



DIGITAL UND DRAHTLOS STARTEN

CTC – Clever Train Control
von Rail4You

Viele Modellbahner wünschen sich, ihre Loks und Weichen individuell per Smartphone steuern zu können – und das ganz unkompliziert und ohne Zentrale! Auch Peter Rudolph aus dem schwäbischen Aidlingen verspürte diesen Wunsch für seine Gartenbahn. Zusammen mit Erich Iten von Rail4You entwickelte er unter dem Namen CTC ein Produktportfolio, mit dem dies auch in H0 möglich ist. Träger der Steuerinformationen ist ein handelsübliches WLAN.

Als Peter Rudolph begann, nach einer Lösung zu suchen, gab es schon einige Funklösungen, analog oder digital und in den unterschiedlichsten Frequenzbändern arbeitend. Nur mit WLAN gab es noch nichts, dabei war das für den gelernten Informatiker Peter Rudolph der nächstliegende Ansatz. Während der Lösungssuche traf er auf den Schweizer Modellbahnexperten Erich Iten, der bereits seit vielen Jahren unter der Marke Rail4You diverse spezielle analoge und digitale Produkte für die Modelleisenbahn anbietet. Erich Iten verfügte zwar zu diesem Zeitpunkt über einen WLAN-basierten Prototypen, suchte aber seinerseits noch einen Partner, der die Hardware weiterentwickeln und vor allem die notwendige Software dafür programmieren konnte. Peter Rudolph kam wie gerufen und gemeinsam startete man das CTC-Projekt.

Man entschied sich, die Hardware auf Basis der damals neu verfügbaren WLAN-

Chipsätze von Grund auf neu zu entwickeln und bei der Software von Anfang an auf die plattformneutrale Programmiersprache Java zu setzen. Peter Rudolph entwickelte bereits damals mit seiner Firma Speziallösungen für die Automobilindustrie und kannte sich mit den Herausforderungen in rauen Einsatzumgebungen aus. Auch „Echtzeit“ und das quasi-gleichzeitige Ansteuern vieler unterschiedlicher Aktuatoren waren für ihn bereits tägliches Brot. Die ersten Prototypen entstanden noch auf Basis handelsüblicher Arduino-Entwicklungsboards. Bald folgten spezielle handverdrahtete Testmuster.

Von Beginn an hatte man auch den Markt im Blick und entschied sich, für die Baugröße H0 zu entwickeln. Hier waren die meisten Interessenten zu erwarten, was es über die Stückzahl leichter machen sollte, die Entwicklungskosten bei moderaten Preisen in einer akzeptablen Zeit zu erwirtschaften. Ziel war also, einen Lokdecoder zu entwickeln, der in H0-Loks passt, eine gute Motorsteuerung bietet und mehrere Funktionsausgänge bedienen kann. Auch sollten die Produkte für Mittelleiter- und Zweischienen-

versorgung gleichermaßen einsetzbar sein. Besonders unter den unzähligen Märklin-Sammlern hoffte man viele Analogfahrer anzutreffen, die die Großinvestition in ein Digitalsystem scheuten und sich eher von einem



60-Euro-Einstieg von den Vorzügen des digitalen Fahrens überzeugen ließen. So wurde aus dem viel zu großen handverdrahteten Muster eine kleine Platine von 20 x 35 mm, die sich in vielen H0-Modellen einbauen lässt. Diese Platine umfasst das komplette WLAN-Modul und dessen Antenne. Erstaunlicherweise funktioniert das Ganze auch völlig problemlos in eine Märklin-Lok mit Zinkdruckgussgehäuse, obwohl dieser „Käfig“ für den Funk eher nicht so gut geeignet erscheint. Das Modul kann Ströme bis zu 1 A liefern, was für die meisten H0-Loks mehr als ausreichend ist. Des Weiteren bietet es vier Funktionsausgänge, an die man z.B. die Lichtsteuerung und eine Telexkupplung anschließen kann sowie einen IR-Empfänger für Rückmeldungen.

Das Zweitwichtigste nach den Loks ist das Schalten der Weichen und Signale. Hierfür hat CTC einen passenden Schaltdecoder entwickelt. Neben einem etwas größeren externen Typen, der u.a. auch Weichen-Servos ansteuern kann, gibt es einen, der sich perfekt unter die Bettung der C-Gleis-Weichen einbauen lässt.

ZENTRALE(N) FRAGE

Und mit welcher Zentrale funktioniert das Ganze nun? Ganz einfach: mit jedem PC, Tablet oder SmartPhone, ganz ohne spezielle Steuerelektronik! Einzig ein handelsüblicher WLAN-Router muss vorhanden sein. Die dazugehörige Steuerungssoftware läuft, dank Java-Programmierung, auf Windows, MAC OS X, Linux und Android. Eine entsprechende Version für iOS ist auch bereits in der Entwicklung. Einzige Voraussetzung: Die jeweiligen Geräte brauchen Zugang zum WLAN-Netzwerk.

Das CTC-System funktioniert zwar mit jedem bereits vorhandenen WLAN-Netzwerk. Empfohlen wird jedoch, ein eigenes zusätzliches Netz zu konfigurieren. In einem „normalen“ WLAN kommunizieren die diversen Teilnehmer unter Umständen recht viel untereinander und auch ins Internet. Ein eigenständiges WLAN vermeidet diese Grundbelastung und sorgt so dafür, dass es zu keinen zeitlichen Verzögerungen bei der Übertragung der Kommandos und Rückmeldungen kommt.

Für die Stromversorgung kann jeder bereits vorhandene Modelleisenbahntrafo mit einer Spannung zwischen 9 und 24 V verwendet werden, sogar der bekannte alte „blaue“ Märklin-Trafo geht. Je mehr Loks fahren sollen und Weichen angeschlossen sind, desto größer wird natürlich der Strombedarf. Man findet am Markt eine riesige Auswahl entsprechend leistungsfähiger Netzteile. Auch das Unterteilen in getrennte Versorgungsbereiche ist jederzeit möglich.

Alternativ kann man aber auch eine bereits vorhandene Digital-Zentrale bzw. deren Digitalbooster anschließen. Diese Variante bietet den Vorteil, dass man parallel auf dem selben Gleis bereits vorhandene Digitalloks fahren lassen kann, natürlich unter der Kontrolle der jeweiligen Digitalzentrale und der daran angeschlossenen Regler. Sofern es nur um die Loks geht, ist auch deren Versorgung über einen Akku direkt in der Lok oder in einem angehängten Wagen möglich. Das dürfte vor allem für Gartenbahner interessant sein, die beim Thema „Stromversorgung über die Schiene“ im Garten bisweilen große Probleme haben.

SYSTEMEIGENSCHAFTEN

Grundsätzlich merken sich alle CTC-Module ihre Konfiguration dauerhaft. D.h., beim Einschalten „wissen“ sie, mit welchem WLAN sie sich automatisch verbinden müssen, um nach wenigen Sekunden betriebsbereit zu sein. Die Loks zeigen in dieser Initialisierungsphase ihren Zustand durch entsprechende Blinksignale an. Auch die Weichendecoder haben eine kleine Signal-LED eingebaut.

Findet sich innerhalb dieser ersten Minute das gesuchte WLAN nicht (oder ist das Modul noch nicht passend konfiguriert worden), so stellt es ein eigenes WLAN bereit. Nun kann die CTC-Applikation danach suchen und das (neue) Modul gezielt ansprechen. Dann konfiguriert man dieses Modul, indem man ihm mitteilt, in welchem WLAN es sich automatisch anmelden soll. Das betreffende Modul startet neu und meldet sich als weiterer Decoder im gewünschten WLAN an. Dort erhält es zwar vom Router auch eine dynamische IP-Adresse zugewiesen, über seine fest einprogrammierte MAC-Adresse ist es aber immer und dauerhaft eindeutig identifizierbar.

Aus dem Betriebs-WLAN heraus kann man alle Module direkt erkennen, ansprechen und weiter konfigurieren. So lassen sich eindeutige Namen vergeben, alle Betriebsparameter einstellen und sogar individuelle Bilder (Icons) für jedes Modul definieren. All das wird im jeweiligen Modul dauerhaft gespeichert, inklusive der Bilder. Alle Informationen werden dezentral in den jeweiligen Modulen gespeichert. Beim erstmaligen Verbindungsaufbau nach einem Neustart sammelt die CTC-App auf dem PC, Tablet oder Smartphone alle Informationen von allen Modulen im Netzwerk ein und ermöglicht dann deren Bedienung über seine grafische Benutzeroberfläche.

Dieses Verfahren erlaubt es auch, eine Lok von der eigenen Anlage zu der eines Freundes oder Clubs mitzunehmen, dort aufs Gleis zu stellen und unmittelbar in Betrieb zu nehmen. Man muss keine Lokadresse wissen und es kann auch keine Adresskonflikte mehr geben. Nur das WLAN muss bekannt bzw. konfiguriert sein. Mit einer Weiche oder einem Signal funktioniert das ganz genauso, auch wenn man die sicher seltener mitnimmt. Nimmt man noch seinen eigenen WLAN-Router mit, wird auf der fremden Anlage alles über das eigene (mitgebrachte) Setup gesteuert. Einfacher geht es kaum noch. Auch das eigene Handy lässt sich als Hotspot konfigurieren.

Bei einer weitläufigen Gartenbahnanlage muss man Sorge dafür tragen, dass alle Anlagenbereiche gut mit dem WLAN-Signal „ausgeleuchtet“ sind. Sollte das mit einem Router nicht gelingen, bietet der Markt genügend Repeater und ähnliche Techniken, um die WLAN-Funkzelle auszuweiten.

Ein Vorteil der WLAN-Technologie gegenüber der Datenübertragung über das Gleis ist, dass hier eine relativ große Bandbreite zur Verfügung steht. Wo bei DCC die Kommunikation zwischen Zentrale und Decoder nur relativ langsam und eingeschränkt über die Schiene erfolgen kann, sieht das bei WLAN komplett anders aus. Das DCC-Protokoll ist hinsichtlich der gleichzeitig aktiv steuerbaren Loks limitiert. Bei dieser Lösung steht im 2.4 GHz Band aber eine Bandbreite von 54 MBit/s bidirektional zur Verfügung! Das CTC-System nutzt diesen Rückkanal bei der Anmeldung und im Betrieb. Im einfachsten Fall ist dies die Quittierung eines Befehls oder eine Lagemeldung einer Weiche. Aber auch die datenintensi-



ve Übertragung von Echtzeitwerten der Motorsteuerung ist möglich. Auch ein allfälliges Update der jeweiligen Decoder-firmware wird so in Sekundenschnelle ausgeführt.

Aktuell unterstützen die Lokdecoder (nur) vier zusätzliche Schaltkanäle. Zwei davon braucht man für das Front- und das Rücklicht einer Lok, das sich fahrtrichtungsabhängig nutzen, aber jederzeit auch ganz individuell schalten lässt. Die zwei restlichen Schaltausgänge lassen sich nach Belieben nutzen. Naheliegend ist hier eine ferngesteuerte Kupplung, wie sie z.B. Märklin bei einigen analogen Modellen unter der Bezeichnung „Telex-Kupplung“ von Haus aus eingebaut hatte. Zum Entkuppeln bietet der Decoder auf Wunsch einen „Kuppungswalzer“.

Baut CTC im Laufe der Zeit zusätzliche Erweiterungen in die Decoder ein, werden diese auch unmittelbar über die CTC-App nutzbar sein. Aber auch nachträgliche Erweiterungen nach dem Kauf sind denkbar: Auf dem Lokdecoder ist eine sogenannte I2C-Bus-Schnittstelle integriert. Über diese können Erweiterungsmodule angeschlossen werden, wenn diese verfügbar sind. Ein u.U. für die Inbetriebnahme nötiges Update der Decoder-Firmware kann direkt über die CTC-App vorgenommen werden. Ein spezielles Programmiergerät braucht man dafür nicht.

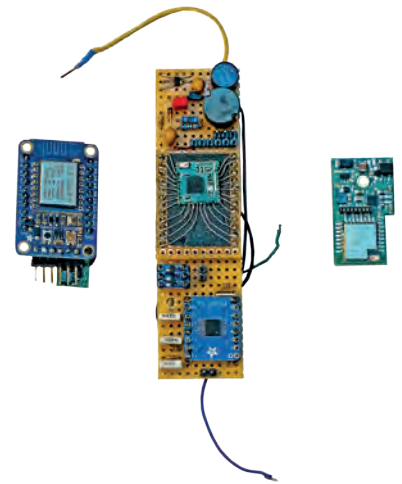
CTC-Decoder haben auch keine klassischen Konfigurationsvariablen (CVs). Die Einstellungen erfolgen sehr einfach und übersichtlich über die App. Im Vergleich zu normalen DCC-Decodern kann nur sehr wenig angepasst und individualisiert werden. CTC verfolgt hier die Philosophie, dass es für den Anwender einfach und übersichtlich sein muss. Man geht also weg von „verschlüsselten“ Zahlenwerten und hin zu Klartexten, die man verstehen kann und zu Knöpfen, die man drücken kann.

Die Fahreigenschaften einer Lok lassen sich spezifisch einstellen. Über die „PID-Konfiguration“ der Lastregelung hat man feinfühligem Zugriff auf das individuelle Motorverhalten. Das ist an sich keine Nachricht wert, DCC-Decoder bieten über die Einstellung der entsprechenden CVs, gefolgt von Probefahrten und daraus resultierenden weiteren CV-Anpassungen die Möglichkeit zur Optimierung der Fahreigenschaften. Bei den CTC-Decodern geschieht das Einstellen live, im laufenden Betrieb. Über die CTC-App kann man die aktuellen Werte im Millisekundenbereich grafisch anzeigen lassen. Ebenso lassen sich alle relevanten Werte sofort im laufenden Betrieb ändern. So kann man dann zum einen das Verhalten einer Lok direkt auf der Anlage beobachten und parallel die Rückmeldedaten auf der graphischen Oberfläche in Echtzeit auswerten. Glaubt man, die passendsten Parameter ermittelt zu haben, genügt ein Knopfdruck und die Werte werden permanent im Decoder gespeichert. So ausgeprägt interaktiv wie hier ist die Einstellung der Fahreigenschaften auch „on the main“ in Verbindung mit RailCom nicht möglich. Dafür ist der Durchsatz des Rückkanals bei klassischen Decodern einfach viel zu gering.

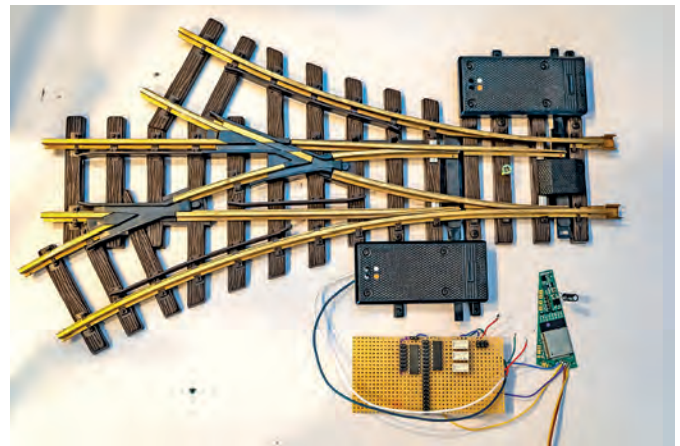
Die Anleitungen auf der CTC-Webseite geben einem eher unbedarften Bastler alle notwendigen Einbauinformationen für einen CTC-Lokdecoder an die Hand. Vor allem der Umbau einer normalen Märklin-Lok ist sehr ausführlich beschrieben.

Bei den Weichen- und Signaldecodern können bis zu neun Einzelkanäle geschaltet werden, z.B. zur Herzstückpolarisation oder zur Lampensteuerung. Beim sogenannten CTC-

Vom ersten Prototypen (links) über eine verbesserte Version bis hin zum endgültigen Produkt, dem Lok-Decoder für H0 (rechts)



Einmessen und Feinjustierung der Motorsteuerung einer Lok während der Fahrt auf der Anlage in Echtzeit.



Der Weichendecoder für das Märklin C-Gleis kann auch für andere Systeme eingesetzt werden.



Alles sehr übersichtlich und sofort im Zugriff. Die Darstellung der CTC-App auf einem Android-Tablet.

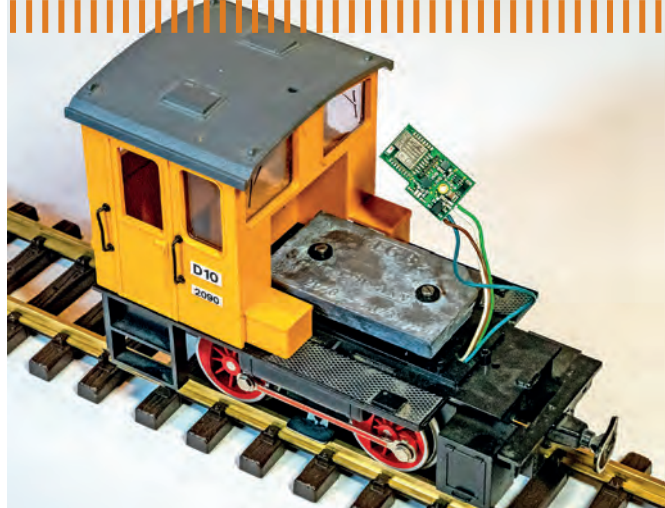
IO-Board kann acht Aktuatoren in beliebig kombinierbaren Funktionsgruppen schalten, der maximale Schaltstrom darf bis zu 2 A betragen. Zusätzlich sind auf dem Modul zwei Servo-Ausgänge vorhanden. Zu deren Nutzung braucht man eine externe 5-V-Gleichspannungsversorgung. Servos können bisweilen ziemlich stromhungrig sein, entsprechend aufwendig, platzraubend und kostenmässig zu Lasten der Anwender, die keine Servos verwenden, wäre es, diese Versorgung bereits ab Werk auf dem Modul vorzuhalten.

BEDIENUNG

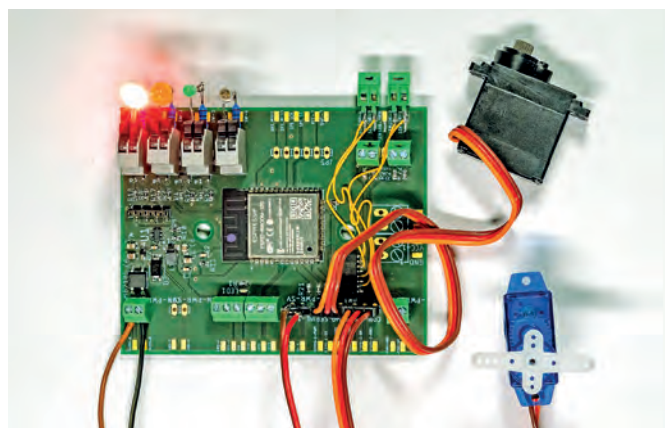
Über die CTC-App lassen sich alle Module/Decoder steuern. Hierzu zeigt die App eine dreigeteilte grafische Bedienoberfläche an, auf der die Module getrennt nach Loks, Weichen und Signalen dargestellt werden. Dabei arbeitet alles dynamisch: Sobald ein Modul in Betrieb geht, wird es erkannt und angezeigt. Vor allem beim Start der CTC-App füllt sich die Oberfläche innerhalb weniger Sekunden mit allen aktuell im WLAN identifizierten, aktiven Komponenten. Bei Loks wird das individuelle Bild gezeigt, das man im Decoder hinterlegen kann. Bei allen Modulen erkennt man den jeweiligen Betriebszustand direkt. Bei einer Weiche ist dies die Schaltstellung, bei einem Signal dessen Status und bei einer Lok die Fahrtrichtung, die Fahrstufe und der Status der Sonderfunktionen. Alle Einstellungen nimmt man bequem über die Benutzeroberfläche der CTC-App vor.

Ob das jeweilige Modul von einem PC oder dem Smartphone angesprochen wird, ist egal. Es können beliebig viele Steuergeräte gleichzeitig im Netzwerk aktiv sein. Immer der jeweils zuletzt gesendete Befehl wird vom jeweils adressierten Empfängermodul umgesetzt. Die Module merken sich neben ihrer Konfiguration auch ihren Status. Somit ist bei einem Neustart alles wieder ganz schnell „in Sync“ und wird korrekt in der App angezeigt.

Der WLAN-Verbindungsstatus eines jeden Moduls wird über die drei Ampelfarben Grün, Gelb und Rot einzeln live signalisiert. Spätestens bei Rot weiß man, dass etwas nicht stimmt, das Modul ist nicht mehr ansprechbar. Das könnte z.B. bei einer massiven Störung oder einem Ausfall der Elektronik passieren oder wenn eine Lok aus der WLAN-Funkzelle herausfährt. Zur Analyse des WLANs hat die CTC-App einen



Der H0 Decoder passt auch in kleine Gartenbahnloks, wer aber mehr als 1 A Strom braucht, muss noch auf den geplanten Gartenbahndecoder warten.



Über das IO-Board lassen sich eine Vielzahl von Weichen und Lampen bis hin zu Servos anschließen.

entsprechenden Monitor eingebaut. Mit ihm kann man live verfolgen, wie viele Datenpakete gerade an welche Module übertragen werden und wo es eventuell Störungen gibt.

Der Erfahrung nach bleibt allerdings bei einer normalen H0-Zimmeranlage alles im grünen Bereich. Bei einer weitläufigen Gartenbahnanlage muss man aber dafür Sorge tragen, dass wirklich alle Anlagenbereiche gut mit dem WLAN-Signal „ausgeleuchtet“ werden. Sollte das mit einem einzigen WLAN-Router nicht möglich sein, so kann man hier durch den Einsatz von zusätzlichen Repeatern ein sogenanntes MESH-Netzwerk aufbauen und so die WLAN-Funkzelle fast beliebig räumlich ausweiten.

DAS CTC-SYSTEM



- WLAN-basiert im 2,4-GHz-Band
- Konfiguration und Steuerung via CTC-App
- Steuern lassen sich Loks, Weichen, Signale, Zubehör
- CTC-App für Windows, Mac OS X, Linux und Android verfügbar
- H0-Lokdecoder mit 1,0 A für 60 Euro
- Weichendecoder für das C-Gleis
- IO-Board mit 4 Schaltausgängen, 9 digitalen Ein- und Ausgängen und 2 Servoanschlüssen
- Starter-Set mit WLAN-Router, zwei Weichendecodern für vier Magnetspulenweichen, vier „Z-Modulen“ für 195 Euro

Infos unter: www.ctc-system.ch

Open Source Support unter: www.pi-rail.org

NETZWERK

Da sich die Module handelsüblicher Großserien-WLAN-Technik bedienen, verwundert es nicht, dass jedes Modul eine eigene IP-Adresse besitzt. Dies ermöglicht es der oder den CTC-Apps, steuernd in die Datenströme einzugreifen und die bekannten Moduladressen zur Steigerung der Geschwindigkeit gezielt abzufragen. Da es sich um ein IPv4-Netzwerkschema handelt, kann der im Router eingebaute DHCP-Server maximal 253 Adressen aus seinem voreingestellten Adresssegment verteilen. Das bedeutet, dass eigentlich nur rund 250 Module zugleich betrieben werden können, egal ob Lok, Weiche, PC, Tablet oder sonst etwas.

Zur Überwindung dieser Grenze denkt man daran, die Module längerfristig über verbindungslokales IPv6 mit theoretisch 2¹²⁸ (ca. 3,4 x 10³⁸) Adressen anzusprechen.



Schon jetzt ist in den Modulen ein kleiner Web-Server eingebaut, der an seiner IP-Adresse lauscht. So kann man zusätzlich auch mit jedem Browser direkt auf jedes Modul zugreifen. Mittels XML-Dateien kann man hier auch das allerletzte Detail der CTC-Module einsehen und ändern.

Diesen Weg sollten allerdings nur Experten beschreiten, weil man hier leicht etwas falsch machen kann. Das könnte im schlimmsten Fall zur Zerstörung eines Moduls führen. Um dies zu verhindern, planen Peter Rudolph und Erich Iten noch einen sogenannten Expertenmodus in der CTC-App einzubauen.

Die Entwickler planen, das verwendete Protokoll und Teile der Software auf Open-Source-Basis freizugeben. Das ermöglicht jedermann, die Schnittstellen zu nutzen, um eigene Erweiterungen, Anpassungen oder gar zusätzliche Produkte dafür zu entwickeln – solange auch die Software dann ebenfalls als Open Source veröffentlicht wird. Dadurch verspricht man sich eine noch schnellere Akzeptanz am Markt und rund um das System viele Erweiterungen, die Peter Rudolph und Erich Iten im Alleingang nie so schnell realisieren könnten. Interessenten haben über die Webseite www.pi-rail.org Zugang zu allen Ressourcen und Informationen.

PLÄNE, IDEEN, WÜNSCHE

Zum einen sind es natürlich die Lokdecoder, die weiterentwickelt werden. Es sind Decoderversionen für die standardisierten MTC21- und PluX22-Schnittstellen geplant, womit die Funk-Digitalisierung einer entsprechenden Lok ruck-zuck und ohne Lötarbeiten möglich wird.

Für große Spurweiten wünscht man sich leistungsfähigere Endstufen, um auch Loks mit einem Stromverbrauch über 1,0 A steuern zu können. Für einen potentiellen breiten Einsatz im Bereich der kleineren Spuren müsste der Lokdecoder hingegen noch weiter verkleinert werden. Das ist prinzipiell möglich. Auch die Erweiterung auf mehr als vier Schaltkanäle sowie die Integration von Servoausgängen wäre wünschenswert. Wie erwähnt, ist Sound mit dem aktuellen Decoder bereits möglich, es fehlt aber an Soundbibliotheken. Eine SUSI-Schnittstelle würde hier kurzfristig Abhilfe schaffen, denn dann stände die breite Auswahl der bereits am Markt vorhandenen SUSI-Soundmodule ihrer Sound-Bibliotheken zur Verfügung.

Ebenfalls denkbar ist die Implementierung einer DCC-Out-Schnittstelle zur Ansteuerung vorhandener DCC-Decoder. Das würde z.B. den Umbau einer vorhandenen (Gartenbahn-) DCC-Lok auf Akku-Betrieb wesentlich erleichtern. Über den vorhandenen I2C-Bus sind Erweiterungen wie diese jederzeit machbar, ohne die bestehenden CTC-Module austauschen zu müssen.

Ein wichtiges Thema ist die Positionsmeldung. Der Hersteller bietet eine Lösung mit Infrarot, quasi ein umgekehrtes LIS-SY. In Kombination mit dem starken Rückkanal via WLAN ist eine „RailCom“-like Gleismeldung mit Adresse, Fahrtrichtung und vielem mehr möglich. Damit wäre der Kreis zu den etablierten Steuerungs-Applikationen, wie z.B. TrainController, iTrain, Windigipet geschlossen. Aber auch die eigene CTC-APP hat hier in den jüngsten Versionen vieles zu bieten, was den Rahmen dieser Vorstellung sprengen würde und daher einen eigenen Artikel in einem der nächsten Hefte erhalten soll.



Peter Rudolph an seinem Entwickler-Arbeitsplatz. Die Teststrecke ist schief liegend aufgebaut um die Lastregelung der Motoren besser einstellen zu können.

Ebenfalls auf der Agenda steht die Unterstützung von 5-GHz-WLAN, was aber vor allem von der Verfügbarkeit entsprechender Chips abhängt. Wie bei den bekannten häuslichen WLAN-Nutzungen könnte man einer „Überfüllung“ der vorhandenen Funkkanäle im 2,4-GHz-Band mit den zusätzlichen Frequenzbereichen bei hoher Leistung ausweichen.

FAZIT

Durch den Einsatz von Standard-WLAN-Komponenten ist das System zukunftssicher, relativ preiswert und weltweit ohne Probleme einsetzbar. Mit Offenlegung der Protokolle, Schnittstellen und von Teilen der Software wird einer unabhängigen Entwicklergemeinschaft eine Plattform für Erweiterungen und Eigenentwicklungen aller Art geboten.

Damit darf man dieses neue System auch unter dem von Roco ebenfalls neu geprägten Oberbegriff „IOMT“ (Internet of Moba Things) ansiedeln. Es eröffnet sich eine Systemwelt, in der jedes Element selbst entsprechend intelligent, autark und über eine eindeutige Adresse von überall her ansprechbar ist. Es braucht nicht unbedingt eine Zentrale oder eine große Verkabelung, vielmehr wird alles sehr flexibel über Software, sowohl zentral als auch dezentral, verknüpft und gesteuert.

Was nicht ausbleiben kann, ist eine Beschäftigung mit den Berührungspunkten mit den etablierten Digitaltechnologien, wie sie von der RailCommunity genormt werden. Aus Anwendersicht sind klare Koexistenz-Regeln wünschenswert, damit auch bei größere Installationen keine entweder-oder-Situationen entstehen müssen.

Technologisch rückt die WLAN-Anwendung die Modellbahn in die Jetztzeit, so wie vor 40 Jahren die klassischen Digitalprotokolle die Modellbahn in die damalige elektronische Jetztzeit führten.

Für alle, die einfach mal „nur“ mit einer Lok und zwei Weichen anfangen wollen ohne allzuviel Geld investieren zu müssen, bietet CTC ein kundenindividuell vorkonfiguriertes Starter-Set an. Es beinhaltet für 195,- € die App, einen WLAN-Router und zwei Weichendecoder. Ein entsprechender Lokdecoder kommt dann aber für 60,- € nochmals dazu.

Hans-Jürgen Götz