



Funk-Fernauslöser  
Profi FS20 FA-Pro



Funk-Fernauslöser-  
System FS20 FA



## Intervallfotografie mit dem FS20-Intervall-Sender – Zeitraffer- und Serienfotos automatisch aufnehmen lassen

Der handliche FS20-Intervall-Sender ergänzt das FS20-Funk-Fernauslösersystem um eine Aufnahmesteuerung, mit der fast automatisch Zeitrafferaufnahmen, Langzeitbelichtungen, Belichtungsreihen und damit auch HDR-Fotomaterial erstellt werden kann. Mit dem batteriebetriebenen Sender ist dank des großen Dreh-drück-Einstellrads und des Displays auf einfachste Art und Weise ein Intervallprogramm zu erstellen und über Funk an den Fernauslöser zu übertragen, das dieser dann ausführt. Die Einstellung der Auslösefrequenz kann dabei innerhalb weiter Grenzen vom schnellen Sekunden- bis hin zum 25-Minuten-Takt erfolgen. Auch eine Startverzögerung ist aktivierbar. Sogar periodische Langzeitbelichtungen mit bis zu 10 Minuten pro Foto und Belichtungsreihen mit bis zu 3 Aufnahmen pro Intervall sind möglich.

### Zeitraffer – die Beschleunigung der langsamen Bewegung

Viele faszinierende Zeitraffer-Filmszenen werden heutzutage aus Einzelfotos zusammengeschnitten, die in Serie aufgenommen wurden. Unter dem Begriff

„Serienfotografie“ versteht man einen Fotografie-Stil, bei dem eine Folge von Aufnahmen zu einer Serie kombiniert wird. Erstmals in den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts möglich, nahm beispielsweise Eadweard Muybridge 1872 mit bis zu 36 Fotoapparaten die

#### Technische Daten

Kompatible Empfänger:	FS20 FA-Pro-E, FS20 FA und andere FS20-Aktoren
Anzeigetyp:	LC-Display
Bedienelemente:	Dreh-drück-Geber, 3 Tasten, Ein/Aus-Schalter
Startverzögerung (Zeit bis zum 1. Foto):	0 s bis 1500 s (25 min)
Intervallanzahl (Auslösungen):	1 bis 30.000 (2 bis 90.000 mit Belichtungsreihe)
Intervall-Pausenzeit:	1 s bis 1500 s (25 min)
Auslösezeit (Belichtungszeit):	0,1 s bis 600,0 s (nur mit FS20 FA-Pro-E) 1,0 s bis 600,0 s (mit FS20 FA, FS20 ST-3, FS20 SM8 usw.)
Belichtungsreihe:	2 oder 3 Fotos pro Intervall (Zwischenzeit: 1 s)
Gerätecodierung:	65.536 Codes (zufällige Wahl)
Sendefrequenz:	868,35 MHz
Sendereichweite:	bis zu 100 m (Freifeld)
Batterie/Stromaufnahme:	2x 1,5 V Micro (AAA/LR03)/max. 10 mA
Abmessungen (B x H x T):	58 x 26 x 83 mm



Bild 1: Oberfläche des Konvertierungsprogramms „Images to Video“

Bewegung eines galoppierenden Pferdes auf, indem die nebeneinander stehenden Geräte nacheinander ausgelöst wurden. Später führten solche Serienaufnahmen zur Entwicklung des Films, bei dem zur Vorführung die Einzelbilder schnell nacheinander an einer Lichtquelle vorbeigeführt und mit Hilfe einer Linse auf eine Leinwand projiziert wurden. Heute nimmt jede Video- und jede Digitalkamera im Film-Modus mindestens 25 Bilder pro Sekunde auf und spielt diese auch mit derselben Geschwindigkeit z. B. auf einem Fernsehgerät wieder ab. Nimmt man mit einer Kamera weniger Bilder pro Sekunde auf, als man später pro Sekunde abspielt, so erhält der Betrachter den Eindruck, dass die Zeit im Film schneller läuft bzw. dass Bewegungen schneller erfolgen. Diese Technik nennt sich Zeitraffer oder im Englischen Time-Lapse. Das Faszinierende am Zeitraffer ist, dass sich damit langsamste, kaum sichtbare Veränderungen im Film offensichtlich veranschaulichen lassen. Ohne Schwierigkeiten können so z. B. ziehende Wolkenformationen über einen ganzen Tag aufgenommen und in nur wenigen intensiven Filmsekunden verdichtet wiedergegeben werden. Bemerkenswert ist, dass auch mit normalen Fotoapparaten Filmszenen in höchster Kino-Qualität aufgenommen werden können. Hierbei bedarf es nicht einmal eines Film-Modus an der Kamera, da lediglich viele Fotos in Serie aufzunehmen sind. Für digitale Kinofilme ist heute die 2K-Auflösung üblich, was 2048 x 1080 Bildpunkten entspricht. Das entspricht lediglich der Bildauflösung einer 2,2-Megapixel-Digitalkamera. Dies bedeutet, dass mit deutlich höher aufgelösten Fotos (z. B. 18 Megapixel) bei gleichbleibender Kinoqualität sogar virtuelle Kamerafahrten innerhalb eines Fotos möglich sind, indem die Position eines kleineren Bildausschnitts Foto für Foto etwas weiter verschoben wird.

Um aber aus den zeitlich regelmäßig aufgenommenen Einzelfotos letztlich einen Zeitrafferfilm zu erstellen, benötigt man lediglich ein Programm, das die Fotos chronologisch zu einem Film verknüpft. Kommerzielle und kostenfreie Programme gibt es dafür

viele. Erwähnt seien hier einmal ganz unterschiedliche, frei erhältliche Programme. Wie die Programme im Detail zu verwenden sind, findet sich unter den angegebenen Internetverweisen [1] bis [3].

„PhotoLapse“ und „Images to video“ (siehe Bild 1) sind sehr einfache kleine Programme, die die Fotos eines Programmordners zu einem Video verbinden.

„LRTimelapse“ (siehe Bild 2) ist ein auf Spendenbasis finanziertes freies Programm, das im Zusammenspiel mit Adobe Lightroom oder Adobe Camera Raw folgende leistungsfähige Funktionen beherrscht:

- Ausgleichen von Helligkeitsschwankungen zwischen Bildern (Deflicker)
- Veränderung von Farbtemperatur, Belichtung, HSL, Verlaufsfiltern über den Zeitablauf (z. B. bei Sonnenuntergängen)
- Realisierung von Zeitraffern mit großem Dynamikumfang (HDR)
- Ken-Burns-Effekte (Pan & Zoom innerhalb der Fotos)
- Glättung von Zeitraffern, bei denen manuell die Belichtung angepasst wurde (z. B. vom Tag in die Nacht)
- Einblenden/Ausblenden (Fade-in, Fade-out)
- Nachverfolgung (Tracking) von bewegten Objekten

### Serienfotografie mit dem FS20-Intervall-Sender

Eine besonders komfortable Art und Weise, Serienfotos mit der Digitalkamera aufzunehmen, ist die Verwendung des in Bild 3 abgebildeten FS20-Intervall-Senders (FS20 FA-Pro-TS) in Verbindung mit einem FS20-Funk-Fernauslöser. Hierbei stehen zwei Varianten zur Verfügung, wobei die Pro-Version (FS20 FA-Pro) der Standardversion (FS20 FA) vorzuziehen ist, was aus Tabelle 4 hervorgeht.

Entwickelt wurde der FS20-Intervall-Sender speziell für die automatische Aufnahmesteuerung mit dem FS20-FA-Pro-Empfänger. Um jedoch kompatibel zum umfangreichen FS20-System zu bleiben und dem Nutzer dadurch zusätzliche Anwendungsgebiete zu eröffnen, besteht obendrein die Möglichkeit, über den Modus „ONOFF“ auch andere Empfangsgeräte wie z. B. das FS20-Schaltmodul (FS20 SM8) oder die Funk-Schaltsteckdose (FS20 ST-3) anzusteuern. Ob hierüber eine Lampe, ein Blitzgerät oder etwas anderes im vorgegebenen Intervall geschaltet wird, bleibt letztlich dem Anwender überlassen. Zu beachten ist hierbei nur, dass diese Zusatzfunktion möglichst einfach verständlich und bedienbar gehalten wurde, weshalb es beim FS20-Intervall-Sender bestimmte FS20-typische Einstellungen nicht gibt: Sendebefehle, Adressen und Hauscode sind nicht einstellbar und eine Konfiguration über den FS20-Infrarot-Programmer ist nicht möglich.

Die am FS20-Intervall-Sender einstellbaren Parameter, mit denen man den Kamera-Fernauslöser ansteuert, sind in einem weiten Bereich von

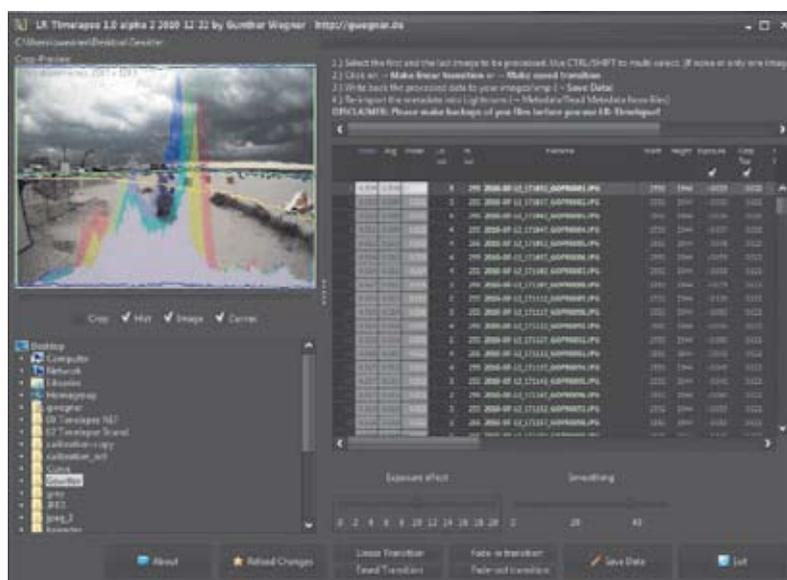


Bild 2: Programmoberfläche des Zeitraffer-Editors „LRTimelapse“

100 ms bis zu 25 min auf das jeweilige Fotoprojekt einstellbar. Die genauen Einstellbereiche finden sich in den technischen Daten am Anfang dieses Artikels. Was die jeweiligen Parameter bewirken, lässt sich gut anhand der Beispiele in **Bild 6** nachvollziehen.

Sobald man ein Intervallprogramm gestartet hat, wartet der Empfänger erst einmal die bis zu 25 min dauernde Startverzögerungszeit  $\infty$  ab,



Bild 3: Der FS20-Intervall-Sender (links) kann wahlweise einen der FS20-Funk-Fernauslöser (FS20 FA-Pro-E oder FS20 FA) oder andere FS20-Empfänger (z. B. FS20 SM8) ansteuern.



Bild 4: Die Frontseite und die Bedienelemente des FS20 FA-Pro-TS

#### Die Bedienelemente des FS20 FA-Pro-TS in Bild 4

	Beschreibung
①	LC-Display (Anzeigeelemente siehe Bild 5 und Tabelle 2)
②	Schiebeschalter Ein/Aus
③	Links/rechts drehen: Einstellung ändern bzw. Menü durchlaufen Drücken (wenn nicht Anzeige der „Intervallanzahl“): Menüfunktion wählen bzw. Einstellung speichern Drücken (während der Anzeige „Intervallanzahl“): Intervallprogramm starten Drücken (während das Intervallprogramm läuft): Intervallprogramm stoppen
④	Einstellung „Startverzögerungszeit“ aufrufen
⑤	Einstellung „Intervall-Pausenzeit“ aufrufen
⑥	Menü aufrufen/verlassen (ohne zu speichern)
⑦	Rückseitige Gehäuseabdeckung
⑧	Batteriefach
⑨	Kurzanleitung hinter der Gehäuseabdeckung

Tabelle 1

bevor er mit der ersten Aufnahme beginnt. Die Auslösedauer der Aufnahme wird im Menü über die Einstellung „RLS-A“ in einem Bereich von 0,1 bis 600 s eingestellt. Auslösezeiten von 0,1 bis 0,9 s sind nur mit dem FS20-FA-Pro-Empfänger möglich und sollten nur dann verwendet werden, wenn der Autofokus an der Kamera (oder am Objektiv) deaktiviert ist. Die meisten Kameras benötigen (je nach Motiv) mehr als 1 s zum Fokussieren und lösen bei kürzeren Einstellungen gegebenenfalls nicht aus.

Stellt man an der Kamera den Bulb-Modus ein, entspricht die Auslösedauer der Belichtungszeit. Ausgenommen hiervon sind bei vielen Kameras Auslösezeiten von unter einer Sekunde, da viele Kameras in dem Fall 1 s lang belichten.

Nach Ablauf der Auslösezeit (also mit Ende der Belichtung) beginnt die Intervall-Pausenzeit  $\odot$ . Diese dauert bis zum Beginn der nächsten Intervall-Belichtung an und wiederholt sich im Wechsel je nach eingestellter Intervallanzahl wie in **Bild 6 a)** und **e)** ersichtlich.

### Langzeitbelichtung, Belichtungsreihen und HDR-Fotos

Neben dem Einsatz des FS20-Intervall-Senders zur Erstellung von Zeitrasteraufnahmen bietet das System sich auch für andere fotografische Aufgaben an. Während an Kameras normalerweise keine Belichtungszeiten von mehr als 30 s eingestellt werden können, ermöglicht der FS20-Intervall-Sender Langzeitbelichtungen von bis zu 600 s (10 min). Nimmt man eine Serie von Nachtaufnahmen auf, die mehrere Minuten lang belichtet werden, lassen sich die entstandenen Einzelfotos anschließend zu einem eindrucksvollen Zeitrasterfilm zusammenfügen. Bei klarem Himmel aufgenommen, kann hierbei sogar die Erdrotation sichtbar gemacht werden, da sich der Sternenhimmel von Bild zu Bild weiterbewegt. Neben Serienaufnahmen können mit dem FS20-Intervall-Sender selbstverständlich auch einzelne Langzeitaufnahmen erstellt werden, die auch als Einzelbilder für sich sprechen.

Da vor allem nächtliche Szenen häufig einen besonders großen Kontrastumfang aufweisen, bietet es sich gerade bei Langzeitbelichtungen an, eine weitere, sehr komfortable Funktion des FS20-Intervall-Senders zu nutzen: Belichtungsreihen. Dabei wird wie im Beispiel c) in **Bild 6** im eingestellten Intervall nicht nur ein Foto aufgenommen, sondern gleich zwei oder drei Bilder mit jeweils unterschiedlich langen Belichtungszeiten. Beispielsweise kann so eine Belichtungsreihe periodisch wiederholt werden, die aus einer drei-, sechs- und zehnminütigen Aufnahme besteht. Während die Pausenzeit zwischen den Einzelaufnahmen einer Belichtungsreihe stets eine Sekunde beträgt, lässt sich die Intervall-Pausenzeit (also die Zeit zwischen der letzten Aufnahme einer Belichtungsreihe und der ersten Aufnahme der nachfolgenden Belichtungsreihe) variabel einstellen.

Die bis zu drei Bilder jeder Belichtungsreihe lassen sich anschließend mit geeigneter Software zu sogenannten HDR-Bildern („High Dynamic Range Image“ oder „Bild mit hohem Dynamikumfang“) zusammenfügen. Um den Umfang dieses Artikels nicht zu sprengen,

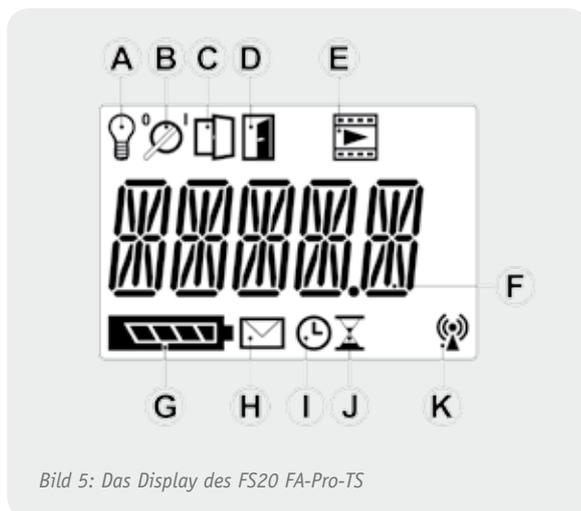


Bild 5: Das Display des FS20 FA-Pro-TS

sei hier im Zusammenhang mit HDRI, Bildbearbeitung und Belichtungsreihen auf die weiterführenden Informationen unter [4] verwiesen.

## Gerätebeschreibung und Bedienung

Bild 4 zeigt die vorder- und rückseitigen Bedienelemente des FS20-Intervall-Senders, deren Funktionen in Tabelle 1 kurz beschrieben sind. In Bild 5 ist das Display mit allen Anzeigeelementen dargestellt, die in Tabelle 2 kurz erläutert werden.

### Batterien einsetzen

Zum Einsetzen der beiden Batterien des Typs LR03 (Micro/AAA) ist die Gehäuserückseite des FS20-Intervall-Senders so weit aufzuschieben, dass das Batteriefach zugänglich wird. Beim Einlegen der Batterien ist auf die korrekte Polung zu achten. Statt Alkaline-Batterien können auch NiMH-Akkus gleicher Größe verwendet werden, jedoch ist es in dem Fall möglich, dass aufgrund der geringeren Zellspannung (1,2 V statt 1,5 V) die Batteriezustandsanzeige früher ein oder zwei Segmente verliert.

Geschlossen wird das Gehäuse, indem der Gehäusedeckel bis zum Anschlag aufgeschoben wird und einrastet.

### FS20-Intervall-Sender anlernen

Damit der FS20-Intervall-Sender einen Empfänger ansteuern kann, ist der Sender zuvor am jeweiligen Empfänger anzulernen. Innerhalb des gewählten Modus kann der Sender an beliebig viele Empfänger angelernet werden. Zur eindeutigen Identifizierung des FS20-Intervall-Senders wird während der Erstinbetriebnahme automatisch einer von 65.536 möglichen Zufallscodes gesetzt.

Je nachdem, an welchem Empfängertyp man den FS20-Intervall-Sender anlernen möchte, ist zuvor der Betriebsmodus (Tabelle 4) umzustellen. Vor dem Anlernen sollten am FS20-Intervall-Sender die folgenden Parameter eingestellt werden. Dies ist vorteilhaft, da nach dem zum Anlernen nötigen Drücken der „START“-Taste das eingestellte Programm einmal komplett durchlaufen wird. Wäre z. B. (in den Betriebsmodi „FA“ und „ONOFF“) eine mehrminütige Startverzögerung eingestellt, würde der Empfänger seinen Anlernbetrieb längst wieder beendet haben, bevor das zum Anlernen nötige Funksignal gesendet wird.

Die zum Anlernen einzustellenden Parameter sind:

- Betriebsmodus: „FAPRO“, „FA“ oder „ONOFF“ (je nach Empfängertyp)
- Intervallanzahl: 1
- Startverzögerungszeit: 0 s
- Intervall-Pausenzeit: beliebig
- Auslösezeit: 1 s (oder kürzer)

Im nächsten Schritt ist der Empfänger in den Anlernmodus zu versetzen. Wie das funktioniert, findet sich in der jeweiligen Bedienungsanleitung und erfolgt bei jedem Gerätetyp unterschiedlich. Beim FS20 FA-Pro-E ist beispielsweise der Rückdeckel aufzuschieben, eine Batterie herauszunehmen, kurz zu warten, dann der orange Auslösetaster komplett gedrückt zu halten, die Batterie wieder einzulegen und

### Die Elemente des Displays in Bild 5

Tabelle 2

	Symbol/Anzeige erscheint:	Infotext im Display <sup>Ⓕ</sup>
Ⓐ	Auslöser wird betätigt (RLS)	Belichtungszeit in Sekunden, rückwärts zählend
	Einstellung der Auslösezeiten (Belichtungszeiten)	„RLS-A“, „RLS-B“, „RLS-C“ → Belichtungszeit in Sekunden
Ⓑ	Einstellung des Betriebsmodus	„MODE“ → „FAPRO“, „FA“, „ONOFF“
Ⓒ	Einstellung der Gerätecodierung	„CODE“ → „SHOW“, „NEW“, „BACK“
Ⓓ	Werksreset	„RESET“ → „START“-Taste 3 s gedrückt halten
Ⓔ	Intervallprogramm ist aktiv	„START“ → rückwärts zählende Programmzeiten → „END“
Ⓕ	Anzeige von Intervallanzahl, Zeit und Infotext	–
Ⓖ	Batteriezustandsanzeige (5-stufig)	–
Ⓗ	Sendesperre aktiv, weil Duty-Cycle-Grenze erreicht ist	–
Ⓘ	Intervall-Pause ist aktiv (zwischen 2 Aufnahmen)	Anzeige der verbleibenden Intervalle, solange das Symbol <sup>Ⓙ</sup> blinkt, anschließend Anzeige der verbleibenden Intervall-Pausenzeit
	Einstellung der Intervall-Pausenzeit	Intervall-Pausenzeit in Sekunden
Ⓙ	Startverzögerung ist aktiv (vor der 1. Aufnahme)	verbleibende Startverzögerungszeit, rückwärts zählend
	Einstellung der Startverzögerungszeit	Startverzögerungszeit in Sekunden
Ⓚ	Funksignal wird ausgesendet	–

	Intervallanzahl	Startverzögerung [s]	Intervall-Pausenzeit [s]	Auslösezeit RLS-A [s]	Auslösezeit RLS-B [s]	Auslösezeit RLS-C [s]
a)	5	4	2	1,0	OFF	OFF
b)	1	0	X	9,0	OFF	OFF
c)	2	1	4	1,0	2,0	3,0
d)	3	1	3	1,0	1,0	1,0
e)	3	1	3	5,0	OFF	OFF
f)	3	1	5	1,0	1,0	OFF

Hinweis 1: X = Wert ist egal

Hinweis 2: Bei Belichtungsreihen beträgt die Zeit zwischen RLS-A/RLS-B und RLS-B/RLS-C stets 1 Sekunde

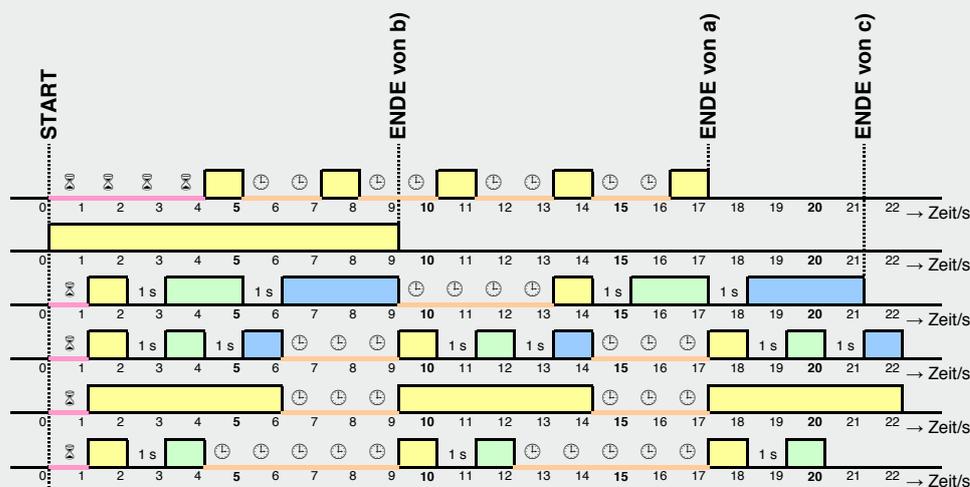


Bild 6: Beispiele verschiedener Intervallprogramme mit den zugehörigen FS20-FA-Pro-TS-Einstellungen

die Taste weitere 3 s gedrückt zu halten, bis die Statusanzeige am Empfänger rot zu blinken beginnt.

Sobald sich der Empfänger im Anlernbetrieb befindet, ist die „START“-Taste am FS20-Intervall-Sender einmal kurz zu drücken, während im Display die Intervallanzahl angezeigt wird. Dadurch startet das zuvor eingestellte Intervallprogramm und überträgt mindestens einen Funkbefehl mit Gerätecode (Anzeige  $\text{\textcircled{K}}$  blinkt kurz auf). Erlischt daraufhin am Empfänger die rot blinkende Statusanzeige, ist dieser Sender korrekt angelern und ein erster Betriebstest kann erfolgen. Im Fehlerfall ist der hier beschriebene Ablauf noch mal von vorne zu beginnen.

Der aktuelle Gerätecode des FS20-Intervall-Senders kann unter dem Menüpunkt „CODE“ mit der Funktion „SHOW“ kontrolliert und mit „NEW“ neu gesetzt werden. Nach dem Ändern des Zufallscodes können die zuvor angelernen Empfänger nicht mehr angesteuert werden und sind erneut anzulernen.

### Intervallprogramm konfigurieren

In Bild 6 sind zur Erläuterung der Konfiguration unterschiedliche Intervallprogramme beispielhaft skizziert. Während die häufigsten Funktionen des FS20-Intervall-Senders, wie die Einstellungen der Intervallanzahl, der

Startverzögerungszeit und der Intervall-Pausenzeit, direkt mit den Tasten  $\text{\textcircled{3}}$ ,  $\text{\textcircled{4}}$  und  $\text{\textcircled{5}}$  anwählbar sind, finden sich die übrigen Funktionen im Menü. Dieses wird mit der Taste  $\text{\textcircled{6}}$  aufgerufen und auch wieder verlassen. Die einzelnen Menüpunkte und deren Funktionen sind in Tabelle 3 kurz beschrieben.

Soll der FS20-Intervall-Sender nicht mit einem FS20-FA-Pro-Empfänger verwendet werden, so ist zunächst der Betriebsmodus umzustellen. Den zum jeweiligen Empfängertyp passenden Betriebsmodus kann man Tabelle 4 entnehmen. Auch die Vor- und Nachteile der verschiedenen Empfängertypen sind der Tabelle zu entnehmen. Standardmäßig ist die Verwendung des FS20 FA-Pro-E ratsam und auch bereits in den Werkseinstellungen des FS20-Intervall-Senders so vorgesehen. Zum Umstellen des Betriebsmodus ist mit der Taste  $\text{\textcircled{6}}$  erst das Menü aufzurufen, dann ist der Drehgeber  $\text{\textcircled{3}}$  so weit nach rechts zu drehen, bis „MODE“ im Display steht. Jetzt ist der Drehgeber zu

### Einstellungen und Funktionen im Menü des FS20-Intervall-Senders

Tabelle 3

Display	Beschreibung	Parameter
„RLS-A“	Auslöse-/Belichtungszeit der Intervallaufnahme (bzw. des 1. Fotos einer Belichtungsreihe, wenn „RLS-B“ nicht auf „OFF“ steht)	0,1 s* bis 600,0 s (entspricht 100 ms* bis 10 min)
„RLS-B“	Auslöse-/Belichtungszeit des jeweils 2. Fotos einer Belichtungsreihe, wenn für „RLS-B“ nicht „OFF“ gewählt wird	„OFF“ (keine Belichtungsreihe) oder 0,1 s* bis 600,0 s
„RLS-C“	Auslöse-/Belichtungszeit des jeweils 3. Fotos einer Belichtungsreihe, wenn für „RLS-C“ nicht „OFF“ gewählt wird	„OFF“ (kein 3. Foto in jeder Belichtungsreihe) oder 0,1 s* bis 600,0 s
„MODE“	Betriebsmodus (muss zum Empfängertyp passen)	„FAPRO“, „FA“ oder „ONOFF“ (siehe Tabelle 4)
„CODE“	Anzeigen (SHOW) und Neugenerierung (NEW) des zufälligen Gerätecodes	„SHOW“, „NEW“ und „BACK“
„RESET“	Werkseinstellungen herstellen, indem bei Anzeige dieses Menüeintrags die Taste $\text{\textcircled{3}}$ für mindestens 3 s gedrückt wird	–
„BACK“	Menü verlassen	–

\*In den Betriebsmodi „FA“ und „ONOFF“ beträgt die kürzeste einstellbare Auslöse-/Belichtungszeit: 1 s

drücken, woraufhin man die aktuell gespeicherte Modus-Einstellung zu sehen bekommt. Dreht man jetzt den Drehgeber nach rechts oder links, ändert sich zunächst einmal nur die Anzeige des Modus. Erst wenn man den Drehgeber ein weiteres Mal betätigt, wird der momentan angezeigte Modus gespeichert. Möchte man diese Einstellung ohne zu speichern verlassen, so geht das mit der Taste  $\text{Ⓢ}$  oder man wartet 30 s, bis das Menü automatisch wieder verlassen wird. Sowohl das Beenden von Einstellungen mit der Taste  $\text{Ⓢ}$  als auch das automatische Verlassen nach 30 s gilt für alle Menüeinträge. Wo man sich aktuell im Menü befindet, kann man anhand der Bezeichnungen (linke Spalte Tabelle 3) und den Symbolen im Display (Tabelle 2) erkennen.

Als Nächstes können die Parameter des gewünschten Intervallprogramms schnell und einfach mit den in Tabelle 1 beschriebenen Funktionstasten verändert werden. In der Hauptanzeige (wenn außer des Batteriezustands kein weiteres Symbol im LCD erscheint) kann man durch Drehen von  $\text{Ⓢ}$  die Intervallanzahl wählen. Nach dem Drücken der Taste  $\text{Ⓢ}$  erscheint das Sanduhrensymbol  $\text{⌚}$  und die aktuell gespeicherte Startverzögerungszeit im Display, die man mit dem Drehgeber abändern kann. Gespeichert wird der neue Wert jedoch nur, wenn nach der Einstellung der Drehgeber kurz gedrückt wird und „SAVED“ im Display er-

scheint. Mit der Taste  $\text{Ⓢ}$  oder durch 10-sekündiges Warten verlässt man die Einstellung der Startverzögerung wieder. Dies gilt auch für die Einstellung der Intervall-Pausenzeit, die mit Taste  $\text{Ⓢ}$  aufgerufen und ebenfalls durch kurzes Drücken des Drehgebers gespeichert wird.

### Starten und Stoppen des Intervallprogramms

Drückt man in der Hauptanzeige den Drehgeber, startet das Intervallprogramm. Zu Beginn erscheint eventuell einige Sekunden lang „WAIT“ im Display. Während dieser Zeit wird berechnet, ob mit den eingestellten Parametern und den in der letzten Stunde ausgesendeten Funkbefehlen die Duty-Cycle-Sperre<sup>1)</sup> nach einigen Minuten aktiv werden könnte. Ist das der Fall, so erscheint der Hinweis „DC IN x M.“ im Display, was bedeutet, dass nach x min die Duty-Cycle-Sperre einsetzen wird. Auf solch einen Hinweis hin kann man entweder den Start mit der Taste  $\text{Ⓢ}$  abbrechen (und weniger Fotos oder längere Intervallpausen einstellen) oder durch Drücken des Drehgebers das Intervallprogramm dennoch starten. Ist mit dem Duty-Cycle kein Problem zu erwarten, startet das Programm ohne diesen Hinweis. Für kurze Zeit erscheint „START“ im Display und dann das Intervallsymbol  $\text{Ⓢ}$ , womit das Programm beginnt. Während dieses abläuft, werden im Display die eingestellten Pausen- und Auslösezeiten auf 0 runtergezählt. Gleichzeitig informieren die Symbole  $\text{Ⓢ}$ ,  $\text{Ⓢ}$  und  $\text{Ⓢ}$  darüber, welche Zeit gerade abgezählt wird.

Wenn das Programm dann durchgelaufen ist, erscheint für kurze Zeit „END“ im Display. Drückt man während des Programmablaufs eine der Tasten, bricht das Intervallprogramm ab. Dabei wird dem Empfänger ein Befehl zum Abbrechen des Programms und zum Beenden des Auslösens gesendet.

## Beschreibung der Betriebsmodi und der zugehörigen Empfängertypen

Modus	Empfängertyp	Funktionsbeschreibung	Vorteile	Nachteile
„FAPRO“	FS20 FA-Pro-E (Best.-Nr. JN-10 31 47)	Die Konfiguration wird zum Start des Intervallprogramms auf den Empfänger übertragen, der das Programm daraufhin selbstständig ausführt. Der FS20-Intervall-Sender zeigt nach Programmstart nur einen simulierten Ablauf im Display an und kann abgeschaltet werden, ohne dass der Empfänger seine Ausführung beendet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sehr geringe Funkbandbelegungszeit</li> <li>- geringster Stromverbrauch</li> <li>- sehr unanfällig gegen Funkstörungen</li> </ul>	die in der Anzeige des FS20-Intervall-Senders simulierte Intervallausführung kann von der Ausführung im Empfänger zeitlich leicht abweichen, da die Gerätetimer asynchron arbeiten
„FA“	FS20 FA (Best.-Nr. JN-08 50 36, JN-09 20 37, JN-09 20 77, JN-09 20 78)	Der FS20-Intervall-Sender führt das Programm aus und sendet zu jedem Auslösebeginn und zu jedem Auslösende jeweils einen fest definierten Funkbefehl an den Empfänger.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kompatibel zum eventuell bereits vorhandenen Empfänger</li> <li>- die Anzeige der Programmausführung beim FS20-Intervall-Sender bleibt stets synchron zum Empfänger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- schaltet man den FS20-Intervall-Sender aus oder sind die Batterien leer, wird das Intervallprogramm nicht fortgeführt</li> <li>- anfällig gegen Funkstörungen (belegt ein anderes Gerät das Funkband während der FS20 FA-Pro-TS einen Befehl aussendet, so verpasst der Empfänger eventuell diesen Befehl und startet oder beendet einen Auslösevorgang nicht wie vorgesehen; im ungünstigsten Fall bedeutet dies, dass der Auslöser für mehr als 30 min geöffnet bleibt)</li> <li>- hohe Bandbelegungszeit, da für jedes Foto 2 Funkbefehle gesendet werden; es können im Sekundenabstand maximal 210 Fotos aufgenommen werden, bis die Duty-Cycle-Sperre<sup>1)</sup> nach 8 min erreicht wird; erst mit einer Intervall-Pausenzeit von mindestens 17 s ist ein fortlaufender stundenlanger Betrieb ohne Duty-Cycle-Sperre möglich</li> <li>- etwas höherer Stromverbrauch</li> </ul>
„ONOFF“	FS20 ST-3, FS20 SM8 und andere FS20-Aktoren	Der FS20-Intervall-Sender führt das Programm aus und sendet zu jedem Auslösebeginn den Einschaltbefehl („An, auf alten Zustand“ = 0x11) und zu jedem Auslösende den Ausschaltbefehl („Aus“ = 0x00) auf dem Kanal 1 (Adresse 1111) an den Empfänger. Die verwendete Adresse und die Befehle lassen sich nicht umkonfigurieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zum Schalten von Lampen, Blitzgeräten oder anderen Systemen</li> <li>- ermöglicht Tüftlern z. B. das elektromechanische Auslösen von Kameras, die nicht über eine Kabelauslöserbuchse verfügen</li> <li>- die Anzeige der Programmausführung beim FS20-Intervall-Sender bleibt synchron zum Empfänger</li> </ul>	

Tabelle 4

<sup>1)</sup> Sendesperre und Duty-Cycle-Regelung: Beim Aussenden von Steuerbefehlen über Funk achtet der Sender darauf, dass die von der Bundesnetzagentur vorgegebene maximale Sendezeit pro Stunde nicht überschritten wird. Laut geltender Duty-Cycle-Regelung darf der Handsender innerhalb einer Stunde das 868,35-MHz-Band nur zu 1 % belegen, damit andere Teilnehmer dieses Frequenzbandes nicht unnötig gestört werden. Diese gesetzliche Vorgabe führt dazu, dass der FS20-Intervall-Sender die genaue Dauer aller Sendezeiten protokolliert und bei Überschreitung das weitere Senden so lange sperrt, bis genug Zeit vergangen ist, dass das Senden wieder zulässig ist. Bei aktiver Sperre setzt der Sender auch dann keine Funkbefehle mehr ab, wenn das Intervallprogramm gerade läuft. Angezeigt wird dies im Display durch das Symbol „Nachricht“ (H). Erst wenn ein neuer freier Zeitraum erreicht ist, wird die maximal 60 min andauernde Sperre gelöscht und das Gerät sendet wieder.

## Belichtungsreihen im Intervall

Der FS20-Intervall-Sender ist nicht nur, wie in den Beispielen a), b) und e) in **Bild 6**, in der Lage, ein Foto pro Intervall aufzunehmen, sondern wie in c), d) und f) auch Belichtungsreihen mit zwei oder drei Fotos pro Intervall. Die Auslösedauer für jedes der Fotos lässt sich dabei mit den Parametern „RLS-A“, „RLS-B“ und „RLS-C“ (siehe **Tabelle 3**) separat einstellen. Der zeitliche Abstand zwischen den Fotos einer Belichtungsreihe ist nicht einstellbar und beträgt stets eine Sekunde.

Aktiviert man an der Kamera den sogenannten Bulb-Modus (Langzeitbelichtung), entsprechen die Auslösezeiten direkt den Belichtungszeiten. Damit ist es wie in Beispiel c) in **Bild 6** möglich, innerhalb eines Intervalls gleich drei Fotos mit drei unterschiedlichen Belichtungszeiten aufzunehmen. Belichtungszeiten mit weniger als 1 s lassen sich zwar am FS20-Intervall-Sender einstellen (nur im Modus „FA-PRO“), werden aber im Bulb-Modus von den meisten Spiegelreflexkameras leider nicht umgesetzt. Die durch den FS20-Intervall-Sender vorgegebenen Belichtungszeiten funktionieren daher meist nur für Belichtungen von mindestens 1 s.

Für Belichtungsreihen mit kürzeren Zeiten kann man jedoch meist die kamerainterne Funktion AEB (Auto-Exposure-Bracketing) nutzen. Hierfür stellt man Blende und/oder Belichtungszeit direkt an der Kamera ein, aktiviert in den Kameraeinstellungen die Belichtungsreihenfunktion und wählt dort auch, wie viele Fotos (meist 2 oder 3) mit welchen Blendenabstufungen aufgenommen werden sollen. Die Art und Weise, auf die die Kamera anschließend ausgelöst werden muss, hängt vom Kameramodell ab. Viele Kameras (z. B. die EOS-Serie von Canon) unterscheiden dabei zwischen der Einstellung „Serienaufnahme“ und „Einzelbild“. Steht die Kamera auf „Serienaufnahme“, ist der Auslöser für alle Fotos einer Belichtungsreihe einmal so lange niederzudrücken, wie die Aufnahmen zusammen an Zeit benötigen. In der Einstellung „Einzelbild“ ist dagegen der Auslöser für eine Belichtungsreihe mit 3 Einzelaufnahmen auch dreimal nacheinander zu drücken.

Der FS20-Intervall-Sender unterstützt grundsätzlich beide Methoden, wobei nur bei der Kameraeinstellung „Einzelbild“ die Belichtungsreihenfunktion des FS20-Intervall-Senders zusätzlich erforderlich wird. In diesem Fall sind die am FS20-Intervall-Sender eingestellten Auslösezeiten nebensächlich und können wie im Beispiel d) in **Bild 6** alle auf 1 s gestellt werden (wenn die Belichtungszeit an der Kamera  $< 1$  s ist). Dagegen hat der FS20-Intervall-Sender bei der Kameraeinstellung „Serienaufnahme“ den Auslöser während jedes Intervalls so lange gedrückt zu halten, bis die Kamera alle Fotos der Belichtungsreihe aufgenommen hat. Wie im Beispiel e) in **Bild 6** sollte „RLS-A“ in dem Fall also abhängig von der an der Kamera eingestellten Belichtungszeit lang genug sein und „RLS-B/RLS-C“ auf „OFF“ gesetzt werden.

## Schaltungsbeschreibung

Der Schaltplan des FS20 FA-Pro-TS findet sich in **Bild 7** und ist schnell erklärt. Die Steuerung des FS20-Intervall-Senders erfolgt durch den Mikrocontroller IC1, ei-

nem ATmega169P, der vom Resonator Q1 mit 4,19 MHz getaktet wird. Diese eher kleine, aber „krumme“ Taktfrequenz hat einerseits den Vorteil, dass die Stromaufnahme gering bleibt und sich 4,19 MHz zum anderen zu einem exakten Sekundentakt skalieren lässt. Der verwendete Mikrocontroller enthält einen integrierten LCD-Treiber, über den der Mikrocontroller das angeschlossene LC-Display LCD1 ansteuert.

Die Eingabe durch den Benutzer geschieht über die Taster TA1 bis TA3 und den Dreh-drück-Inkrementalgeber DR1, während die Ausgabe über LCD1 und das Sendemodul HFS1 erfolgt.

Die Schaltung des FS20 FA-Pro-TS wird direkt aus den beiden in Reihe geschalteten 1,5-V-Batterien BAT1 und BAT2 ohne einen Spannungswandler versorgt. Die Betriebsspannung beträgt dabei je nach Zustand der Batterien zwischen 2,0 und 3,2 V. Dieser Spannungswert wird im Mikrocontroller regelmäßig mit der internen Referenzspannung (1,1 V) verglichen und im Display zur 5-stufigen Batterieanzeige genutzt. Sobald die Spannung 2,1 V unterschreitet, ist keines der 4 Segmente der Batteriezustandsanzeige mehr sichtbar.

Zur Erhöhung der Gerätesicherheit kommen die reversible Überstromsicherung R3 (ein PTC-Thermistor) und der P-Kanal-MOS-Transistor T1 zum Einsatz, wobei T1 beim Verpolen der Batterien sofort sperrt und die Schaltung dadurch schützt.

Die mit ST1 gekennzeichnete Stiftleiste verbindet zwei Platinenabschnitte des FS20 FA-Pro-TS elektrisch und mechanisch, weshalb hier mehr Kontakte eingesetzt wurden, als eigentlich notwendig wären.

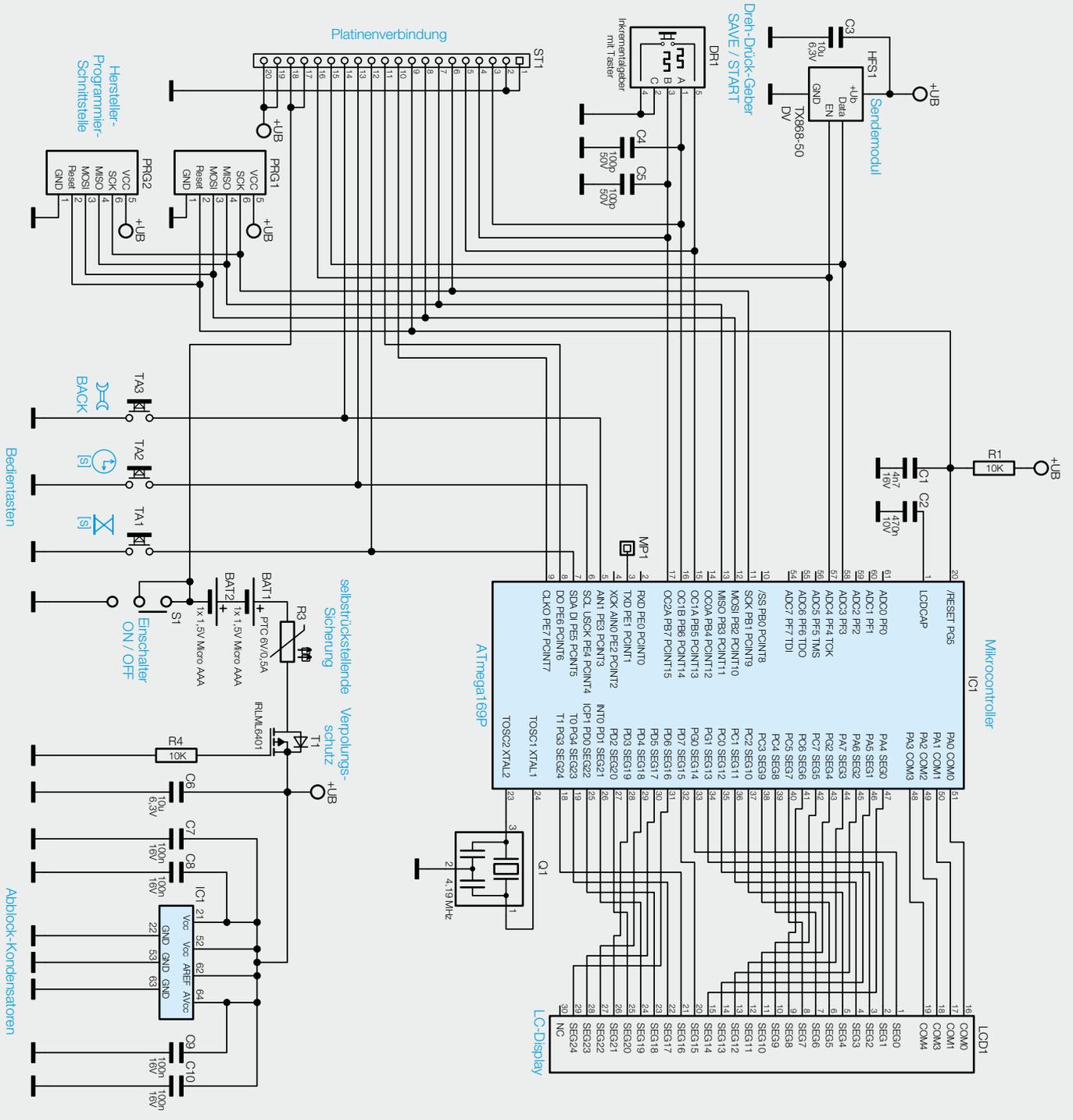
Der mit MP1 gekennzeichnete Messpunkt diente während der Firmware-Entwicklung zur Debug-Ausgabe (siehe Block „Elektronikwissen“) und hat in ausgelieferten Programmversionen keinerlei Funktion.

## Nachbau

Vor Beginn des Lötens sollte die aus 3 zusammenhängenden Teilen bestehende Platine des FS20 FA-Pro-TS getrennt werden. Dazu sind die seitlichen Platinenabschnitte so lange vorsichtig auf und ab zu biegen, bis diese entlang ihrer Sollbruchkante abbrechen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Platinen nicht durchbiegen und bereits bestückte Bauteile mechanisch nicht so belastet werden, dass an den Lötstellen Haarrisse entstehen können. Am schmaleren Platinenabschnitt ist zusätzlich ein 3 mm breiter Verbindungsstreifen abzubrechen. Dieser wird nicht weiter benötigt.

Wie bei ELV-Bausätzen üblich, sind die SMD-Bauteile bereits werkseitig bestückt. Hiervon ausgenommen ist lediglich das in SMD-Technik aufzulötende Sendemodul HFS1. Dieses ist, wie in **Bild 8** zu sehen, deckungsgleich mit dem Bestückungsdruck auf die Platine zu legen und an den vier Lötflächen am Rand des Sendemoduls anzulöten.

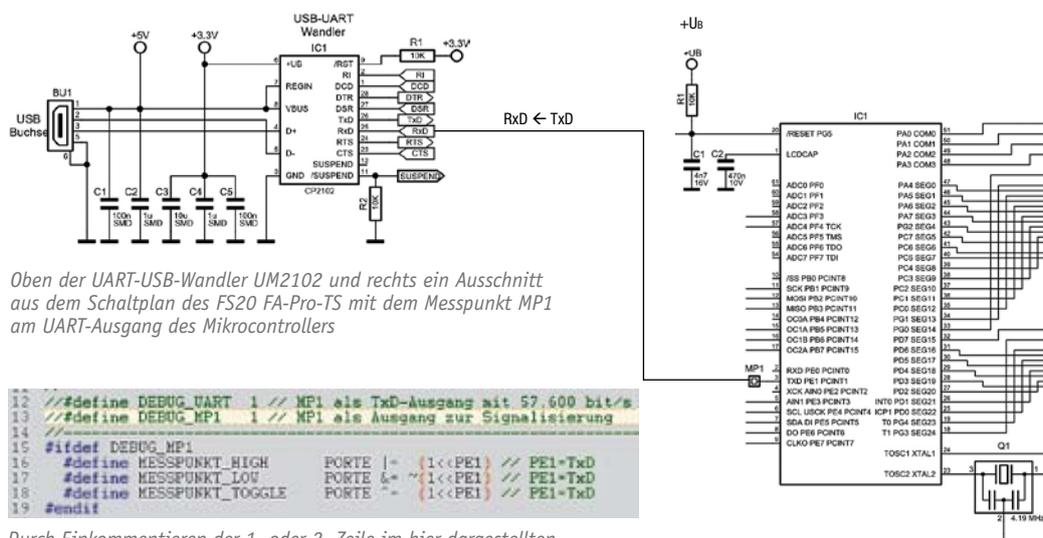
Als Nächstes sind die Taster TA1, TA2 und TA3 von derselben Seite (Bestückungsseite) kräftig in die zugehörigen Bohrlöcher zu drücken, so dass deren schwarzer Kunststoffkörper aufliegt, und von der anderen Platinenseite her zu verlöten. Auch der Inkrementalgeber DR1 und der Schiebeschalter S1 sind auf gleiche Weise von oben in die Platine zu stecken



und von unten anzulöten. Vor dem Anlöten sollten jedoch deren weit herausragende Anschlussdrähte auf maximal 1,5 mm Länge gekürzt werden, so dass diese später nicht gegen den Gehäusedeckel stoßen und diesen zerkratzen.

Bevor nun die beiden Batteriehalter BAT1 und BAT2 auf die Unterseite der LCD-Platine gelötet werden, kann die Displayplatine dafür genutzt werden, die Anschlussdrähte des LC-Displays entsprechend Bild 9 auf

4 mm Länge zu kürzen (gerechnet ab der Oberseite der Anschlussdrähte), ohne Maß nehmen zu müssen. Hierzu ist erst das Display von der bisher unbestückten Platinsseite her (also bei BAT1/BAT2) in die Bohrungen von LCD1 zu stecken (aber nicht anlöten!), bis das Display auf der Platine aufliegt. Dann sind, während man das Display auf die Platine gedrückt hält, auf der anderen Seite die hervorstehenden Drähte mit einem Elektronik-Seitenschneider vorsichtig bündig abzulän-



Durch Einkommentieren der 1. oder 2. Zeile im hier dargestellten Programmausschnitt kann die Debug-Ausgabe wahlweise im UART- oder TTL-Modus gestartet werden.

## Firmwareentwicklung mit Debug-Ausgabe über UART (TxD)

Während der Firmwareentwicklung für ein neues Gerät stellt sich oft die Frage „Warum passiert dies?“ oder „Warum geht das nicht?“. Gerne möchte man in die Black-Box „Mikrocontroller“ hineinschauen, um bestimmte Abläufe nachzuvollziehen. Viele Mikrocontroller bieten dafür bereits integrierte Debug-Schnittstellen, wie beispielsweise JTAG, C2 oder debugWIRE, die jedoch einerseits bestimmte (meist teure) Programmiergeräte und Softwareumgebungen erfordern und andererseits nicht immer zur Analyse zeitkritischer Programmabläufe verwendet werden können.

Eine alternative, sehr preiswerte und einfache Lösung ist die Verwendung der UART-Schnittstelle, die viele Mikrocontroller bereits mitbringen. Dafür ist lediglich ein UART-USB-Wandler (z. B. UM2102 Best.-Nr. JN-09 18 59) wie hier im Schaltplan mit dem TxD-Pin zu verbinden, etwas Programmcode zur UART-Ausgabe hinzuzufügen und schon können mit Funktionen wie „uart\_putdez(variable1)“ die Inhalte einzelner Variablen ausgegeben oder bestimmte Programmabläufe in einem Terminalprogramm (z. B. HTerm) auf dem PC ausgegeben werden. Natürlich sollte man dabei immer im Hinterkopf behalten, dass solche

Ausgabefunktionen auch den Speicherbedarf im Controller vergrößern und dass jede Ausgabe je nach Byteanzahl und Baudrate mehr oder weniger Zeit benötigt.

Für besonders zeitkritische Aufgaben oder zur zeitlichen Analyse bestimmter Programmabläufe kann man denselben Debug-Ausgang auch so konfigurieren, dass er direkt als digitaler Ausgang angesprochen werden kann. Dafür sind die hier dargestellten Befehle „MESSPUNKT\_HIGH“, „MESSPUNKT\_LOW“ und „MESSPUNKT\_TOGGLE“ sehr nützlich. Fügt man beispielsweise innerhalb einer periodisch ausgeführten Timer-Interrupt-Routine den Toggle-Befehl hinzu, kann man anschließend mit einem Oszilloskop am Messpunkt MP1 direkt überprüfen, ob das gewünschte Zeitintervall auch tatsächlich ausgeführt wird. Für diese Anwendung genügt bereits ein günstiges USB-Oszilloskop wie das USB-Mini-Scope-Modul (USB-MSM Best.-Nr. JN-09 93 35) völlig.

Genauso einfach kann man durch die Verwendung des High- und Low-Befehls direkt messen, wie viel Zeit der Mikrocontroller zur Ausführung einer bestimmten Funktion benötigt. An den Anfang der Funktion fügt man den High- und ans Ende den Low-Befehl hinzu. Triggert man das Oszilloskop auf die steigende Flanke, kann man direkt messen, wie lang die Ausführung der Programmzeilen zwischen den beiden Befehlen dauert.

gen (siehe Bild 9). Anschließend ist das entsprechend vorbereitete Display wieder aus der Platine zu entfernen und erst mal beiseite zu legen.

Vor dem Einlöten des Displays sind die Batteriehalter BAT1 und BAT2 zu montieren. Dabei ist auf deren korrekte Ausrichtung (Polung) zu achten. Für die richtige Polung sind die im Innern des Batteriehalters eingepprägten Plus-/Minussymbole mit den auf der Platine aufgedruckten Symbolen deckungsgleich aus-

zurichten. Weiterhin ist zu beachten, dass die Halter vollständig auf der Platine aufliegen, da sich sonst später das Gehäuse nicht schließen lässt. Nach dem Anlöten sollten die so weit bestückten Platinen aussehen wie auf Bild 8.

Im folgenden Schritt kann nun das Display LCD1 mit den auf 4 mm Länge gekürzten Drähten montiert werden. Dafür ist das Display so herum auf die Platine zu setzen, dass die auf einer der beiden Längsseiten mittig leicht hervorstehende „Nase“ deckungsgleich mit der auf der Platine aufgedruckten „Nase“ zu liegen kommt (siehe Bild 12 oben). Bevor das

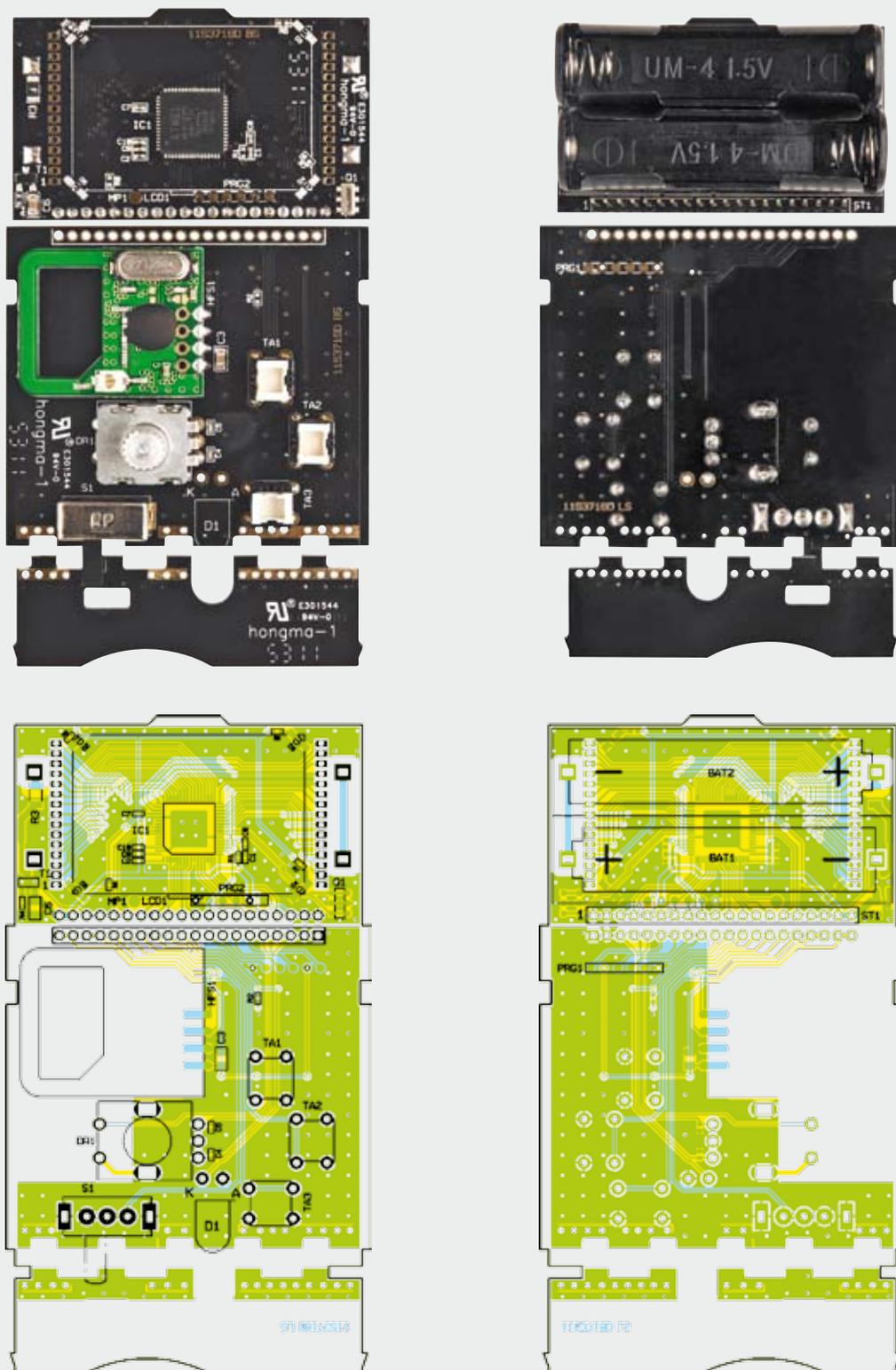


Bild 8: Die Platinen des FS20 FA-Pro-TS (ohne LCD1), links von der Ober- und rechts von der Unterseite mit den zugehörigen Bestückungsplänen

Display von der Oberseite her seitlich angelötet wird, ist dieses waagrecht auszurichten und so an die Platine zu drücken, dass dessen Unterseite flächig auf dem Mikrocontroller IC1 aufliegt. Beim Anlöten sollte man in der folgenden Reihenfolge vorgehen: Erst nur zwei gegenüberliegende Stifte anlöten, dann überprüfen, ob das Display wirklich waagrecht und parallel zur Platine aufliegt, und erst danach die verbleibenden Stifte verlöten. Während des Anlötens können auf dem Display kurzzeitig die mit dem jeweiligen Lötkontakt elektrisch verbundenen Segmente erscheinen.

Im nächsten Schritt ist die Stiftleiste ST1 mit der kürzeren Seite zuerst auf der Seite mit den Batteriehaltern in die Displayplatine zu stecken und von der



Bild 9: Die Anschlussdrähte auf beiden Seiten des Displays sind – ab der Oberseite der Anschlussdrähte gerechnet – auf 4 mm Länge zu kürzen.



Bild 10: Bevor Basis- und Displayplatine über ST1 verbunden werden, ist die Displayeinheit so weit ins Gehäuseoberteil zu schieben, dass die Nase der Platine, wie hier gezeigt, in die Gehäusenut passt.



Bild 11: Das schmale abgetrennte Platinenstück wird im rechten Winkel auf das Ende der Basisplatine aufgesteckt und von innen angelötet.

anderen Seite her zu verlöten. Da die Stiftleiste genau senkrecht zur Platine eingelötet werden muss, sollte man erst nur einen der Stifte anlöten, dann die präzise Ausrichtung überprüfen, gegebenenfalls noch einmal korrigieren und erst wenn die Stiftleiste wirklich gerade steht, auch die restlichen Stifte anlöten.

Im nun folgenden Schritt sind die mittlere Platine mit den Tastern und die Displayplatine über die Stiftleiste ST1 miteinander zu verbinden. Da der Abstand zwischen den Platinen dabei eine entscheidende Rolle spielt, ist dafür die folgende Reihenfolge einzuhalten: Zuerst ist die Displayplatine mit dem Display nach unten so in die Gehäuseoberseite einzulegen, dass der nach vorn ragende Platinenüberstand wie in Bild 10 in die zugehörige Nut im Gehäuse gesteckt wird. Anschließend ist der mittlere Platinenabschnitt mit den nach unten weisenden Tastern auf die obere Gehäusenhälfte aufzulegen, wobei auf die Verbindung mit der Stiftleiste ST1 und auf die seitlichen Positionierungshilfen am Gehäuserand zu achten ist. Erst wenn sichergestellt ist, dass beide Platinen auf dem Gehäuse aufliegen, diese auch zueinander parallel liegen, die Stiftleiste ST1 senkrecht durch die Bohrungen ragt und die Displayplatine an ihrer Vorderseite vollständig in der Gehäusenut steckt, ist die Stiftleiste in dieser Position an der mittleren Platine festzulöten.

#### Widerstände:

10 k $\Omega$ /SMD/0402	R1, R4
Polyswitch, 6 V, 0,5 A, SMD, 1206	R3

#### Kondensatoren:

100 pF/SMD/0402	C4, C5
4,7 nF/SMD/0402	C1
100 nF/SMD/0402	C7–C10
470 nF/SMD/0402	C2
10 $\mu$ F/SMD/0805	C3, C6

#### Halbleiter:

ELV111053/SMD	IC1
IRLML6401/SMD	T1

#### Sonstiges:

Keramschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q1
LC-Display IS05266PB, print	LCD1
Sendemodul TX868-50-D, 868 MHz	HFS1
Inkrementalgeber mit Achse und Tastschalter, liegend	DR1
Drucktaster, 1x ein, print	TA1–TA3
Tastkappen, transparent	TA1–TA3
Schiebeschalter, 1x um, winkelprint	S1
Stiftleiste, 1x 20-polig, gerade, print, RM 2,0 mm	ST1
Batteriehalter für eine Microzelle	BAT1–BAT2

- 1 Profil-Gehäuse, Typ 222 IR, komplett, bearbeitet und bedruckt
- 1 Handdrehrad mit Kappe, glänzend orange
- 1 Platinenabdeckfolie/Kurzanleitung
- 3 Klebepads, 19 x 30 mm, doppelseitig klebend

Für den letzten Lötschritt können die miteinander verbundenen Platinen wieder aus dem Gehäuse gezogen werden. Anschließend ist die zuvor ebenfalls abgetrennte schmale Platine wie in **Bild 11** seitlich so eng wie möglich fest auf die mittlere Platine aufzuschieben und im 90°-Winkel auf der Innenseite miteinander zu verlöten. Der Hebel des Schiebeschalters ragt dabei durch die zugehörige Ausfräsung hindurch.

Nun können die drei transparenten Tastkappen auf die Taster TA1 bis TA3 gedrückt werden, bis diese spürbar einrasten. Das so weit fertiggestellte Innenleben des FS20 FA-Pro-TS ist in **Bild 12** abgebildet.

Bevor die Elektronik nun wieder in das Gehäuseoberteil eingerastet wird, ist von der Oberseite des LC-Displays die dünne transparente Schutzfolie abzuziehen. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass das im Gehäuseoberteil eingeklebte Displayfenster frei von Staub und Fingerabdrücken ist. Zur Montage des Elektronikteils schiebt man zuerst den vorderen Überstand der Displayplatine in die Nut im Gehäuse (**Bild 10**) und drückt die Platinen dann herunter. Das schmale, rechtwinklig angelötete Platinenstück drückt dabei die seitlichen Gehäusewände etwas auseinander, bis es seitlich in zwei weitere Nuten einrastet. Beim Einlegen der Elektronik ist gleichzeitig darauf zu achten, dass auch die drei Tastknöpfe durch die zugehörigen Fräsungen im Gehäuse ragen.

Der eventuell noch aus zwei Teilen bestehende orange Drehknopf wird zusammengesetzt, wobei die Kappe einrastet. Der Drehknopf wird durch die große Gehäuseöffnung hindurch kräftig auf den Drehgeber DR1 gedrückt und damit festgeklemmt.

Im letzten Schritt vor dem Schließen des Gehäuses ist die mit der Kurzanleitung bedruckte Abdeckfolie entlang der gestrichelten Linie einmal zu knicken und mit Hilfe der drei beidseitig klebenden Schaumstoffpads (**Bild 13 oben**) auf die freiliegende Platine zu kleben. Das abgknickte Stück der Abdeckfolie wird dabei zwischen den Batteriehalter BAT1 und die Stiftleiste ST1 gesteckt. Die Klebepads sollten insbesondere an den Stellen gut angedrückt werden, wo die Lötstifte aus der Platine hervorstehen.

Abschließend können die Batterien polungsrichtig eingesetzt und die Gehäuseabdeckung aufgeschoben werden. Damit ist der FS20-Intervall-Sender fertiggestellt und das Fotografieren kann beginnen. **ELV**



### Weitere Infos:

- [1] Konvertierungsprogramm „Images to Video“:  
<http://en.cze.cz/Images-to-video>
- [2] Konvertierungsprogramm für Adobe Lightroom „LRTimelapse“ und nützliche Infos zum Thema Zeitraffer: <http://gwegner.de/lrtimelapse>
- [3] Konvertierungsprogramm „PhotoLapse“:  
<http://home.hccnet.nl/s.vd.palen>
- [4] Weiterführende Infos zu Belichtungsreihen und zur Erstellung von HDR-Bildern:  
[http://de.wikipedia.org/wiki/High\\_Dynamic\\_Range\\_Image](http://de.wikipedia.org/wiki/High_Dynamic_Range_Image)

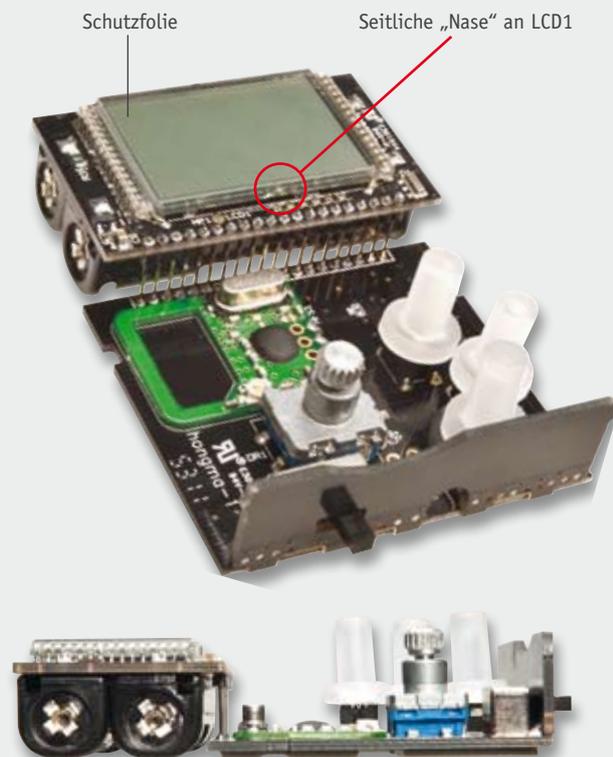


Bild 12: Die fertige Elektronik des FS20 FA-Pro-TS von oben und von der Seite



Bild 13: Die drei aufgeklebten Schaumstoffpads (oben) zur anschließenden Befestigung der Platinenabdeckung (Kurzanleitung) und die fertig ins Gehäuseoberteil eingesetzte Elektronik (unten)