittel sind bekannt und über Jahrzehnte in ihrer Verarbeitung und Qualität gewachsen. Durch diese lange Zeit des Einsatzes und Weiterentwicklung haben diese Lacke eine sehr hohe Qualitätsstufe erreicht. Den Nachteil dieser Lacke, sehr hohe Immissionen und Spaltprodukte bei der Trocknung kann man nur durch eine entsprechende Abluftreinigung entgegenwirken. Diese Investitionen zur Abluftreinigung und Unterhaltung muss in die Kalkulation mit einbezogen werden.

- Polymerisierbare Lacksysteme können auch mit Ultraviolett- oder ionisierender Strahlung gehärtet werden, diese Systeme sind in der Regel Lösemittelfrei.

Für die UV-Vernetzung, bei der üblicherweise Quecksilberdampf-Lampen als Lichtquellen benutzt werden, sind v.a. Acryl- und bestimmte Polyesterlacke geeignet. Diesen müssen sogenannte Photoinitiatoren zugesetzt werden, die bei der Photolyse Radikale liefern. Die UV-Strahlung kann überall dort bedenkenlos zur Trocknung und Vulkanisation eingesetzt werden, wo das "Licht" hinkommt; d.h. die zu durchstrahlenden Schichten müssen für die entsprechenden Wellenlängen durchsichtig sein. so dass auch nach einer der Schichtstärke entsprechenden Weglänge genügend UV-Leistung zur Strahlenvernetzung des Beschichtungsmaterials vorhanden ist. Immer ist auch die nicht unerheblich vorhandene Infrarotstrahlung hilfreich für die Lacktrocknung. Diese Wärmebelastung kann jedoch für das Produkt belastend wirken.

Die Lackhärtung durch Elektronenstrahlen (Elektronenstrahlhärtung = ESH, oder electron beam curing = EBC) kann monomerhaltige Lacke zu harten, widerstandsfähigen Filmen polymerisieren. Photoinitiatoren sind bei ESH Lacken nicht notwendig. Die Elektronenstrahlung zur Vernetzung von Lacksystemen kann überall dort eingesetzt werden wo die Elektronen die Lackschicht erreichen und durchdringen können, das sind vor allem flächige Produkte, jedoch unabhängig von Farbe; Pigment oder anderen Füllstoffen solange die Schichtstärke nicht die nutzbare Reichweite der Elektronen übertrifft. Für die Kalkulation der Eindringtiefe der Elektronen d. h. der Lackschichtstärke gibt es genaue Kurven aus denen die Parameter zur Elektronenbestrahlung festlegbar sind.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Von der Chemie werden zu Beschichtungen Produktgruppen angeboten

- Lösungsmittelarme Systeme mit hohem Feststoffanteil
- Wasserhaltige Beschichtungsstoffe
- Beschichtungen mit festen Harzen in Pulverform

- 100%-Systeme - lösemittelfreie, ungesättigte Acrylatharze,
- wasserverdünnbare /-verdünnte strahlenhärtende Bindemittel
- ungesättigte Polyesterharze

Den ersten drei Methoden gemeinsam ist, dass man für die Ausbildung des trockenen Lackfilmes Wärme, und Zeit im Sekunden oder Minutenbereich benötigt. Auch bei der UV Härtung ist Zeit notwendig und z. T. der Wärmeeintrag hilfreich.

Die Lackhärtung / Polymerisation mit ESH erfolgt unter Ausschluss von Sauerstoff in Bruchteilen von Sekunden zu einer sofort gebrauchsfähigen Oberfläche. Der Wärmeeintrag ist minimal, meist ist die freigesetzte Wärme durch die Polymerisation (Reaktionswärme) des Lackes größer.

Bei der Elektronenstrahlhärtung läuft der Vernetzungsprozess kontrolliert ab, d. h. schon vor der Produktion kann bestimmt werden welche Vernetzungsverteilung in der Schichtstärke erreicht wird. Dazu gibt es eindeutige Parameter die in Kurven dargestellt werden können, und über die gesamte Betriebszeit gültig sind. Nachlassende Emission durch Alterung oder Verschmutzung wie bei UV Lampen gibt es bei ESH nicht. Ebenso ist es möglich die Dosis zu variieren und die Lackschicht nur teilweise zu vernetzen.

2. Bestrahlungsparameter

Die Vernetzung durch Elektronenbestrahlung wird durch 3 Größen bestimmt.

- Beschleunigungsspannung (kV)
- Elektronenstrom (mA)
- Transportgeschwindigkeit (m/min)

Über die Beschleunigungsspannung wird die Geschwindigkeit der Elektronen „eingestellt“, je höher die Spannung um so schneller die Elektronen. Schnellere Elektronen haben eine größere Reichweite und damit eine größere Eindringtiefe im Objekt. Diese Einstellung der Eindringtiefe erlaubt eine Anpassung an die zu bestrahlende Schichtstärke und Verhinderung einer Schädigung bei empfindlichen Trägermaterialien.

Die Absorption der Elektronen hängt nur von der Massendicke ab, d. h. die Elektronen dringen ungehindert von Pigmenten, anderen Zuschlagstoffen, oder sogar Metallfolien durch die zu bestrahlende Schicht hindurch. Der Wert ist für jede Beschleunigungsspannung berechenbar.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Über den Elektronenstrom wird die applizierte Dosis und der Durchsatz der Anlage bestimmt. Dosis (D) und Elektronenstrom (I) sind direkt proportional und hängen mit der Transportgeschwindigkeit (V) der Anlage wie folgt zusammen.

$$D = I / V$$

Zur Berechnung der Dosis wird noch ein Anpassfaktor (k) verwendet. Dieser k- Faktor ist Abhängig von der Bauart der Maschine, Verlust im Elektronenaustrittfenster, Abstand zum Produkt, Beschleunigungsspannung, usw. Diese Parameter sind in der Steuerung hinterlegt, so dass bei jeder Einstellung zur Produktion die eingestellte Dosis erreicht wird. Die Bestimmung des k-Faktors erfolgt meist durch Dosismessungen bei bestimmten Anlagenparametern.

$$D = k * I / V$$

Über diese Formel ist eine Qualitätssicherung möglich. Der Elektronenstrom wird nach der Geschwindigkeit geregelt, dadurch erhält man in allen Produktionsphasen einschließlich An- und Abfahren der Anlage die gleiche Dosis d. h. reproduzierbare Produkte. Werden diese Parameter kontrolliert so kann immer eine Aussage über die Dosis stattfinden.

Zur Messung der applizierten Dosis gibt es entsprechende Messverfahren. Das sind meist sogenannte Foliendosimeter in denen ein bestrahlter Film ausgewertet wird. Über einen in der Messfolie enthaltenen Farbstoff der sich Dosisabhängig verfärbt kann ein Messwert in kGy ausgegeben werden. Solche Messgeräte stehen als eigene Entwicklung unseren Kunden zur Verfügung. Das Messverfahren eignet sich sowohl über die Fläche des Produkts als auch in der Tiefe (Lackschicht).

3. Erzeugung und Wirkung von Elektronenstrahlen

Elektronen werden im Vakuum erzeugt, und beschleunigt. Aus einem Wolfram- Glühdraht werden Elektronen emittiert, über ein Spannungsfeld abgezogen und nachbeschleunigt. Bei Beschleunigern zur chemischen Vernetzung bei denen die Produkte an Luftatmosphäre transportiert werden, müssen die Elektronen an Luft austreten damit sie das entsprechende Objekt erreichen können, dies erfolgt über ein Elektronenaustrittfenster.

Die Trennung Vakuum / Luft erfolgt durch eine dünne Titanfolie. An Luft besitzen die Elektronen die Reichweite r_0 . Die Reichweite ist Abhängig von der Beschleunigungsspannung und wird in der Praxis in g/m^2 angegeben. Die Kurve in der die Dosisverteilung in der Tiefe des Produkts abgebildet wird ist die Penetrationskurve, die Kurvenform bleibt für jede Spannung erhalten.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

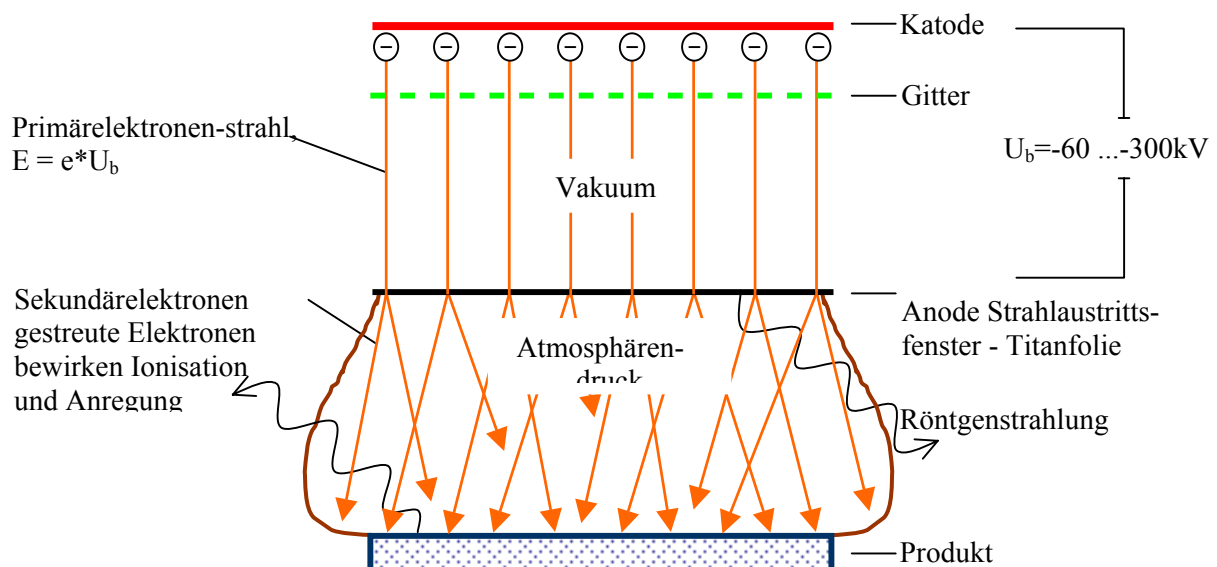
Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Die Wegestrecke der beschleunigten Elektronen bis zur Lackschicht verläuft :

- im Vakuum ungehindert bis zur Titanfolie
- durch die Titanfolie hier werden die Elektronen abgebremst und verlieren Energie, dadurch muss die Fensterfolie gekühlt werden.
- Die Luftstrecke bis zum Objekt hier werden die Elektronen ebenfalls abgebremst und gestreut. Es gibt Elektronen in allen Richtungen bevorzugt jedoch in der Beschleunigungsrichtung.
- Die Lackschicht, (bzw. Objekt) hier entstehen die für die Vernetzung wichtigen Sekundärelektronen im Energiebereich zwischen 3 und 50 eV. Sie sind langsam genug, d. h. der Wirkungsquerschnitt ist groß genug, um Moleküle zu ionisieren und Radikale zu bilden. Dadurch kommt es zur Vernetzung und Polymerisation. Der Dosisverlauf in der Tiefe der Lackschicht wird durch die Dicke der Lackschicht und der Beschleunigungsspannung bestimmt.

Die restliche Reichweite der Elektronen verläuft im Trägermaterial.

Bild 1 Prinzipielle Darstellung Erzeugung und Wirkung des Elektronenstrahls



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Bild 2 Reichweite der Elektronen für verschiedene Beschleunigungsspannungen.

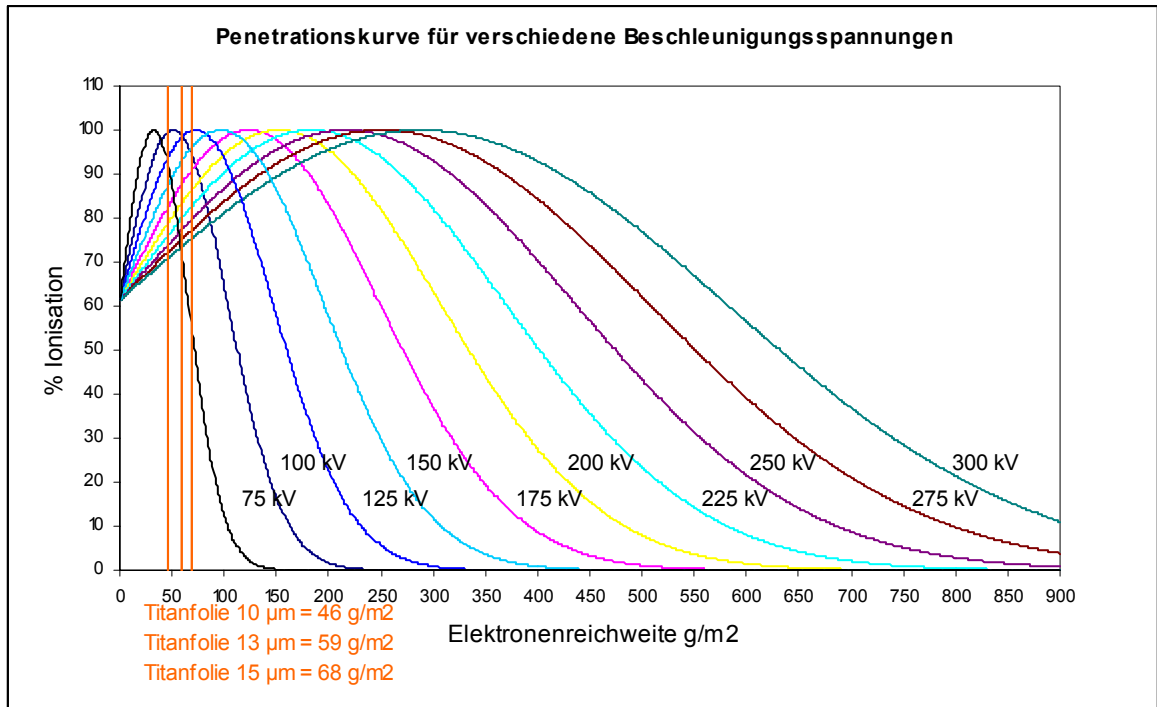
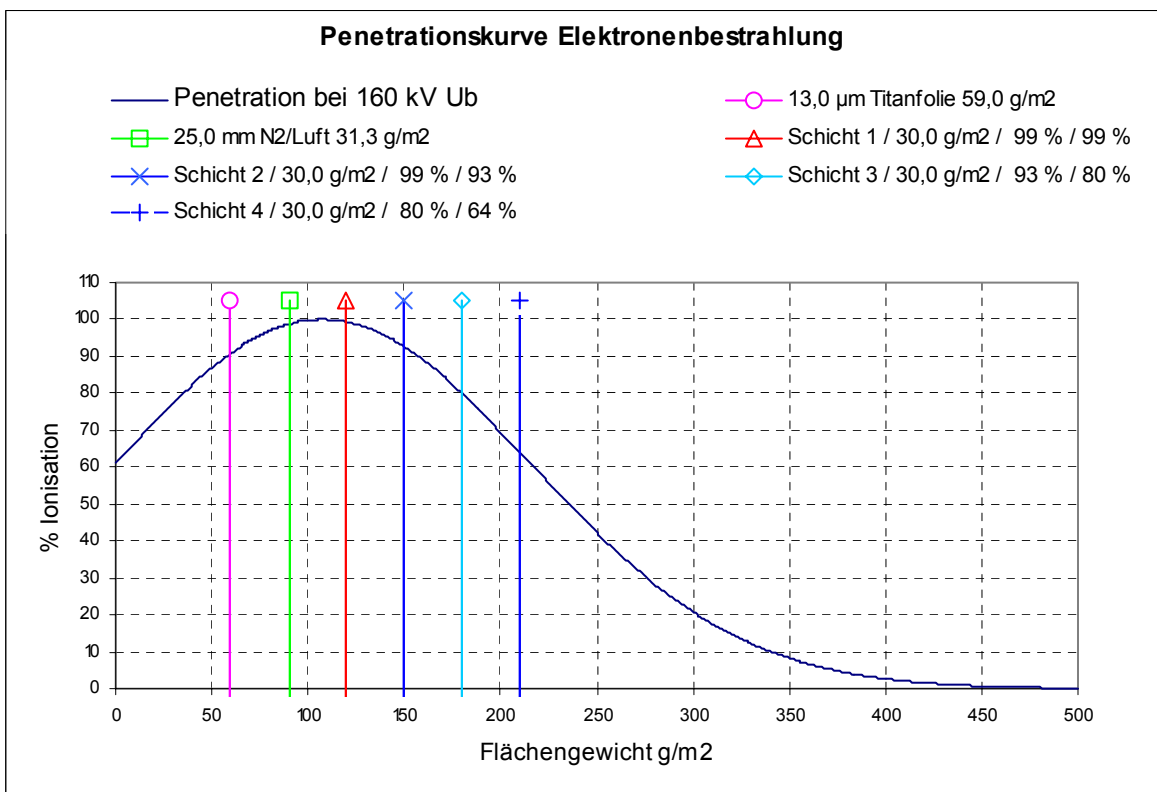


Bild 3 Verteilung der Dosis über die Wegestrecke der Elektronen bei 160 kV, und einer 120 g/m² Lackschicht in 30 g/m² Schritten.



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
 Skyttevägen 42
 SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
 +46 (0)35 15 71 30
 Telefax
 +46 (0)35 14 82 06

Germany
 Brühlstraße 7
 DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
 +49 (0)7473 920 281
 Telefax
 +49 (0)7473 920 282

Bild 4 Die nutzbare Reichweite im Bereich 80 kV bis 300 kV für 50 % und 80 % Ionisation.

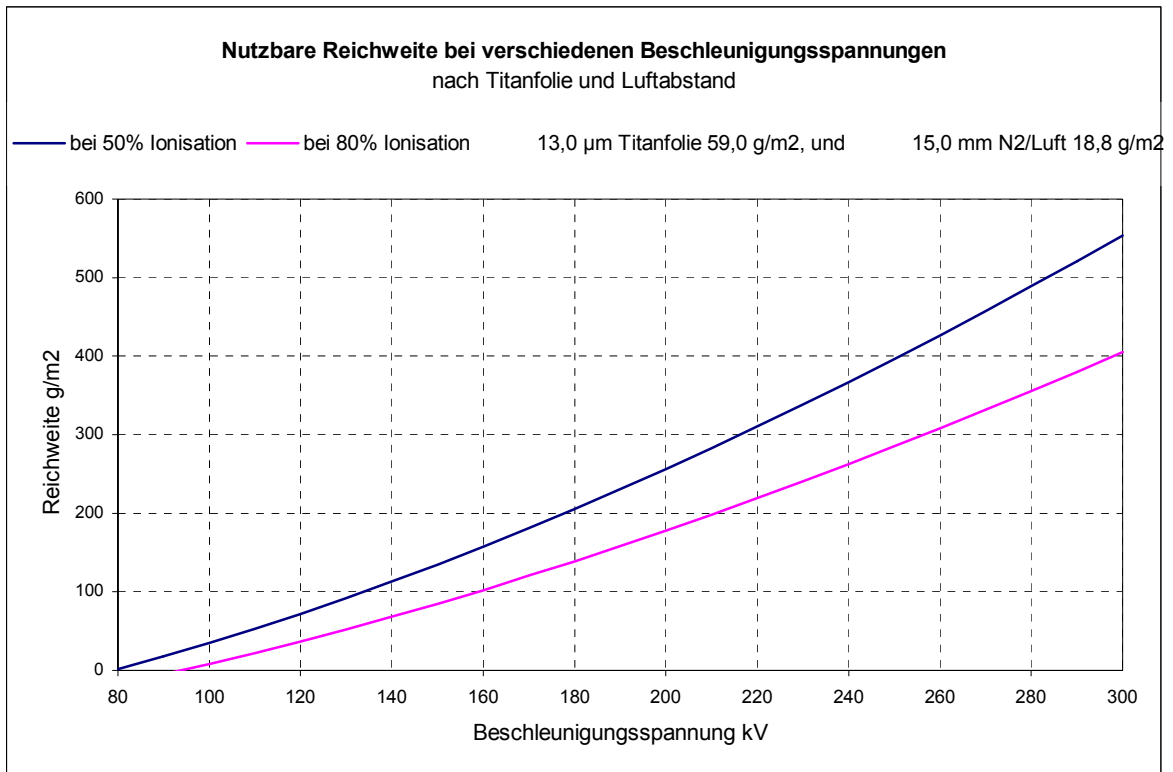
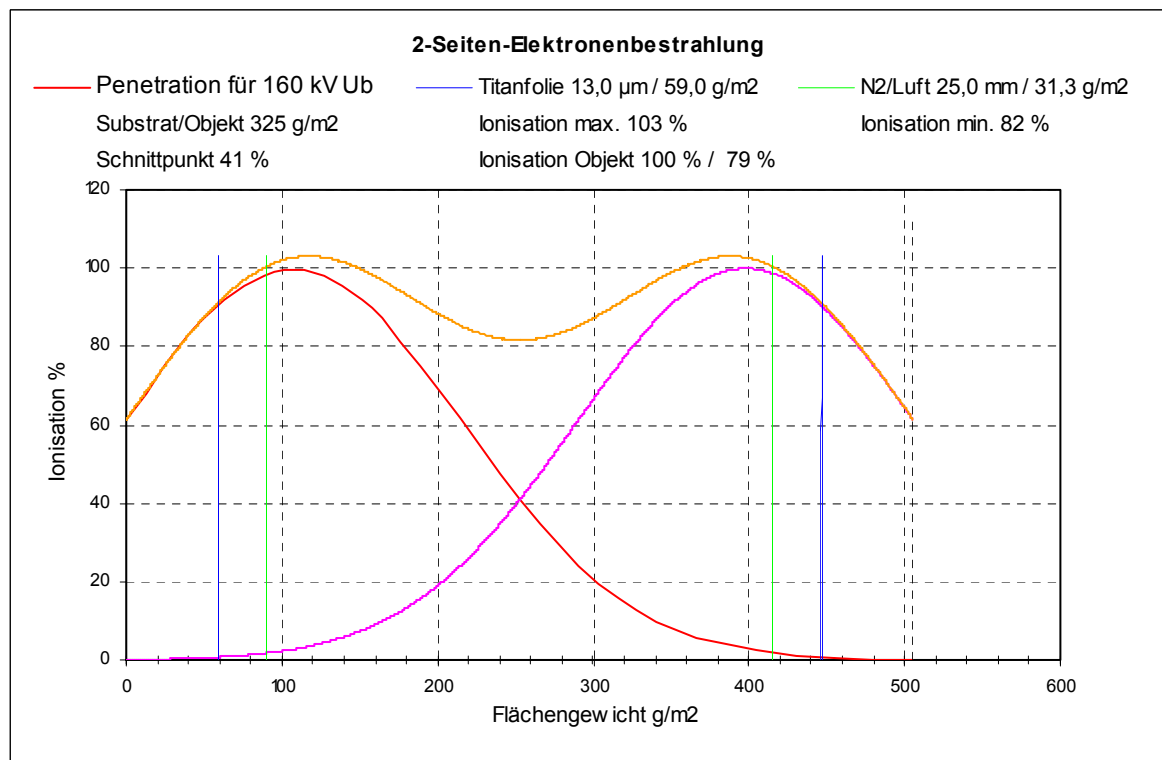


Bild 5 Die nutzbare Reichweite bei einer 2- Seitenbestrahlung. Am Beispiel mit 80 % Ionisation ca. 3- fache Reichweite gegenüber einseitiger Bestrahlung.



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Durch die Streuung der Elektronen an Luft ist es möglich mit angepassten Parametern auch lackierte Kanten mit zu vernetzen, selbst Formteile sind möglich.

Treffen Elektronen auf Objekte entsteht Röntgenstrahlung, wesentlich ist hier die sogenannte Röntgen-Bremsstrahlung. Ihre Energie ist abhängig von der Beschleunigungsspannung kann aber nie größer sein als die der Primärelektronen. Durch eine Bleiblechabschirmung die in der Stahlkonstruktion der Anlage integriert ist wird die Röntgenstrahlung abgeschirmt.

Die Einheit der applizierten Dosis wird in der Maßeinheit Gray (Gy) angegeben. Die von 1 kg Material aufgenommene Energie ist $1\text{Gy} = 1\text{J/g}$. Übliche Dosen für die Lackvernetzung sind 20 – 60 kGy.

Bei der ESH Vernetzung treten im Substrat durch die eingebrachte Energie keine nennenswerten Wärmeeinwirkungen auf.

$$10\text{ kGy} = 10\text{ J/g} = 2,4\text{ cal/g}$$

Bei dickeren Lackschichten ist die frei werdende Wärme durch die Polymerisation größer als die eingebrachte Wärme durch die Strahlleistung.

4. Vorteile der Elektronenstrahlenvernetzung

- Keine Lösungsmittlemissionen
- Arbeiten ohne Photoinitiatoren, teilweise ohne Monomere.
- Keine Probleme bei Penetration des Lackes in den Untergrund innerhalb der nutzbaren Elektronenreichweite (einstellbar über die Spannung)
- Nur geringe Temperaturerhöhung durch den Bestrahlungsprozess; dadurch kein Austreten niedrigsiedender Komponenten aus dem Beschichtungsmaterial.
- Anwendung bei wärmeempfindlichen Substraten:
- Geringer Energieverbrauch
- Hohe Reproduzierbarkeit des Bestrahlungsprozesses, auch während dem Hoch- und Niederfahren der Anlage; dadurch geringer Materialverlust.
- Exakte Einhaltung der Vernetzungs- und Vulkanisationsbedingungen durch hohe Dosisgenauigkeit, in der Tiefe des Materials, sowie über die Produktionszeit.
- Wesentliche Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit gegenüber Wärmebehandlungsmethoden.
- Geringer Platzbedarf
- Vollständige Vernetzung, keine nicht abgesättigten Monomere
- Es ist ein kontrollierter Prozess
- Keine Probleme bei pigmentierten Lacken
- Lackvernetzung auf der Rückseite des Trägermaterials möglich
- Es ist ein sauberer Prozess.
- Bei der Bestrahlung entstehen keine Emissionen.
- Schnelle Vernetzung ohne Einwirkung von Wärme
- Produkt sofort weiter verarbeitbar

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

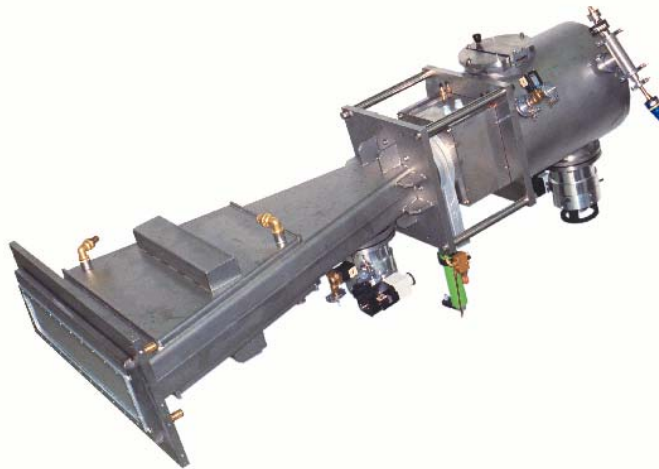
Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Elektronenstrahler sind täglich im Einsatz im Spannungsbereich von einigen KeV (z. B. Bildröhren) bis 10 MeV Beschleunigungsspannung (zur Sterilisation und Vernetzung sehr dicker Schichten, einige cm).

Die Elektronenbeschleuniger die industriell zur Lackvernetzung für Platten und Folienmaterial eingesetzt werden haben max. 300 keV Beschleunigungsspannung. (niederenergetische Beschleuniger).

Bild 6 Niederenergetischer Beschleuniger, Scannertyp, ohne Abschirmung.
Mit Vakuumpumpen und Vakuummesseinrichtung.
Beschleunigungsspannung 80 – 300 keV



Einsatzgebiete der niederenergetischen Elektronenbestrahlung

Flexible Materialien

- Vulkanisation oder Vernetzung von druckempfindlichen Klebstoffen
- Hochglanzlackierung von Papieren
- Release- Beschichtungen
- Druckfarben, evt. mit Überzugslack
- Vernetzen von Filmen und Folien (z. B. Verpackungsindustrie)
- Herstellung von Filmen aus der Flüssigphase
- Papiermetallisierung (Überzuglacke)
- Stabilisierung von Gummi-Rohmaterialien
- Vernetzen von Kabelisolation
- Vernetzen von Laminierklebstoffen
- Sterilisation

Plattenförmige Materialien

- Decklackierung von Türen
- Beschichtungen von Rohplatten in der Holzindustrie
- Deckschichten für Laminatfußboden

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

- Platten zur Außenanwendung
- Platten zur Innenanwendung im Nassbereich
- Sterilisation

Dreidimensionale Teile

- Vernetzung / Aushärtung beschichteter Kanten und Flächen in der Holzindustrie
- Rundum- Vernetzung von beschichteten Leisten
- Bestrahlung von O-Ringen und Dichtelelementen zur Verbesserung der Reibungseigenschaften
- Vernetzen dünner Isolationen von Drähten und Kabeln
- Vernetzen von Schaumstoffen
- Vernetzung von Kunststoffteilen
- Sterilisation

5. Anlagenbau

Der Anlagenbau wird geprägt von der Röntgenabschirmung. Die Abschirmung der im innern der Anlagen entstehenden Röntgenstrahlung wird in der Röntgenverordnung (RöV vom 08.01.1987, Neufassung vom 30. April 2003) geregelt. Elektronbeschleuniger werden als sogenannte Störstrahler behandelt.

Die Strahlung darf außerhalb der Anlage bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Dieser Grenzwert ist so bemessen dass die Anlage ganz abgeschirmt werden muss, und außerhalb der Abschirmung keine Strahlung gemessen werden kann. Kritische Bereiche sind der Material Ein und Auslauf, die bei entsprechender Konstruktion ebenfalls die Strahlendichtheit Gewährleisten.

Der in der RöV festgeschriebene Grenzwert besagt, es darf max. 1 $\mu\text{Sv/h}$ (Mikrosievert) in 10 cm Abstand zur berührbaren Oberfläche gemessen werden. Ein Röntgengerät (z. B. die übliche Gepäckkontrolle) darf 7,5 $\mu\text{Sv/h}$ abstrahlen. Der 0-Wert durch natürliche Strahlung (Höhenstrahlung) liegt im Mittel bei 0,3 $\mu\text{Sv/h}$, in manchen Bundesgebieten durch natürliche Umweltbedingungen deutlich darüber.

In der Praxis hat sich bei den niederenergetischen Anlagen ein Stahlbau mit entsprechender Bleiaufgabe zur Abschirmung bewährt. Alle Anlagenbauer verwenden diese Konstruktion. Die Bleidicke ist vor allem abhängig von der max. Beschleunigungsspannung und in geringerem Maße vom max. Strahlstrom.

An Flächen ist die Abschirmung kein Problem, Türen müssen überlappen und die Bahnführung zur Material Ein und Ausführung muss so konstruiert sein dass durch 2 bis 3-fache Brechung des Röntgenstrahls eine Abschwächung auf „Null“ erreicht wird.

Die Abschirmkabine enthält außer des Beschleunigers die Bahnführung und im Fensterbereich eine Inertgaseinrichtung.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

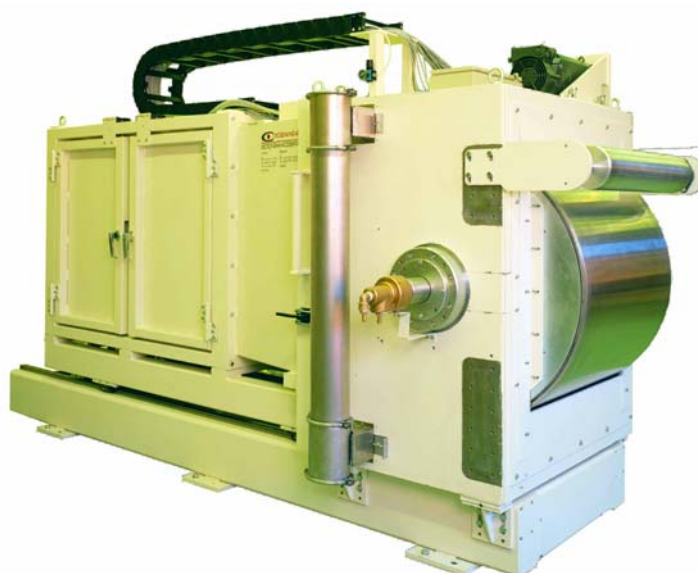
Die industriellen Anlagen müssen jedoch je nach Anwendungsfall unterschiedlich ausgeführt werden das sind im wesentlichen:

- Anlagen für flexibles Material, Bild 7, und 8.
- Anlagen für Plattenmaterial oder Paneelen ,Bild 9 und 10
- Anlagen für dreidimensionale Teile
- Anlagen zur Bestrahlung von Gasen
- Anlagen zur Bestrahlung von Flüssigkeiten
- Laboranlagen, Bild 11, 12, 13

Bild 7 ESH Anlage (Scannertyp) zur Bestrahlung von bahnförmigem Material.
Das Material läuft über eine Kühlwalze im inneren der Abschirmung.



Bild 8 ESH Anlage (Scannertyp) zur Bestrahlung von bahnförmigem Material.
Kühlwalze, strahlendicht aus der Abschirmung ragend, das ermöglicht zusätzliche Verfahrensapplikationen.



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

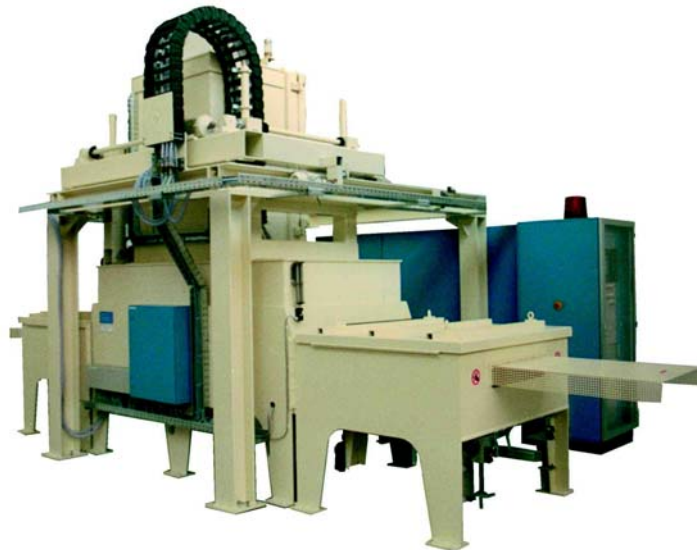
Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Der Transport bei Anlagen zur Plattenlackierung können verschieden ausgeführt sein, z. B. durch Absenken des Transports, Winkelübergabe usw.

Bild 9 ESH Anlage zur Bestrahlung von Plattenmaterial. Die Abschirmung von Ein und Auslauf erfolgt über „Bogen- Transport“.



Bild 10 ESH Anlage zur Bestrahlung von Plattenmaterial. Die Abschirmung von Ein und Auslauf erfolgt über Schleusen. Sehr kurze Baulänge.



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Laboranlagen oder Labor -Pilot -Produktionsanlagen sind in den verschiedensten Ausführungen in Betrieb.

Oft ist es so dass Folien (von Rolle zu Rolle) oder / und Plattenförmige Produkte entwickelt werden sollen, die Anlagen jedoch nicht für beide Produkte in der Bahnführung ausgelegt sind. Wir haben eine ESH- Laboranlage entwickelt die für beide Anwendungen geeignet ist.

ESH Laboranlage zur Bestrahlung von Folienmuster, Plattenmaterial und dreidimensionale Teile.

Transport über Wagen (Batchbetrieb), oder auch im Durchlauf für Pilotproduktion. Sehr kurze Baulänge.

Bild 11



Ub 80 - 300 kV
Strahlstrom 30 mA
Arbeitsbreite 400 mm



ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Durch Zusatz einer Kühlwalze entsteht eine kombinierte Laboranlage für Batch und Durchlaufbetrieb.

Bild 12



Bild 13



Elektronenbeschleuniger können in allen Lagen betrieben werden, bevorzugt jedoch horizontal bis senkrecht.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

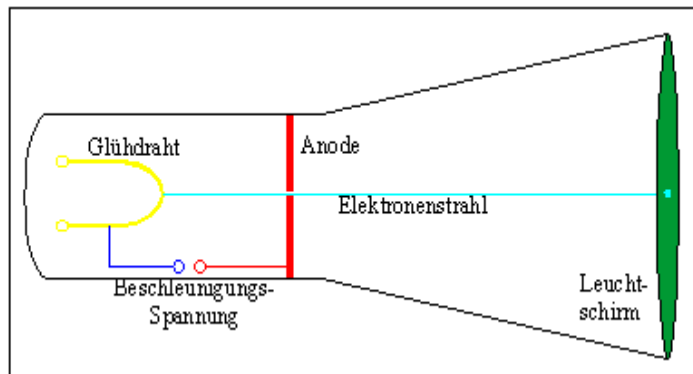
Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

6. Marktübersicht für Elektronenbeschleuniger bis 300 kV

Auf dem Markt werden zwei verschiedene Systeme von Beschleunigern angeboten. Die Bauart der Beschleuniger unterscheidet sich, jedoch nicht die Wirkung der Elektronen.

Scanner –Elektronenbeschleuniger

diese Systeme arbeiten wie eine Bildröhre. In der Braunschen Röhre sind die elektrisch geladenen Teilchen Elektronen. Diese werden durch den glühelektrischen Effekt aus einem Glühdraht herausgelöst. Dieser Glühdraht dient gleichzeitig als Kathode. Legt man zwischen dieser und einer Anode eine Beschleunigungsspannung an, können die Elektronen beschleunigt werden und treffen als Elektronenstrahl den Leuchtschirm.



Nach einem ähnlichen Prinzip funktioniert auch der Linearbeschleuniger. Aus einer Punktkathode wird der Elektronenstrahl emittiert, und mit hoher Frequenz über das Elektronenaustrittsfenster gescannt. Durch eine dünne Metallfolie (Titanfolie) die im Elektronenaustrittsfenster über ein wassergekühltes Stützgitter gespannt ist, werden die Elektronen vom Vakuum an Luft herausgeführt. Vor der Titanfolie befindet sich die Reaktionszone in der die Produkte bestrahlt werden.

Scanner -Beschleuniger haben die höchste Genauigkeit in der Dosisverteilung sind aber nicht so Leistungstark im Strahlstrom. Durch die hohe Genauigkeit sind diese Beschleuniger bestens für Entwicklung und Versuche geeignet.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

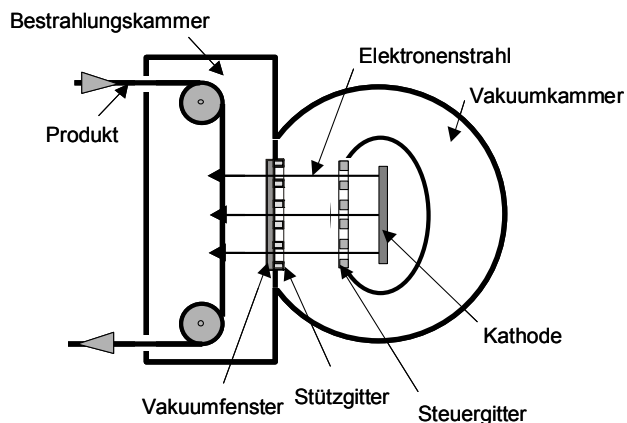
Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282

Linear oder Mehrkathoden – Elektronenbeschleuniger

Das Kathodensystem enthält mehrere Kathoden über die Arbeitsbreite. Über ein Steuergitter werden die Elektronen von den Kathoden abgesaugt und nach-beschleunigt zum Elektronenaustritt-Fenster mit Titanfolie.

Diese Beschleuniger können leicht auf größere Arbeitsbreiten (2 – 3 m) angepasst werden.

Die Beschleuniger sind sehr Stromstark, aber in der Dosisverteilung, speziell bei kleineren Strahlströmen nicht sehr genau



7. Zusammenfassung

Die Elektronenstrahltechnik ist weltweit eingeführt und man produziert mit Hunderten von Anlagen. In Europa sind Anlagen für die Plattenproduktion und Türen seit über 30 Jahren in Betrieb. Selbst für Beschichtungen mit Klarlack von ca. 5 - 10 g/m² wurden neue Hochleistungsanlagen aufgebaut. Trotz diesen zum Teil sehr dünnen Schichten bietet die ESH Technik eindeutige Vorteile gegenüber der UV Technik (so die Produzenten). Trotz des höheren Anschaffungspreises stehen Prozessvorteile gegenüber, bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten und niedrigen Folgekosten in Service und Wartung der Anlagen.

Das Potenzial neuer Ideen und Produkte gewinnt mit der Elektronenstrahltechnologie eine neue Dimension. Es wird immer wieder bewiesen wenn Produzenten Wege zu neuen Produkten suchen ist hier vorneweg die ESH Technik zu nennen.

So sind neueste hochabriebfeste Beschichtungen auf Dekorfolien sind seit einigen Jahren auf dem Markt, hergestellt mit der Elektronenstrahltechnik zu marktfähigen Preisen.

ELECTRON CROSSLINKING AB

Sweden - Head office
Skyttevägen 42
SE-302 44 Halmstad

Telefon/Phone
+46 (0)35 15 71 30
Telefax
+46 (0)35 14 82 06

Germany
Brühlstraße 7
DE-72147 Nehren

Telefon/Phone
+49 (0)7473 920 281
Telefax
+49 (0)7473 920 282