

# StopWatch Hardware Revision 3

## Firmware Revision 1

### Funktionsbeschreibung



© Thomas Dillinger, Dillinger Engineering 2019

Printed in Germany.

Alle Rechte vorbehalten. Ohne vorhergehende schriftliche Genehmigung  
ist der Nachdruck oder die auszugsweise fotomechanische oder  
anderweitige Wiedergabe dieses Dokumentes nicht gestattet.

Dies ist eine Publikation von Thomas Dillinger.

Bei Änderungen erfolgt keine Mitteilung

1	Allgemeines .....	4
2	Aufbau der Hardware.....	5
3	Funktionsweise der Firmware .....	6
4	Funktionsweise der StopWatch Software.....	7
4.1	Darstellung der Zeitanzeige auf einem separaten Bildschirm.....	7
5	Software Installation .....	8
5.1	Installation der StopWatch Applikation.....	8
5.2	Anschluss der USB-StopWach und Treiber Installation .....	12
6	Anschluss und Inbetriebnahme.....	13
6.1	Initiator Anschlüsse.....	13
6.1.1	Typisch Belegung einer Lichtschranke mit M12-Steckverbinder .....	14
6.1.2	Typische Anschluss eines potentialfreien Eingangskontaktes.....	14
6.1.3	Kodierung von Sensorleitungen .....	15
6.1.4	Aderfarbcode bei Sensorleitungen.....	15
6.2	Ampel Anschluss .....	16
6.3	Stecker Netzteil .....	18
7	Datenprotokoll .....	19
7.1	Sendeprotokoll der StopWatch Hardware .....	19
7.1.1	Meldungen:.....	19
7.1.2	Zeiten: .....	20
7.1.3	Daten:.....	21
7.2	Empfangsprotokoll der StopWatch Hardware .....	23
7.2.1	Abfragen.....	23
7.2.2	Kommandos: .....	25
8	Unterschiede der Firmware Versionen.....	28
8.1	Änderungen in Version 1.2 .....	28
8.2	Änderungen in Version 2.2 .....	28
9	Technische Daten.....	29

## 1 Allgemeines

Um bei Sportveranstaltungen mit Start- Zielläufen, die Start-, Zwischen und Zielzeiten auf eine Hundertstel Sekunden genau und sicher erfassen zu können, ist eine rechnerunabhängige Hardware zur Messung der Zeiten notwendig, die mit einer quarzgenauen interne Zeitmessung arbeitet.

Die StopWatch Hardware verfügt über einen USB Anschluss für den Datenaustausch mit einem PC. Drei Relaisausgänge auf dem Modul bieten die Möglichkeit zur Ansteuerung von Signalgebern, wie zum Beispiel einer Ampelanlage. Desweiteren sind drei über Optokoppler getrennte Eingänge vorhanden, die zur Anbindung der Sensoren für die Start-, Zwischenzeit und Ziel Erfassung dienen.

Über Steuerbefehle vom PC wird die Starsequenz eingeleitet. Je nach Konfiguration des Moduls, wird anschließend die Ampel angesteuert und die Startfreigabe an den Teilnehmer erteilt.

Sobald der Relaisausgang (Ampel grün) aktiv ist, beginnt abhängig von der Konfiguration des Moduls die Zeiterfassung sofort oder erst mit dem überschreiten des Startensors, dass Modul beginnt die Zeiterfassung. Zeitgleich erhält der PC den Beginn der Zeitmessung über die USB Schnittstelle. Das Erreichen eines Zwischenzeitsensors wird ebenso wie das Erreichen des Zielsensors an den PC übertragen.

Die letzte Zeitwertedatensatz bleibt bis zu einer weiteren Zeiterfassung Spannungsausfallsicher bis zum Beginn einer neuen Zeiterfassung gespeichert. So ist es möglich die zuletzt gesammelten Daten ein weiteres Mal für eine Auswertung auszulesen und zu verarbeiten.

## 2 Aufbau der Hardware

Die Hardwarekomponenten der StopWatch unterteilt sich in drei Bereiche.

- Einem USB RS232 Konverter, der zum seriellen Datenaustausch zwischen dem PC und dem Mikrokontroller (PIC 16F628/648) dient.
- Dem Mikrokontroller, der die Datenerfassung und die Kommunikation mit dem StopWatch Modul übernimmt.
- Sowie den Ein- und Ausgängen zur Verbindung mit der Peripherie.

Alle Ein- und Ausgänge des StopWatch Moduls wurden galvanisch von der Auswerteelektronik getrennt, um den PC von den angeschlossenen Komponenten zu trennen.

So kann sichergestellt werden, dass im Fehlerfall kein Schaden am PC entstehen kann.

Die Versorgung der Initiatoren erfolgt durch eine externes Stecker Netzteil 7-27V DC, direkt über die drei M12/4 Steckverbinder.

In diesem Punkt unterscheidet sich diese neue Hardware Version grundlegend von den früheren Versionen, da die Eingangsbeschaltung hier komplett überarbeitete wurde.

So ist es nun möglich Industrie Lichtschranken mit einem weiten Eingangsspannungsbereich 7 - 24V= direkt an das StopWatch Modul anzuschließen.

Die Initiator Eingänge wurden über eine Konstantstrombeschaltung und drei Optokoppler mit den Eingängen des Mikrokontrollers verbunden.

Die drei Schaltausgänge für die Ansteuerung der Ampel wurden wie bei den Vorgänger Versionen wieder über Read Relais galvanisch entkoppelt.

Die grundlegenden Funktionen des PIC bestehen aus der Kommunikation mit dem StopWatch Programm über die USB Schnittstelle. Der Erfassung der Zeitmessereingänge und der Bruttozeiterfassung. Hierfür wird wie für andere Funktionen eine Interrupt Routine genutzt, die eine Genauigkeit von 4,096 ms gewährleistet.

Die Platine wurde auf der Unterseite komplett in SMD bestückt und konnte dadurch so in das neue Aluminium Gehäuse eingebaut werden, dass die Anzeigen und die Bedienung des Tasters nun direkt durch Bohrungen in der Gehäuseoberseite angezeigt und bedient werden können.

Auf der Gehäuse Oberseite befinden sich alle bedrahteten Bauteilen. Somit ist es leicht möglich, durch lösen der Gehäuse Unterseite die Sicherung, die Read Relais oder für ein Firmware Update auch den Mikrokontroller zu tauschen.

Ein Austausch kann selbst von einem Leien in wenigen Minuten selbst durchgeführt werden, da alle obengenannten Bauteile gesockelt ausgeführt wurden.

### 3 Funktionsweise der Firmware

Je nach dem eingestellten Betriebsmodus im StopWatch Modul, erfolgt die Startzeiterfassung durch den Startinitiator oder direkt nach dem aufleuchten des grünen Ampelsignals. Es startet der interne Zeitzähler des Mikrokontrollers und über die USB Schnittstelle wird der Startbeginn an das StopWatch Programm übertragen.

Das Erfassen von Zwischenzeiten wird ebenso wie das Erfassen der Zielzeit an das StopWatch Programm übertragen, dort verarbeitet und angezeigt.

Zusätzlich wird nach dem Erfassen der Zielzeit der interne Zeitzähler im Mikrokontroller gestoppt und die erfassten Zeiten spannungsausfall sicher im EEPROM des Moduls gespeichert. So können die letzten erfassten Zeiten jederzeit noch einmal abgefragt werden.

Eine Startfreigabe kann durch das StopWatch Programm erst erfolgen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind.

- Es muss ein ausreichendes Budget des ausgewählten Teilnehmers vorhanden sein.
- Es muss ein StopWatch Modul für die Zeiterfassung ausgewählt und bereit sein.
- Es darf keine weitere Zeiterfassung aktiv sein.

Nach betätigen der Starttaste in der StopWatch Applikation schickt diese eine Startanforderung an das USB StopWatch Modul. Die Startsequenz im Modul beginnt mit dem Prüfen der angeschlossenen Initiatoren, ist einer der Initiator blockiert (Kontakt bereits geschlossen), erfolgt ein Startabbruch.

Wurde kein Fehler erkannt, folgt die Ansteuerung der Read Relais für die Ampel. Nach der Startfreigabe wechselt das blinken der roten Ampel zuerst in ein rotes Dauer Licht.

Nach einer im Modul definierten Ampelverzögerungszeit erfolgt schrittweise die Startfreigabe, die Ampel wechselt auf rot/gelbe und danach auf die grüne Anzeige.

Diese Folge wurde bewusst so gewählt, um auch eine zweifarbige Signalanlagen mit rot/ grün verwenden zu können.

Liegt kein Startfreigabe vor oder der Starter hat nach erfolgreicher Startsequenz die Startlichtschranke passiert, beginnt die rote Ampel sofort wieder mit der im Modul definierten Geschwindigkeit zu blinken.

Wurde der Modus des Modul so eingestellt, dass die Erfassung der Startzeit mit dem passieren des Startinitiator erfolgt, besteht die Möglichkeit eine weitere Fehlerrückmeldung durch eine Startzeitüberschreitung zu definieren.

Hierbei beginnt nach einer Startfreigabe durch das grüne Ampelsignal im Modul eine definierbare Wartezeit abzulaufen. Wird der Startinitiator nicht innerhalb dieser Zeit passiert, findet ein automatischer Startabbruch statt.

Diese Funktion kann ebenso wie die Funktion „Start durch Startinitiator“ im Modus Byte des StopWatch Moduls konfiguriert werden. Nach einem Abbruch, sei es durch einen automatischen, einen manuellen, mit dem Taster am StopWatch Modul oder per Software veranlassen, muss immer eine neue Startfreigabe erfolgen.

Die Ansteuerung der roten Ampelanzeige während eines laufenden Rennens kann ab Firmware Version 2 ebenfalls im Modus des StopWatch Moduls definiert werden. Es sind zwei Varianten möglich, ist das Modus Bit 2 gleich 1 dann bleibt die rote Anzeige der Ampel kontinuierlich an.

Ist das Bit gleich 0 dann beginnt die rote Anzeige der Ampel nach durchfahren des Startinitiators mit der im Modul definierten Geschwindigkeit zu blinken.

Wurde die Option im Modus Bit 0 (Direktstart ohne Startinitiator) des StopWatch Moduls ausgewählt, erscheint für fünf Sekunden das grüne Ampelsignal. Danach wird automatisch wieder das rote Ampelsignal mit der im Modus definierten Anzeigeart ausgegeben.

Wurde die Option im Modus Bit 3 (Startinitiator = Zielinitiator) gesetzt, übernimmt dieser die Funktion des Star und Zielinitiators. Der Zielinitiator behält seine Funktion nach wie vor bei.

Sollte ein Starter die Strecke Beispielsweise wegen eines technischen Defektes nicht beenden können, kann die Zeiterfassung jederzeit über die StopWatch Software oder einem am Modul befindlichen Taster manuell abgebrochen werden.

## **4 Funktionsweise der StopWatch Software**

### **4.1 Darstellung der Zeitanzeige auf einem separaten Bildschirm**

Die StopWatch Software wurde so konzipiert, dass für die Darstellung der Zeiten ein eigenes frei verschiebbares Fenster eingeblendet werden kann. In diesem Fenster befinden sich insgesamt vier Anzeigebereiche, von denen die ersten beiden fest definiert sind und die laufende Zeit sowie die letzte Zwischenzeit anzeigen. Die anderen beiden Felder können in den Programm Optionen ausgewählt werden.

Um das Fenster mit den Zeiten auf einem separaten Bildschirm anzuzeigen, wird Gebrauch von einer Standard Windowsfunktion gemacht, die es erlaubt, gleichzeitig zwei Bildschirme zu betreiben.

Die Einstellungen hierfür sind in der Systemsteuerung von Windows unter Anzeige zu treffen.

Nach dem Einrichten dieser Funktion, kann das Zeitanzeigefenster einfach mit der Maus auf den zweiten Bildschirm verschoben und dort maximiert werden.

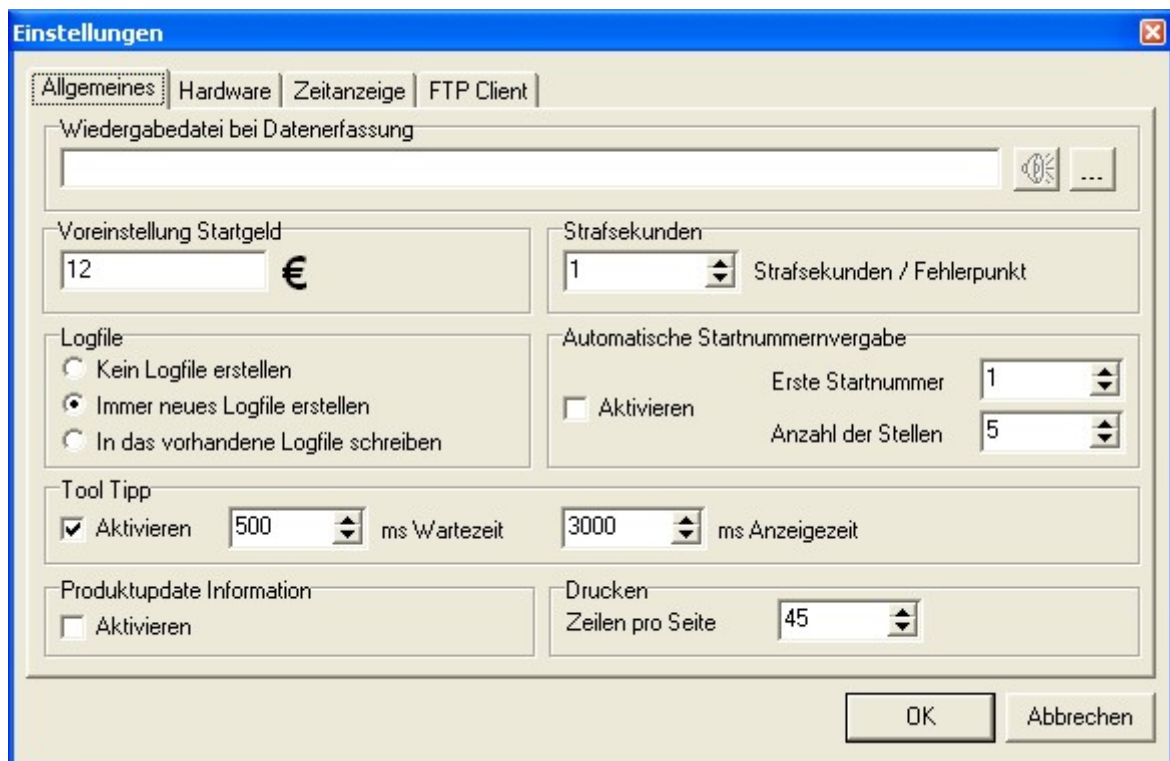


## 5 Software Installation

### 5.1 Installation der StopWatch Applikation

Laden sie die aktuelle Version der StopWatch Applikation aus dem Internet, diese finden sie unter: [www.dillinger-engineering.de](http://www.dillinger-engineering.de)

Wurde bereits eine ältere Version der StopWatch Software auf ihrem Rechner installiert, kann im Programm unter Einstellungen - Allgemeines die Option „Produktupdate Information“ aktiviert werden.



Auf diese Weise erhalten sie automatisch Hinweise, wenn eine neuere Programmversion zum Download zur Verfügung steht.

Ist eine neuere Version vorhanden, wird im Update Dialog eine Kurzinformation zu den Programmänderungen eingeblendet, anschließend können sie das neue Produktupdate direkt auf ihren Rechner laden.

Die StopWatch Software wird als ZIP-Datei ausgeliefert und muss nach dem Download entpackt werden. Anschließend erhalten sie eine Datei mit dem Namen „StopWatch.exe“. Diese Datei beinhaltet einen Installationsassistenten, der sie durch die Installation führen wird. Bei der Installation werden alle für den Betrieb der StopWatch Applikation nötigen Dateien, Verzeichnisse und Treiber installiert.

Bevor mit der Installation der neuen Version begonnen werden kann, muss das StopWatch Programm vorher beendet werden.

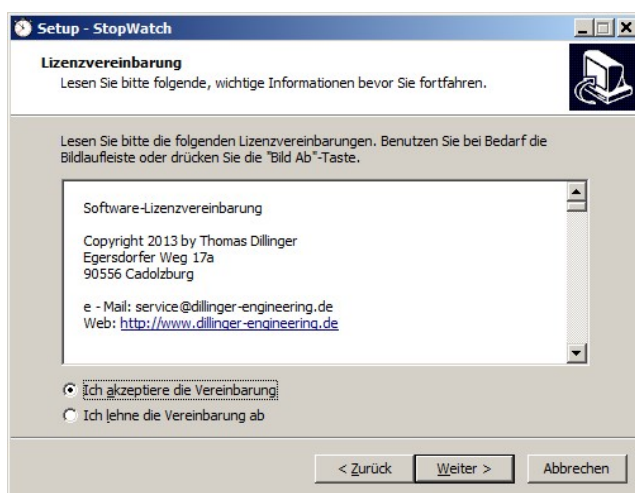
Um die Installation zu starten, führen sie die „StopWatch.exe“ mit Administratorrechten aus.

Nach dem Starten erscheint ein Setup-Assistent, der sie durch die Installation der Software führen wird.

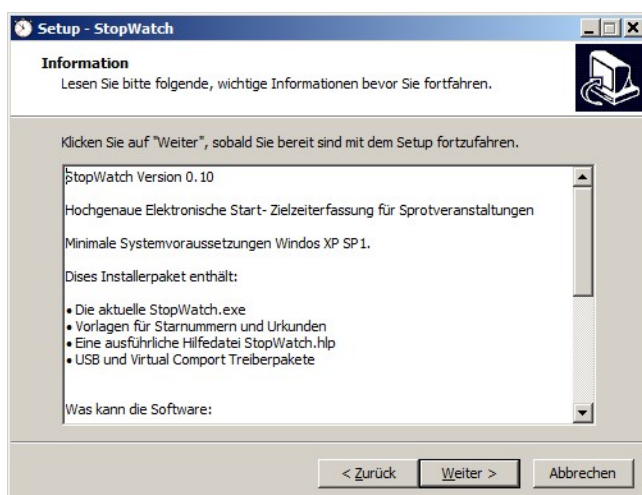




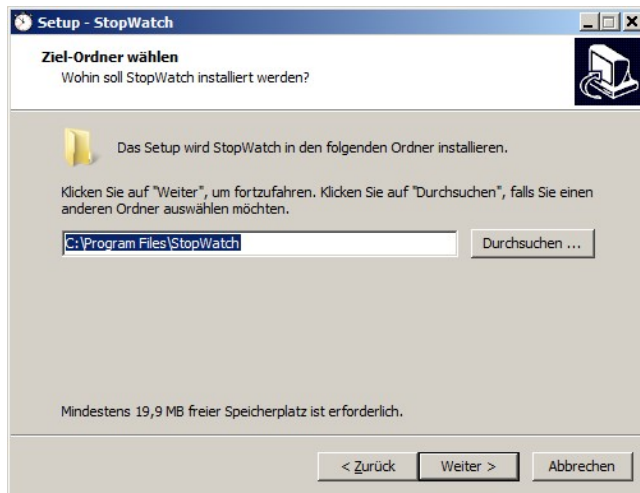
Um die Installation fortzusetzen bestätigen sie diesen Dialog mit „Weiter“.



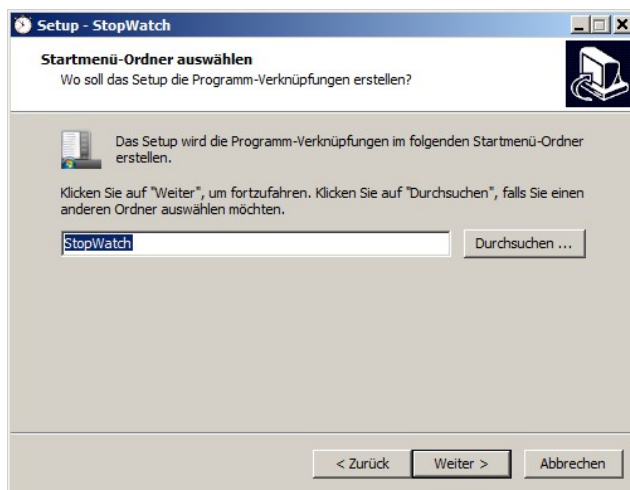
Akzeptieren Sie die Vereinbarungen zur Nutzung, wird der Button „Weiter“ freigegeben. Nun erscheint ein Fenster mit Informationen über die Software die anschließend auf ihrem Rechner Installiert wird.



Bei Bedarf kann im nächsten Dialog ein anderer Zielordner für die Software Installation ausgewählt werden.



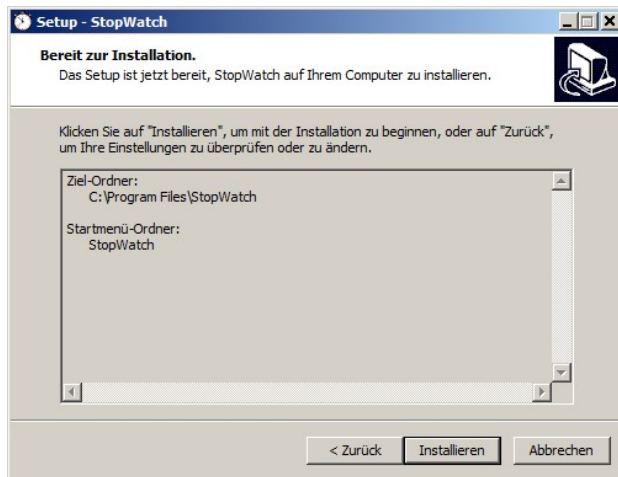
Als nächstes können sie einen eigenen Startmenü-Ordner für die Installation der StopWatch Software auswählen.



Soll ein Desktopicon erstellt werden klicken sie im Dialog auf „Desktop-Symbol erstellen“.



Um mit der Installation zu beginnen klicken sie auf „Weiter“.



Nach erfolgreicher Installation bestätigen sie den Dialog mit Fertigstellen.



Die StopWatch Software wurde auf ihrem Rechner installiert und kann nun gestartet werden.

## 5.2 Anschluss der USB-StopWach und Treiber Installation

Verbinden sie das StopWatch Modul über ein USB-Kabel mit ihrem PC.

Die USB Status LED am Modul beginnt orange zu leuchten und der Mikrokontroller startet einen kurzen Selbsttest.

Hierbei beginnen nacheinander die Led's der Initiatoren eins, zwei und drei zu leuchten. Anschließend werden die Led's und die Relaisausgänge der Ampelansteuerung in der Reihenfolge grün, gelb und rot angesteuert.

Nach der Initialisierung beginnt die rot Ampel Led mit der definierten Blinkgeschwindigkeit zu blinken.

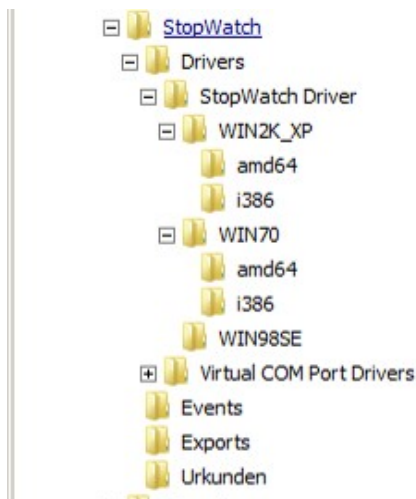
Wurde noch keine externe Spannungsversorgung angeschlossen, zeigen die drei Initiator Led's durch rotes leuchten einen unterbrochenen Initiator und somit einen Fehler an.

Auch die Led für die externe Spannungsversorgung bleibt dunkel. Erst nach dem Anschluss einer geeigneten Spannungsquelle beginnt die Led der externe Spannungsversorgung rot zu leuchten und die Initiator Led's verlöschen.

Wird das USB-StopWatch Moduls zum ersten Mal mit dem PC verbunden, erkennt Windows automatisch, dass ein neues USB-Device angeschlossen wurde und beginnt mit der Treiberinstallation.

Ist im System noch kein passender Treiber vorhanden, erscheint ein Dialog mit dem sie selbst nach einem passenden Treiber suchen können.

Die passenden Treiber für die USB-StopWatch und den USB RFID Reader werden mit dem Installationsprogramm ausgeliefert. Sie befinden sich im Applikationsverzeichnis der StopWatch in Unterordner mit dem Namen „Drivers“



Wählen sie den für ihr Betriebssystem passenden Treiber aus und setzen sie die Installation fort. Nach erfolgreicher Installation erscheint in der Systemsteuerung ihres Rechners die USB StopWatch bzw. der USB RFID Reader und kann in der Software verwendet werden.

## 6 Anschluss und Inbetriebnahme

### 6.1 Initiator Anschlüsse

Die Initiatoren können direkt über die drei M12/4-3 Buchsen mit dem Modul verbunden werden. Hierüber erfolgt auch gleichzeitig die Spannungsversorgung der angeschlossenen Initiatoren. Es ist zu beachten, dass die Eingangsspannung des Moduls (7 - 24V) des Stecker Netzteils direkt der Versorgungsspannung der Initiatoren entspricht!



In den meisten Fällen, haben Industrielichtschranken einen weiten Eingangsspannungsbereich. Es ist jedoch zu beachten, dass die Höhe der Versorgungsspannung meist direkt proportional der maximalen Reichweite der Lichtschranke ist!

Wird ein anderes Initiator System wie z.B. ein Schlauchschaltkontakt verwendet, kann die Eingangsspannung auch niedriger als 24V sein. Es ist jedoch zu beachten, dass die Initiator-Schaltspannung, die an Pin 4 der M12 Buchse angeschlossen wird, 7V nicht unterschreiten darf, damit eine Sicheres Schalten gewährleistet werden kann.

Das ist insbesondere dann Wichtig, wenn die Entfernungen von den Lichtschranken zum Modul sehr lange werden. Da hierbei ein Spannungsabfall an der Kabelstecke entstehen kann, der mit eingerechnet werden muss.

Der M12 Steckverbinder besitzt vier Anschluss Pins, von denen aber nur die Pins 1, 3 und 4 verwendet werden.

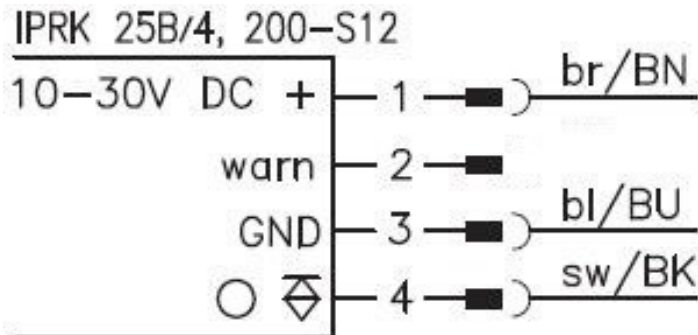
- Pin 1 Spannungsversorgung über Steckernetzteil aus dem Timekeeper Modul.
- Pin 2 Wird nicht verwendet.
- Pin 3 Masse (**GND**).
- Pin 4 Initiator Schalteingang (**7-27V=**)

#### **Wichtiger Hinweis:**

**Bitte überprüfen Sie vor dem ersten Anschluss ihrer Initiatoren, ob die Belegung und die Versorgungsspannung mit der Spezifikation des Timekeeper Modul übereinstimmen. Eine andere Belegung bzw. Versorgungsspannung könnte im Schlimmsten Fall zur Zerstörung Ihrer Initiatoren führen!**

### 6.1.1 Typisch Belegung einer Lichtschranke mit M12-Steckverbinder

Die M12 Buchsen auf der Rückseite des Timekeeper Moduls wurden nach den gängigen Standards von Industrie Lichtschranken Systeme belegt, wie die der von uns empfohlenen Leuze Laserlichtschranken (z.B. Typ **PRKL 25 4.1 200-S12**) und können somit direkt angeschlossen und betrieben werden.



### 6.1.2 Typische Anschluss eines potentialfreien Eingangskontaktes

Alternativ können selbstverständlich auch beliebige potentialfreie Kontakte an die Initiator Eingänge des Timekeepers angeschlossen werden.

Hierbei wird der potentialfreie Kontakt an die Anschlusspins 1 und 4 angeschlossen.

Pin 1 Spannungsversorgung über Steckernetzteil aus dem Timekeeper Modul.

Pin 2 Wird nicht verwendet.

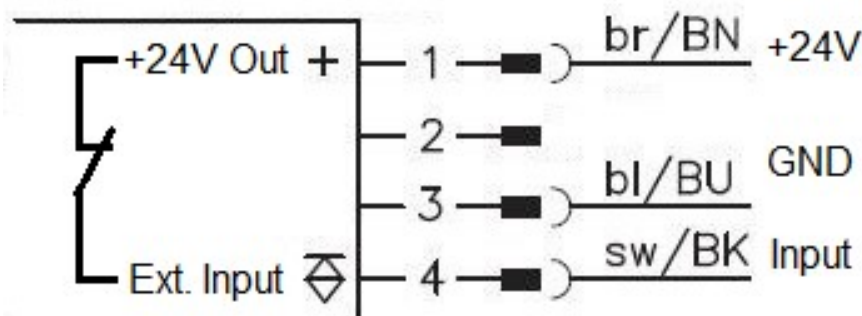
Pin 3 Masse (**GND**).

Pin 4 Initiator Schalteingang (**7-27V=**)

**Pin 4** dient zum Anschluss des potentialfreien Kontakts gegen **GND**, der in den meisten Fällen als Schließer (NO normally open) ausgeführt ist.

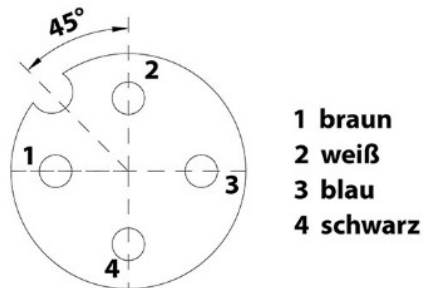
Es kann aber ebenso ein Öffner (NC normally closed) angeschlossen werden.

Die entsprechenden Initiator Ruhelagen können im Menü der StopWatch Software definiert werden



### 6.1.3 Kodierung von Sensorleitungen

Um eine Verstecksicherheit zu erreichen, verwenden Sie bitte vorkonfektionierte Sensorleitungen um die Initiatoren zu verlängern, da diese bereits kodiert sind. In unserem Fall wird eine A-Kodierung verwendet. Dafür ist auf der Stiftseite ein Zapfen zwischen den Pol 1 und Pol 2 vorhanden. Die Buchsen Seite sieht in diesem Bereich die passende Nut vor.



Polbild: M12 Sensorleitung 4 polig Buchse gerade mit A-Kodierung

M12 Sensorleitung 4 polig Buchse gerade mit A-Kodierung

### 6.1.4 Aderfarbcode bei Sensorleitungen

- 3 polig: braun, blau, schwarz
- 4 polig: braun, weiß, blau, schwarz
- 5 polig: braun, weiß, blau, schwarz, grau
- 6 polig: braun, weiß, blau, schwarz, grau, rosa
- 8 polig: weiß, braun, grün, gelb, grau, rosa, blau, rot
- 12 polig: braun, blau, weiß, grün, rosa, gelb, schwarz, grau, rot, violett, grau/rosa, rot/blau



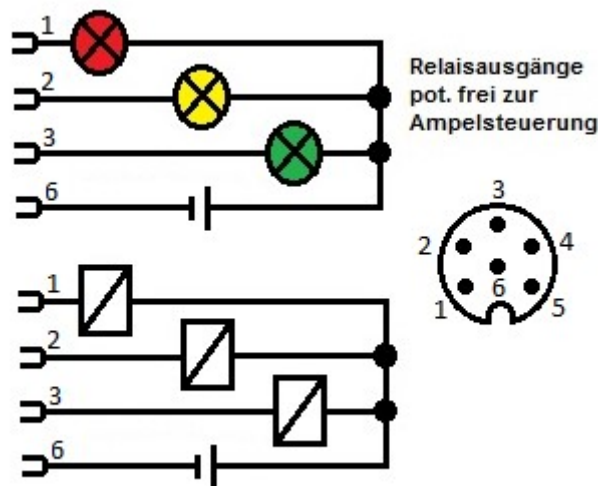
## 6.2 Ampel Anschluss

Im StopWatch Modul befinden sich drei Read Relais, die zur Ansteuerung einer externen Ampelanlage vorgesehen sind. Das Modul wurde mit einem passenden Stecker ausgeliefert, der vom Kunden selbst konfektioniert werden kann.

Dieser Anschluss befindet sich rechts neben den Initiator Anschlüssen.



Die beiden Bilder zeigen zwei mögliche Varianten für die Verwendung der Relais Ausgänge.



Die beiden Bilder zeigen eine typische Außenbeschaltung zur Verwendung der Read Relais Ausgänge.

Alle drei Relais besitzen ein gemeinsames Bezugspotential, dass an Pin 6 herausgeführt wird.  
Der Relais Kontakt für das Rotsignal wird an Pin 1 herausgeführt.  
Der Relais Kontakt für das Gelbsignal wird an Pin 2 herausgeführt.  
Der Relais Kontakt für das Rotsignal wird an Pin 3 herausgeführt.

Die maximale Spannungsfestigkeit der Read Relais beträgt 200V DC.

Die maximale Strombelastbarkeit der Schaltkontakte beträgt 500 mA.

Insgesamt darf jedoch eine Schaltleistung von 10W pro Relaisausgang nicht überschritten werden!

Die maximale Leistung kann wie folgt berechnet werden:

$$P = U \cdot I$$

P – Leistung (W)  
U- Spannung (U)

## I – Strom (A)

### **Beispiel:**

Bei einer Betriebsspannung von 25 V ergibt sich ein maximaler Strom von 0,4A.

Bei 12V ergeben sich rechnerisch 0,8 A.

Bitte beachten Sie, dass die Grenzen im Datenblatt jedoch bei einem maximalen Strom von 0,5 A liegt, der nicht überschritten werden darf !

Da in den meisten Fällen jedoch eine Höhere Leistung geschaltet werden muss, ist es sinnvoll, das die Schaltung aus den unteren Bild zu verwenden. Hier werden externe Koppelrelais genutzt um höhere Leistungen schalten zu können.

## 6.3 Stecker Netzteil

Neben der USB Anschlussbuchse befindet sich eine Holbuchse mit 5,5mm x 2,1mm, über die die externe Spannungsversorgung zugeführt wird, die für den Betrieb der Initiatoren benötigt wird.

Der Eingangsspannungsbereich beträgt 7 - 24 V Gleichspannung.

Ein Verpolungsschutz im inneren des StopWatch Moduls, verhindert die Zerstörung der angeschlossenen Initiatoren, sollte versehentlich eine Spannungsversorgung mit falscher Polarität angeschlossen wird.

Um die Angeschlossene Spannungsversorgung gegen eine Überlastung zu schützen, befindet sich im inneren des Moduls eine gesockelte runde Feinsicherung mit 800 mAT, die bei einem Defekt auslöst und anschließend erneuert werden kann.

Die externe Spannungsversorgung liefert die Energie für die angeschlossenen Initiatoren. Prüfen Sie deshalb vor dem Anschluss der Spannungsversorgung, ob diese mit der angegebenen Versorgungsspannung der Initiatoren kompatibel ist!

## 7 Datenprotokoll

Der Grundsätzliche Aufbau der Sende- und Empfang Struktur sind identisch. Die Daten Struktur bestehen aus einem ARRAY[0..6] OF BYTE.

Die Datenübertragungsrate beträgt (2400 8N1) 2400 Baud, 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit.

DATEN[0]	Moduladresse
DATEN[1]	Funktionsschlüssel
DATEN[2]	siehe Beschreibung des einzelnen Funktionsschlüssels
DATEN[3]	siehe Beschreibung des einzelnen Funktionsschlüssels
DATEN[4]	siehe Beschreibung des einzelnen Funktionsschlüssels
DATEN[5]	siehe Beschreibung des einzelnen Funktionsschlüssels
DATEN[6]	XOR Checksumme, DATEN[0..5]

### 7.1 Sendeprotokoll der StopWatch Hardware

Das StopWatch Modul kann selbständig Daten senden oder auch nach einer Anfrage Antworten. Eine PC Seitige Abfrage bzw. Konfiguration ist nur möglich, wenn aktuell keine Datenerfassung im StopWatch Modul aktiv ist. Die einzige Ausnahme bildet das Abbrechen einer laufenden Zeiterfassung.

Der Grund hierfür liegt in der Bearbeitungszeit bei der Datenkommunikation, die unweigerlich zu einer Verfälschung der Zeitmessung führen würde.

Übertragen werden können Meldungen, Zeitdaten, im Modul bereits gespeicherte Zeitdaten, sowie Konfigurationsdaten.

Der Aufbau dieser Sendedatenstruktur wird im folgenden Abschnitt detailliert beschrieben.

Grundsätzlicher Aufbau des DATEN[1] Funktionsschlüssel

Bitreihenfolge DATEN[1]: %MZE#XXXX

%	Symbol für Binäre Darstellung
M	Meldungen
Z	aktuelle Zeit Daten
E	gespeicherte Daten
#	Shiftfunktion für die Platzhalter in den unteren vier Nibble
X	Platzhalter   # = 0 Funktionsschlüssel # = 1 Adresse

#### 7.1.1 Meldungen:

Funktionsschlüssel:

DATEN[1]= %10000001 (129)	Startabbruch durch einen blockierte Initiator
DATEN[1]= %10000010 (130)	Abbruch durch einen Fehlstart
DATEN[1]= %10000011 (131)	Abbruch durch eine Startzeitüberschreitung
DATEN[1]= %10000100 (132)	Abbruchs durch den Anwender (StopWatch Programm)
DATEN[1]= %10000101 (133)	Abbruch durch Handeingriff (Taster am Modul)
DATEN[1]= %10000110 (134)	Kein gültiger Funktionsschlüssel gefunden
DATEN[1]= %10000111 (135)	Fehlerhafte Datenübertragung mit dem Modul (Timeout)

DATEN[1]= %10001000 (136)	Startsequenz wurde eingeleitet
DATEN[1]= %10001001 (137)	Neue Ampeldaten vorhanden
...	
DATEN[1]= %10001110 (142)	Schreibfunktion wurde ausgeführt
DATEN[1]= %10001111 (143)	Abbruch durch eine Neuinitialisierung des Moduls

Daten:

DATEN[2]	Information über den aktuelle Zustand der Initiatoren
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

In Verbindung mit einer Meldung aus dem Bereich (129..137), werden im Datenbyte immer die aktiven Initiatoreingänge für eine evtl. Fehlerauswertung übertragen. Sie befinden sich in den unteren drei Bits [0..2] des Datenbytes DATEN[2].

- Bit0 Startzeitinitiator
- Bit1 Zwischenzeitinitiator
- Bit2 Zielzeitinitiator

*Meldung: Neue Ampeldaten vorhanden (%10001001) (137)*

Daten:

DATEN[2]	Aktive Initiatoreingänge
DATEN[3]	Ampeldaten
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Die Ampeldaten befinden sich in den unteren drei Bits [0..2] des Datenbytes DATEN[3].

- Bit0 Ampelfarbe rot aktiv
- Bit1 Ampelfarbe gelb aktiv
- Bit2 Ampelfarbe grün aktiv

*Rückmeldung: Schreibfunktion wurde ausgeführt (%10001110) (142)*

Daten:

DATEN[2]	Geschriebener Wert
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

*Meldung: Abbruch durch eine Neuinitialisierung des Moduls (%10001111) (143)*

Daten:

DATEN[2]	Undefiniert
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

## 7.1.2 Zeiten:

#### Funktionsschlüssel:

DATEN[1]= %01000001 (65)	Übertragung der Startzeit (Startbeginn)
DATEN[1]= %01000010 (66)	Übertragung der Zwischenzeit
DATEN[1]= %01000011 (67)	Übertragung der Zielzeit (Ende der Zeitnahme)
DATEN[1]= %01000100 (68)	Keine aktuellen Daten im EEprom gespeichert

#### Daten:

DATEN[2]	Zeit Stunden
DATEN[3]	Zeit Minuten
DATEN[4]	Zeit Sekunden
DATEN[5]	Timer Ticks, Auflösung 4,096 ms pro Tick

### 7.1.3 Daten:

#### Funktionsschlüssel:

DATEN[1]= %00100001 (33)	Übertragung der aktuellen Firmware Version
DATEN[1]= %00100010 (34)	Übertragung der aktuellen Moduladresse
DATEN[1]= %00100011 (35)	Übertragung des aktuellen Betriebsmodus Bit Werte
DATEN[1]= %00100100 (36)	Übertragung der aktuellen Startabbruchzeit, 1.044s pro Count
DATEN[1]= %00100101 (37)	Übertragung der aktuellen Verzögerungszeit der Ampelphasen, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %00100110 (38)	Übertragung der aktuellen Blinkgeschwindigkeit, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %00100111 (39)	Übertragung der aktuellen Initiatoren Zustände
DATEN[1]= %00101000 (40)	Übertragung der aktuellen Initiator Bouncetime 40,96 ms pro Count

#### Daten:

Blinkgeschwindigkeit, Verzögerungszeit, Anzahl (33, 34, 36 - 40)

DATEN[2]	Angeforderter Wert
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Übertragung des Betriebsmodus Bit Werte (%00100011) (35)

DATEN[2]	Betriebsmodus
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

#### Betriebsmodus

- |        |   |
|--------|---|
| • Bit0 | Direktstart ohne Startinitiator                     |
| • Bit1 | Keine Startzeitüberwachung nach der Ampelphase grün |

Übertragung des angeforderten Zeitwertes aus dem EEProm (%0011xxxx)

DATEN[2]	Zeit Stunden
DATEN[3]	Zeit Minuten
DATEN[4]	Zeit Sekunden

DATEN[5]

Timer Ticks, Auflösung 4,096 ms pro Tick



## 7.2 Empfangsprotokoll der StopWatch Hardware

Es gibt zwei Arten einer PC Seitige Anfrage, die je nach dem augenblicklichen Betriebszustand des StopWatch Modules möglich sind.

Läuft aktuell keine Datenerfassung, können die Parameter, gespeicherten Zeiten und Konfigurationen über die PC Software geändert bzw. ausgelesen werden.

Bei einer laufenden Datenerfassung ist lediglich ein manueller Abbruch der Erfassung möglich. Der Grund ist die Bearbeitungszeit der Anfrage, die unweigerlich zu einer Verfälschung der Zeitmessung führen würde.

Wurde ein manueller Abbruch der Datenerfassung initiiert, ist im Anschluss daran wieder ein Zugriff auf den gesamten Funktionsumfang des Moduls möglich.

In der zugehörigen PC Software StopWatch ist eine Sicherheitsfunktion vorgesehen, die das Lesen oder Schreiben von Konfigurationsdaten während einer laufenden Datenerfassung verhindert oder vorab eine Warnmeldung ausgibt.

Übertragen werden können Konfigurationsdaten, Abfragen aktueller Konfigurationen und im Modul gespeicherte Zeitdaten.

Der Aufbau dieser Empfangsstruktur wird im nun folgenden Abschnitt detailliert beschrieben.

### Grundsätzlicher Aufbau des DATEN[1] Funktionsschlüssel

Bitreihenfolge DATEN[1]: %RWXXXXXX

%	Symbol für Binäre Darstellung
R	Lesen von Daten
W	Schreiben von Daten
X	Beschreibt die Funktion

Funktionsschlüssel:

### 7.2.1 Abfragen

DATEN[1]= %10000001 (129)	Abfrage der aktuellen Firmware Version
DATEN[1]= %10000010 (130)	Abfrage der aktuellen Moduladresse
DATEN[1]= %10000011 (131)	Abfrage des Betriebsmodus Bit Werte
DATEN[1]= %10000100 (132)	Abfrage der Startabbruchzeit, 1.044s pro Count
DATEN[1]= %10000101 (133)	Abfrage der Verzögerungszeit der Ampelphasen, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %10000110 (134)	Abfrage der Blinkgeschwindigkeit, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %10000111 (135)	Abfrage der aktuellen Initiator Zustände
DATEN[1]= %10001000 (136)	Abfrage der aktuellen Initiator Bouncetime 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %10001001 (137)	Abfrage der gespeicherten Zeitwerte aus dem EEPROM

Daten:

Abfrage der aktuellen Firmware Version (%10000001) (129)

DATEN[2]	Aktuelle Firmware Version
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Abfrage der aktuellen Moduladresse (%10000010) (130)

DATEN[2]	Aktuelle Moduladresse
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Abfrage der aktuellen Moduladresse (%10000011) (131)

DATEN[2]	Aktueller Betriebsmodus
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Betriebsmodus

- Bit0 Bedeutung der Einzelbits  
(aktiv bei 1) Direktstart ohne Startinitiator, bei dieser Option ist die Voreinstellung von Bit1 ohne Bedeutung
- Bit1 (aktiv bei 1) Keine Startzeitüberwachung nach der Ampelphase grün.
- Bit2 (aktiv bei 1) Kein blinken der rote Ampelanzeige während eines laufenden Rennens.
- Bit3 (aktiv bei 1) Der Start Initiator fungiert gleichzeitig als Ziel Initiator. Die Funktion des Zielzeit Initiator bleibt weiterhin erhalten.
- Bit4 (aktiv bei 1) Der Eingang des StartzeitInitiators wird invertiert.
- Bit5 (aktiv bei 1) Der Eingang des Zwischenzeitinitiators wird invertiert.
- Bit6 (aktiv bei 1) Der Eingang des Zielzeitinitiators wird invertiert.
- Bit7 Nicht verwendet.

Abfrage der aktuellen Startabbruchzeit (%10000100) (132)

DATEN[2]	Aktuelle Startabbruchzeit, 1.044s pro Count
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Abfrage der aktuellen Ampelverzögerungszeit (%10000101) (133)

DATEN[2]	Aktuelle Verzögerungszeit der Ampelphasen, 40,96 ms pro Count
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Abfrage der aktuellen Blinkgeschwindigkeit (%10000110) (134)

DATEN[2]	Aktuelle Blinkgeschwindigkeit, 40,96 ms pro Count
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Abfrage aktuelle Initiator Zustände (%10000111) (135)

DATEN[2]	Aktuelle Initiator Zustände Bits (0..2)
DATEN[3]	Undefiniert

DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

### 7.2.1.1 Bouncetime (%10001000) (136)

Abfrage der aktuellen Initiator „Bouncetime“.

Die Bouncetime der Initiatoren verhindert ein mehrfaches auslösen der Zeitübertragung bei einem verrauschten bzw. prellenden Signaleingang.

Wurde ein Initiator Signal erkannt erfolgt umgehend die Erfassung und Übertragung der ermittelten Zeit. Erst nach dem abfallen des Eingangssignals beginnt die Bouncetime für den betreffenden Initiator zu laufen. Erst wenn die definierte Zeit abgelaufen ist kann eine weitere Erfassung erfolgen. Diese Funktionalität betrifft primär die Erfassung der Zwischenzeiten.

DATEN[2]	Bouncetime (10 *4,096ms = 40,96 ms)
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

### 7.2.1.2 Gespeicherten Zeitwerte (%10001001) (137)

Anfrage der letzten im EEPROM gespeicherten Zeitwerte.

Mit jedem neuen Start werden maximal 15 Zeitwerte eines Laufs im internen EEPROM des Stopwatch Moduls abgespeichert. Diese gespeicherten Zeitwerte können jederzeit nochmals übertragen werden, bis eine neue Zeiterfassung angestoßen wurde.

Die Übertragung der Zeiten erfolgt wie bei einer realen Zeiterfassung nach dem unten beschriebenen Muster. Die Startzeit wird nicht übertragen, da deren Inhalt Null ist.

DATEN[1]= %01000010 (66)	Übertragung der Zwischenzeit
DATEN[1]= %01000011 (67)	Übertragung der Zielzeit (Ende der Zeitnahme)

DATEN[2]	Zeit Stunden
DATEN[3]	Zeit Minuten
DATEN[4]	Zeit Sekunden
DATEN[5]	Timer Ticks, Auflösung 4,096 ms pro Count

### 7.2.2 Kommandos:

DATEN[1]= %01000001 (65)	Startsequenz einleiten und Zeiten erfassen
DATEN[1]= %01000010 (66)	Schreiben der neuen Moduladresse ins EEPROM
DATEN[1]= %01000011 (67)	Schreibe neue Betriebsmodus Bitwerte ins EEPROM
DATEN[1]= %01000100 (68)	Schreibe neue Startabbruchzeit ins EEPROM, 1.044s pro Count
DATEN[1]= %01000101 (69)	Schreibe neue Verzögerungszeit der Ampelphasen ins EEPROM, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %01000110 (70)	Schreibe neue Blinkgeschwindigkeit ins EEPROM, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %01000111 (71)	Schreibe neue Bouncetime ins EEPROM, 40,96 ms pro Count
DATEN[1]= %01001000 (72)	Laufende Sequenz abbrechen durch Anwendungsprogramm

Startsequenz einleiten und Zeiten erfassen (%01000001) (65)

DATEN[2]	Undefiniert
----------	-------------

DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreiben der neuen Moduladresse ins EEPROM (%01000010) (66)

DATEN[2]	Wert der neuen Moduladresse (Standard ist 1)
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreibe neue Betriebsmodus Bitwerte ins EEPROM (%01000011) (67)

Betriebsmodus	Bedeutung der Einzelbits
• Bit0	Direktstart ohne Startinitiator
• Bit1	Keine Startzeitüberwachung nach der Ampelphase grün
• Bit2	kein blinken der rote Ampelanzeige während eines laufenden Rennens.
• Bit3	Der Start Initiator fungiert gleichzeitig als Ziel Initiator. Die Funktion des Zielzeit Initiator bleibt weiterhin erhalten.
• Bit4	Der Eingang des StartInitiators arbeitet invertiert.
• Bit5	Der Eingang des Zwischenzeitinitiators arbeitet invertiert.
• Bit6	Der Eingang des Zielinitiators arbeitet invertiert.
• Bit7	Nicht verwendet.

DATEN[2]	Wert des neuen Betriebsmodus
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreibe neue Startabbruchzeit ins EEPROM, 1.044s pro Tick (%01000100) (68)

DATEN[2]	Wert für neuen Startabbruchzeit
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreibe neue Verzögerungszeit der Ampelphasen ins EEPROM, 40,96 ms pro Count (%01000101) (69)

DATEN[2]	Wert für neuen Verzögerungszeit
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreibe neue Blinkgeschwindigkeit ins EEPROM, 40,96 ms pro Count (%01000110) (70)

DATEN[2]	Wert für neuen Blinkgeschwindigkeit
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Schreibe neue Bouncetime ins EEPROM, 40.96 ms pro Count (%01000111) (71)

DATEN[2]	Wert für neuen Bouncetime
DATEN[3]	Undefiniert

DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

Laufende Sequenz abbrechen durch Anwendungsprogramm (%01001000) (72)

DATEN[2]	Undefiniert
DATEN[3]	Undefiniert
DATEN[4]	Undefiniert
DATEN[5]	Undefiniert

## 8 Unterschiede der Firmware Versionen

### 8.1 Änderungen in Version 1.2

Die Ansteuerung der roten Ampelanzeige während eines laufenden Rennens kann ab Firmware Version 2 im Modus des StopWatch Moduls definiert werden.

Es sind zwei Varianten möglich:

- Ist das Modus Bit 2 gleich eins, bleibt die rote Ampelanzeige während eines laufenden Rennens kontinuierlich an.
- Ist das Modus Bit 2 gleich null, beginnt die rote Ampelanzeige nach dem Startbeginn mit der im Modul definierten Geschwindigkeit zu blinken.

Mit dem Modus Bit 3 ist nun eine Auswahl der Start- und Ziel Initiatoren möglich.

- Ist das Modus Bit 3 gleich null, wird der Start- und das Ziel mit separaten Initiatoren erfasst.
- Ist das Modus Bit 3 gleich eins, kann mit dem Start Initiator die Start- und die Zielzeit erfasst werden. Die Funktion des Zielzeit Initiator bleibt weiterhin erhalten.

### 8.2 Änderungen in Version 2.2

In dieser Firmware Version wurden die Bits 4 – 6 des Betriebsmodus eingeführt. Sie ermöglichen das invertieren der Initiator Eingänge, für den Fall das eine Lichtschranke keinen Wechselkontakt zur Verfügung stellt.

- Bit4 (aktiv bei 1) Der Eingang des StartInitiators wird invertiert.
- Bit5 (aktiv bei 1) Der Eingang des Zwischenzeitinitiators wird invertiert.
- Bit6 (aktiv bei 1) Der Eingang des Zielinitiators wird invertiert.

## 9 Technische Daten

- USB 2.0 Anschluss: Typ B
- Messgenauigkeit: 4,096 ms
- Externe Spannungsversorgung: 7–24V DC
- Optokoppler Eingänge: 7–24V DC / 20 mA
- Relaisausgänge
  - Maximale Schaltleistung: 10W
  - Maximaler Strom: 0.5A
  - Maximalspannung: 200V DC
- Schockfestigkeit: 50g
- Vibrationsfestigkeit: 20g
- Temperaturbereich: -10 - +40 Grad C
- Abmessungen (L x B x H): 160 x 105 x 30 mm
- Material: Aluminium