



# **PA – Software**

## **Leistungssteuerung über Analogausgang**

### **PA 8000**

AUSGABE

7.98

Software Revision

1.9

Copyright

PA

IRRTUM UND TECHNISCHE ÄNDERUNGEN VORBEHALTEN



# Inhalt

<b>1 Allgemeines</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Funktion</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Vorbereitende Funktionen</b>	<b>2</b>
1.2.1 Programmier-Codes	2
1.2.2 Programmierung	2
<b>1.3 Aktivierende Funktionen</b>	<b>5</b>
1.3.1 Programier-Codes	5
1.3.2 Programmierung	5
<b>1.4 Programmierung</b>	<b>8</b>
1.4.1 Ausgabe fester Spannungswerte	8
1.4.2 Spannungsausgabe als Funktion der Geschwindigkeit	9
1.4.3 Spannungsausgabe als Funktion der Zeit	11
1.4.4 Spannung als Funktion des Weges	13
<b>2 Schnelle Ausgabesignale</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Beispiel Shuttersteuerung</b>	<b>15</b>
2.1.1 Shutter öffnen	16
2.1.2 Shutter schließen	16
<b>2.2 Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Pulsen von schnellen Ausgabesignalen</b>	<b>18</b>
2.3.1 Vorbereitende Funktionen	18
2.3.2 Aktivierende Funktionen	18
<b>2.4 Leistung - Feininterpolation</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Mehrkanalige Leistungssteuerung</b>	<b>20</b>
2.5.1 Vorbereitende Funktionen	20
2.5.2 Aktivierende Funktionen	21
<b>3 Maschinenparameter Tabelle</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Leistungssteuerung</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Schnelle Ausgabesignale</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen</b>	<b>24</b>

# 1 Allgemeines

## 1.1 Funktion

Beim Laserschneiden oder Laserschweißen ist eine Beeinflussung der Leistung unbedingt erforderlich. Die Anforderungen zwischen Schneiden und Schweißen sind jedoch unterschiedlich. Während beim Schneiden eine Anpassung der Leistung an die sich verändernde Geschwindigkeit erforderlich ist, werden beim Schweißen zusätzliche Rampenfunktionen in Abhängigkeit von der Zeit oder der Strecke benötigt.

Bei der Beeinflussung der Leistung wird also zwischen folgenden Abhängigkeiten unterschieden:

$U = f_{(v)}$                        $U$  = Spannung für die Leistung

$v$  = Geschwindigkeit

$U = f_{(t)}$                        $t$  = Zeit

$U = f_{(s)}$                        $s$  = Strecke

Zusätzlich ist die untere und obere Leistungsgrenze programmierbar.

## 1.2 Vorbereitende Funktionen

### 1.2.1 Programmier-Codes

G110	Achsenauswahl		
G111	V1	F1	T1
G112	V2	F2	T2
G113	V3	F3	T3
G114			T4
G115			T5
G116			T6
G117			T7

V = Spannung in mV

F = Vorschub in mm/min (inches/min)

T = Zeit in ms

### 1.2.2 Programmierung

Diese vorbereitenden Funktionen werden normalerweise am Anfang des Programmes programmiert. Sind Änderungen im Leistungsprofil notwendig, können diese Funktionen auch im weiteren Programmablauf programmiert werden. In obengenannten Sätzen (außer G110) können auch Weginformationen oder Hilfsfunktionen (M; S; T;) programmiert sein.

Die genannten Parameter sind modal wirksam. (Ist ein Parameter nicht definiert wird als Standard 0 verwendet)

. In Abhängigkeit des Maschinenparameters LaserPowerAppl werden die Parameterwerte nach CTRL RESET bzw. nach Programmende auf 0 initialisiert.

### Beispiel 1:

N10	G111	V1800	F2000	T500
N20	G112	V6000	F10000	T1500
N30	G113	V500		T1000

### Erläuterung:

N10:	Spannung 1 = 1,8 V Vorschub 1 = 2 m/min Zeit 1 = 0,5 sec
N20:	Spannung 2 = 6 V Vorschub 2 = 10 m/min Zeit 2 = 1,5 sec
N30:	Spannung 3 = 0,5 V Zeit 3 = 1,0 m/min

Es müssen nicht immer alle Parameter programmiert werden. Je nach Anforderung an die Leistungssteuerung werden nur die notwendigen Parameter benutzt.

### Beispiel 2:

Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit

N10	G110	X0	Y0
N20	V1800	F2000	
N30	V6000	F10000	

### **Erläuterung**

- N10 Die Geschwindigkeit bezieht sich auf die aktuelle Bahngeschwindigkeit der Achsen X und Y.
- N20: Die untere Spannungsgrenze bei einem Vorschub von  $\leq 2\text{m/min}$  ist 1,8 v
- N30: Die obere Spannungsgrenze bei einem Vorschub von  $> 10\text{ m/min}$  ist 6,0 V

### **Beispiel 3:**

Leistung in Abhängigkeit von einer Strecke

N10 G111 V1000

### **Erläuterung**

- N10: Spannungswert 1 V nach Erreichen der Wegstrecke

## 1.3 Aktivierende Funktionen

### 1.3.1 Programmier-Codes

U0	= 0V	
U1	= V1	Spannung V1
U2	= V2	Spannung V2
U3	= V3	Spannung V3
U9	= V <sub>aktive</sub>	Spannung, die durch eine andere Funktion erreicht wurde
U10	= 10V	
U20	= f <sub>(v)</sub>	Spannung als Funktion der Geschwindigkeit
U30	= f <sub>(t)</sub>	→ V1 → V2 → V3
U31	= f <sub>(t)</sub> → V1	Spannung als Funktion der Zeit
U32	= f <sub>(t)</sub> → V2	Spannung als Funktion der Zeit
U33	= f <sub>(t)</sub> → V3	Spannung als Funktion der Zeit
U41	= f <sub>(s)</sub> → V1	Spannung als Funktion einer Strecke
U42	= f <sub>(s)</sub> → V2	Spannung als Funktion einer Strecke
U43	= f <sub>(s)</sub> → V3	Spannung als Funktion einer Strecke

### 1.3.2 Programmierung

Die aktivierenden Funktionen werden programmiert, wenn eine Beeinflussung der Leistung gewünscht ist. Wenn die aktivierenden Funktionen alle notwendigen Parameter enthalten, kann einfach zwischen unterschiedlichen Arten der Spannungsausgabe gewählt werden

Die Funktionen sind modal.

. Die Funktionen, die am Satzanfang wirksam sind, bleiben solange aktiv, bis eine andere Funktion programmiert ist.



### Beispiel:

Leistung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit

N10	G110	X0	Y0	Z0
N20	G111	V1000	F1000	
N30	G112	V8000	F8000	T200
...				
N70	X100	Y100	F1000	U1
N80	Y250			
N90	X150	Y300	F6000	U20
...				
N140	Y2000	U1		
N150	X300	Y-250	U32	
N160	Y0	U0		

### Erläuterung:

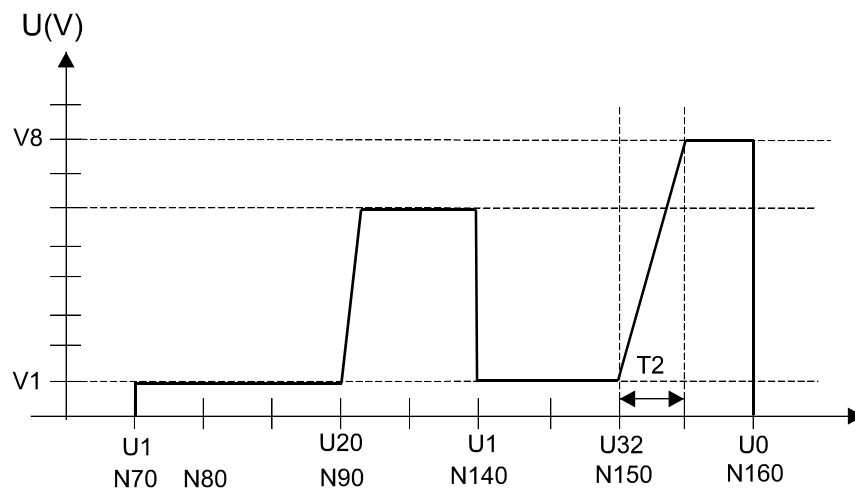
N70: Durch das programmierte U1 springt die Spannung am Satzanfang auf die im Satz N20 programmierte Spannung V1 = 1 Volt.

N90: Durch U20 wird die Spannungsausgabe als Funktion der Geschwindigkeit realisiert. Im Satz N90 und allen nachfolgenden Sätzen paßt sich der Spannungswert den Geschwindigkeiten der Maschine an. Die Grenzen der Anpassung sind in den Sätzen N20 und N30 vorgegeben.

V1000 = untere Spannungsgrenze (1 V) bei (1V)  
F < = 1 m/min (F1000)

V8000 = obere Spannungsgrenze (8V) bei F = > 8 m/min  
(F8000)

- N140: Durch programmiertes U1 Sprung auf die Spannung V1 = 1 Volt.
- N150: U32 bedeutet eine Spannungsausgabe als Funktion einer Zeit. In diesem Beispiel rampt die Ausgabespannung vom Wert V1 auf den Wert V2 in der Zeit T2 = 200 ms.
- N160: U0 bedeutet Sprungausgabe auf 0 Volt.



An diesem kurzen Beispiel ist schon die vielseitige Einsatzmöglichkeit der Leistungssteuerung erkennbar.

Durch die klare Trennung zwischen dem Programmieren der Funktionsparameter und den aktivierenden Funktionen ist die Spannungsausgabe einfach manipulierbar.

#### Hinweis:

- Bei EMERGENCY STOP, CONTROL RESET oder M32/M30 M30 wird 0 Volt ausgegeben und die aktivierende Funktion gelöscht.

## 1.4 Programmierung

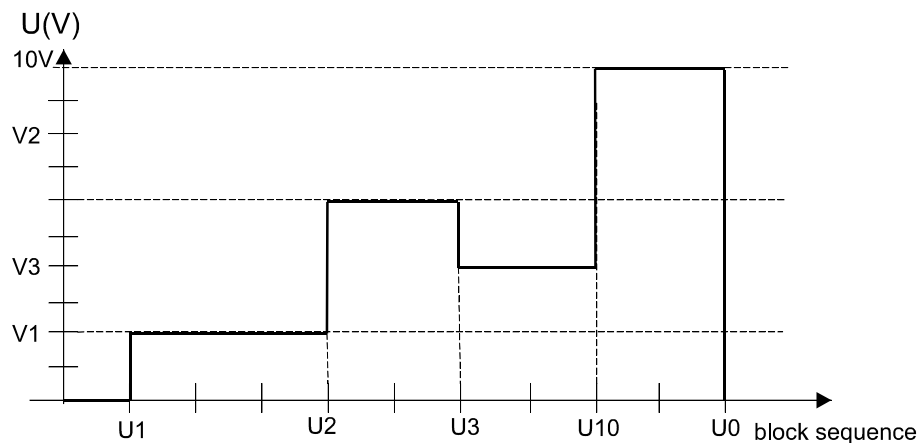
### 1.4.1 Ausgabe fester Spannungswerte

#### Vorbereitende Funktionen

G111	V1
G112	V2
G113	V3

#### Aktivierende Funktionen

U0	= 0V	
U1	= V1	Spannungshöhe nach G111 programmiert
U2	= V2	Spannungshöhe nach G112 programmiert
U3	= V3	Spannungshöhe nach G113 programmiert
U9	= $V_{akt}$	Halten der Spannungshöhe
U10	= 10V	



Die Spannungsausgabe erfolgt als Sprungfunktion bei aktivem „U“ und wird immer ausgegeben.

## 1.4.2 Spannungsausgabe als Funktion der Geschwindigkeit

### Vorbereitende Funktionen

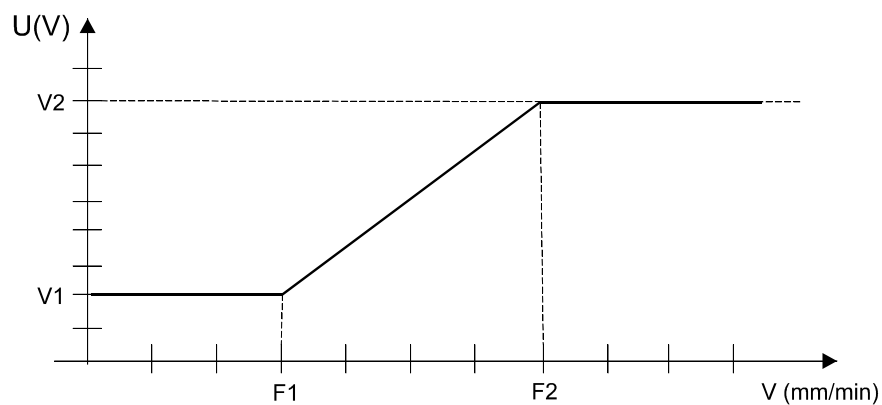
G110	Achsauswahl	
G111	V1	F1
G112	V2	F2

V = Spannung in mV

F = mm/min

### Aktivierende Funktionen

$$U_{20} = f(t)$$



Die Spannungsänderung von der unteren zur oberen Spannungsgrenze und umgekehrt erfolgt proportional zur Bahngeschwindigkeitsänderung.

Für die Geschwindigkeit gilt:  $F1 \leq F2$

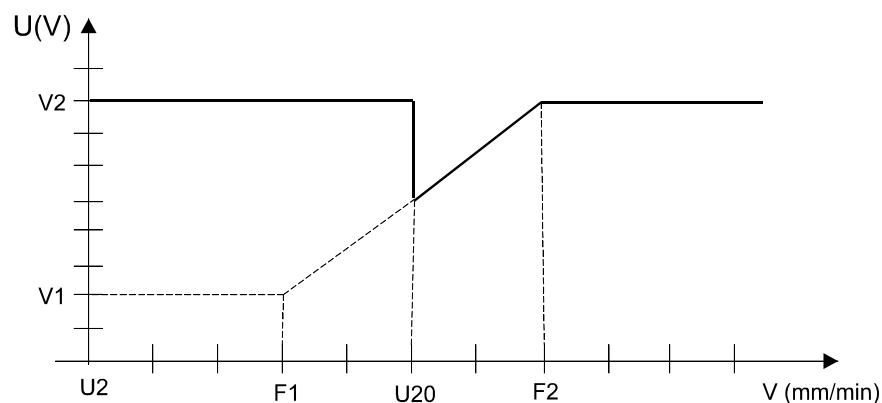
Die Spannungsgrenze V1 gilt für:  $F \leq F1$

Die Spannungsgrenze V2 gilt für:  $F \geq F2$

Die Geschwindigkeit entspricht der Bahngeschwindigkeit der unter G110 angegebenen Achsen. Ob es sich hierbei um die Soll- oder Istgeschwindigkeit handelt, wird über den Maschinenparameter LaserPowerAppl festgelegt.

Ist die Maschine schon in Bewegung, oder ist ein fester Spannungswert programmiert ( $U_0$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_9$ , oder  $U_{10}$ ), so springt die Spannungsausgabe auf den der Geschwindigkeit entsprechenden Wert.

Danach folgt die Spannungsausgabe dem Geschwindigkeitsprofil.



### 1.4.3 Spannungsausgabe als Funktion der Zeit

#### Vorbereitende Funktionen

G111	V1	T1
G112	V2	T2
G113	V3	T3
G114		T4
G115		T5

V = Spannung in mV

T = Zeit in ms

#### Aktivierende Funktionen

$U_{30} = f(t)$      $V_{akt} \rightarrow U1 \rightarrow U2 \rightarrow U3$

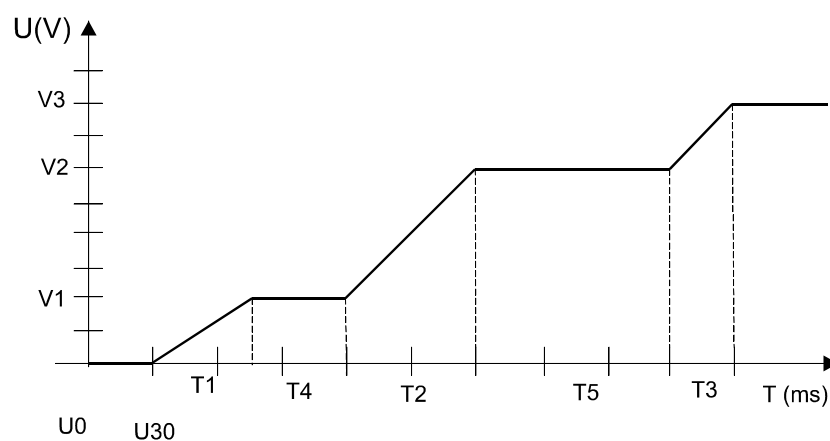
$U_{31} = f(t)$      $V_{akt} \rightarrow U1$

$U_{32} = f(t)$      $V_{akt} \rightarrow U2$

$U_{33} = f(t)$      $V_{akt} \rightarrow U3$

#### Beispiel zu U30

N100 U30



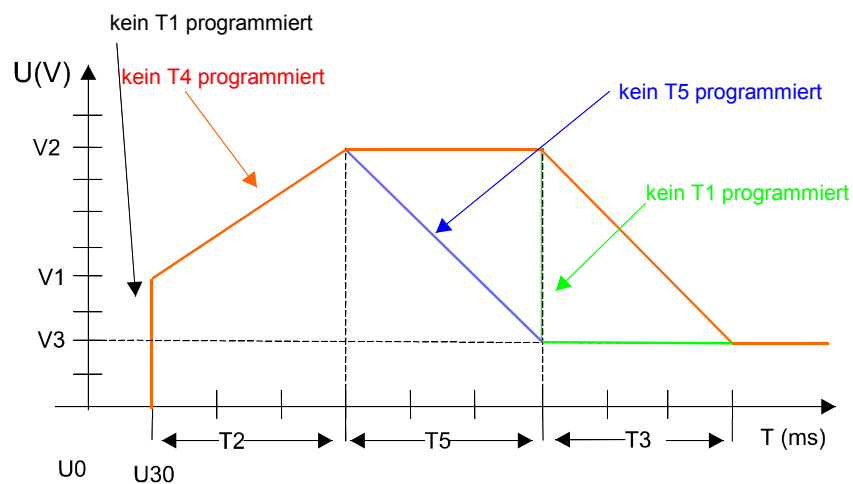
Die Rampen laufen linear innerhalb der programmierten Zeit von  $V_{akt} \Rightarrow V1 \Rightarrow V2 \Rightarrow V3$ .

Ist keine Zeit  $T1 / T2 / T3$  programmiert, springt der Spannungswert nach Ablauf der Zeiten  $T0/T4/T5$  auf die Spannung  $V1 / V2 / V3$ .

$T4$  ist die Haltezeit der Spannung  $V1$ .

$T5$  ist die Haltezeit der Spannung  $V2$ .

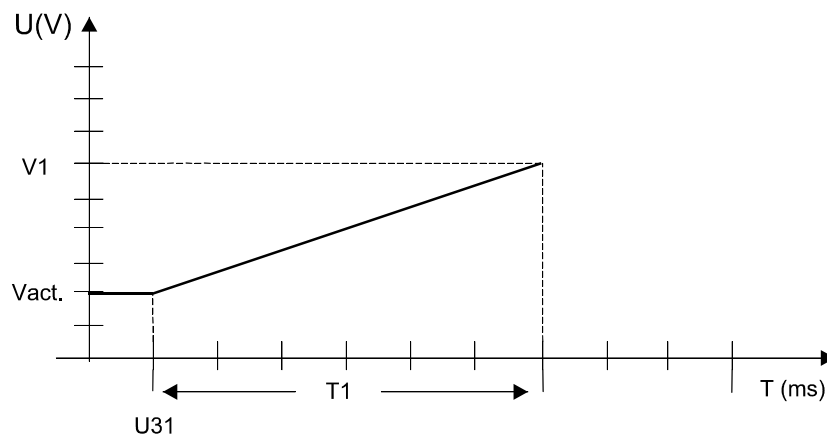
Durch Zuordnung von Zeit und Spannung sind die unterschiedlichsten Kombinationen möglich.



$T5$  ist Haltezeit der Spannung  $V$

## Beispiel zu U31

N100 U31



Ist keine Zeit  $T1$  programmiert, verhält sich die Funktion wie bei  $U1$ .

## 1.4.4 Spannung als Funktion des Weges

### Vorbereitende Funktionen

G111	V1
G112	V2
G113	V3

### Aktivierende Funktionen

$$U41 = f_{(s)} \quad V_{akt} \rightarrow V1$$

$$U42 = f_{(s)} \quad V_{akt} \rightarrow V2$$

$$U43 = f_{(s)} \quad V_{akt} \rightarrow V3$$



## Beispiel:

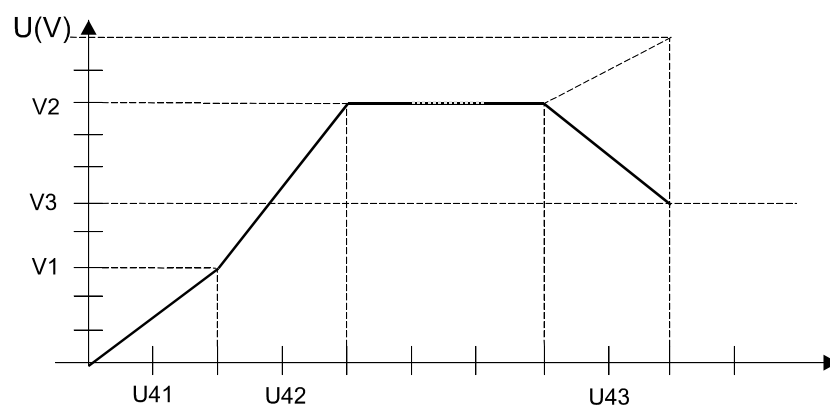
...

N110 U41 X10

N120 U42 X5

...

N130 U43 X4



U41-U43 bezieht sich immer auf den im selben Satz programmierten Bahnweg.

## 2 Schnelle Ausgabesignale

### 2.1 Beispiel Shuttersteuerung

Das Öffnen und Schließen des Shutters muß als zeitkritisches, d.h. schnelles Signal von der CNC direkt ausgegeben werden. Um aber aus Sicherheitsgründen ein Sperren und Freigeben des Shutter-signales über externe Elemente (PLC, Überwachungssignale, usw.) zu ermöglichen, muß zusätzlich ein Freigabesignal (Shutter erlaubt) vorhanden sein (siehe MPTool BCDByteMaskIndex). Damit wird ein Sperren in NOTAUS-Situationen oder ein Durchschalten, wenn alle Verriegelungen erfüllt sind, ermöglicht.

Manche Laser benötigen als schnelle Signale zusätzliche M-Funktionen, so daß weitere Bits benötigt werden. Es steht deshalb ein komplettes Byte für zeitkritische Signale zur Verfügung. Dieses Byte hat festgelegte M-Funktionen, die frei verwendbar zur Verfügung stehen.

M111	Bit 1 setzen	M101	Bit 1 löschen
M112	Bit 2 setzen	M102	Bit 2 löschen
M113	Bit 3 setzen	M103	Bit 3 löschen
M114	Bit 4 setzen	M104	Bit 4 löschen
M115	Bit 5 setzen	M105	Bit 5 löschen
M116	Bit 6 setzen	M106	Bit 6 löschen
M117	Bit 7 setzen	M107	Bit 7 löschen
M118	Bit 8 setzen	M108	Bit 7 löschen
		M109	alle Bits löschen

### 2.1.1 Shutter öffnen

durch applizierbare M-Funktion (hier z.B. M111)

Die Funktion M111 wirkt am Anfang des Satzes. Da das Öffnen des Shutters eine gewisse Zeit benötigt, können Verzögerungen für die Vorschubfreigabe durch Programmierung einer Verweilzeit realisiert werden.

N10 G04 F100 M111

N20 G01 X1000 F6000

Öffnen des Shutters am Anfang des Satzes  $\Rightarrow$  Ablauf Verweilzeit  $\Rightarrow$  danach Vorschub.

### 2.1.2 Shutter schließen

durch M-Funktion (hier z.B. M101)

Die M-Funktion setzt M111 zurück, ist modal und wirkt am Anfang des Satzes.

Außerdem schließt der Shutter und M111 wird zurückgesetzt bei folgenden Bedingungen:

$\Rightarrow$  Wegnahme der Freigabe des Shutters

$\Rightarrow$  NOT-AUS

$\Rightarrow$  CONTROL RESET

$\Rightarrow$  M02 / M30

## 2.2 Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen

### Syntax

M111/.../M118

M101/.../M109

Mit der Funktion „Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen“ wird die Ausgabe der schnellen M-Codes (M101-M118) so verzögert, daß es zu einer positionsgenaue Ausgabe kommt. Die Funktion wird vom Werkzeugmaschinenhersteller voreingestellt.

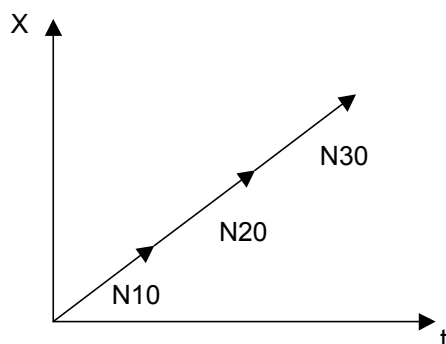
### Beispiel:

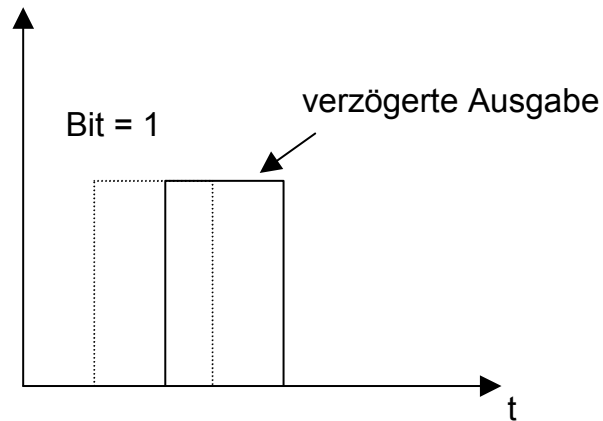
In dem folgenden Beispiel wird die positionsgenaue, schnelle Ausgabefunktion in den Punkten X10 und X20 gewünscht. Beim Erreichen der Position X10 wird das Bit 1 (M111) gesetzt; bei der Position X20 wird das Bit 2 (M101) gelöscht. Die Funktion wirkt am Anfang des Satzes in dem sie programmiert ist, d.h. das Erreichen des Startpunktes (bzw. des Endpunktes des vorigen Satzes) bewirkt die Ausgabe.

N10 X10 F1000

N20 X20 M111

N30 X30 M101





Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen

## 2.3 Pulsen von schnellen Ausgabesignalen

Beispiel:

Shutter pulsen

durch M-Funktion (hier z.B. M121) und 6116, 6117 mit den Zeiten T6 und T7

### 2.3.1 Vorbereitende Funktionen

G116	T6
G117	T7

### 2.3.2 Aktivierende Funktionen

M121 - M128

Die M-Funktion wirkt am Anfang des Satzes parallel zur Interpolation. Alle mit M111 bis M118 auswählbaren Signale können gepulst werden.

**Beispiel:**

M121	Pulsen des Shutter
M111	Shutter öffnen
M127	Pulsen des Ausgangssignales
M101	Shutter schließen bzw. bleibt geschlossen

⇒ Programmiertes M101 oder M111 beendet das Pulsen.

⇒ Ist M101 programmiert, schließt der Shutter.

⇒ Ist M111 programmiert, bleibt der Shutter geöffnet

Bei der Programmierung einer Wegstrecke pulst der Shutter beim Verfahren. Soll bei stehender Achse (z.B. Einstechen) gepulst werden, so muß entsprechend der Pulsdauer eine Verweilzeit programmiert werden.

## 2.4 Leistung - Feininterpolation

Die Leistung wird durch den Lageregler über einen Achskanal ausgegeben.

Die Feininterpolation wird bei allen stetigen Änderungen der Leistung (d.h. bei geschwindigkeits-, weg- und zeitabhängiger Leistung) ausgeführt.

Bei sprunghaften Änderungen (z. B. Ausgabe fester Spannungswerte) wird nicht feininterpoliert - es erfolgt eine lineare Feininterpolation.

## 2.5 Mehrkanalige Leistungssteuerung

### Syntax:

G110 - G117	U0	- U43
G210 - G217	U100	- U4300
G310 - G317	U10000	- U430000

Die Funktion "Mehrkanalige Leistungssteuerung" ist eine Erweiterung der PA-Funktion „3D-Leistungssteuerung". Der Unterschied liegt in der Anzahl der Ausgangskanäle. Bei der mehrkanaligen Leistungssteuerung sind bis zu 3 Ausgangskanäle möglich. Die Programmiermöglichkeiten der „3D-Leistungssteuerung" sind bei der mehrkanaligen Leistungssteuerung dreifach vorhanden.

Die Programmierung ist eine Erweiterung der Leistungssteuerungs-Programmierung

### 2.5.1 Vorbereitende Funktionen

Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Funktion
G110	G210	G310	Achsenauswahl
G111	G211	G311	Vorwahl von V1, F1, T1
G112	G212	G312	Vorwahl von V2, F2, T2
G113	G213	G313	Vorwahl von V3, F3, T3
G114	G214	G314	Vorwahl von T4
G115	G215	G315	Vorwahl von T5

V = Spannung in mV

F = mm/min

T = Zeit in ms

Kanalunabhängig bleibt:

G116	T6
G117	T7

## 2.5.2 Aktivierende Funktionen

Die Programmierung der aktivierenden Funktionen erfolgt immer über die Adresse U. Das U-Wort besteht dabei aus 6 Stellen wobei aus Kompatibilitätsgründen die Einer- und Zehnerstelle für den ersten Kanal, die Hunderter- und Tausenderstelle für den zweiten Kanal und die höheren Stellen für den dritten Kanal zu programmieren sind.

Die Funktionen bleiben wie bisher mit:

Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Funktion
Uxxxx00	Uxx00xx	U00xxxx	0 – Volt
Uxxxx01	Uxx01xx	U01xxxx	Spannung V1
Uxxxx02	Uxx02xx	U02xxxx	Spannung V2
Uxxxx03	Uxx03xx	U03xxxx	Spannung V3
Uxxxx09	Uxx09xx	U09xxxx	Spannung V <sub>akt</sub>
Uxxxx10	Uxx10xx	U10xxxx	10 - Volt
Uxxxx20	Uxx20xx	U20xxxx	f (v)
Uxxxx30	Uxx30xx	U30xxxx	f (t) V1 > V2 > V3
Uxxxx31	Uxx31xx	U31xxxx	f (t) V1
Uxxxx32	Uxx32xx	U32xxxx	f (t) V2
Uxxxx33	Uxx33xx	U33xxxx	f (t) V3
Uxxxx41	Uxx41xx	U41xxxx	f (s) V1
Uxxxx42	Uxx42xx	U42xxxx	f (s) V2
Uxxxx43	Uxx43xx	U43xxxx	f (s) V3



**Beispiel:**

N70	U14130
N80	U1
N90	U100

**Erläuterung**

N70:	Kanal 1 zeitabhängige Spannungsausgabe (U30)
	Kanal 2 wegabhängige Spannungsausgabe (U41)
	Kanal 3 konstante Spannungsausgabe (U 1)
N80:	Kanal 1 konstante Spannungsausgabe (U1)
	Kanal 2 Spannungsausgabe wird auf 0V gesetzt (U0)
	Kanal 3 Spannungsausgabe wird auf 0V gesetzt (U0)
N90:	Kanal 1 Spannungsausgabe wird auf 0V gesetzt (U0)
	Kanal 2 konstante Spannungsausgabe (U1)
	Kanal 3 Spannungsausgabe wird auf 0V gesetzt (U0)

## **3 Maschinenparameter Tabelle**

### **3.1 Leistungssteuerung**

Die " Leistungssteuerung " ist optional und nicht in jedem System vorhanden. Sie muß von Maschinenhersteller aktiviert werden.

Mit der Leistungssteuerung sind bis zu 3 Ausgangskanäle möglich

Die folgenden Maschinenparameter werden benötigt (siehe PA MPTool):

LaserPowerAppl  
LaserChannelNo  
LaserChannel1Gcode  
LaserChannel1Goutput  
LaserChannel2Gcode  
LaserChannel2Goutput  
LaserChannel3Gcode  
LaserChannel3Goutput

### **3.2 Schnelle Ausgabesignale**

Die folgenden Maschinenparameter werden benötigt (siehe PA MPTool):

FastOutputByte  
BCDByteMaskIndex

### 3.3 Positionsgenaue, schnelle M-Funktionen

Die folgenden Maschinenparameter werden benötigt (siehe PA MPTool):

MCodeDelayAppl

MCodeDelayOn

MCodeDelayMaxAppl