

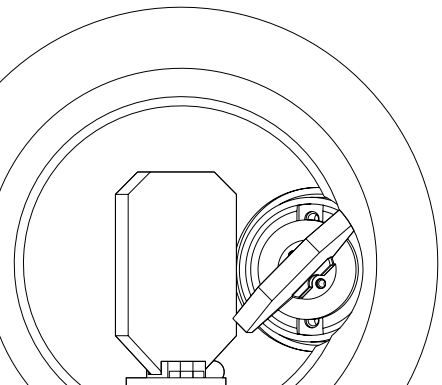
Innovative Scanner Control

*SCAN*ahead ist eine schleppverzugsfreie Regelungstechnologie für Laser-Scan-Systeme. Durch den Einsatz von *SCAN*ahead werden Bewegungen der Scanner-Spiegel stets mit maximaler Beschleunigung ausgeführt.

Somit wird das dynamische Potenzial Ihres Galvanometerscanners bestmöglich genutzt. Die Scan-Systeme excelli*SCAN*, intelli*SCAN* IV und fiberSYS sind serienmäßig mit *SCAN*ahead ausgestattet.

Applikationsvorteile

- Hohe Konturtreue selbst bei anspruchsvollen Scan-Jobs
- Schnellere Prozessentwicklung dank Universal-Tuning und automatisiertem Delay-Setting
- Steigerung der Produktivität durch signifikant kürzere Beschleunigungsphasen

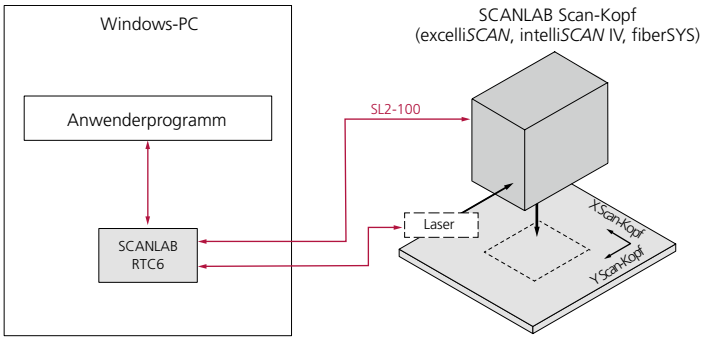


SCANLAB
innovators for industry

*SCAN*ahead ist eine innovative Regelungstechnologie für Laser-Scan-Systeme. Durch ihren Einsatz können bei einer Vielzahl von Anwendungen die Prozesszeiten signifikant reduziert und die Präzision der Laserspot-Position deutlich erhöht werden.

Rechtsstehende Abbildung zeigt die Kernkomponenten eines Scan-Systems:
In Ihrem Anwenderprogramm definieren Sie die gewünschte Bahnkurve, die der Laserspot abfahren soll. Die SCANLAB RTC6 Ansteuerkarte übersetzt Ihre Eingaben in sogenannte Mikrovektoren und sendet eine zeitliche Abfolge von „Spiegelwinkel-Sollwert-Koordinaten" an die Regelungselektronik im Scan-Kopf. Dies geschieht über das SL2-100 Protokoll, mit einer Rate von 100 kHz. Zudem übernimmt die RTC6 auch die Laseransteuerung, die mit einer zeitlichen Auflösung von 64 MHz erfolgen kann.

SCANLAB bietet Regelungstechnologien an, die wie folgt unterschieden werden: konventionelle Regelung und *SCAN*ahead-Regelung.



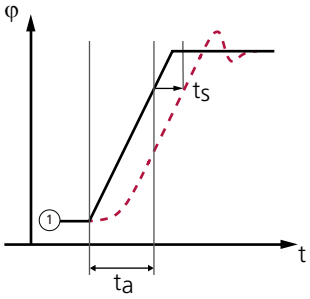
Schleppverzugsfreie Scan-Systeme durch *SCAN*ahead-Technologie

Konventionelle Regelung

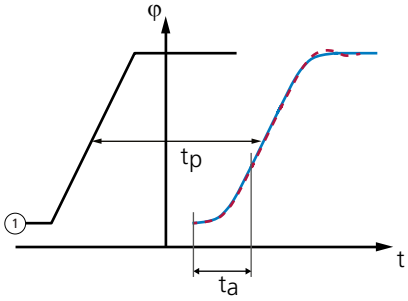
Die konventionelle Scanner-Regelung ist eine bewährte und kosteneffiziente Lösung für viele Anwendungen. Allerdings weisen Laser-Scan-Systeme mit konventioneller Regelung einen Schleppverzug auf, der sich bei manchen Anwendungen nachteilig auswirken kann.

*SCAN*ahead

Ein wesentlicher Bestandteil der SCANahead Technologie ist eine intelligente Zustandssteuerung, die es erlaubt, die Scanner-Spiegelachsen immer maximal zu beschleunigen. Hierdurch wird der Schleppverzug eliminiert. Die Berechnungen für die Zustandssteuerung erfolgen in Echtzeit, die Bewegungsausführung ist dementsprechend um die Vorausschauzeit t_p versetzt, dafür aber schleppverzugsfrei:



1 = RTC-Ansteuerwerte
— = Soll-Trajektorie
··· = Ist-Trajektorie
t_s = Schleppverzug
t_a = Beschleunigungszeit
t_p = Vorausschauzeit

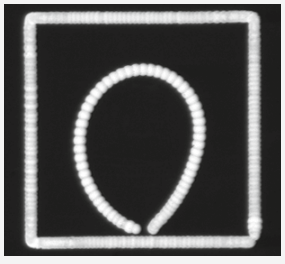


Das lineare Verhalten der konventionellen Regelung führt dazu, dass die Ist-Werte der Scanner-Galvanometerspiegel-Winkel (rot) verzögert auf die RTC-Ansteuerwerte (schwarz) reagieren. Diese zeitliche Verzögerung wird als Schleppverzug t_s bezeichnet.

Die *SCAN*ahead Technologie übersetzt die ursprünglichen Sollwerte der Spiegelposition (schwarze Kurve) in eine um die Vorausschauzeit t_p verschobene und geglättete Sollwertkurve (blaue Kurve). Die tatsächlichen Ist-Positionswerte des Spiegels (rot) folgen dieser geglätteten Sollwertkurve nahezu perfekt.

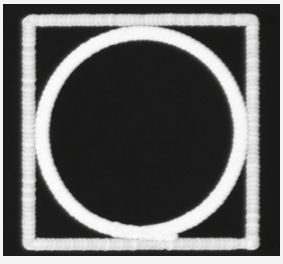
Beispiel: Einschnüreffekt

Aufgrund des Schleppverzugs entstehen auf gekrümmten Bahnen unerwünschte Abweichungen der Laserspot-Position. Dies kann z.B. beim schnellen Abfahren sehr kleiner Kreise auftreten.



150 µm v = 2,8 m/s

Die Konturtreue auf gekrümmten Bahnen wird durch den Einsatz der schleppverzugsfreien *SCAN*ahead Technologie, bei hohen Markiergeschwindigkeiten, deutlich verbessert.



150 µm v = 2,8 m/s

Dynamikvorteile durch *SCAN*ahead-Technologie

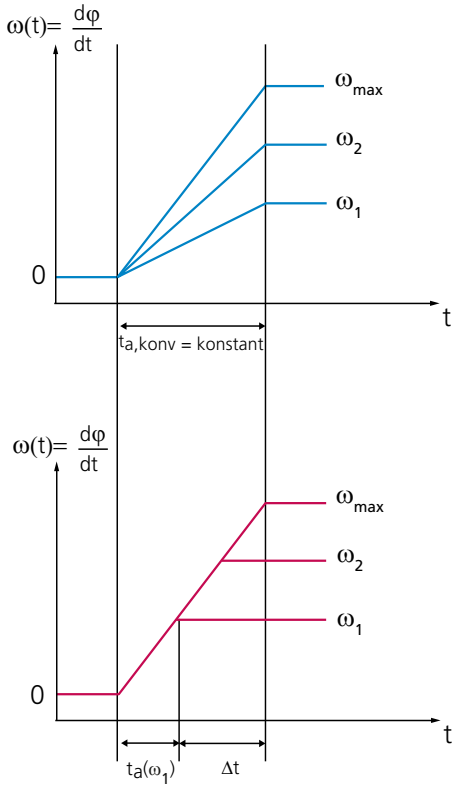
Konventionelle Regelung

Die Beschleunigungszeiten der konventionellen Regelung sind stets konstant. Folglich wird das Dynamikpotenzial des Scan-Systems nicht bei jeder Anwendung voll ausgenutzt, insbesondere wenn die Anwendung häufig wechselnde Geschwindigkeiten des Laserspots erfordert.

*SCAN*ahead

Durch den Einsatz von *SCAN*ahead werden die Beschleunigungszeiten stets minimiert, unabhängig von der Zielgeschwindigkeit. Dies kann zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität führen, sofern das Markiermuster eine Vielzahl von Beschleunigungsphasen enthält.

Vergleich der Spiegel-Geschwindigkeitsverläufe



Konventionelle Regelung

Die Beschleunigungszeit $t_{a,konv}$ ist stets konstant, unabhängig von den Zielgeschwindigkeiten ω_1, ω_2 oder ω_{max}.
Die Spiegelbeschleunigung, also die Steigung der Kurven, ist abhängig von den Zielgeschwindigkeiten.

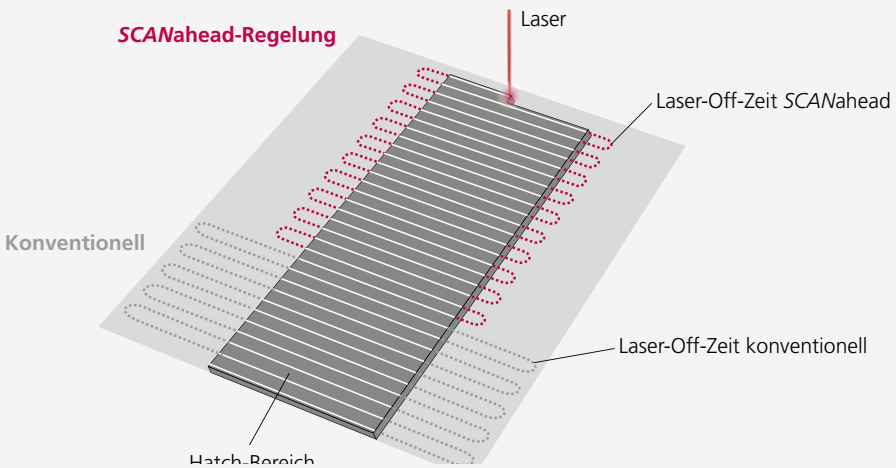
*SCAN*ahead Regelung

*SCAN*ahead arbeitet immer mit maximal möglicher Beschleunigung. Bei Anwendungen, in denen die Spiegel-Geschwindigkeit häufig geändert wird, können die Beschleunigungszeiten drastisch verkürzt werden.
Beispielhaft ist die Beschleunigungszeit von 0 auf Geschwindigkeit ω_1 gezeigt: $t_a(\omega_1)$. Diese ist um Δt verkürzt, im Vergleich zur Beschleunigungszeit mit konventioneller Regelung.

Beispiel: Additive Fertigung

In der additiven Fertigung werden flächige Strukturen typischerweise durch bidirektionales Hatching realisiert. Ein Großteil der Prozesszeit wird bei Scan-Systemen mit konventioneller Regelung für die Umkehrzeiten für Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge benötigt.

Scan-Systeme mit *SCAN*ahead-Regelung reduzieren diese Umkehrzeiten signifikant und tragen daher zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität bei.



*SCAN*ahead-Regelung im Vergleich zu konventioneller Regelung

	Konventionelle Scanner-Regelung	*SCAN*ahead-Regelung
Dynamik	• Beschleunigungszeit t_a ist konstant • Dynamik-Potenzial der Galvanometer-scanner wird nicht immer vollständig ausgenutzt	• Scanner-Achsen beschleunigen immer maximal • Dynamik-Potenzial der Galvanometerscanner wird immer ausgeschöpft
Schleppverzug [t_s]	• Endlicher, konstanter Schleppverzug • Limitierte Genauigkeit der Bildfeldkorrektur bei hohen Geschwindigkeiten • Optimierung speziell für eine Applikation nötig • Applikationsspezifische Tunings in digitalen Scan-Systemen nötig	• Kein Schleppverzug: $t_s = 0$ • Präzise Bildfeldkorrektur auch bei hohen Geschwindigkeiten • Nur ein Tuning notwendig, optimales Verhalten in allen Anwendungen • Fahrbare Trajektorie ermittelt durch einheitliche Vorausschauzeit t_p vor Ausführung
Verwendung von Delays	• Delays müssen manuell ermittelt und eingestellt werden • Kontrolle der Bearbeitungsergebnisse und umfassende Optimierung der Delay-Einstellungen durch den Nutzer erforderlich	• Auto-Delay-Funktion der RTC6 übernimmt die Einstellung
Beispielanwendung: Kreise und Bögen (Kreis v = 2,8 m/s)	• Einschnüreffekte (bedingt durch den Schleppverzug) • Anpassung der Soll-Durchmesser nötig  150 µm	• Keine Einschnüreffekte, wenn die Scannerdynamik ausreicht • Anpassung der Soll-Durchmesser entfällt  150 µm
Beispielanwendung: 90°-Ecken (Ecke v = 1 m/s)	• Teilweise starke Abrundungen bedingt durch den Schleppverzug  300 µm	• Deutlich kleinere Abweichungen beim Durchfahren über einen weiten Geschwindigkeitsbereich  300 µm

Mehr zu *SCAN*ahead im Video:

11/2026 Änderungen vorbehalten.
Produktfotos sind unverbindlich und können Sonderausstattungen enthalten.

SCANLAB GmbH · Siemensstr. 2a · 82178 Puchheim · Deutschland
Tel. +49 89 800 746-0 · info@scanlab.de · www.scanlab.de

SCANLAB America, Inc. · 596 Herrons Ferry Rd, Suite 208, Rock Hill, SC 29730 · USA
Tel. +1 833 722-6872 · info@scanlab-america.com · www.scanlab-america.com