

# Echtzeit für Laser

Ein freiprogrammierbares Echtzeitsystem bewährt sich als Multitalent für flexible Steuerungen, intelligente Messdatenerfassung und vielkanalige Signalgenerierungen.

Die Struktur und Funktionsweise des ADwin-Echtzeitsystems ist aufgrund seines klaren Aufbaus einfach erklärt: Eine vom Anwender frei programmierbare Echtzeit-CPU ist verantwortlich für alle deterministischen Abläufe im System, während analoge und digitale Ein-/Ausgänge sowie verschiedene Erweiterungen die Schnittstellen zur jeweiligen Anwendung darstellen. Funktionen wie digitale Regelungen und Steuerungen, intelligente Messdatenerfassung mit Online-Analysen, intelligente Signalgenerierungen, u.v.m. werden durch die System-CPU mikrosekundengenau abgearbeitet. Gerade diese CPU erlaubt ebenfalls, alle Funktionen intelligent auszuführen. So kann eine Datenerfassung mit Online-Analyse direkt Einfluss nehmen auf Regelparameter oder Signalgeneratorfunktionen, welche auf dem gleichen System parallel laufen. Letztendlich öffnen die Kreativität des Anwenders und die freie, einfache Programmierbarkeit neue Freiräume für intelligent ausgeführte, flexible Funktionen. Das ADwin-System ist via Ethernet oder USB mit einem PC verbunden und kann jederzeit Daten und Informationen mit diesem austauschen. Trotzdem laufen alle Funktionen auf ADwin deterministisch ab. Das ADwin-System wird in einer mitgelieferten Echtzeitentwicklungsumgebung programmiert, während auf der PC-Seite typische Programme wie LabView, Matlab, C, Delphi, VB, etc. genutzt werden können.

Verschiedene Anwendungen rund um den Laser erfordern intelligente Funktionsgeneratoren. Applikationen sind zu finden im Bereich von Laser-Ablenkungen, dy-

namischer Fokussierung, Scan-Prozessen, Rastermikroskopen, Oberflächenveredlung, Nahtüberwachung beim Schweißen, Fertigungsprozessen in der Halbleiterindustrie und vielem mehr.

### Adaptiver Signalgenerator, Mustergenerator

Das ADwin-System ist in der Lage, die verschiedenen periodischen oder nichtperiodischen Signalformen wie Sinus, Cosinus, Dreieck, Trapez, Rechteck, Peaks, Rauschen, Multifrequenzsignale oder sonstige beliebige Signalformen, so genannte Arbitrary Waveforms, zu erzeugen.

Die Zahl der analogen Ausgänge liegt je nach ADwin-System bei 2 bis 120, wobei alle analogen Ausgänge zunächst mit einem neuen Ausgabewert »vorgeladen« werden können, und die Konvertierung an allen Ausgängen gleichzeitig synchron startet. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, verschiedenartige Signalformen zu überlagern. Die Signale können zeit- oder triggergesteuert ausgegeben werden, wo-

durch auch komplexe Ansteuerungen realisierbar sind.

Die Anwendung als adaptiver Signalgenerator erfordert es, jede der Signaleigenschaften abhängig von Bedingungen online neu zu definieren. Auf dem ADwin-System kann zum Zwecke eines adaptiven Signalgenerators neben der Generierung der Signale gleichzeitig eine Messdatenerfassung parallel ablaufen. Hierbei können Antwortsignale vom Prozess zurück gemessen und in Echtzeit analysiert werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analyse können adaptiv beliebige Eigenschaften der generierten Signale online verändert werden. Prinzipiell können alle ADwin-Eingänge, egal analog, digital, Zähler, seriell, etc., dafür genutzt werden.

Das ADwin-System ist auch ideal als Mustergenerator (Patterngenerator) einsetzbar, beliebige Bahnkurven können nachgefahren werden, die Verweilzeit für jede angefahrte Position ist beliebig einstellbar, zeitkonstant, zeitvariant oder triggergesteuert. Muster können als Punkte X, Y, Z und Fokus im Speicher des ADwin-Systems abgelegt werden. Durch die Echtzeit-



3D-Laserbearbeitung. Bildquelle: LASER-Archiv



Das ADwin-Echtzeitsystem im Überblick.

### Der Autor

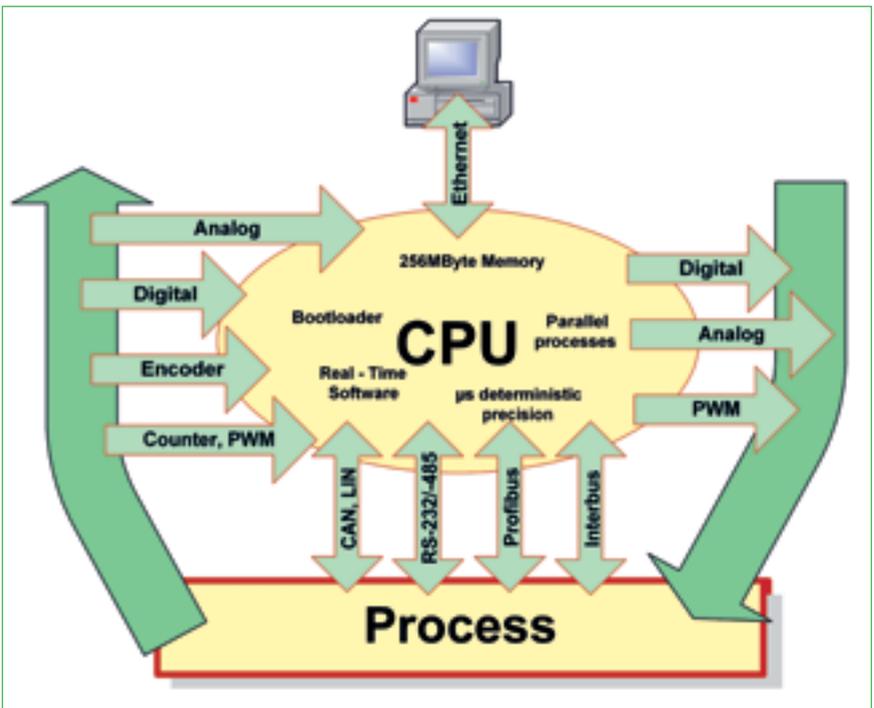
Dipl.-Ing. Heinz Peter Beimert (Hbeimert@adwin.de) studierte Regelungstechnik an der TH-Darmstadt und ist seit 1995 beschäftigt bei Jäger Computergesteuerte Meßtechnik GmbH, Lorsch. Er ist dort verantwortlich für den Bereich Vertrieb Ausland und Applikationen.

# Lasersteuerung

CPU können die Muster vor der analogen/digitalen Ausgabe beliebig vorschoben oder gedreht werden. Dies verdeutlicht auch die Abbildung mit dem aus X-/Y-Punktpaaren zusammengesetzten Schriftzug »ADwin«, der auf einem Oszilloskop bewegt dargestellt und dabei gedreht wird.

## Steuerung von Laser-Rastermikroskopen

Die 2D-Bilder von Laser-Rastermikroskopen entstehen durch ein punkt- und zeitenweises Abtasten der Probe, einem XY-Scan, mittels eines fokussierten Laserstrahls, wobei die Fokusebene die Z-Ebene der Probe darstellt. Das von der Probe reflektierte Licht wird über eine Lochblende auf einen Detektor geleitet. Je höher die Dichte der Probe an dieser XYZ-Position ist, desto mehr Licht wird reflektiert. Durch ein Scannen einzelner Ebenen entsteht ein zusammengesetztes 3D-Bild.



Über analoge Ausgänge steuert ADwin diesen Scan: Zwei analoge Ausgänge steuern eine XY-Position an, gleichzeitig werden an dieser Position über analoge Eingänge oder Zähler das reflektierte Licht erfasst und das Ergebnis in einer Scan-Tabelle abgelegt. Sukzessive entsteht so

Punkt für Punkt, Zeile für Zeile ein 2D-Bild. Nach einem kompletten XY-Scan wird über einen dritten analogen Ausgang ein neuer Fokus angefahren, nach 50 bis 100 XY-Scans auf verschiedenen Ebenen kann ein 3D-Bild berechnet werden.

Wichtig: »Der zeitliche Abstand von einem XY-Messpunkt zum Nächsten ist zeitlich konstant und liegt im Bereich von Mikrosekunden-Bruchteilen bis hoch zu einigen Mikrosekunden«. Als Alternative dazu könnte zur Erhöhung der Auflösung an jeder Messstelle aber auch solange gewartet werden, bis eine minimale Menge

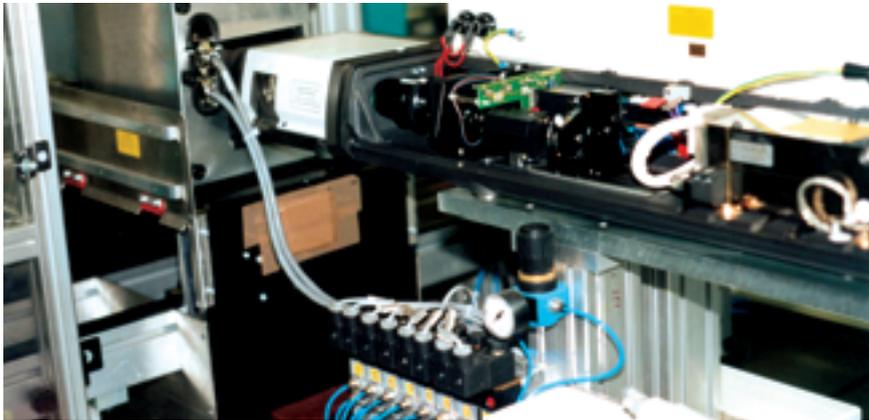
von reflektiertem Licht empfangen wurde. Erst dann wird der nächste Messpunkt angefahren. Der zeitliche Abstand der Messstellen ist also nicht konstant, und mit etwas Echtzeit-Messdatenverarbeitung an jedem Messpunkt könnte die Auflösung verbessert werden.

Die ADwin-Systeme werden für verschiedene Rastermikroskope eingesetzt, z. B. für

- Laser-Mikroskope,
- Raster-Tunnel-Mikroskope,
- Raster-Elektronenstrahl-Mikroskope,
- Raster-Kraft-Mikroskope,
- Atomic-Force-Mikroskop (AFM),
- Focused-Ion-Beam-Mikroskope (FIB).

In allen Varianten von Raster-Mikrosko-

# lasersteuerung



Laserbearbeitung erfordert schnelle Steuerungstechnik mit Einbeziehung der gesamten Peripherieebene. Bildquelle: LASER-Archiv

pen werden Echtzeitsysteme zur Steuerung des Tasters und zur Erfassung der Oberflächenstruktur eingesetzt.

## Magneto-Optische Fallen (MOT)

Den späteren Nobelpreisträgern Eric Cornell und Carl Wieman gelang 1995 ein Experiment, in dem ein Gas aus mehreren tausend Atomen im Vakuum auf eine Temperatur von weniger als einem Millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt gekühlt wurde. Dies erreichte man mit cleveren Verfahren der Laserkühlung und mit speziellen, magnetischen Atomfallen. Heutzutage werden viele ADwin-Systeme zur Steuerung solcher Atomfallen genutzt.

Typischerweise werden diese ADwin-Systeme als freiprogrammierbare, vielkanalige Signalgeneratoren betrieben, bestückt mit 16 bis 32 analogen Ausgängen, sowie einer höheren Anzahl an digitalen Ein-/Ausgängen. Dank der freien Programmierbarkeit von deterministischen Abläufen können flexible, intelligente Signalgeneratoren auf dem ADwin System ablaufen, während durch deren modularen Aufbau die Anzahl der Kanäle beliebig an die Anwendung anpassbar ist.

## Laser mit einstellbarer Wellenlänge

Die Frequenz des von einem Laser abgegebenen Lichtes ist korreliert mit dem Resonator, in welchem der Laserstrahl erzeugt wird. Nun besteht bei verschiede-



Die 2D-Bilder von Laser-Rastermikroskopen entstehen durch ein punkt- und zeilenweises Abtasten der Probe, einem XY-Scan.

nen Lasern die Möglichkeit, eben über diesen Resonator die Frequenz in einem engen Spektrum anzupassen, kontrolliert durch ein Steuergerät.

ADwin als Steuergerät bietet mit seinen Echtzeitmöglichkeiten die Basis für viele verschiedene Anwendungen im Bereich von physikalischen Experimenten, der Laserspektroskopie, der Informationsübertragung durch Frequenzmodulation, und vielen mehr.

## Qualitätskontrolle beim Laserschweißen

ADwin-Systeme werden durch deren Möglichkeiten zur intelligenten Messdatenerfassung mit Online-Analysefunktionen zur Qualitätskontrolle beim Laserschweißen herangezogen. Während der Laser kontinuierlich schweißt, wird direkt hinter dem Schweißpunkt die gerade entstandene Schweißnaht durch das ADwin-

System über einen Triangulationssensor erfasst und in Echtzeit online bewertet. Werden Abweichungen von der geforderten Norm festgestellt, z. B. Lunker detektiert, so kann der Bahnsteuerung des Lasers über eine Datenschnittstelle, z. B. CANbus oder Profibus, diese Ortsposition mitgeteilt werden, damit dieser Punkt nochmals nachgearbeitet wird.

## Materialbearbeitung mit dem Laser

Der Laserstrahl wird für die Oberflächenbearbeitung und Oberflächenveredelung eingesetzt. Hierzu wird der Strahl in einem Muster oder Raster über das Werkstück geführt. Das nachfolgende Beispiel stammt aus der Produktion von elektronischen Baugruppen: Hierbei werden lasertrimmbare Widerstände wegen ihrer Vorteile in einer automatisierten Produktion zunehmend eingesetzt. Mit einem Laserstrahl werden kleine Kerben in den Widerstand geschnitten, das Widerstandsmaterial wird verdampft. Eine schnelle X/Y-Positionsregelung bewegt den Laserstrahl über den Widerstand, während gleichzeitig der Widerstandswert online durch das ADwin-System bestimmt wird, und eine Strahlabschaltung erfolgt bei Erreichen des gewünschten Widerstandswertes.

## Zusammenfassung

Durch verschiedene Arten von Lasern werden neue Produktionstechniken geschaffen, viele neue physikalische Experimente ermöglicht, die Grundlagenforschung ausgedehnt, und weiteres mehr. Das ADwin-System übernimmt hierbei die Rolle einer flexiblen, der Anwendung leicht anpassbaren Steuerung und Messdatenerfassung. Neue Experimente können durch ADwin leicht erstellt und sich ändernden Anforderungen schnell angepasst werden. Neue Produktionstechniken können mit ADwin einfach zur Serienreife gebracht werden.

## KENNZIFFER 000

Jäger Computergesteuerte  
Meßtechnik GmbH

[www.adwin.de](http://www.adwin.de)