

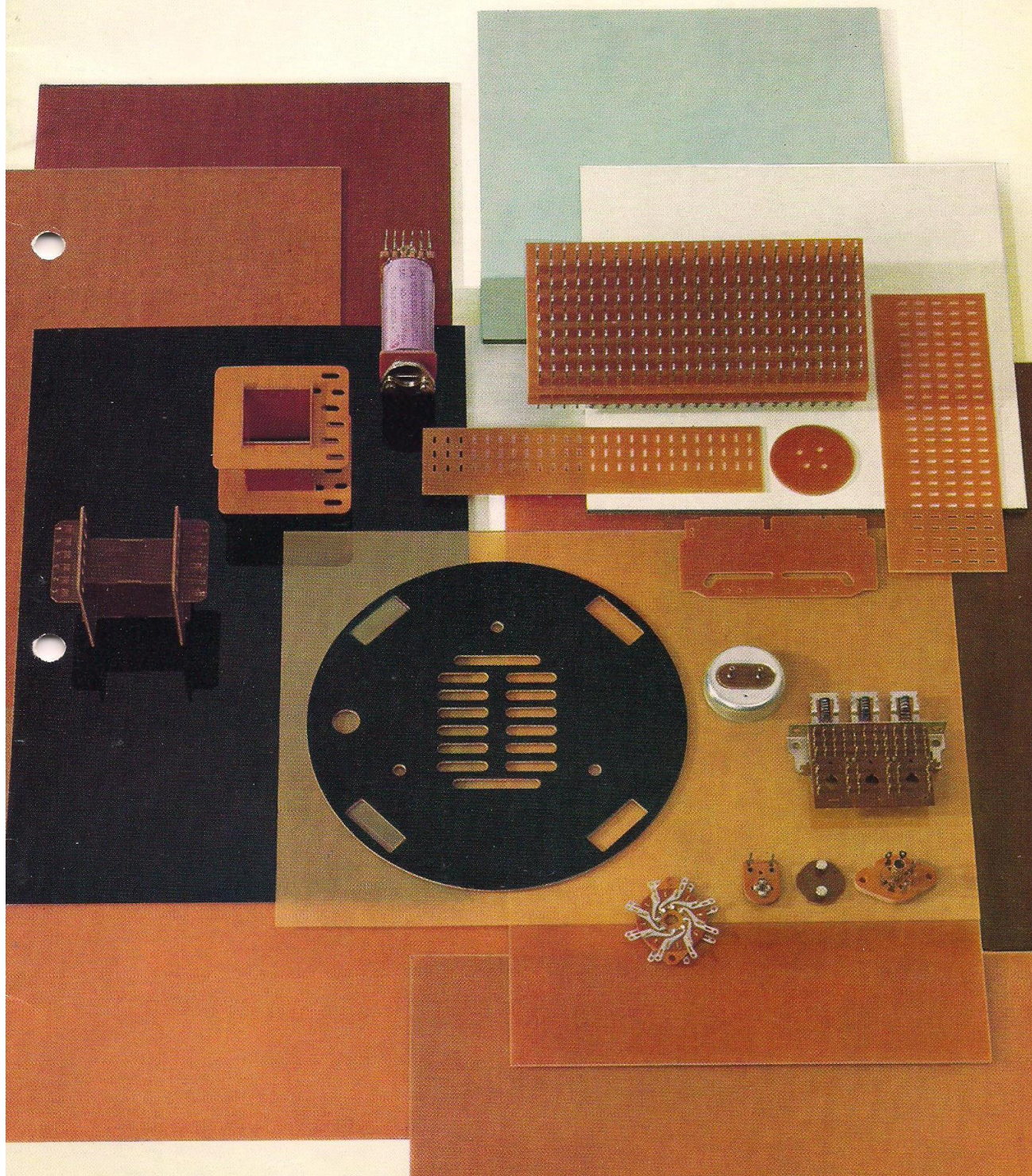
Verarbeitungsrichtlinie für Trolitax-Hartpapier, Trolitax S-Schalttafelmaterial und Dytron-Hartgewebe

1968

Dynamit Nobel Aktiengesellschaft
Verkauf Kunststoffe
521 Troisdorf Bez. Köln

Trolitax[®]
Trolitax S[®]
Dytron[®]

Verarbeitungsrichtlinien
für Trolitax-Hartpapier,
Trolitax S-Schalttafelmaterial
und Dytron-Hartgewebe



Trolitax[®]-Hartpapier,
Trolitax S[®]-Schalttafelmateriale
Dytron[®]-Hartgewebe

© = eingetragenes Warenzeichen

Dynamit Nobel Aktiengesellschaft
Verkauf Kunststoffe
521 Troisdorf Bez. Köln

Inhalt

1. Eigenschaften von Hartpapier und Hartgewebe	3
2. Anwärmmethoden	4
2.1 Infrarotstrahlerofen	4
2.2 Plattenofen	8
2.3 Luftofen	12
3. Schneidende und spanabhebende Bearbeitung	13
3.1 Das Schneiden mit der Schlagschere	13
3.2 Das Stanzen	14
3.3 Das Schneiden mit der Kreissäge	15
3.4 Das Schneiden mit der Bandsäge	17
3.5 Das Bohren	17
3.6 Das Arbeiten mit Kreisschneider und Handschneidstahl (Handritzer)	18
3.7 Das Fräsen	19
4. Das Richten und Biegen	20
5. Das Kleben	20

1. Eigenschaften von Hartpapier und Hartgewebe

TROLITAX-, TROLITAX S- und DYTRON-Platten gehören zur Gruppe der Duroplaste. Das sind kunstharzgebundene bei hohen Temperaturen und großem Druck ausgehärtete Schichtpreßstoffe. Je nach den für die Aufnahme der Kunstharze verwendeten Trägerbahnen (Papier- oder Baumwollgewebestrukturen) unterscheidet man zwischen Hartpapieren und Hartgeweben. Man rechnet daher TROLITAX- und TROLITAX S-Platten zu den Hartpapieren, DYTRON-Platten zu den Hartgeweben.

Alle Kunststoffe sind im Vergleich zu Metallen schlechte Wärmeleiter. Die bei der spangebenden Bearbeitung entstehende Wärmemenge kann daher praktisch nur in das Werkzeug abfließen. Andererseits entsteht infolge der verhältnismäßig großen Härte von Kunststof-

fen viel Wärme. Somit ist eine starke Erhitzung und Abnutzung der Werkzeuge leicht möglich. Um diese schädlichen Einflüsse klein zu halten, ist für ausreichende Kühlung mittels Preßluft während der Bearbeitung zu sorgen. – Wasser wird in den allermeisten Fällen für Kühlzwecke nicht in Frage kommen. – Bohrer und Kreissägeblätter dürfen nicht zu dünn gewählt werden, damit ein Ausglühen der Schneiden mit Sicherheit verhindert wird. Für die Bearbeitung von Kunststoffen verwendet man mindestens Schnellstahl; weit bessere Standzeiten bringen hartmetallbestückte Werkzeuge.

Die Werkzeuge sollen hohe Schnittgeschwindigkeiten haben. Es sind daher möglichst schnellaufende Maschinen mit kleinem Vorschub zu bevorzugen. Der Spanabfall ist

groß. Kreissägen und Fräsen sind daher mit leistungsfähigen Absauganlagen zu verbinden.

Erwärmt man kunstharzgebundene Schichtpreßstoffe stark, so wird das Kunstharz für kurze Zeit elastisch und etwas weicher als bei Normaltemperatur. Hieraus ergibt sich eine bessere Bearbeitungsmöglichkeit für Schlagscheren und Stanzen. Zu lange Erwärmung führt allerdings zur Nachhärtung und damit zur Versprödung der Kunstharze; das bringt eine Verschlechterung der Stanzbarkeit bzw. Schneidbarkeit.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient von TROLITAX- und DYTRON-Platten ist rund dreimal so groß wie der von Stahl. Eine Berücksichtigung dieser Eigenschaft ist z. B. zum Erreichen kaliberhaltiger Löcher beim Bohren und Stanzen der Tafeln notwendig.

2. Anwärmmethoden

Zu den wichtigsten Bearbeitungsmaßnahmen von TROLITAX-Hartpapier und DYTRON-Hartgewebe gehören in der Serienfertigung das Schneiden auf der Schlagschere und das Stanzen. Im allgemeinen können Platten bis zu 1,0 mm Dicke kalt verarbeitet werden. Um auch darüber hinaus bei 1,0 bis 2,0 mm Materialdicken eine einwandfreie Schnittkante zu erhalten, muß man die Tafeln vorher anwärmen. Da die Anwärmung für beide Verarbeitungsmaßnahmen, Schneiden auf der Schlagschere und Stanzen, von großer Bedeutung ist, soll dieser Vorgang vorweg behandelt werden.

Es gibt drei Arten der Wärmeübertragung:

Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung. Den Temperaturengleich zwischen sich berührenden Körpern unterschiedlicher Temperatur, nennt man **Wärmeleitung**. Den Wärmeaustausch zwischen einem Gas und einem festen Körper nennt man **Wärmeströmung**. Bei der **Wärmestrahlung** handelt es sich dagegen um eine Art der Wärmeübertragung, die sich von den beiden vorgenannten physikalisch wesentlich unterscheidet. Der wärmeabge-

bende Körper sendet Energie in Form elektromagnetischer Schwingungen bestimmter Wellenlänge aus (Emission) – und zwar von um so größerer Energie, je höher die Temperatur des Strahlers ist. Der zu erwärmende Körper wandelt diese Strahlungsenergie in Wärme um (Absorption). Auf diesen drei Arten der Wärmeübertragung sind die gebräuchlichsten Anwärmvorrichtungen für Hartpapier und Hartgewebe aufgebaut:

2.1 Infrarotstrahlerofen (Wärmestrahlung)

Der Bereich der Infrarotstrahlung liegt innerhalb der Wellenlängen 0,8 und 10 μ . Man unterscheidet dabei noch zwischen **Hellstrahlern** und **Dunkelstrahlern**. Das Strahlungsmaximum der Hellstrahler liegt bei etwa 1 μ , ihr Strahlungsspektrum reicht mit den Ausläufern bis in den Bereich des sichtbaren Lichtes. Dunkelstrahler, deren Spektralbereich oberhalb 3 μ liegt, sind dadurch gekennzeichnet, daß ihr Heizkörper mit einer Temperatur zwischen 250 und 1100 °C strahlt und frei an der Luft, meist umgeben von keramischen Werkstoffen, betrieben wird. Aluminium dient hier als Reflektor.

Zur Anwärmung von Hartpapier und Hartgewebe sind beide Strahlerarten geeignet. Der Vorteil der Dunkelstrahler liegt darin, daß man mit niedrigerer Leistung eine größere Fläche **gleichmäßig** erwärmen kann. Mit dem Hellstrahler läßt sich aber ebenso eine gleichmäßige Erwärmung erreichen, wenn man Aluminiumreflektoren verwendet oder innenverspiegelte Glaskolbenlampen mit engem Abstand einsetzt. Die Hellstrahler bieten die Möglichkeit, die Temperaturregulation fast trägeheitslos durchzuführen.

Als vorteilhaft erwiesen hat sich ein keramischer Dunkelstrahler (Bild 1), dessen Heizkörper in dem als Reflektor ausgebildeten Keramikkörper fest eingebettet sind.

Die Größe richtet sich nach den Abmessungen des zu erwärmenden Gutes. Die Strahler werden in geringem Abstand nebeneinander unter der Decke angebracht. Der Abstand des Materials zum Strahler soll etwa 20–25 cm betragen; am besten bringt man die Auflagefläche verstellbar an, damit die Anwärmgeschwindigkeit verändert werden kann (Abbildung 2 und 3). Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, jede einzelne Strahlerreihe oder

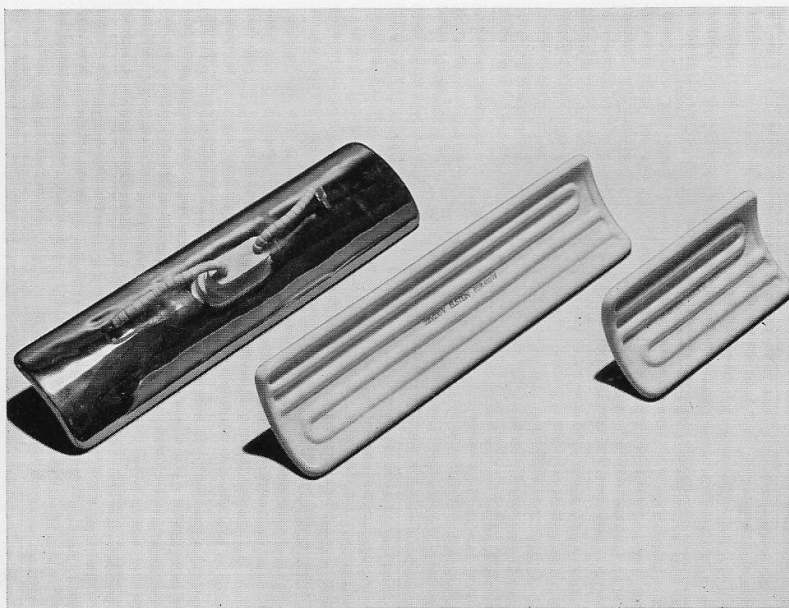


Abbildung 1
Keramische Dunkelstrahler

Strahlergruppe mit einem Schalter zu versehen, damit bei geringerer Materialbreite keine Energieverluste auftreten. Die Bilder 4 und 5 zeigen die Abhängigkeit der Anwärmtemperatur von der Zeit. Da Hartpapier und Hartgewebe zum Stanzen und Schneiden je nach Typ auf 40 bis 100 °C erwärmt werden muß, ergeben sich Anwärmzeiten zwischen 40 und 55 Sekunden.

Diese Zeit kann bei genügend großem Ofen mit der von der Stanze bzw. Schlagschere bestimmten Arbeitsgeschwindigkeit in Einklang gebracht werden. Bei Infrarotöfen besteht die Gefahr der Überhitzung, da Hartpapier und Hartgewebe maximal nur auf 150 °C erwärmt werden dürfen. Die mittels Infrarotöfen erreichbaren Anwärmzeiten und Anwärmleistungen für

Hartpapier mit und ohne Kupferauflage sind den Bildern 4 und 5 zu entnehmen. (Wichtig ist beim Erwärmen von kupferkaschiertem Material, daß die Hartpapierseite zum Strahler und die Kupferseite nach unten liegen muß, da sonst fast die gesamten Wärmestrahlen reflektiert werden.)

Abbildung 2
Aufbau eines Infrarotofens

Strahlerbestückung: z. B. Dunkelstrahler der Fa. Elstein, Northeim/Hann.
Spannung: 220/230 V
Leistung: 2x400 W
Gesamtleistung: ca. 8–9 kW/m²

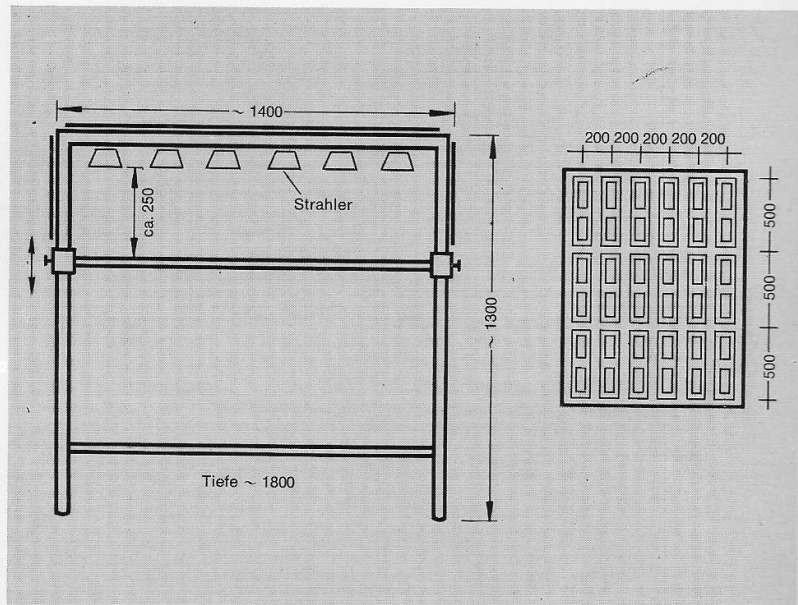


Abbildung 3
Infrarotofen mit Hellstrahlern und automatischer Zeitsteuerung.
Heizleistung ca. 10 kW pro m²

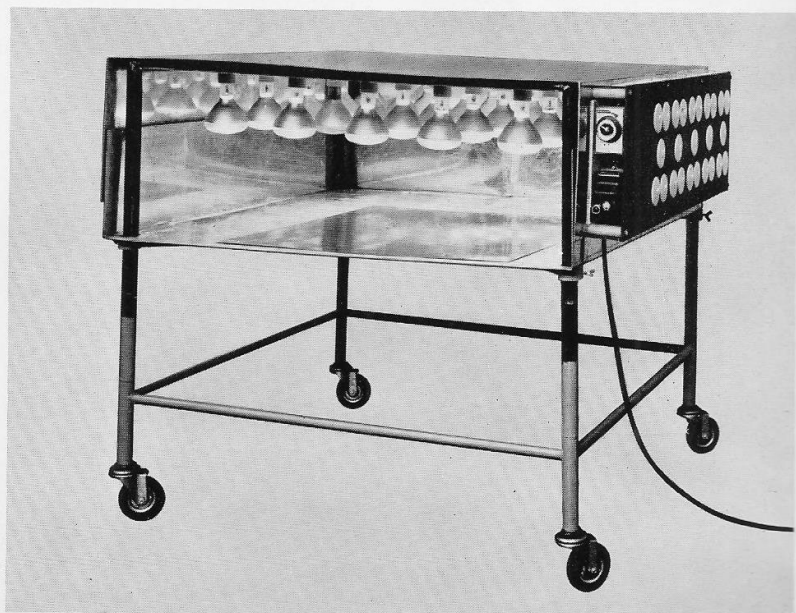


Abbildung 4

Infrarotstrahler, Abhängigkeit der Anwärmtemperatur von der Zeit bei TROLITAX-Hartpapier für Öfen nach Bild 2 und 3

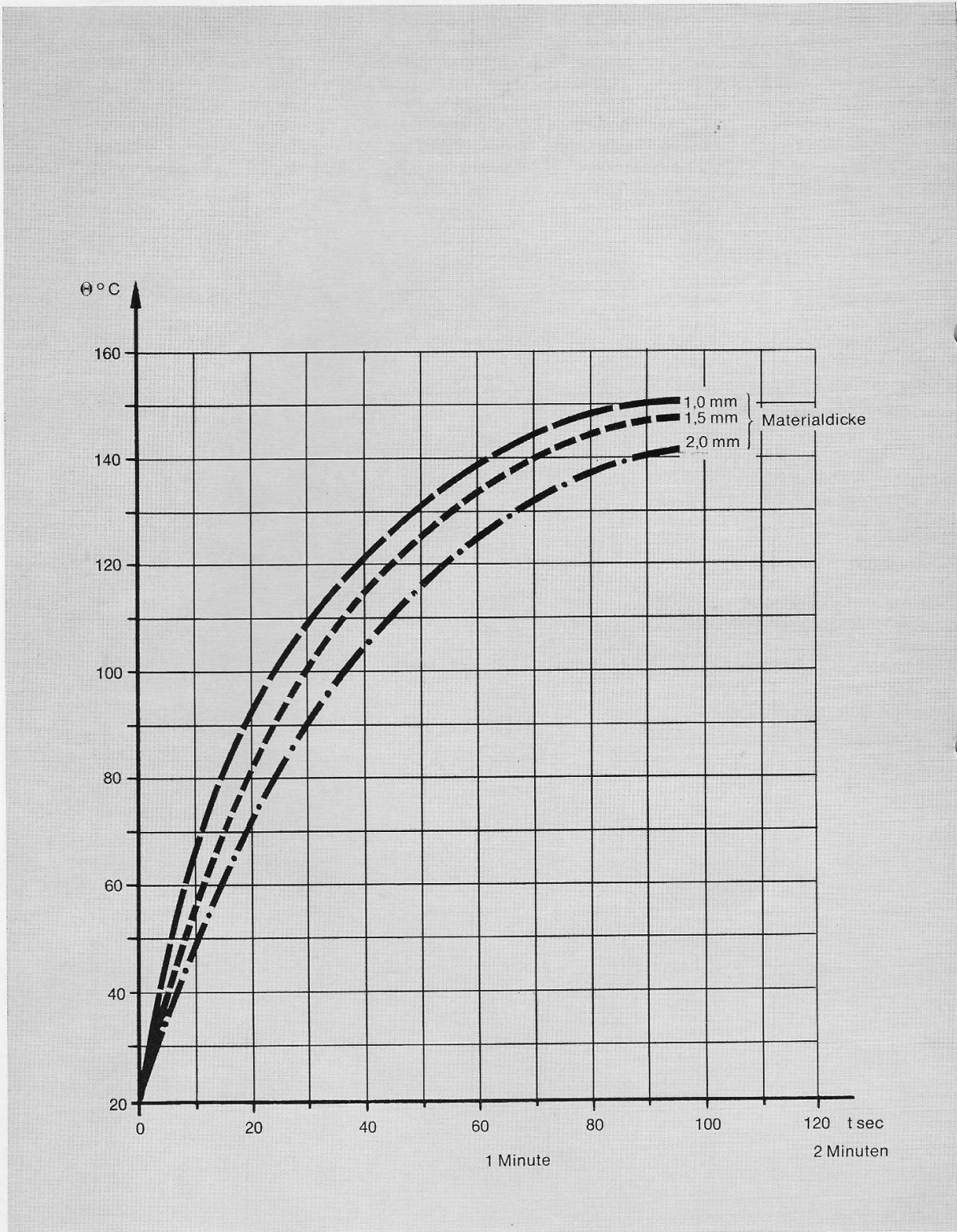
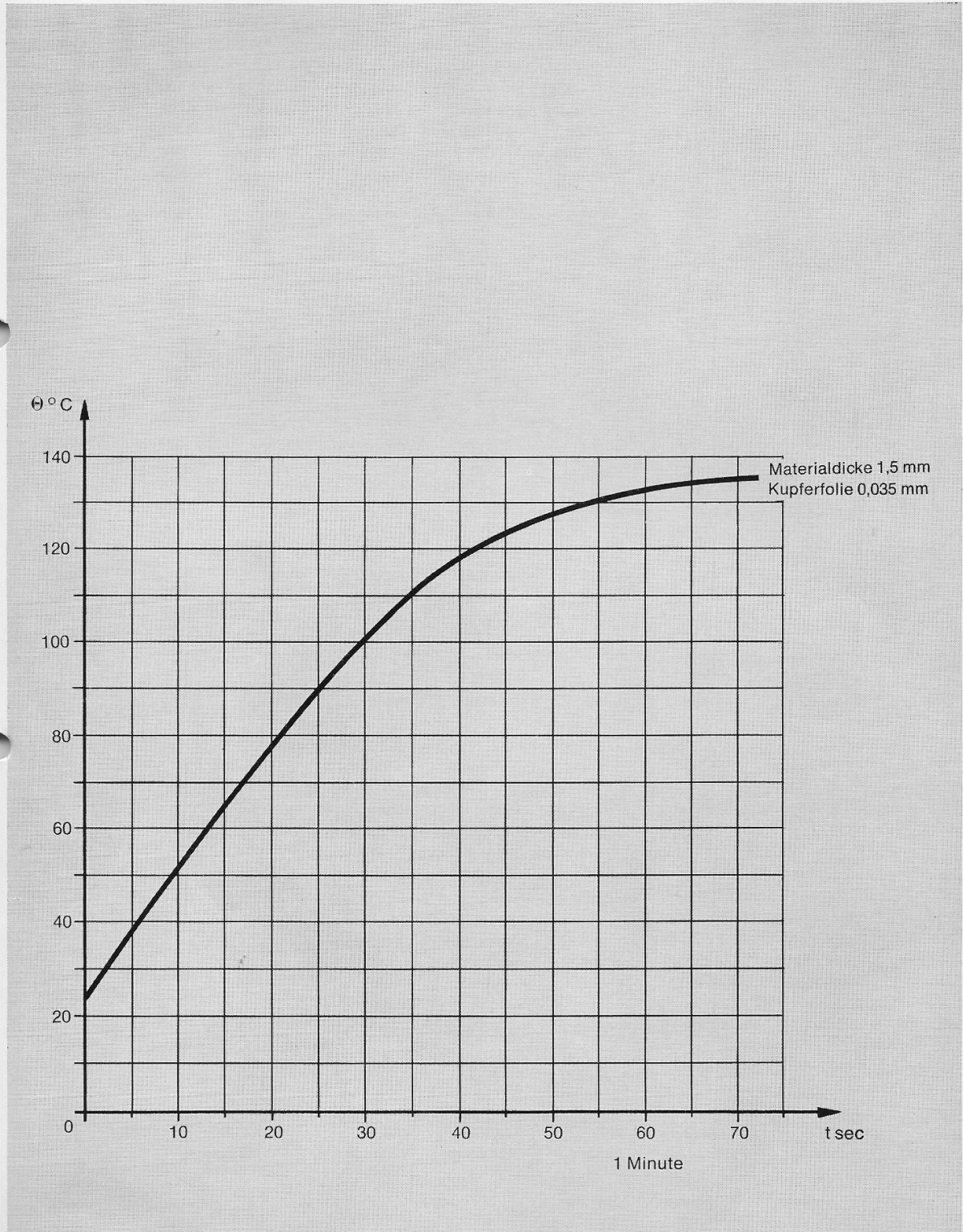


Abbildung 5

Infrarotstrahler, Abhängigkeit der Anwärmtemperatur von der Zeit bei kupferkaschiertem TROLITAX-Hartpapier für Öfen nach Bild 2 und 3.



2.2 Plattenofen (Wärmeleitung) (Bild 6)

Der Plattenofen dient wegen seiner kleinen Abmessungen in der Hauptsache zum Anwärmen von Streifenmaterial.

Aufbau:
Der Plattenofen besteht aus einer Stahlplatte von etwa 15–20 mm Dicke, die elektrisch durch darunter liegende Heizstäbe erwärmt wird. Die elektrische Leistung des Ofens beträgt etwa 6000–6400 W/m² Heizfläche und wird am besten auf möglichst viele parallel liegende Heizstäbe verteilt. Waagrecht in

die Platte ist ein Loch gebohrt, in das ein Thermoregler eingebaut ist, der von ca. 60–190 °C einstellbar ist. Es ist zweckmäßig, parallel zu den Heizwiderständen eine Glimmlampe zu schalten, die bei Erreichen der gewünschten Temperatur erlischt. Die Größe des Ofens liegt bei etwa 0,25 bis 0,5 m².

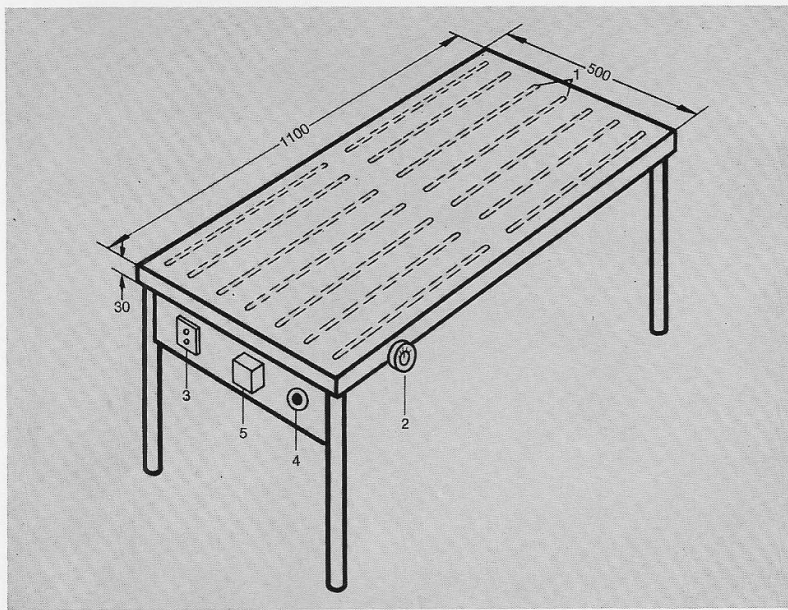


Abbildung 6
Plattenofen

1. Heizelemente in Stahlblech gekapselt (Istrastäbe etc.)
2. Stabausdehnungsregler (Beltz, Eco)
3. Sicherungsautomat als Schalter
4. Kontrolllampe
5. Schaltschütz, betätigt durch Stabausdehnungsregler

Wirkungsweise:

Die Anheizung des Plattenofens verläuft, wie Bild 7 zeigt, linear. Man braucht etwa 40 Minuten, um den Ofen von Raumtemperatur auf 130 °C zu erhitzen. Die sich einstellende Temperatur der Hartpapier- und Hartgewebeoberfläche (1,0 bis 2,0 mm Dicke) liegt infolge der schlechten Wärmeleitfähigkeit etwa 10 % unter Plattenofentemperatur; dies muß man bei der Einstellung des Thermoreglers berücksichtigen. Die Erwärmung von Hartpapier und Hartgewebe verläuft ungefähr nach einer e-Funktion.

In Bild 8 ist für verschiedene Materialstärken die Erwärmung in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. Dazu muß gesagt werden, daß die gewünschte Temperatur bereits in

der halben Zeit erreicht wird; damit jedoch das Material gleichmäßig durchgewärmt wird, ist es empfehlenswert, die angegebene Zeit einzuhalten.

Bild 9 gibt einen ungefähren Überblick, welcher Material-Durchsatz in kg pro Stunde bei einem Ofen von 0,5 m² Größe zu erreichen ist. Für den Fall der Erwärmung von 1,5 mm Hartpapier auf 100 °C beträgt diese Leistung etwa 20 kg/h.

(Für kupferkaschiertes Hartpapier liegen die Werte in der gleichen Größenordnung. Zu beachten ist, daß das Material mit der Kupferseite nach unten auf der Platte aufliegt; im anderen Fall wird die Durchbiegung zu groß, so daß die Randstreifen nicht genügend erwärmt werden.)

ISTRA® = eingetragenes Warenzeichen der AEG, Frankfurt/Main

ECO® = eingetragenes Warenzeichen der Eberle Werke KG, Nürnberg

Abbildung 7

Anheizzeit eines Plattenofens

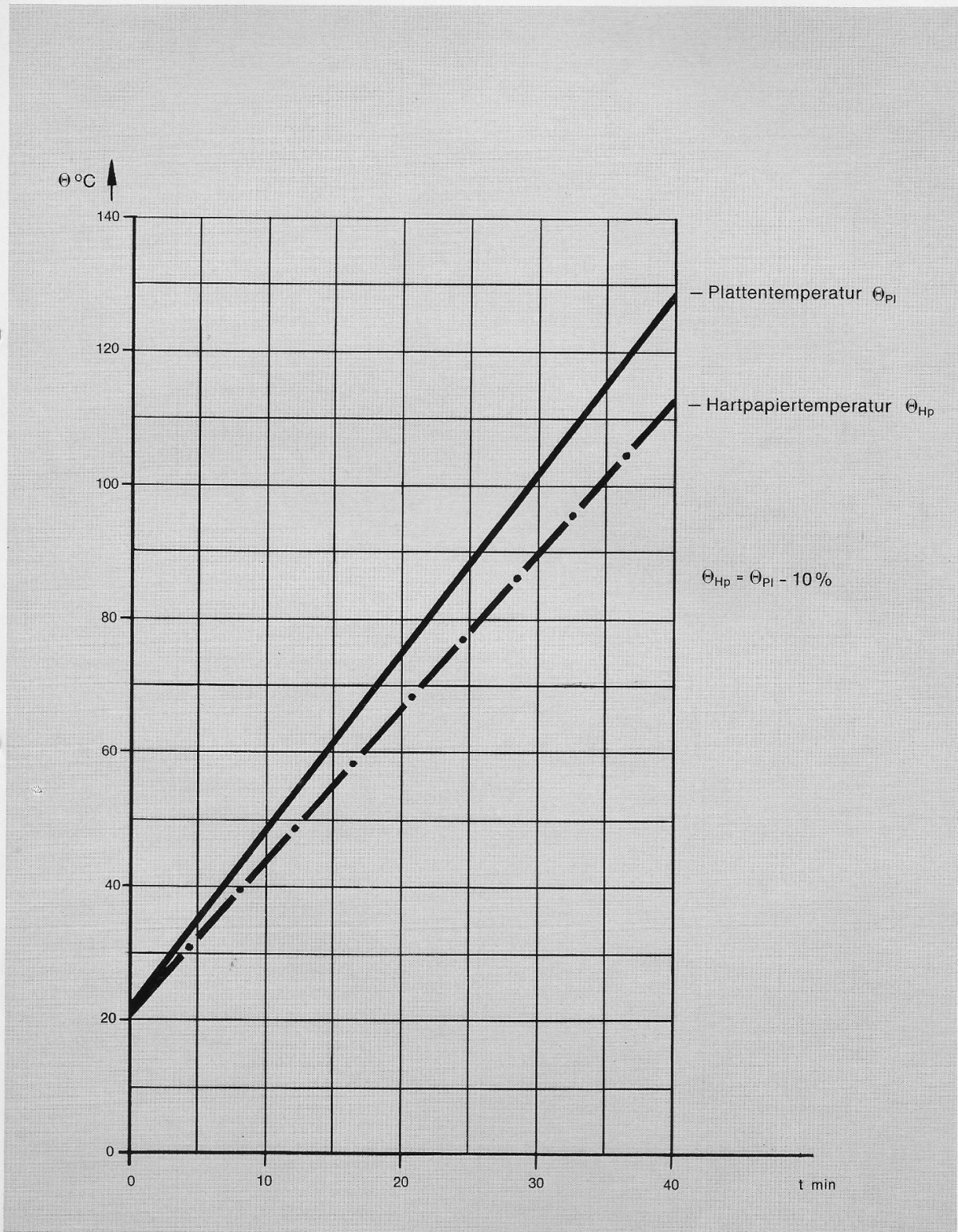


Abbildung 8

Plattenofen. Abhängigkeit der Anwärmtemperatur von der Zeit bei TROLITAX-Hartpapier

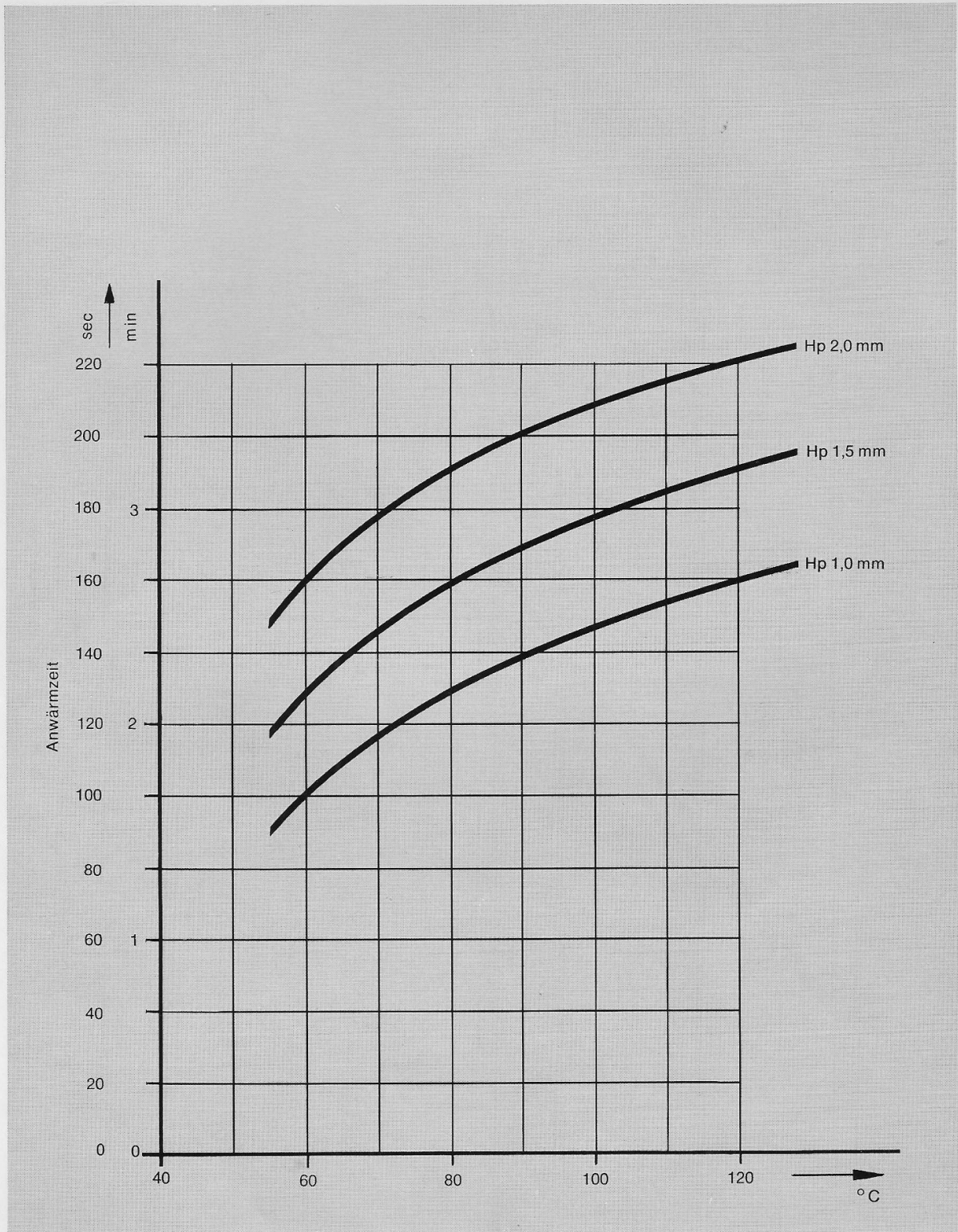
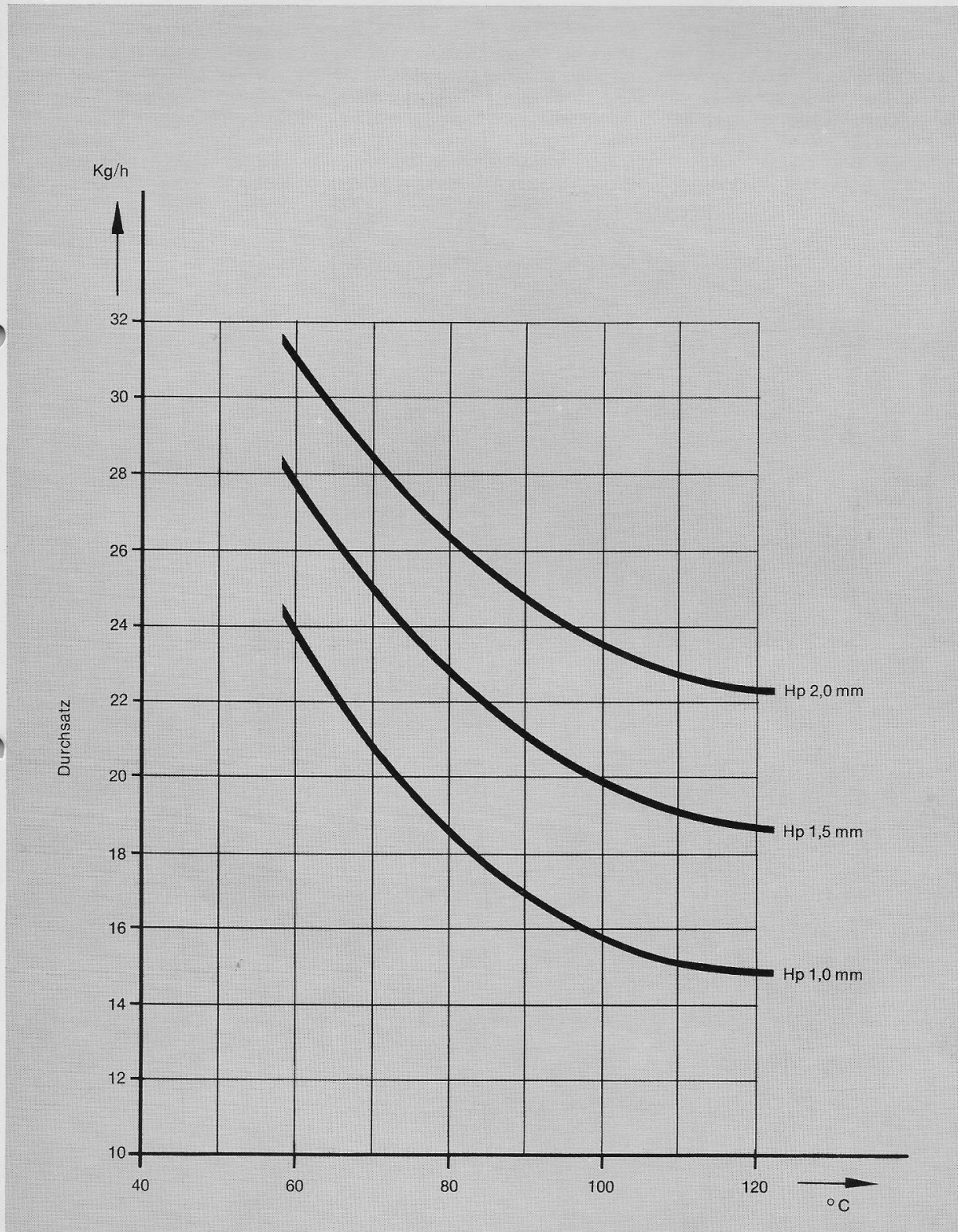


Abbildung 9

Plattenofen. Materialdurchsatz in Abhängigkeit von der notwendigen Anwärmtemperatur



2.3 Luftofen

(Wärmeströmung) (Bild 10)

Aufbau und Wirkungsweise:

Die Luft im Ofen wird durch elektrisch oder vereinzelt auch mit Dampf betriebene Heizelemente erwärmt. Der Wärmeübergang von der Luft zum Hartpapier- oder Hart-

gewebematerial ist sehr schlecht, und nur bei langer Langerung ist die gewünschte Temperatur zu erreichen.

Um eine hohe Anwärmeleistung zu erhalten, muß der Ofen etwa 30 bis 50 °C höher als die gewünschte Temperatur eingestellt werden.

Diese Arbeitsweise mit Übertemperatur hat den Nachteil, daß in Arbeitspausen die Materialtemperatur zu hoch steigt. Da die Einhaltung der Materialtemperatur zu unsicher ist, ist der Luftofen wenig geeignet; deshalb wird auch nicht näher auf ihn eingegangen.

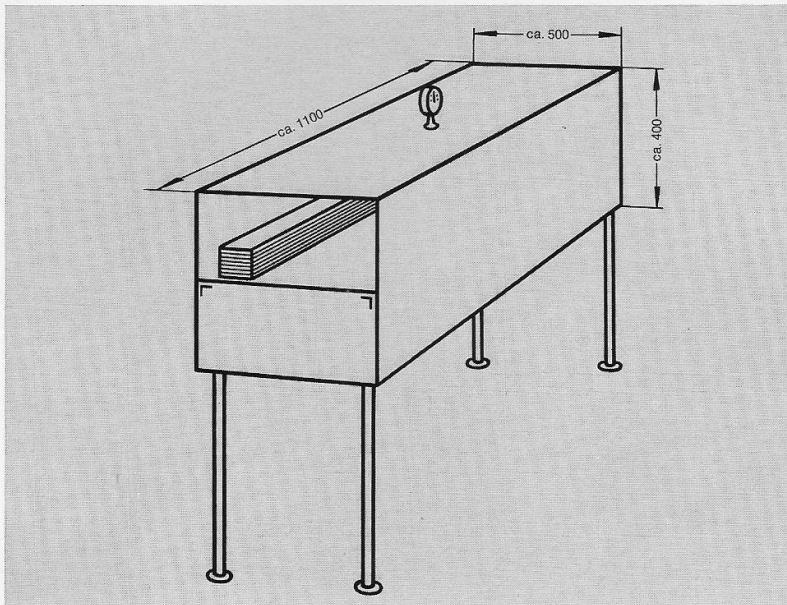


Abbildung 10
Luftofen

3. Schneidende und spanabhebende Bearbeitung

3.1 Das Schneiden mit der Schlagschere

TROLITAX- und DYTRON-Platten – keine TROLITAX S-Tafeln – können im allgemeinen bis zu 1 mm Dicke kalt, darüber hinaus von 1,0 bis 2,0 mm vorgewärmt auf der Schlagschere zertrennt werden. Die Temperatur liegt je nach Harzgehalt und Härte des Materials bei 40–100 °C. Um eine einwandfreie

Schnittfläche zu erhalten und ein Ausbrechen an den Trennflächen zu vermeiden, empfiehlt es sich, Messerwinkel und Niederhalter gemäß Bild 12 auszuführen.

Ober- und Untermesser sollen, entgegen früheren Ansichten, keinen Freiwinkel, sondern einen exakten rechtwinkligen Querschnitt haben. Beim Schneiden wird das Material dadurch keiner Torsion mehr unter-

worfen, es wird nur abgesichert und man erreicht viel bessere Schneidergebnisse. Die Standzeit der Schneiden ist wesentlich länger und durch einfaches Wenden können die Messer viermal benutzt werden.

Wichtig: Die Schere darf nur zum Schneiden von Hartpapier und Hartgewebe und nicht etwa auch für Blech benutzt werden.

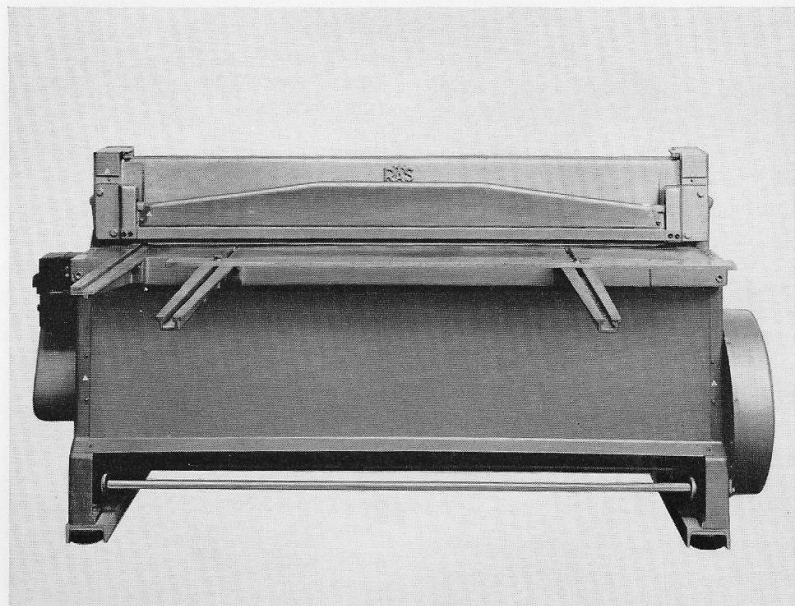


Abbildung 11
Schlagschere zum Schneiden von
Schichtpreßstoffen

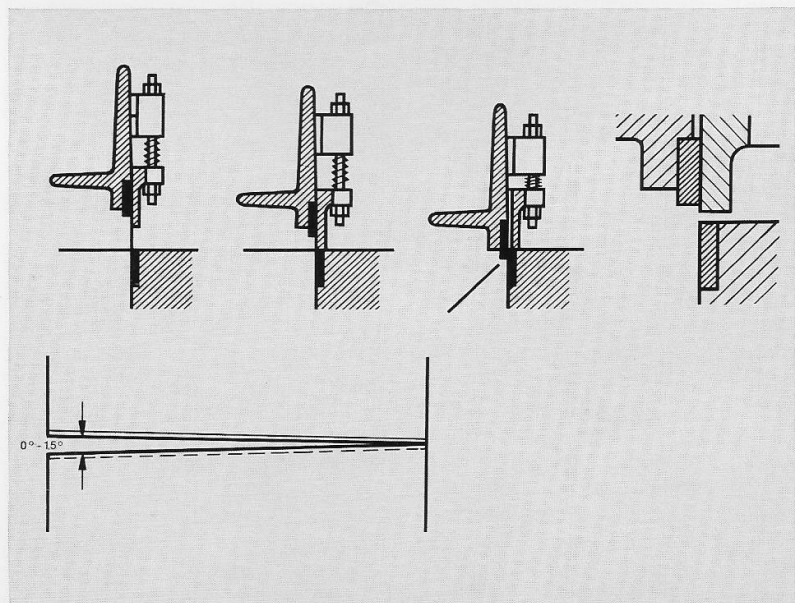


Abbildung 12
Schlagschere mit federndem Niederhalter

3.2 Das Stanzen

TROLITAX-Hartpapier u. DYTRON-Hartgewebe bis zu 2 mm Dicke werden überwiegend zu Stanzteilen verarbeitet. Das Stanzen ist bis 1,0 mm bei Raumtemperatur möglich, darüber hinaus bis 2,0 mm wird das Material vorgewärmt verarbeitet. Die Stanzttemperatur ist abhängig von Harzgehalt und Härte des Materials sowie bei Sonderarten von der Art des Weichmachers. Warmstanzqualitäten erfordern eine Erwärmung auf 80 bis 135 °C. Laustanzbare Qualitäten können schon bei 60–80 °C verarbeitet werden, während man Kaltstanzqualitäten eine Verarbeitungstemperatur von 20–60 °C zuordnen muß.

Um Nachhärtung und Versprödung zu vermeiden, darf man Hartpapiere die auf mehr als 110 °C erwärmt werden, nicht länger als 10 Min. auf Temperatur halten. Wenn man eine Temperatur von 80 °C nicht übersteigt, ist selbst eine 1stündige Erwärmung ohne nachteiligen Einfluß auf die Materialeigenschaften.

Stanzwerkzeuge

Die Werkzeugbauart hängt nicht nur von der wirtschaftlichen Stückzahl und den zulässigen Werkzeugkosten ab, sondern auch vom Schwierigkeitsgrad des Stanzteiles. **Messerschnitt-** und **Freischnitt-**Werkzeuge eignen sich zum Stanzen einfacher Konturen bei geringer Stückzahl. Das **Folgeschnitt-**Werkzeug eignet sich für große Stückzahlen. Es hat den Vorteil, daß in seiner Schnittplatte viele Stempel untergebracht werden können, so daß auch Änderungen am Stanzteil vorgenommen werden können. Wenn schmale Schlitz- oder eng benachbarte Löcher vorkommen, muß das Werkzeug wegen der Gefahr der Hofbildung mit einem Niederhalter versehen sein, der mit einem Anpreßdruck von 10 bis 15 kp/cm² das Material auf die Schnittplatte drückt. Der **Komplettschnitt** ist der teuerste, aber auch der beste Schnitt für große Stückzahlen, wenn kleine Toleranzen ver-

langt werden. Auch dieses Werkzeug ist mit einem Niederhalter versehen.

An die Stanze werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Jede normale Presse, etwa Exzenterpresse von 10–80 t Druck, ist geeignet. Die Hubzahl kann je nach Stanzteil bis 400 je Minute betragen. Einfache Teile können mit noch größeren Hubzahlen gestanzt werden.

Beim Stanzen von vorgewärmtem Hartpapier oder Hartgewebe treten zwei Dinge in Erscheinung: Einmal die **Wärmeausdehnung** und zum anderen die **Rückfederung**.

Die Wärmeausdehnung beträgt bei Hartpapier etwa 0,2–0,4 ‰ pro 10 °C. Ein Streifen von 100 mm Länge dehnt sich also bei Erwärmung von 20 auf 100 °C um 0,25 bis 0,4 mm aus, bei Abkühlung nimmt das Teil seine alten Maße wieder ein. Für die Bemessung der Stanzwerkzeuge kann jedoch die Ausdehnung nur zusammen mit der elastischen Rückfederung betrachtet werden, die wie folgt zu erklären ist:

Betrachtet man den Werkstoff im Freischnitt während des Stanzvorganges, so ist festzustellen, daß unter dem großen Stanzdruck das Material dem Stempel auszuweichen versucht. Wird der Stempel nach dem Durchdringen herausgezogen, so federt elastisches Material, wozu auch Hartpapier und Hartgewebe gehören, zurück. Bei unseren TROLITAX-Stanzqualitäten, die z. T. kalt oder lau verarbeitbar sind, ist die Rückfederung geringer und konstanter als bei den übrigen Materialien.

Bei eng benachbarten Löchern ist es zweckmäßig, zur Vermeidung von Ribbildung, zur Senkung der Stanz- und Abziehkräfte, die Schnittluft zwischen Stempel und Bohrung der Schnittplatte groß zu wählen. Bei Löchern von etwa 1,5 mm kann das Schnittspiel bis zu 0,5 mm betragen. Mit zunehmendem Lochdurchmesser sinkt das erforderliche Schnittspiel ab. Bei 4 mm Durchmesser ist es

nur noch 0,2 mm. Diese Erkenntnisse haben die frühere Auffassung, wonach ein Hartpapierwerkzeug mit engem Schnittspiel ausgebildet werden muß, revidiert.

3.3 Das Schneiden mit der Kreissäge
Platten bis etwa 25 mm Dicke können mit Kreissägen geschnitten werden. Sowohl TROLITAX-, TROLITAX S- als auch DYTRON-Hartgewebeplatten üben eine weit größere bremsende Wirkung als Holz wegen ihres größeren Zerspanungswiderstandes auf das Kreissägeblatt aus. Dieser wird

durch das schnellere Abstumpfen der Schneidkanten noch weiter gesteigert. Deshalb ist bei normalen Kreissägen, die für das Sägen von Holz dimensioniert sind, der Einbau eines stärkeren Motors zu empfehlen. Die hierdurch erzielte Leistungssteigerung ist beträchtlich. Der Vorschub erfolgt meistens

von Hand. Bei großem Vorschub oder stumpfen Sägeblättern tritt leicht ein Ansenken der Schnittfläche ein. Der Schnitt wird um so glatter, je weniger das Kreissägeblatt herausragt. Bei einem Durchmesser von 300 bis 350 mm ist erfahrungsgemäß ein Sägeüberstand von 15 mm am günstigsten.

Abbildung 13
Hartmetallbestücktes
Kreissägeblatt

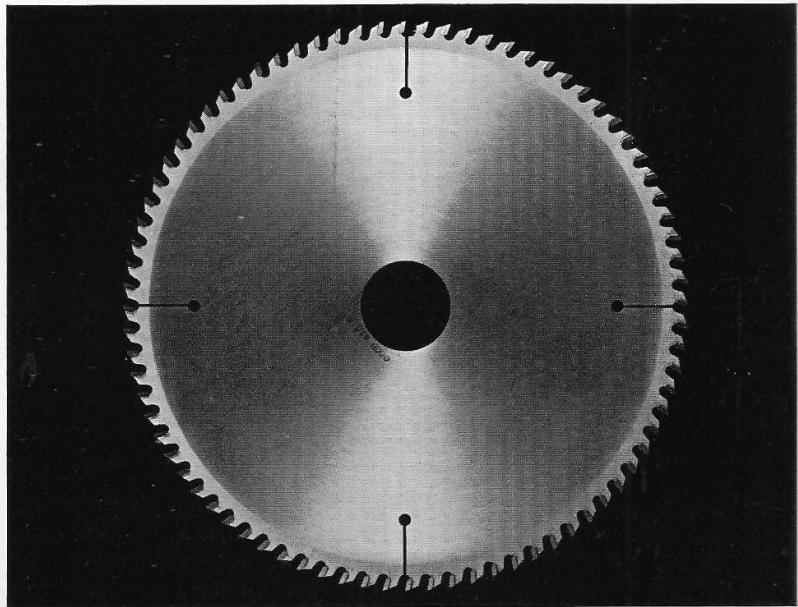
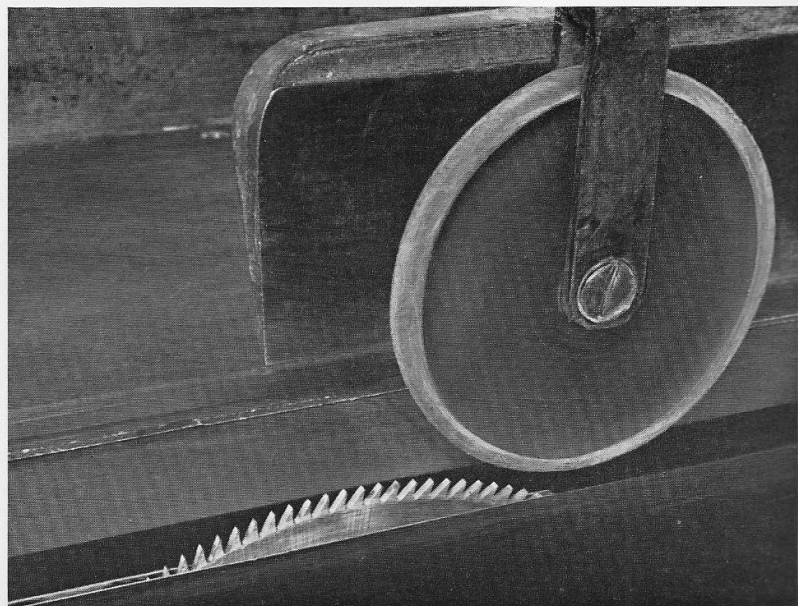


Abbildung 14
Schnellstahlkreissägeblatt



Für Kreissägen zum Schneiden von Hartpapier gelten folgende Angaben:

Werkstoff	Durchmesser des Sägeblattes mm	Dicke mm	Zahnteilung mm	Schnittgeschwindigkeit U/min	Vorschub	Freiwinkel Grad	Spanwinkel Grad
Schnellstahl	300–350 300–350	4 4	4 10–25	2500 bis 3000	von Hand	30–40 10–15	5–8 3
Hartmetall				2500 bis 3000	von Hand		

Als Sägeblätter kommen nur Schnellstahl- bzw. hartmetallbestückte Blätter in Frage, die ungeschränkt und hohlgeschliffen sein müssen. Um ein Ausbröckeln auf der Rückseite der zu schneidenden Platte zu vermeiden, muß der Spalt zwischen Säge und Tisch vermindert werden. Zweckmäßig verwendet man hierzu einen Einlegestreifen aus Hartpapier, der zu Beginn der Schneidarbeiten vorgeschoben und eingeschnitten wird; auf diese Weise wird der Zwischenraum von Sägeblatt und Tisch so klein wie möglich gehalten. Bei der laufenden Verarbeitung größerer Mengen von Zuschnitten ist eine Spezialkreissäge mit fahrbarem Rollentisch vorteilhaft.

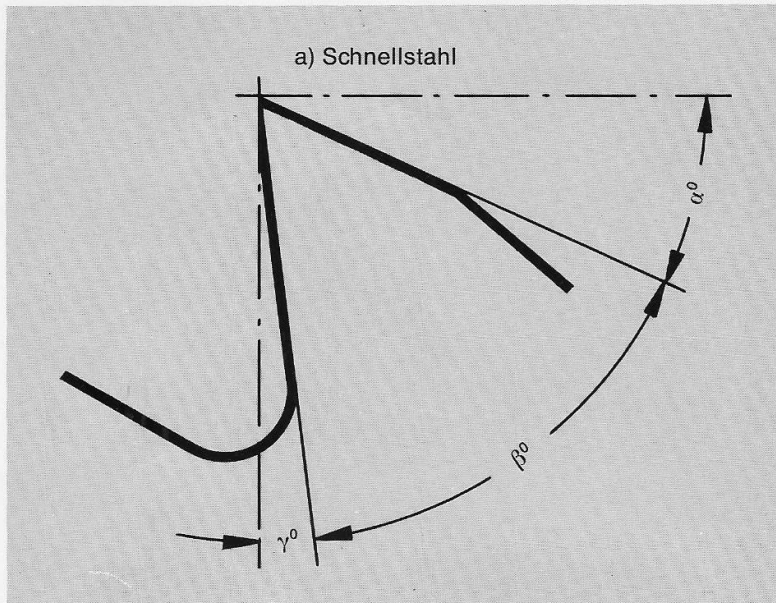


Abbildung 15
Zahn eines Schnellstahl-Kreissägeblattes

α = Freiwinkel
 β = Keilwinkel
 γ = Spanwinkel

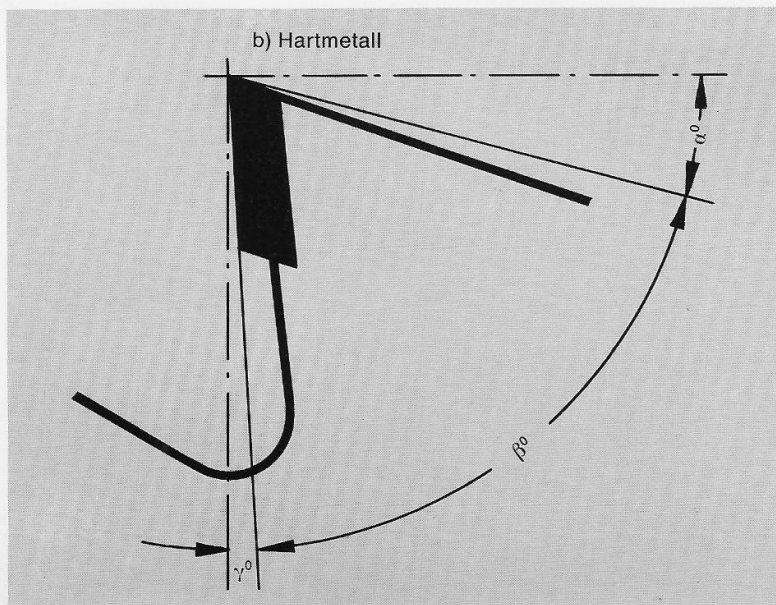


Abbildung 16
Zahn eines Hartmetall-Kreissägeblattes

α = Freiwinkel
 β = Keilwinkel
 γ = Spanwinkel

3.4 Das Schneiden mit der Bandsäge

Tafeln und Platten über 25 mm werden mit Bandsägen zertrennt. Die Sägeblätter bestehen aus sonderlegiertem Gußstahl und haben geschränkte Zähne. Die Schnittflächen werden stets riefig und rau, sie machen eine Nachbearbeitung notwendig. Da der Vorschub oft von Hand erfolgt und besonders bei schweren Stücken häufig ruckweise geschieht, tritt eine starke Reibung des Sägeblattrückens an der Rollenführung ein. Dies führt zu einer starken Erhitzung des Rückens und zu Bandrissen, die eine Zerstörung des Sägeblattes vom Rücken her einleiten. Es ist deshalb darauf zu achten, daß der Rücken gegen eine leichtgängige Rolle anläuft, um die Reibung weitgehend herabzusetzen. Diese Rollen werden durch den entstehenden Sägestaub sehr oft verklebt und bedürfen häufiger Reinigung.

Bandsäge:

Schnittgeschwindigkeit:	1500–2000 m/min
Vorschub:	von Hand
Freiwinkel:	30–40°
Spanwinkel:	5– 8°

Die Zahnteilung beträgt für Platten von 25 mm Dicke und mehr 4 mm, für dünnere entsprechend weniger. Bei über 50 mm Plattendicke verlangt man 6 mm Zahnabstand. Sägeblattbreite 15 bis 25 mm, -dicke 0,8 bis 1 mm.

3.5 Das Bohren

Das Bohren ist eine weitere, sehr häufig vorkommende Bearbeitungsart an Schichtpreßstoffplatten. Da TROLITAX- bzw. DYTRON-Platten eine rund dreimal größere Wärmedehnzahl (0,000030 gegenüber 0,000010) als Stahl haben, erhält man kaliberhaltige Löcher nur dann, wenn man die Dehnung infolge der entstehenden Reibungswärme in Betracht zieht. Es hat sich in der Praxis als hinreichend genau erwiesen, Bohrer mit einem Übermaß von 0,05 mm zu verwenden. Jedoch würde man auch bei Verwendung dieser Bohrer bei unsachgemäßem Arbeiten konische Löcher erhalten, da die Bohrer- und Materialerwärmung am Grunde

tieferer Löcher sich stärker geltend macht, als an der Oberfläche. Es ist daher notwendig, beim Bohren tieferer Löcher den Bohrer häufiger zu lüften, um die Späne zu entfernen und dem Bohrer Gelegenheit zum Abkühlen zu geben. Wegen der großen anfallenden Spanmenge ist es vorteilhaft, **Bohrer mit steilem Drall und weiten Nuten** zu verwenden. Seit einiger Zeit sind spezielle Kunststoffbohrer für Duroplaste auf dem Markt.

Selbstverständlich können TROLITAX- und DYTRON-Platten beim Fehlen dieser Bohrer auch mit normalen Spiralbohrern gebohrt werden. Wegen der schwierigen Spanabfuhr gilt für diese Bohrer das Vorhergesagte in besonderem Maße.

Der **Spitzenwinkel** beeinflusst Drehmoment und Vorschubkraft, außerdem ist das Aussehen des Lochaustrittes und das Aufstülpen des Materials weitgehend von seiner Form abhängig. Während Spitzenwinkel um 100° in bezug auf Herabsetzung des Drehmomentes und der Vorschubkraft am günstigsten sind, zeigen Bohrer mit 50 bis 60° Spitzenwinkel die geringste Tendenz, das Material am Bohreraustritt aufzustülpen oder abzubrechen. Auch spröde Schichtpreß-

stoffe lassen sich mit derartig schlanken Bohrern einwandfrei bearbeiten. Das Aufwerfen des Materials am Bohreraustritt kann auch verhindert werden, wenn man Bohrlehren verwendet, die auf beiden Seiten Bohrbuchsen tragen und die ein festes Zwischenspannen des zu bohrenden Materials erlauben. Die untere Buchse verhindert dann die Bildung eines Austrittswulstes.

Eine Kühlung des Bohrers und des Materials kann nur durch Preßluft erfolgen, da jede Flüssigkeitskühlung zu einem Verstopfen durch die zusammenbackenden Späne führen würde.

Die für einen Bohrer gültigen

Daten sind:

Schnellstahl:

Schnittgeschwindigkeit:	40–50 m/min
Vorschub:	0,2–0,4 mm
Hinterschliff:	80°, steiler Drall
Spanwinkel:	10°, Spitzenwinkel 60–100°

Hartmetall:

Schnittgeschwindigkeit:	90–120 m/min
Vorschub:	0,2–0,4 mm
Hinterschliff:	80°, steiler Drall
Spanwinkel:	10°, Spitzenwinkel 60–100°

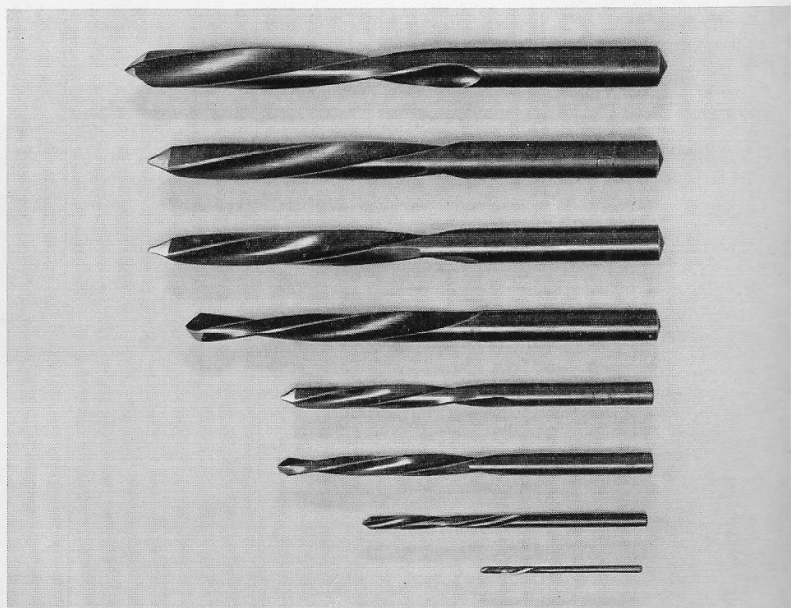


Abbildung 17

Kunststoffbohrer

3.6 Das Arbeiten mit Kreisschneider und Handschneidstahl (Handritzer)

Löcher über 25 mm Durchmesser werden mit Kreisschneidern hergestellt. Zweckmäßig sind für größere Bohrungen Kreisschneider mit verstellbaren Messern und Auswerfern. Man kann diese Kreisschneider auch zur Herstellung von Scheiben und Zahnrad-Blankos verwenden. Der Kreisschneider mit festem Ausstichmaß wird normalerweise

durch ein Stahlrohr, das an seinem unteren Ende Zähne mit Hartmetallbestückung trägt, gebildet. Ein derartiger Kreisschneider ist nur wirtschaftlich, wenn laufend größere Stückzahlen gleicher Abmessung hergestellt werden. Bei geringeren Stückzahlen und größeren Bohrungen bedient man sich des verstellbaren Kreisschneiders. Um ein Ausbröckeln der Kanten des spröden Werkstoffes zu vermeiden, soll nicht von einer Seite durchgeschnit-

ten werden. Das Loch ist vielmehr von beiden Seiten her zu schneiden. Bei großen Lochdurchmessern verwendet man häufig Kreisschneider mit Führungszapfen.

Kreisschneider und auch Handschneidstähle (Handritzer) sind fast immer hartmetallbestückt. Der Handritzer ist ein **Handwerkszeug**, das beim Schneiden dünnerer TROLITAX-, TROLITAX S- oder DYTRON-Platten (bis 3 mm) recht gute Dienste leistet. Durch mehrmaliges Anreißen der Kunststoffplatte schneidet man diese bis tief in den Plattenkern ein. Das Verfahren ähnelt dem Schneiden von Glas mit einem Diamanten. Danach bricht man den nicht benötigten Teil, den Reststreifen, in die entstandene Kerbung hinein ab. Die Bruchkante ist ohne jeden Fehler und kann mit einem üblichen Schreinerhobel nachgeglättet werden. Auf Baustellen und beim nachträglichen Schneiden größerer rechteckiger Ausschnitte wird vom Handritzer gerne Gebrauch gemacht.

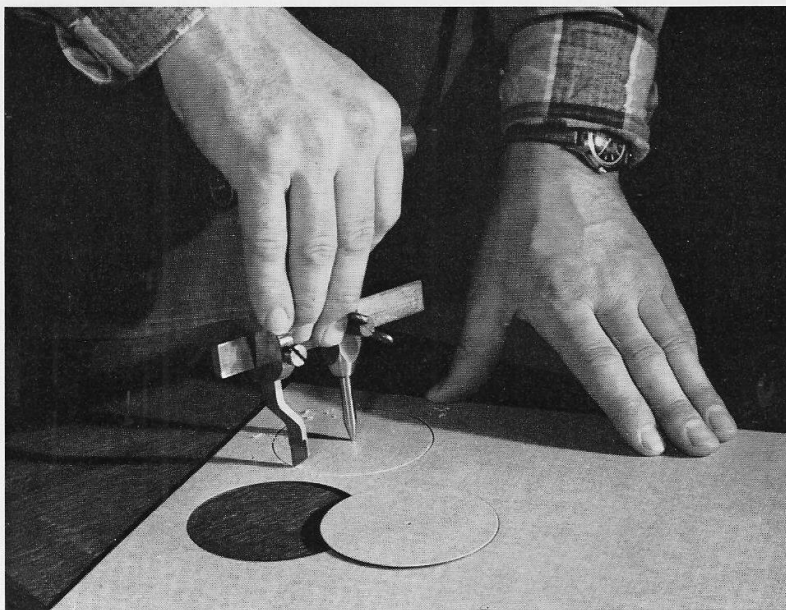


Abbildung 18
Kreisschneiden

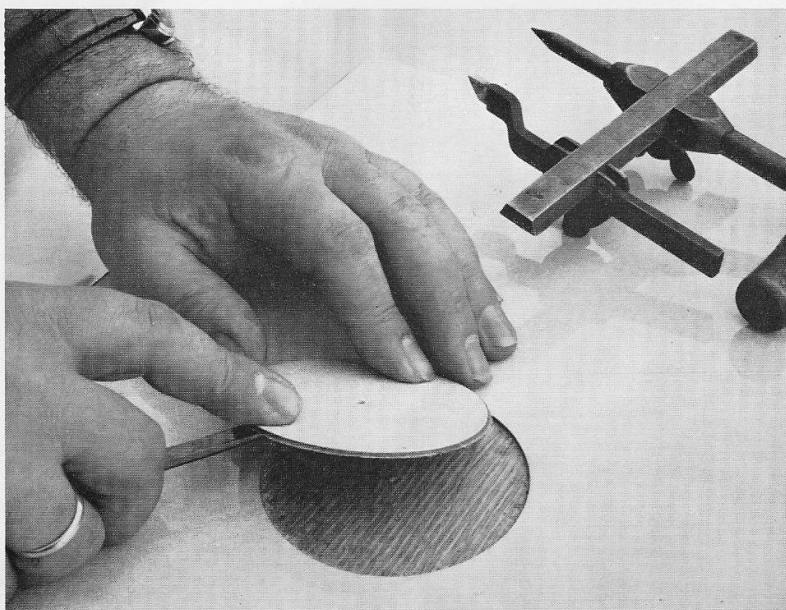


Abbildung 19
Kreisschneiden

3.7 Das Fräsen

In steigendem Maß werden TROLITAX-, TROLITAX S- und auch DYTRON-Platten mittels Fräsern bearbeitet. Nur bei kleineren Stückzahlen lohnt sich die Verwendung von Schnellstahlfräsern, sonst ist stets der hartmetallbestückte **Fräser** als wirtschaftlicher vorzuziehen, da die Schnittgeschwindigkeit und damit die Leistung der Maschine bedeutend gesteigert werden kann. Der Fräserverschleiß liegt bei der Bearbeitung von Kunststoffplatten etwa doppelt so hoch wie bei Stahl St. 70. Es hat sich als besonders günstig herausgestellt, die Fräseschneiden auf ziehenden Schnitt zu stellen und Kreuzverzahnung anzustreben, da hierdurch ein glattes Durchschneiden der Fasern der Harzträger erfolgt.

Beim Bearbeiten von geschichtetem Werkstoff soll die Vorschubrichtung parallel mit der Schichtrichtung laufen. Muß aus irgendwelchen Gründen, wie z. B. beim Fräsen von Zahnrädern, senkrecht dazu gefräst werden, so muß auf der Auslaufseite des Fräasers eine Hartholz- oder TROLITAX-Platte gegen das Werkstück gespannt werden, um ein Ausbrechen der Schichten zu verhindern. Bei der Verwendung von Messerköpfen, Nutenfräsern, Grundfräsern usw.,

die man aus der Holzbearbeitungstechnik übernimmt, ist stets darauf zu achten, daß die Schneidenzahl bei der Bearbeitung von TROLITAX-Platten größer sein muß als bei der Holzbearbeitung. Es ist anzustreben, auch bei hohen Drehzahlen möglichst vier Schneiden zu verwenden. Wegen ihrer vielseitigen Verwendbarkeit, ihrer billigen Werkzeuge und ihrer großen Wirtschaftlichkeit haben die **Oberfräser** bei der Bearbeitung von TROLITAX-Platten eine besondere Bedeutung erlangt. Man verwendet die aus der Holzbearbeitung bekannten schnelllaufenden Oberfräser, mit 12 000 bis 30 000 U/min. Dies entspricht Schnittgeschwindigkeiten von 400 bis 1000 m/min. Vorteilhaft werden einschneidige und zweiseidige Oberfräser verwendet, die jedoch stets mit Hartmetallschneiden ausgerüstet sein müssen. Bei kleineren Durchmessern sind auch Oberfräser massiv aus Hartmetall erhältlich.

Wesentlich ist, für eine gute Absaugung der entstehenden Späne und des Harzstaubes zu sorgen, da der Spanabfall infolge der hohen Leistungsfähigkeit dieser Maschinen ganz bedeutend ist. Es ist zweckmäßig, auf der einen Seite des arbeitenden Fräasers eine Preßluftdüse anzuordnen, die die ent-

stehenden Späne und den Staub gleich in den auf der gegenüberliegenden Seite des Fräasers angeordneten Saugmund der Absaugung bläst.

Da die kleineren Motoren der Oberfräse zu ihrer Kühlung eine beträchtliche Menge Luft durch ihr Gehäuse saugen, ist es vorteilhaft, die Motoren durch eine Haube und durch einen biegsamen Schlauch mit der Außenluft zu verbinden, um die im Raum umherfliegenden Kunststoffteilchen daran zu hindern, sich in den Wicklungen der Motoren festzusetzen. Oft ist es zweckmäßig, größere Löcher statt mit einer Bohrmaschine auf einer Oberfräse mit Teilvorrichtung herzustellen, wenn es sich nicht um genaueste Abstände der einzelnen Bohrungen handelt.

Schnellstahl:

Schnittgeschwindigkeit: 40–50 m/min
Vorschub: 0,5–0,8 mm
Freiwinkel: 20–30°
Spanwinkel: 20–25°

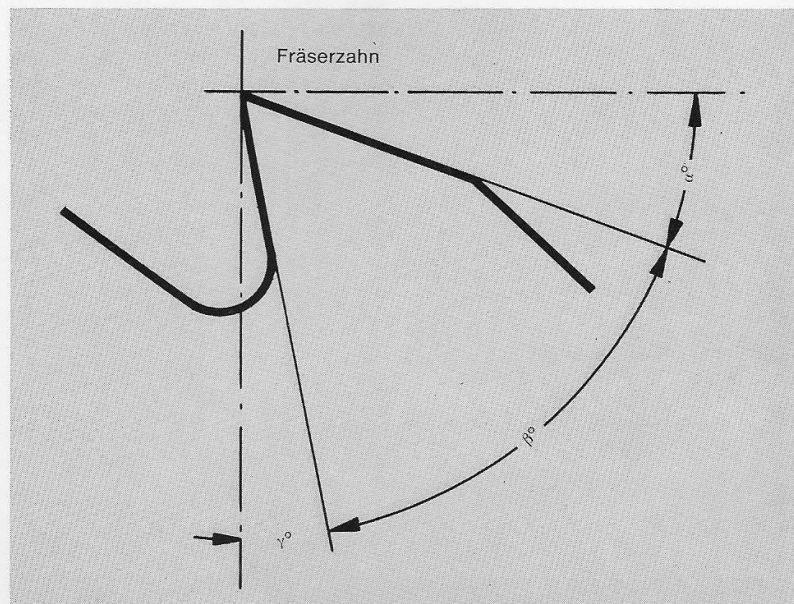
Hartmetall:

Schnittgeschwindigkeit: 400–1000 m/min
Vorschub: 0,5–0,8 mm
Freiwinkel: 20–30°
Spanwinkel: 20–25°

Abbildung 20

Fräserzahn

α = Freiwinkel
 β = Keilwinkel
 γ = Spanwinkel



4. Das Richten und Biegen

Große Hartpapiertafeln sind nicht immer so plan, wie es der Verbraucher wünscht. Gelegentlich stört eine geringe Durchbiegung der Kunststoff-Platte, wenn man daraus z. B. Zeichen- und Bürobedarfsartikel (Reißschieben, Schreibunterlagen usw.) herstellen will. Streifen bis zu großer Dicke (über 10 mm) lassen sich nach Vorwärmung nachträglich richten. Auch das Richten von Platten im Originalformat ist möglich, jedoch muß dann die Anwärmeinrichtung eine gleichmäßige Anwärmung der gesamten Platte gestatten.

Selbstverständlich kann man angewärmte Streifen oder Platten auch biegen. Je dünner die Platte, um so kleiner wird auch der zu erreichende Biegeradius. Bei einer Plattendicke von 1,5 mm erreicht man ohne Schwierigkeiten Radien bis 15 mm. Die Verformung unter Wärme ermöglicht nur zylindrische Biegungen.

5. Das Kleben

Im allgemeinen verschraubt man Hartpapier- und Hartgewebe-Zuschnitte. In letzter Zeit wird jedoch mehr und mehr von der Möglichkeit des Verklebens Gebrauch gemacht. Besonders gern verklebt man Hartgewebe-Zuschnitte, die für die Belegung von Gleitbahnen schwerster Werkzeugmaschinen, z. B. Drehbänke, bestimmt sind. Die hierzu verwendbaren Kleber müssen ausreichende Festigkeitswerte aufweisen, wasserfrei sein und ein hohes Maß an Elastizität besitzen. Man verwendet heute Polychlorbutadien-Kleber (z. B. Neoprene) und Aethoxylinharze (z. B. Araldite), die sich gut bewährt haben. Die Verarbeitung von Polychlorbutadien soll nicht unter 20 °C erfolgen. Ein höherer Anpreßdruck (möglichst mehr als 5 kg/cm²) verbessert die Festigkeitswerte. Polychlorbutadiene sind meist sehr zäh und sollen daher mit einem dünnen gezahnten Blechspachtel aufgetragen werden. Zur Erhöhung der Festigkeitswerte ist 5 bis 10 % Vernetzerzusatz unbedingt notwendig. Höhere Festigkeitswerte erhält man mit Aethoxylinklebern. Diese werden daher für Metallverklebungen besonders bevorzugt. Man kann sie bei Raumtemperatur ohne Anwendung von besonders hohem Druck aushärten. Polychlorbutadien- und Aethoxylinkleber eignen sich auch zum Verkleben von Kunststoffen untereinander. Für die Verklebung auf Holz kommen Polychlorbutadiene und besonders Polyvinylacetat-Leime in Betracht.

Um das Entstehen von thermischen Spannungen zwischen den durch die Klebschicht verbundenen unterschiedlichen Werkstoffen zu vermeiden, sind **Verklebungen bei 20–25 °C** Heißverklebungen vorzuziehen.

Die Oberflächen der zu verklebenden Platten müssen vor dem Auftrag des Klebers sorgfältig gesäubert werden. Metallflächen sind mit Trichloräthylen, Tetrachlorkohlenstoff oder anderen guten fettlösenden Mitteln von Öl und Fett zu befreien.

Aluminium und seine Legierungen sollen aufgeraut bzw. geschliffen werden. Zum Aufräumen von Stahl, Eisen und Buntmetallen eignet sich Glas- oder Schmirgelpapier; noch besser ist das Sandstrahlen, weil dadurch vorhandener Rost, Zunder und andere Verunreinigungen entfernt werden. TROLITAX- bzw. DYTRON-Platten sind aufgeraut ab Werk beziehbar. Falls notwendig, können Einzelstücke mit Glas- und Schmirgelpapier nachgeschliffen werden.

ARALDIT® = eingetragenes Warenzeichen
der Ciba AG, Basel/Schweiz