

Manual für SP-01  
=====

## 1. Einführung

Der SP-01 dient der positionsgenauen Bildaufnahme eines bewegten Objekts. Ein Xenon-Blitzlicht hat immer eine physikalisch bedingte Verzugszeit (Ionisationszeit) von ca. 7 bis 15  $\mu$ s. In dieser Zeit kann das Objekt bereits eine genauigkeitsrelevante Strecke zurücklegen, so dass zur Genauigkeitssteigerung eine Kompensation erforderlich ist. Bisher war die gängige Methode den Auslösemechanismus um einen bestimmten Weg vor die Kameraposition zu verlegen, diese Methode funktioniert aber nur bei bekannter und konstanter Geschwindigkeit. Der SP-01 hingegen erzeugt die Triggersignale immer mit einem konstantem zeitlichen Abstand vor der Kameraposition, so dass eine geschwindigkeits- und beschleunigungs-unabhängige Kompensation der Totzeiten erreicht wird.

### 1.1. Grundsätzliche Funktionsweise

Der SP-01 erfasst permanent die aktuelle Geschwindigkeit und Beschleunigung von zwei Encodersignalquellen (z.B. inkrementaler Drehgeber) und generiert mit einem einstellbarem zeitlichem Abstand vor der Kameraposition ein Kameratriggersignal und ein Blitztriggersignal.

### 1.2. Betriebsarten und Features

Der SP-01 unterstützt zwei Achsen die in verschiedenen Modi benutzt werden können. Als Modus stehen für beide Achsen jeweils Master, Slave und Latch zur Verfügung. Der Mastermodus ist vom Modus der jeweils anderen Achse unabhängig und bietet zwei Triggersignale für Kamera und Blitzlicht an. Der Slavemodus kann nur bei einer der beiden Achsen benutzt werden und nur wenn die andere Achse im Mastermodus läuft. Wenn die Masterachse die Kameraposition durchfährt wird die aktuelle Position der Slaveachse aufgezeichnet, diese kann dann über die RS232 abgefragt werden. Diese Betriebsart ist für Objekte gedacht die in X- und Y-Richtung über eine Kamera fahren. So dass eine Achse als Masterachse und die andere als Slaveachse konfiguriert wird. Die Masterachse löst die Triggersignale aus und zum Zeitpunkt der Bildaufnahme wird die Abweichung der Slaveachse zur Kameraposition erfasst. Mit dieser Abweichung kann anschließend das Ergebnis der Bildauswertung korrigiert werden. Natürlich funktioniert das nur wenn sich die Slaveachse zum Zeitpunkt der Bildaufnahme innerhalb des Gesichtsfeldes der Kamera befindet. Es ist aber nicht erforderlich dass beide Achse exakt gleichzeitig durch die Kameraposition fahren. Der Latchmodus ist nicht vom Modus der anderen Achse abhängig und dient dem Latchen von Positionen mit externen Signalen.

## 2. In Betriebnahme

### 2.1. Anschlüsse

Der SP-01 hat insgesamt drei Anschlüsse. Zwei Encodereingänge für die zu überwachenden Achsencodier und einen SPS/PC-Anschluss mit allen I/O-Signalen, der Spannungsversorgung und der RS232-Schnittstelle. Sämtliche I/O-Signale sind "High-Activ" und lassen sich per Jumper auf 24V-Pegel oder auf 5V-TTL-Pegel konfigurieren. In der 24V-Konfiguration lassen sich die Ausgänge ohne weitere Bauelemente (Dioden, Transistoren o.ä.) parallel schalten (wired-or) in 5V-TTL-Konfiguration jedoch nicht. Die 5V-Signale kommen direkt von den internen TTL-Bauteilen und sollten möglichst gering belastet werden (Totempfahl-Ausgang). Zur maximaler Belastbarkeit siehe Kapitel "Zugesicherte Eigenschaften".

#### 2.1.1. Steckerbelegung

IO-Steckverbindung (Ausführung als SubD37m) :

- 01 - Versorgung +24V
- 02 - intern +5V
- 03 - Bank0\_Input0 "Teach X"
- 04 - Bank0\_Input1 "Teach Y"
- 05 - Bank0\_Input2 "Extern Trig X"
- 06 - Bank0\_Input3 "Extern Trig Y"
- 07 - Bank0\_Input4 "unused"
- 08 - Bank0\_Input5 "unused"
- 09 - Bank0\_Input6 "unused"
- 10 - Bank0\_Input7 "unused"
- 11 - X-Blitztrigger (Out)
- 12 - X-Latch (In)
- 13 - X-LatchQ (Out)
- 14 - nc
- 15 - nc
- 16 - nc
- 17 - nc
- 18 - RS232\_RX (Pin 3 am PC-SubD9m)
- 19 - RS232\_TX (Pin 2 am PC-SubD9m)
- 20 - Versorgung GND
- 21 - intern GND (mit Masse der Encodereingänge verbunden)
- 22 - Bank0\_Output0 "Fehler X"
- 23 - Bank0\_Output1 "Fehler Y"
- 24 - Bank0\_Output2 "Blendentrigger X"
- 25 - Bank0\_Output3 "Blendentrigger Y"
- 26 - Bank0\_Output4 "unused"
- 27 - Bank0\_Output5 "unused"
- 28 - Bank0\_Output6 "unused"
- 29 - Bank0\_Output7 "unused"
- 30 - Y-Blitztrigger (Out)
- 31 - Y-Latch (In)
- 32 - Y-LatchQ (Out)
- 33 - nc
- 34 - nc
- 35 - nc
- 36 - nc
- 37 - RS232\_GND (Pin 5 am PC-SubD9m)

Achscoder-Schnittstellen X, Y (Ausführung als SubD9m) :

- 1 - A
- 2 - !A
- 3 - B
- 4 - !B
- 5 - nc
- 6 - nc ( N)
- 7 - nc (!N)
- 8 - intern +5V (mit Jumper ein/ausschaltbar)
- 9 - intern GND

### 2.1.2. Pin-Beschreibung

Versorgung +24V  
 Versorgung GND  
 Versorgung mit 24V, ist gleichzeitig Bezugsspannung für die I/O-Signale in 24V-Konfiguration

intern +5V  
 intern GND  
 interne TTL-Pegel als Bezugsspannungen für die I/O-Signale in 5V-TTL-Konfiguration

Teach X (In)  
 Teach Y (In)  
 Teacheingang für die entsprechende Achse, setzt die aktuelle Position als Kameraposition(0) und setzt alle Fehler zurück  
 der aktuelle Achsmodus wird nicht beeinflusst

Extern Trig X (In)

Extern Trig Y (In)

Fehler X (Out)

Fehler Y (Out)

Fehlerausgang für die entsprechende Achse, wenn die Geschwindigkeit oder Beschleunigung zu hoch ist, ist nach dem Einschalten aktiv und wird mit dem Teachsignal rückgesetzt

Blendentrigger X (Out)

Blendentrigger Y (Out)

Blendentrigger für die entsprechende Achse (wenn im Mastermodus)

X-Blitztrigger (Out)

Y-Blitztrigger (Out)

Blitztrigger für die entsprechende Achse (wenn im Mastermodus)

X-Latch (In)

Y-Latch (In)

Latcheingang für die entsprechende Achse (wenn im Latchmodus)

X-LatchQ (Out)

Y-LatchQ (Out)

Latchrückkopplungsausgang für die entsprechende Achse, dient dem Kaskadieren mehrerer Blitzcontroller

RS232\_RX (In)

RS232\_TX (Out)

RS232\_GND

RS232-Schnittstelle für Kommunikation mit 3964R-Protokoll

### 2.1.3. Lieferbare Kabel

Encoder-Kabel :

Das Encoderkabel führt vom Encoder über den SP-01 zum Lageregler, so dass keine nennenswerte "T-Abzweigung" entsteht die zu Signalverfälschungen führen kann.

Bei der Bestellung sind die Schenkellängen (Encoder > SP-01 und SP-01 > Lageregler) anzugeben.

SPS-Kabel :

Das SPS-Kabel führt vom SP-01 zur SPS/PC-IO-Baugruppe und zur RS232-Schnittstelle zum Host-PC.

Bei der Bestellung sind die Schenkellängen (SP-01 > SPS und SP-01 > RS232) anzugeben.

### 2.2. Konfigurationsprogramm

Zu dem SP-01 wird ein Konfigurationsprogramm mitgeliefert, mit dem die Konfiguration und Überwachung des SP-01 möglich ist. Dieses Programm unterstützt zwei Betriebsarten. Einen "Interaktiven-Modus" und einen "Kommandozeilen-Modus".

#### 2.2.1. Interaktiver-Modus

Im interaktiven Modus wird als erstes die Nummer vom RS232-Port abgefragt und anschließend können die gewünschten Befehle eingegeben werden.

Jeder Befehl beginnt mit dem Kommandobuchstaben und kann mehrere weitere Zeichen erfordern. Alle Kleinbuchstaben sind "Get-Befehle" und erfordern meistens keine "Parameter". Die meisten Großbuchstaben sind "Set-Befehle" und erfordern den für das Parameter zu setzenden Wert. Der Befehl wird ohne Leerzeichen eingegeben und mit "Enter" ausgeführt.

Zum beenden der Konfigurationssoftware dient die Tastenkombination "Ctrl-C".

#### 2.2.2. Kommandozeilen-Modus

Die Software kann auch mit Kommandozeilenparametern gestartet werden um z.B. aus einer Batch-Datei zur automatischen Erstkonfiguration genutzt zu werden. Dabei ist das erste Parameter die RS232-Port-Nummer und das zweite Parameter der zu übermittelnde Befehl der das selbe Format wie im interaktiven Modus haben muss. Der Befehl darf keine Leerzeichen enthalten.

```
>FlashConfig 2 SXS
versetzt die X-Achse vom SP-01 an COM2/ttyS2 in den Slavemodus
```

```
>FlashConfig 1 N.9
stellt das Blendendelay der Y-Achse vom SP-01 an COM1/ttyS1 auf 0.9 ms
```

### 2.2.3. Befehle der Konfigurationssoftware

```
'g'      Get Latchposition
gibt die letzte gelatchte Position für die gewünschte Achse
"gX"     gibt die letzte an der X-Achse gelatchte Position
"gy"     gibt die letzte an der Y-Achse gelatchte Position
```

```
'k'      Get X-Blitzdelay
gibt die aktuelle Blitzdelayzeit für die X-Achse
```

```
'K'      Set X-Blitzdelay
setzt die Blitzdelayzeit für die X-Achse auf den angegebenen Wert
"K.7"    setzt X-Blitzdelay auf 0.7 µs
"K2.4"   setzt X-Blitzdelay auf 2.4 µs
```

```
'l'      Get X-Kameradelay
gibt die aktuelle Kameradelayzeit für die X-Achse
```

```
'L'      Set X-Kameradelay
setzt die Kameradelayzeit für die X-Achse auf den angegebenen Wert
"L.8"    setzt X-Kameradelay auf 0.8 ms
"L3.0"   setzt X-Kameradelay auf 3.0 ms
```

```
'm'      Get Y-Blitzdelay
gibt die aktuelle Blitzdelayzeit für die Y-Achse
```

```
'M'      Set Y-Blitzdelay
setzt die Blitzdelayzeit für die Y-Achse auf den angegebenen Wert
"M.92"   setzt Y-Blitzdelay auf 0.92 µs
"M13"    setzt Y-Blitzdelay auf 13.0 µs
```

```
'n'      Get Y-Kameradelay
gibt die aktuelle Kameradelayzeit für die Y-Achse
```

```
'N'      Set Y-Kameradelay
setzt die Kameradelayzeit für die Y-Achse auf den angegebenen Wert
"N8.7"   setzt Y-Kameradelay auf 8.7 ms
"N100"   setzt Y-Kameradelay auf 100 ms
```

```
'r'      Get FehlerCode
gibt den aktuellen FehlerCode vom SP-01
Bit00: EEPROM-Prüfsummenfehler
Bit01: RS232/3964R-Protokollfehler
Bit02: Encoderfehler
Bit03: Fehler im internen Timer
Bit04: Fehler in Statemaschine für X-Achse
Bit05: Fehler in Statemaschine für Y-Achse
Bit06: Geschwindigkeit auf X-Achse zu hoch
Bit07: Geschwindigkeit auf Y-Achse zu hoch
```

```
'R'      Clear FehlerCode
Fehlercode im SP-01 rücksetzen (auf 0)
```

```
's'      Get Modi
gibt die aktuellen Betriebsmodi beider Achsen
```

'S' Set Modus  
setzt den Betriebsmodus einer Achse auf den angegebenen Wert

"SXM" setzt die X-Achse in den Master-Modus  
"Sxs" setzt die X-Achse in den Slave-Modus  
"SyL" setzt die Y-Achse in den Latch-Modus  
"SYm" setzt die Y-Achse in den Master-Modus  
es sind nur die folgenden X/Y-Kombinationen gültig:  
Master/Master ; Master/Slave ; Slave/Master  
Master/Latch ; Latch/Master ; Latch/Latch  
ein Wechsel der Betriebsart hat keinen Einfluss auf die Kameraposition,  
keine Achse muss dabei neu geteacht werden

'v' Get Blitzrichtung  
gibt die aktuellen Blitzrichtungen beider Achsen

'V' Set Blitzrichtung  
setzt die Blitzrichtung(en) einer Achse  
Blitzrichtung bedeutet bei welcher Fahrtrichtung der angeschlossenen  
Achse (Positiv nach Negativ oder Negativ nach Positiv) getriggert wird

"Vx+" die X-Achse triggert nur von + nach -  
"VxB" die X-Achse triggert bei beiden Richtungen  
"VX-+" die X-Achse triggert bei beiden Richtungen  
"VY-" die Y-Achse triggert nur von - nach +  
"VYb" die Y-Achse triggert bei beiden Richtungen  
"Vy+-" die Y-Achse triggert bei beiden Richtungen

'W' Schreibe die aktuelle Konfiguration in den internen EEPROM  
Mit diesem Befehl wird die aktuelle Konfiguration (alle 4 Delayzeiten  
und die Blitzrichtungen) in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt  
und steht somit nach dem nächsten Anschalten des SP-01 wieder zur  
Verfügung. Alle nicht gespeicherten Veränderungen an der Konfiguration  
sind mit dem nächsten Ausschalten des SP-01 verloren.

'x' Get aktuelle Position der X-Achse

'X' Teach X-Achse  
die aktuelle Position der X-Achse wird als Nullpunkt/Kamerapunkt  
festgelegt

'y' Get aktuelle Position der Y-Achse

'Y' Teach Y-Achse  
die aktuelle Position der Y-Achse wird als Nullpunkt/Kamerapunkt  
festgelegt

### 2.3. Konfiguration

Der SP-01 ist allein durch fehlerhafte Konfiguration nicht zu beschädigen  
bzw. unbrauchbar zu machen. Alle Parameter werden intern einem  
Plausibilitätstest unterzogen. Die Kommunikation über die  
RS232-Schnittstelle ist unabhängig von den Parametern immer möglich.

#### 2.3.1. Konfiguration im SP-01 speichern

Die meisten Parameter können im Blitzkontroller dauerhaft gespeichert  
werden. Diese Parameter sind damit bei jedem Einschalten automatisch  
aktiv und ermöglichen so einen Stand-Alone-Betrieb ohne eine externe  
Steuerung über die RS232-Schnittstelle. Gespeichert werden alle 4  
Delayzeiten und die Bewegungsrichtungen aus denen geblitzt werden soll.  
Die Betriebsart wird nicht gespeichert und bei jedem Einschalten auf  
Master/Master-Betrieb gesetzt. Alle anderen Betriebsarten erfordern  
in jedem Fall eine externe Steuerung über die RS232-Schnittstelle.

Wenn die Konfiguration auf dem SP-01 regelmäßig im Betrieb geändert  
wird sollte die Maschinensoftware die Einstellungen selber verwalten  
und jedes mal in den SP-01 laden ohne sie dort jedes mal permanent  
zu speichern.

### 3. Integration

#### 3.1. Elektrische Integration

##### 3.1.1. Potentialdomänen

Der SP-01 benötigt elektrische Verbindungen mit verschiedenen Komponenten in einer Maschine, die Komponenten befinden sich oft auf verschiedenen Potentialniveaus. Daher ist der SP-01 in 4 getrennte Potentialdomänen gegliedert. Als Potentialdomänen sind die externe 24V-Versorgung, das externe Encoder-Potential, die RS232-Schnittstelle und das Gehäuse (Erde) hochohmig getrennt vorhanden. Sämtliche I/O-Signale lassen sich per Jumper auf das externe 24V-Potential oder auf das externe Encoder-Potential konfigurieren. Die interne Potentialtrennung verhindert außerdem störende Ausgleichsströme.

#### 3.2. Integration in die Maschinen-Software

Um den SP-01 in Ihre Steuerungssoftware zu integrieren ist eine freie RS232-Schnittstelle, ein passender Treiber, das 3964R-Protokoll (für die RS232) und eine Implementierung aller erforderlichen Kommandos nötig. Auf eine Integration in die Steuerungssoftware kann verzichtet werden wenn nur die Master/Master-Betriebsart und keine Konfiguration durch die Steuerungssoftware erforderlich ist. Wenn eine andere Betriebsart als Master/Master oder die Konfiguration des SP-01 durch die Steuerungssoftware erforderlich ist muss eine entsprechende Implementierung erfolgen.

##### 3.2.1. 3964R-Protokoll

Das 3964r Protokoll benutzt die Steuerzeichen STX (0x02), DLE (0x10), ETX (0x03) und NAK (0x15) für die Transferkontrolle. Der grobe Ablauf eines Kommandos lässt sich in 4 Phasen einteilen :

Host-PC	SP-01
---------	-------

Phase 0:

Ruhephase : keine Kommunikation

Phase 1:

STX	=====>	
	<=====	DLE

Phase 2:

1. Zeichen	=====>	
:	=====>	
:	=====>	
:	=====>	
n. Zeichen	=====>	
DLE	=====>	
ETX	=====>	
BCC	=====>	
	<=====	DLE

Phase 3:

	<=====	STX
DLE	=====>	

Phase 4:

```

<=====          1. Zeichen
<=====          :
<=====          :
<=====          :
<=====          n. Zeichen
<=====          DLE
<=====          ETX
<=====          BCC
DLE               >=====

```

Phase 0 ist die Ruhephase in der keine Kommunikation stattfindet. In dieser Phase darf von beiden Seiten nur das STX zum Verbindungsaufbau gesendet werden. Alle anderen Bytes sind zu ignorieren. Wenn beide das STX gleichzeitig gesendet haben sollten, dann hat der SP-01 immer die höhere Priorität, so das der Host-PC mit DLE antwortet und in Phase 4 übergeht.

In der Phase 1 baut der Host-PC die Verbindung zum SP-01 auf und sendet in der Phase 2 den Befehlscode. In beiden Phasen sendet der SP-01 nur genau je ein Byte (DLE) an den Host-PC. Wenn andere oder mehr Bytes empfangen werden ist das ein Protokoll-Fehler. Auf das STX in Phase 1 Antwortet der SP-01 innerhalb weniger ms mit einem DLE, als TimeOut gilt für den Verbindungsaufbau 60ms. Falls in dieser Zeit ein STX empfangen wird muss der Host-PC mit DLE antworten und in Phase 4 übergehen. Alle anderen Bytes sollen ignoriert werden. Wenn der Host-PC die Verbindung erfolgreich aufgebaut hat können die Nutzdaten (Befehlscode + eventuelle Operanden) gesendet werden, dabei gilt ein Inter-Character-TimeOut von 20ms. Wenn der SP-01 das Überschreiten des TimeOut oder eine ungültige BCC erkennt wird ein NAK gesendet. Falls der Host-PC während der Datenübertragung irgend ein Byte empfängt, ist das ein Protokollfehler und der Host-PC muss ein NAK senden und in Phase 0 zurück um die Verbindung neu aufzubauen und die Daten wiederholen. Wenn nach dem Senden der BCC ein DLE empfangen wird wurde das Datenpaket korrekt übertragen.

In Phase 3 baut der SP-01 die Verbindung zum Host-PC auf um, die Antwort vom, in Phase 2 übermittelten Befehl, zu senden. Wenn der Host-PC auf das STX nicht antwortet, TimeOut 60ms, dann wird das STX max. 5 mal wiederholt. Falls dann noch keine Verbindung zustande kommt wird der zu sendende Datenblock verworfen. Das hat prinzipiell keine Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des SP-01, es wird lediglich ein Protokollfehler vermerkt. Phase 4 verläuft ähnlich der Phase 2 nur mit vertauschten Rollen. Hier ist der SP-01 der Sender und der Host-PC der Empfänger der Nutzdaten. Der Host-PC darf in den Phasen 3 und 4 nur jeweils ein DLE senden.

- 3.2.2. Befehle
- 3.2.2.1. Basis-Befehle
- 3.2.2.2. Konfigurations-Befehle
- 3.2.2.3. Modus-Befehle
- 3.2.2.4. Zusätzliche Informationen

Manche Antworten enthalten zusätzliche Informationen, das heist das das Packet welches der 3964R-Protokolltreiber größer ist als für die Antwort erforderlich wäre. Die Antworten sollten daher nur so ausgewertet werden wie sie spezifiziert sind, überzählige Bytes dabei ignoriert werden. Ein Fehler liegt nur vor wenn das Format der Antwort nicht korrekt oder die Antwort zu kurz ist.

### 3.2.3. Fehlerhandling

### 3.2.4. mitgelieferter Source-Code

Zu der mitgelieferten Konfigurations-Software wird auch der Source-Code beige packt, dieser dient als Beispielimplementierung und darf ohne jedwede Einschränkung in Ihre eigene Steuerungssoftware integriert werden. Ebenso darf und soll der Source-Code uneingeschränkt als Vorlage für Ihre eigenen Implementierungen dienen.

## 4. Spezifikation

Sämtliche Spezifikationen und zugesicherte Eigenschaften sind derzeit noch als vorläufig zu betrachten, diese können noch im Zuge der Produktverbesserung geändert werden.

- Juli 2003 -

### 4.1. Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der SP-01 ist dafür vorgesehen eine positionsgenaue Bildaufnahme zu steuern, um ein bewegtes Objekt an einer vorher definierten Position, unabhängig von Geschwindigkeit, Beschleunigung und Verzugszeiten von Blitzlicht und Kamerablende, abzubilden.

Bevor Sie den FC-01 zur Steuerung mechanischer Prozesse oder in einer anderen, hier nicht beschriebenen Weise verwenden, ist unbedingt Rücksprache mit uns zu halten.

Der SP-01 darf nicht in Notfallsystemen oder Sicherungsanlagen verwendet werden.

### 4.2. Maximale Umgebungsbedingungen

Versorgungsspannung .....	-35V bis +35V
Spannung an den Encodereingängen .....	-6V bis +11V
Spannung an den RS232-Anschlüssen .....	-20V bis +20V
Spannung an den TTL-Pegel-Eingängen .....	-0,3V bis +5,3V
Spannung an den 24V-Pegel-Eingängen .....	-0.3V bis +35V
maximale Last je 24V-Ausgang .....	4,5W (min. 150 Ohm)
maximale Last je 5V-TTL-Ausgang .....	50mW (min. 500 Ohm)
maximale Potentialdifferenz .....	+/-200V (emp. 0V)
Umgebungstemperatur .....	-30°C bis +90°C
Umgebungsfeuchtigkeit .....	max. 90% , nicht betauend
Umgebungsdruck .....	800mbar bis 1200mbar

Alle Spannungs/Strom-angaben mit Bezug auf GND der jeweiligen Potentialdomäne.

Der Betrieb des SP-01 außerhalb dieser Spezifikationen kann zu einer dauerhaften Beschädigung führen und bedeutet den Verlust der Garantie.

### 4.3. Betriebsspezifikationen

Versorgungsspannung .....	+20V bis +30V (typ. 24V)
Spannung an den Encodereingängen .....	+0,2V bis +4,8V
maximale Zählfrequenz .....	5 Mio. Inkremente/s
maximale Encodereingangsbandbreite .....	1,25 MHz
Umgebungstemperatur .....	-10°C bis +60°C

Alle Spannungsangaben mit Bezug auf GND der jeweiligen Potentialdomäne.

Die Betriebsspezifikation bestimmt die minimal/maximal zulässigen Werte aller äußeren Einflüsse unter denen die korrekte Funktion des SP-01 sichergestellt ist.



#### 4.4. Zugesicherte Eigenschaften

maximale Stromaufnahme ..... 3,0A (max. 60W)  
davon Eigenverbrauch ..... max. 300mA (typ. 170mA)  
maximale Wärmeleistung ..... 9W (typ. 4W)  
maximale Encoderleistung ..... 2\*500mW (2\*100mA)

Stromabgabe der 24V-Ausgänge ..... +200mA (min. 150 Ohm)  
Stromabgabe der 5V-TTL-Ausgänge ..... +/-10mA (min. 500 Ohm)

Alle Spannungs/Stromangaben mit Bezug auf GND der jeweiligen Potentialdomäne.

Sämtliche zugesicherte Eigenschaften gelten nur wenn der SP-01 innerhalb der Betriebsspezifikation betrieben wird.

#### 5. Revisionen

Zu den 3 Teilen des Blitzkontroller, Hardware + mitgelieferte Software + diese Doku, wird eine einheitliche Versionsnummer vergeben. Zu den Zubehörkomponenten wie Kabel, Halterungen usw. wird keine Revision verwaltet.

##### 5.1. Revisionen der Blitzkontroller-Hardware

Version 0.9 : Master/Master-Betriebsart  
geschwindigkeitskompensierter Blitz/Kamera-trigger  
ASCII-Terminal-Kommunikation über RS232

Version 1.0 : Master/Master-Betriebsart  
Master/Slave-Betriebsart  
Master/Latch-Betriebsart  
Latch/Latch-Betriebsart  
geschwindigkeits/beschleunigungs-kompensierter Trigger  
3964R-Protokoll über RS232  
Plausibilitätstest für alle Parameter

##### 5.2. Revisionen der mitgelieferten Software

Version 1.0 : initial-Version mit 3964R-Protokoll und allen Befehlen  
Windows-Version für OpenWatcom C++

##### 5.3. Revisionen von diesem Dokument

Version 1.0 : initial-Version