



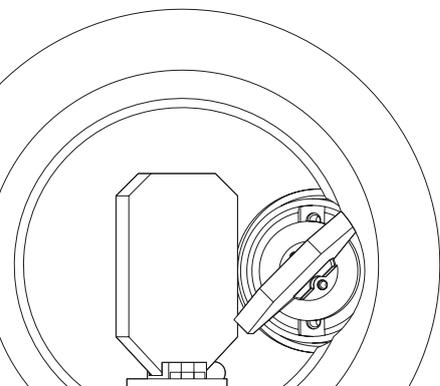
innovative scanner control

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

Somit wird das dynamische Potenzial Ihres Galvanometerscanners bestmöglich genutzt. Die Scan-Systeme excelliSCAN, intelliSCAN IV und fiberSYS sind serienmäßig mit SCANahead 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

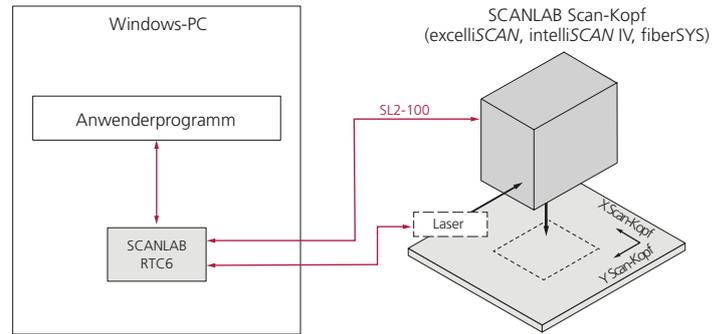


SCANahead ist eine innovative Regelungstechnologie für Laser-Scan-Systeme. Durch ihren Einsatz können bei einer Vielzahl von Anwendungen die Prozesszeiten signifikant reduziert und die Präzision der Laserspot-Position deutlich erhöht werden.

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.

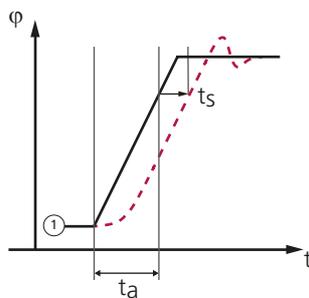
SCANLAB bietet Regelungstechnologien an, die wie folgt unterschieden werden: konventionelle Regelung und SCANahead-Regelung.



Schleppverzugsfreie Scan-Systeme durch SCANahead-Technologie

Konventionelle Regelung

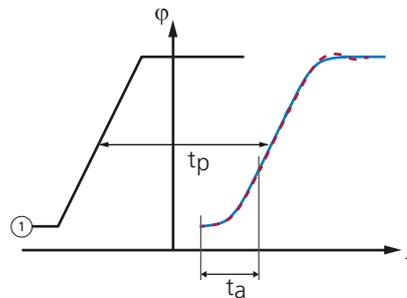
Die konventionelle Scanner-Regelung ist eine bewährte und kosteneffiziente Lösung für viele Anwendungen. Allerdings weisen Laser-Scan-Systeme mit konventioneller Regelung einen Schleppverzug auf, der sich bei manchen Anwendungen nachteilig auswirken kann.



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

SCANahead

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:



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 SCANahead 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-Positions-werte des Spiegels (rot) folgen dieser geglätteten Sollwertkurve nahezu perfekt.

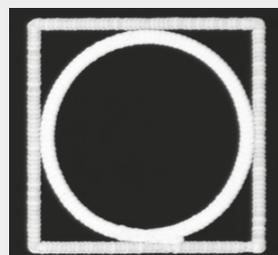
Beispiel: Einschnüreffekt

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

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



150 μ m $v = 2,8$ m/s



150 μ m $v = 2,8$ m/s

Dynamikvorteile durch SCANahead-Technologie

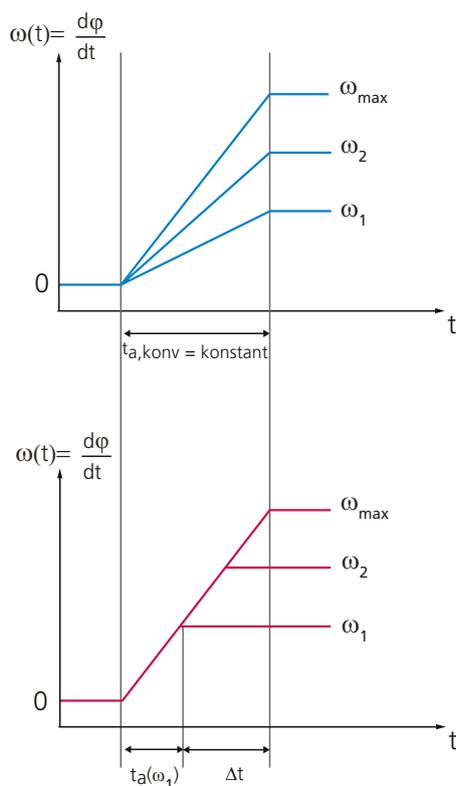
Konventionelle Regelung

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.

SCANahead

Durch den Einsatz von SCANahead 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 $t_{a, \text{konv}}$ 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.

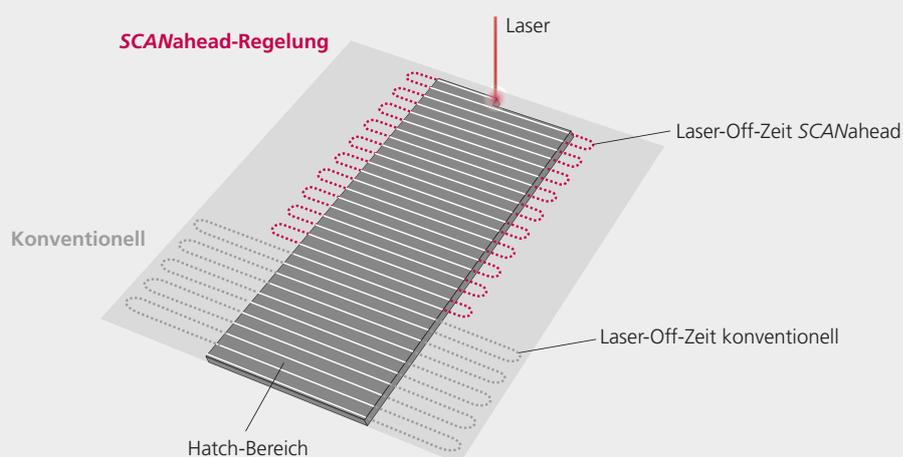
SCANahead Regelung

SCANahead arbeitet immer mit maximal möglicher Beschleunigung. Bei Anwendungen, in denen die Spiegelgeschwindigkeit 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.

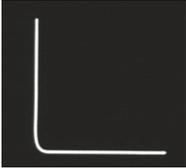
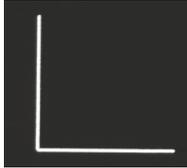
Beispiel: Additive Fertigung

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 SCANahead-Regelung reduzieren diese Umkehrzeiten signifikant und tragen daher zu einer deutlichen Steigerung der Produktivität bei.



SCANahead-Regelung im Vergleich zu konventioneller Regelung

	Konventionelle Scanner-Regelung	SCANahead-Regelung
Dynamik	<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigungszeit t_a ist konstant • Dynamik-Potenzial der Galvanometer-scanner wird nicht immer vollständig ausgenutzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Scanner-Achsen beschleunigen immer maximal • Dynamik-Potenzial der Galvanometer-scanner wird immer ausgeschöpft
Schleppverzug [t_s]	<ul style="list-style-type: none"> • Endlicher, konstanter Schleppverzug • Limitierte Genauigkeit der Bildfeldkorrektur bei hohen Geschwindigkeiten • Optimierung speziell für eine Applikation nötig • Applikationsspezifische Tunings in digitalen Scan-Systemen nötig 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Delays müssen manuell ermittelt und eingestellt werden • Kontrolle der Bearbeitungsergebnisse und umfassende Optimierung der Delay-Einstellungen durch den Nutzer erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Auto-Delay-Funktion der RTC6 übernimmt die Einstellung
Beispielanwendung: Kreise und Bögen (Kreis $v = 2,8$ m/s)	<ul style="list-style-type: none"> • Einschnüreffekte (bedingt durch den Schleppverzug) • Anpassung der Soll-Durchmesser nötig  <p>150 µm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Einschnüreffekte, wenn die Scannerdynamik ausreicht • Anpassung der Soll-Durchmesser entfällt  <p>150 µm</p>
Beispielanwendung: 90°-Ecken (Ecke $v = 1$ m/s)	<ul style="list-style-type: none"> • Teilweise starke Abrundungen bedingt durch den Schleppverzug  <p>300 µm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Deutlich kleinere Abweichungen beim Durchfahren über einen weiten Geschwindigkeitsbereich  <p>300 µm</p>

Mehr zu SCANahead im Video:

