

Stand der Erkenntnisse über Laseranwendung

Die Laserindustrie mit ihrer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in der Produktion gilt als ein Wachstumsmarkt, dem hohe Zuwachsraten vorhergesagt werden. Trotz der zunehmenden Verbreitung des Lasereinsatzes zur Materialbearbeitung sind jedoch viele Anwendungsmöglichkeiten fertigungstechnisch noch nicht entwickelt. Dies trifft insbesondere auf die Holzbearbeitung zu, wo die Lasertechnik vergleichsweise erst am Beginn ihrer Entwicklungsmöglichkeiten steht. Im folgenden soll sowohl ein Überblick über die Möglichkeit und Chancen als auch über die Problemfelder der Laseranwendung in der Holzindustrie gegeben werden. Von Prof. Dr.-Ing. Uwe Heisel und Dipl.-Ing. Edmund Weiss¹⁾.

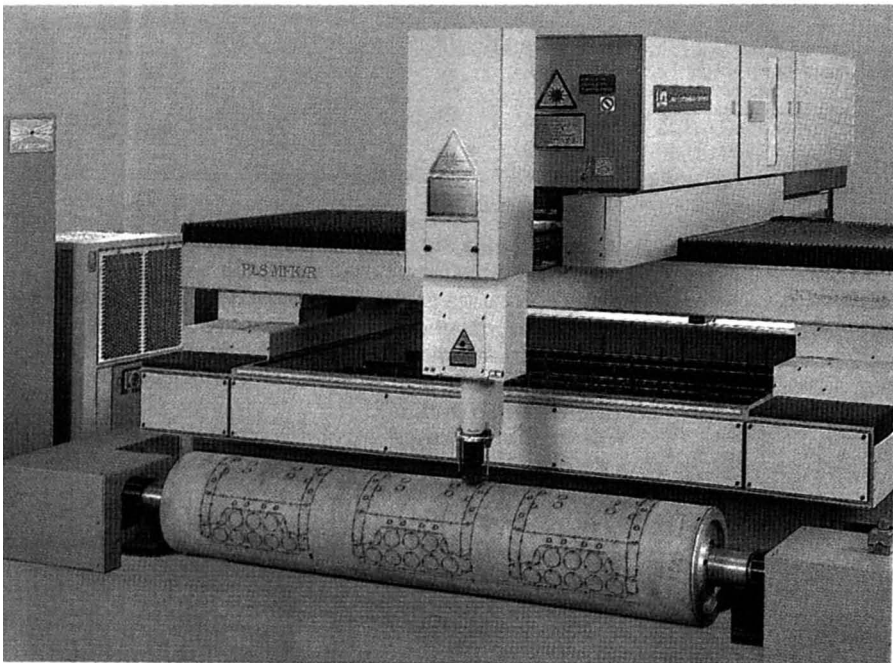
1. Anwendungsmöglichkeiten

Auf der diesjährigen Ligna in Hannover, der wichtigsten Fachmesse für Maschinen und Ausrüstungen der Holz- und Forstwirtschaft, wurden mehrere Laseranlagen zum Schneiden bzw. Gravieren von Holz ausgestellt. Weitere Aussteller zeigten mit Laser bearbeitete Werkstücke aus Holz. Auch das Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart informierte auf dieser Messe am

Gemeinschaftsstand der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH) mit entsprechenden Exponaten über die Möglichkeiten des Lasereinsatzes zur Holzbearbeitung. Dabei zeigte sich beim Fachpublikum ein großes Interesse an dieser Technologie. Bei den zahlreichen Gesprächen mit potentiellen Anwendern bestätigte sich, daß in unterschiedlichsten Bereichen der Holzindustrie, sowohl im Handwerksbereich

¹⁾ Professor Dr.-Ing. U. Heisel ist Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart mit dem Versuchsfeld für Holzbearbeitungsmaschinen der Universität Stuttgart. Dipl.-Ing. E. Weiss ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Institut.

Abb. 1: Kombinierte CO₂-Laserschneidanlage für Flach- und Rotationsstanzformen



- Herstellung von Stanzformen für die Kartonageproduktion,
- Perforation von Brettschichtholz zur Verbesserung der Imprägnierbarkeit,
- Herstellung von Möbeln und anderen Gegenständen mit dekorativen Elementen,
- automatisches Zuschneiden von Möbelhölzern,
- Erzeugnisse des Kunstgewerbes,
- Korpusbau (Lautsprecherboxen, Fernsehgehäuse usw.),
- in der Kraftfahrzeugindustrie beim Schneiden edelfurnierter Armaturen, Türverkleidungen, Caravan-Einbauten u. ä.,
- Plisterfertigung,
- Spielwaren (Holzpuzzles u. ä.),
- Musikinstrumente,
- Intarsien und Parkette.

Tafel 1: Einsatzmöglichkeiten von Laserschneidanlagen

als auch in der großindustriellen Fertigung, eine große Anzahl denkbarer Einsatzmöglichkeiten existieren (Tafel 1).

Bei den derzeitigen Anwendungen ist an erster Stelle der Stanzformenbau für die Kartonageproduktion zu nennen (Abb. 1). Bei der Anfertigung dieser Stanzformen (Abb. 2) hat der Lasereinsatz die Säge zwischenzeitlich fast völlig verdrängt. Weiterhin erfreuen sich speziell in den USA und Kanada, jedoch auch zunehmend in Europa, mittels Laserstrahl verzierte bzw. gravierte Utensilien (Abb. 3), Reliefbilder u. ä. aus Holz zunehmender Beliebtheit. Erwähnenswert sind außerdem die Plisterfertigung sowie der Spielwaren- und Musikinstrumentenbau, wo die Laserfertigung ebenfalls Eingang gefunden hat (Abb. 4). Bei der Perforation von Brettschichtholz zur Verbesserung der Imprägnierbarkeit werden dem Laser gute Chancen eingeräumt, die bisherige Nadelstich-Perforation abzulösen. Nicht zuletzt bietet die Herstellung dekorativer und präziser Möbelemente sowie von Intarsien, beispielsweise für den Parkettbau, ein breites Einsatzgebiet. Dabei wird als Strahlquelle zur Holzbearbeitung bislang ausschließlich der CO₂-Laser eingesetzt.

2. Fertigungstechnische Vorteile

Allgemein kann gesagt werden, daß der Laser beim Werkstoff Holz den konventionellen Bearbeitungsarten Fräsen und Sägen dann überlegen ist (Tafel 2), wenn geometrisch komplizierte Konturen mit hoher Präzision und Wiederholgenauigkeit gefertigt werden müssen. Die numerische Steuerung, kurze Umrüstzeiten, kein Werkzeugverschleiß und -wechsel sowie der Wegfall aufwendiger Spannvorrichtungen verleihen der Laserschneidanlage eine hohe Flexibilität. Diese Flexibilität führt ins-

- Hohe Reproduzierbarkeit komplizierter Konturen,
- hohe Flexibilität (kurze Umrüstzeiten, kein Werkzeugverschleiß und -wechsel, keine Spannvorrichtungen notwendig),
- gute Automatisierbarkeit,
- hohe Umweltfreundlichkeit (keine Späne und Staub, geräuschlos),
- gute Werkstoffausnutzung (geringe Schnittfugenbreite, Schnittbeginn inmitten einer geschlossenen Fläche möglich),
- Schneiden und Markieren möglich.

Tafel 2: Spezifische Vorteile von Laserschneidanlagen gegenüber konventionellen Holzbearbeitungsmaschinen

besondere bei einer breiten Produktpalette und geringen Losgrößen zu Kostenvorteilen. Durch den Einsatz von Scannern zum Einlesen von Zeichnungen oder Fotografien läßt sich ein weiterer Rationalisierungseffekt erreichen. Darüber hinaus bietet eine Laseranlage für einen automatisierten Materialfluß, Fertigungssteuerung oder Lagerhaltung die Möglichkeit, die bearbeiteten Werkstücke gleichzeitig zu kennzeichnen, beispielsweise mit einer maschinenlesbaren Barcode-Beschriftung.

Besonders erwähnt sei die hohe Umweltfreundlichkeit des Lasers. Durch die Einordnung bestimmter Holzstäube in die Gruppe der eindeutig krebserzeugenden Arbeitsstoffe haben sich die zulässigen Staubkonzentrationen in der Atemluft deutlich verschärft. Dies führt bei spanenden Holzbearbeitungsmaschinen oftmals zu großen Schwierigkeiten bei der Stauberfassung, um die geforderten Emissionsgrenzwerte einhalten zu können. Bei einer Laserschneidanlage dagegen wird kein Staub emittiert, noch stellt sich das Problem der sonst bei Holzbearbeitungsmaschinen problematischen Geräuschemission.

In Zukunft wird sicherlich eine bessere Ausnutzung des Rohstoffes Holz immer wichtiger und gefordert sein. Neben einer deutlich geringeren Schnittfugenbreite ermöglicht eine Laserschneidanlage einen Schnittbeginn inmitten einer geschlossenen Fläche, so daß fertigungsbedingt eine oftmals günstigere Plattenaufteilung und damit eine bessere Ausbeute realisierbar ist.

Zumeist nur wenig Beachtung wird bei der Suche nach möglichen Anwendungsfällen der Aussicht auf zukünftige Entwicklungsperspektiven geschenkt, die sich durch den Einsatz neuer Technologien stets ergeben. Als eine solche neue Technologie erlaubt der Lasereinsatz neuartige Holzkonstruktionen, welche konventionell nicht oder nur mit einem unverträglich hohen Aufwand gefertigt werden können. Vor allem dem Neodym YAG-Laser muß hier besonderes Interesse geschenkt werden, insbesondere nachdem dessen Leistung seit kurzem auf über 1 kW gesteigert werden konnte. Von großem Vorteil ist, daß dessen 1060-nm-Strahlung durch Quarzfaseroptik flexibel an das Werkstück herangeführt werden kann. In Verbindung mit Handhabungsmaschinen läßt sich so eine dreidimensionale Bearbeitung realisieren. Für den praktischen Einsatz setzt dies jedoch die Weiter- bzw. Neuentwicklung von Systemen zur Strahlenführung und -formung, angepaßt an die Erfordernisse der Holzbearbeitung, voraus.

Aufgrund seines emittierten UV-Lichts verspricht der Excimerlaser die Möglichkeit einer nichtthermischen Behandlung. Ein Vermeiden von Verkohlungen an den Schnittflächen erscheint damit realisierbar. Allerdings steht dessen Entwicklung zum Materialbearbeitungslaser großer Einsatztiefe und entsprechender Ausgangsleistung noch bevor.

3. Problemfelder sind überwindbar

Insbesondere bei der Holzbearbeitung

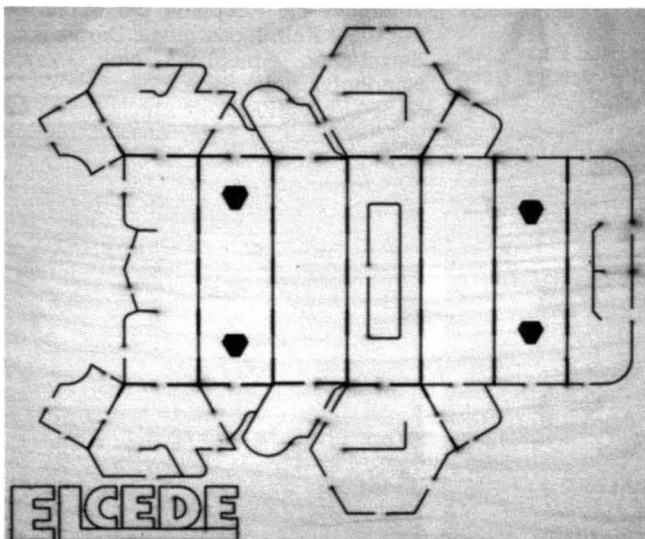


Abb. 2: Stanzform für Kartontageproduktion

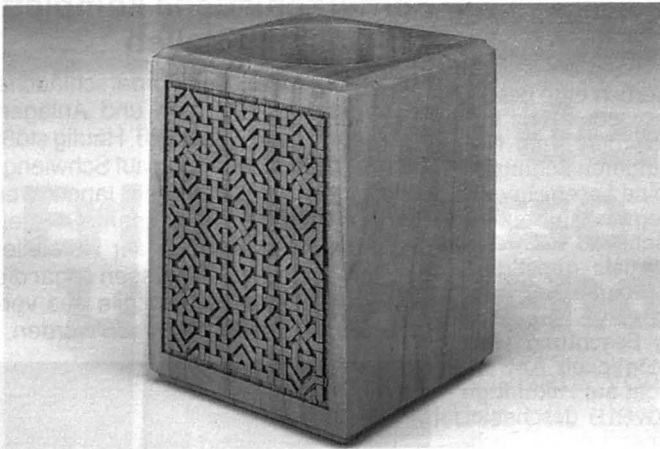


Abb. 3: Laserschneidanlagen haben Einsatz gefunden bei der Herstellung dekorativer Utensilien

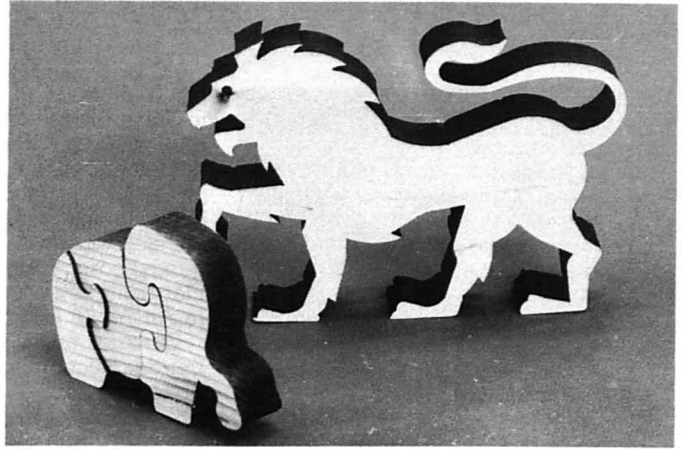


Abb. 4: ... und in der Herstellung von Spielwaren (IfW)

verursacht der Lasereinsatz nicht nur fertigungstechnische Probleme, sondern stellt auch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Vor allem jedoch ist der oftmals geringe Kenntnisstand über diese Technologie bei vielen potentiellen Anwendern als ein Hinderungsgrund für einen vermehrten Lasereinsatz in der Holzindustrie zu nennen (Tafel 3).

Die wichtige Frage der Wirtschaftlichkeit steht in Zusammenhang mit den hohen Investitionskosten für eine Laserschneidanlage. Hier wird jedoch mit einer Verbesserung des Preis-Leistungs-Verhältnisses gerechnet, und damit wird sich dieser Aspekt weiter abschwächen. Ebenso werden beim Wirkungsgrad bzw. schnittflächen-spezifischen Energieverbrauch sowie bei den erreichbaren Vorschubgeschwindigkeiten durch entsprechende Weiterentwicklungen und Prozeßoptimierungen Verbesserungen zu erreichen sein, so daß mit dem Laser ein leistungsfähiges Instrument zur Verfügung stehen wird.

Zur Überwindung der fertigungstechnischen Probleme bedarf es einer verstärkten Forschungsanstrengung im Grundlagenbereich. Als ein Beispiel sei hier die oftmals unerwünschte Schwärzung der Schnittfläche bedingt durch die thermische Einwirkung des Laserstrahls genannt. Da sich die bisherige Laser-Forschung auf den Bereich der Metallbearbeitung konzentrierte, sind für den Werkstoff Holz nur wenige Grundlagenuntersuchungen über den Einfluß der Bearbeitungsparameter seitens des Werkzeugs (Leistung, Schneidgasart und -druck, Brennweite, Fokuslage, Laserart) und seitens des Werkstückes (Rohdichte und Härte, Holzfeuchte, Faserrichtung, Materialdicke, Holzart) auf die Schnittdaten wie Vorschubgeschwindigkeit und Schnittqualität (Grad der Bräunung, Parallelität und Rauheit der Schnittflächen) vorhanden. Demzufolge ist auch entsprechende Literatur nicht verfügbar, so daß der Wissensstand bei vielen potentiellen Anwendern entsprechend gering ist.

4. Zusammenfassung

Der Laser erschließt als universell einsetzbares Werkzeug immer neue Ein-

satzgebiete. Seine spezifischen Vorteile wie zum Beispiel hohe Fertigungsgenauigkeit und Reproduzierbarkeit, gute Automatisierbarkeit, hohe Flexibilität und Umweltfreundlichkeit lassen ihn für viele Anwendungsfälle in der Holzbearbeitung als geeignetes Instrument erscheinen. Denkbare bzw. bereits realisierte Einsatzmöglichkeiten sind u. a. die Herstellung von Bandstahlschnittformen, Erzeugnisse des Kunstgewerbes, die Plisterfertigung, Perforation von Brettschichtholz sowie Anwendungsfälle in der Möbelindustrie bis hin zur Spielwaren- und Musikinstrumentenfertigung. Der Lasereinsatz in der Holzindustrie wirft jedoch nicht nur fertigungstechnische Probleme auf, sondern auch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Vor allem jedoch ist der oftmals geringe Kenntnisstand über diese Technologie bei vielen potentiellen Anwendern als Hinderungsgrund für einen vermehrten Lasereinsatz zu nennen. Um hier Verbesserungen zu erreichen, bedarf es noch systematischer Grundlagenuntersuchungen zur Quantifizierung der Einflüsse der zahlreichen Parameter seitens Werkstück und Werkzeug auf den Bearbeitungsvorgang und das Bearbeitungsergebnis.

Tafel 3: Problemfelder beim Einsatz von Laserschneidanlagen

Fertigungstechnische Probleme:

- Schwärzung der Schnittflächen und
- Nichtparallelität der Schnittkanten.

Ungenügende Wirtschaftlichkeit:

- Hohe Investitionskosten,
- schlechter Wirkungsgrad, hoher schnittflächenspezifischer Energieverbrauch und
- geringe Vorschubgeschwindigkeiten.

Geringer Kenntnisstand bei potentiellen Anwendern