

# MODELLBAHN KURIER

DAS VORBILD IM MODELL

## Digital 2026



Neu von ESU: Mobile Control Pro • Uhlenbrock: Intellibox 3  
Mikrocontroller für Einsteiger • Digitale Weichenantriebe  
Neue Digitalsteuerung fürs Höllental • Piko: SmartDecoder  
Märklin Central Station 3: Automatikbetrieb nach Modellzeit





# Die Bahn in der Scheune

Ein Modell der berühmten Höllentalbahn

In Offnadingen, südwestlich von Freiburg, findet sich eine Eisenbahn im Kleinen mit einem detailgetreuen Nachbau von Abschnitten der Strecke. Dargestellt sind verschiedene Abschnitte von Freiburg-Wiehe nach Neustadt (Schwarzwald) und der Nebenbahn weiter bis Lenzkirch und Bonndorf Anfang der 1930er-Jahre.

Dieter Bertelsmann hat für diese sehenswerte Anlage akribisch recherchiert und geplant. Der Baubeginn war im Jahre 2002. Jedoch sollte es bis 2015 dauern, bis auch das letzte Segment fertiggestellt war. Mit der Grundfläche von 16 mal 8 Metern wurde sie in einer umgebauten ehemaligen Scheune

errichtet. Die landschaftliche Ausgestaltung aller Module wurde von Josef Brandl übernommen. Über die Jahre wurden in diversen Magazinen und Büchern viele Artikel und Fotos veröffentlicht.

Die Anlage stellt den Betrieb auf der sogenannten „Höllentalbahn“ zwischen Freiburg und Neustadt

Ein Blick auf den Bahnhof Neustadt. Von hier aus fahren die Züge weiter in Richtung Bonndorf und Lenzkirch. Die Eisenbahnmodelle sind allesamt in Epoche II – zwischen 1934 und 1936. Die Gebäude wurden im Lasercut-Verfahren hergestellt.

im Schwarzwald dar. Dabei sind viele Punkte entlang der Strecke exakt dem Vorbild nachgebaut, wie z. B. der berühmte Ravenna-Viadukt im Höllental. Auch die Bahnhöfe Freiburg-Wiehe, Neustadt, Bonndorf oder Lenzkirch sind den Originalen nachempfunden. Wo bei der Vorbildzeitraum für all das in dem engen Fenster von 1934 bis 1936, also in der Modellbahnepoche II liegt.

Somit findet der Besucher hier eine Anlage, die die Bahn im süd-





lichen Schwarzwald vor über 90 Jahren bis ins kleinste Detail zeigt. Viele der damaligen Gebäude sind heute nicht mehr existent. Nach aufwendigen Recherchen und mit alten Fotos wurden sie dann im Lasercut-Verfahren im Maßstab 1:87 wieder zum Leben erweckt. Selbstverständlich sind auch alle Auto-, Lok- und Wagenmodelle genau aus dieser Epoche. Bei den Loks finden sich nur diejenigen Typen auf der Anlage, die seinerzeit auf dieser Strecke im Einsatz waren

Die ehemalige Scheune eines Bauernhofs in Offnadingen wurde komplett entkernt und umgebaut. Im Untergeschoss befinden sich Garagen und Besprechungsräume. Das Obergeschoss wurde komplett für die Unterbringung der Modelleisenbahnanlage verwendet.

## Die Bahn in der Scheune

Ein Modell der berühmten Höllentalbahn



Erst der Blick von der Empore eröffnet dem Betrachter die wahren Dimensionen dieser imposanten Modelleisenbahnanlage. Kunstvoll verschlungen wird hier die Bahnlinie zwischen Freiburg (Wiehe) und dem Endpunkt Lenzkirch nachgebildet.

und natürlich verfügen alle über die korrekten Vorbild-Betriebsnummern von damals.

### Digital mit DCC und LocoNet

Gleich zu Baubeginn war auch klar, dass diese Anlage digital gesteuert werden sollte, zumindest die Loks sollten digital gefahren werden. So entschied man sich bereits damals dazu, ausschließlich mit DCC zu fahren. Bei der Steuerung wurde anfangs auf die Intellibox von Uhlenbrock gesetzt. Somit war der LocoNet-Bus von Anfang an vorhanden und entlang der Anlage konnten LocoNet-Anschlüsse verlegt werden, um die Fahrzeuge überall direkt vor Ort mit LocoNet-Handreglern auf Sichtweite steuern zu können. So bekam jede der fünfzig auf der Anlage verfügbaren

Lokomotiven einen eigenen „Fred“-Handregler zugewiesen – die digitale Grundlage für einen gut organisierten FREMO-Betrieb.

### Fahrwege stellen

Die Weichen wurden teils manuell am Ort des Geschehens mechanisch gesteuert. Manche sogar mit einer „echten“ Schlüssel-Verriegelung. Zum großen Teil aber wurden die Weichen mit Servoantrieben von Bachmann NMW ausgestattet. Diese wiederum wurden direkt mit einem von sieben Gleisbildstellpulten verdrahtet und von diesen aus an der Anlage bedient. Dies gilt ebenso für alle Signale des Herstellers Viessmann. Die Stellwerke sind per Telefon miteinander verbunden.

So wurde dem einzelnen Mitspieler viel echtes Betriebsfeeling







## Integrierte Weichensteuerung

### Antrieb und Decoder in einem

Weichenantriebe mit integriertem Decoder vereinfachen die Anlagenverkabelung, insbesondere wenn man auf einem Tisch, Teppich oder im Garten aufbaut. Bis vor kurzem waren Antriebe mit integriertem Decoder noch sehr exotisch. Inzwischen ist die Auswahl deutlich größer, wie unser Überblick zeigt.

Sicherlich erinnert sich der eine oder andere Modellbahner noch an die Berliner Fernsehserie „Drei Damen vom Grill“, in der von den Protagonistinnen ein Imbisswagen in Berlin betrieben wird. Unvergessen ist auch Günther Pfitzmann, der als Fleischlieferant Otto Krüger mit Herz und Berliner Schnauze den Imbisswagen beliefert. Passend zu dieser Serie existiert in Berlin der alte Witz „Eine Boulette mit Schrippe bitte!“ – „Schrippe ist schon drin!“, der auf den Fleischanteil Bezug nimmt. Was bei diesem Fleischklops eher negativ ist, kann an anderer Stelle sinnvoll sein – bei Weichenantrieben zum

Beispiel. Natürlich nicht, wenn es um ein Brötchen geht, aber ein Decoder direkt im Weichenantrieb kann schon eine gute Idee sein.

#### Eine Frage der Strategie

Neben dem unabhängigen Mehrzugbetrieb ist die Verringerung des Verkabelungsaufwands eines der Ziele bei einer digitalen Modellbahnsteuerung. Diese Idee kann allerdings schnell nach hinten losgehen, wenn man Weichenantriebe ansteuern und dies möglichst kostengünstig tun möchte. In diesem Fall sind Zubehördecoder mit möglichst vielen Anschlüssen für Weichenantriebe die preiswerteste

Alles mit drin: Weichenantriebe mit integrierten Decodern bieten Vorteile, denn der Verkabelungsaufwand wird geringer. Es reichen die sprichwörtlichen zwei Drähte zum Gleis aus.

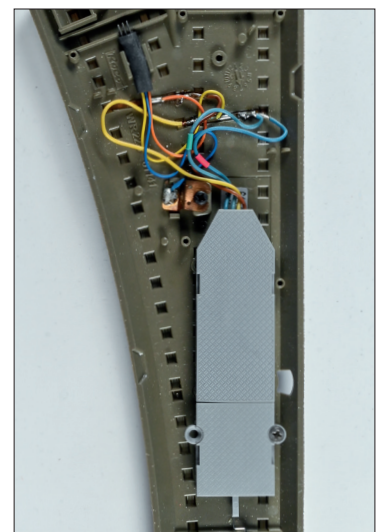
Variante. Der Nachteil ist, dass ein 16-fach Zubehördecoder irgendwo zentral angebracht wird und alle Weichenantriebe direkt mit diesem Decoder verkabelt werden. Das erzeugt schnell einen unübersichtlichen Drahtverhau.

Ist man mit Großbahnen auf dem Teppich oder im Garten unterwegs, dann ist diese Strategie nicht mehr beherrschbar. Daher liegt die Idee nahe, Decoder und Antrieb miteinander zu vereinen. Die Verkabelung zwischen Decoder und Antrieb entfällt dann komplett. Im nächsten Schritt kann man darüber nachdenken, die Verkabelung zur Weiche hin wegzulassen und die Kombination aus Antrieb und Decoder direkt aus dem Gleis zu versorgen. Bei dauerhaft installierten Anlagen ist es jedoch wichtig, einige Punkte zu beachten. So sollte beispielsweise alle paar Gleismeter eine Einspeisung erfolgen. Da die Verlegung von Kabeln ohnehin erforderlich ist, empfiehlt es sich, den Decoder direkt an diese Verdrahtung anzuschließen. So ist gewährleistet, dass es keinen unnötigen Spannungsabfall durch die Schienen und zusätzliche Lötstellen gibt.

#### Vorgehen bei Kurzschlüssen

Ein Nachteil bleibt aber bei allen Zweileiterbahnen: Fährt man von der stumpfen Seite in eine falsch gestellte Weiche, führt es zu einem Kurzschluss. Das System schaltet ab und die Weiche lässt sich nicht mehr stellen. Man muss also zum

In dieser Weiche des Geo Line-Systems von Roco ist ein älteres Modell eines Viessmann Weichenantriebs eingebaut. Im Gehäuse des Antriebs ist der Decoder gleich mit untergebracht. Weichenlagemeldungen werden per RailCom gesendet. Digitale Weichenantriebe mit dieser Gehäuseform sind heutzutage von Roco und Decoderwerk erhältlich und auch für Roco-Line-Weichen passend.





Ort des Geschehens und von Hand das Fahrzeug aus der Weiche entfernen. Praktischer wäre es natürlich, wenn man den Kurzschluss dadurch beseitigen kann, dass die Weiche fernbedient umgestellt wird.

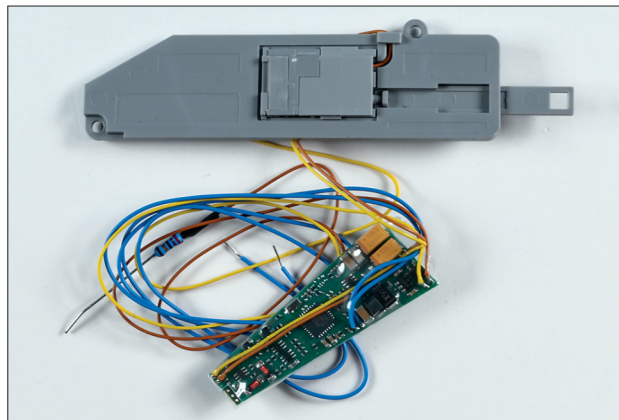
Dies lässt sich durch einen zusätzlichen Booster erreichen, der die Gleisanlage mit dem Digitalstrom für den Fahrbetrieb versorgt. Dieser wird so konfiguriert, dass er sich von selbst wieder einschaltet und entweder seine Kurzschlussmeldung nicht an die Digitalzentrale weitergibt, oder, dass es nicht zum generellen Ausschalten des Digitalsystems kommt.

Bei einem Booster mit CDE-Anschluss kann man für diesen Einsatzfall die E-Verbindung des Anschlusses weglassen. Alle Weichendecoder werden mit dem Gleis Ausgang der Digitalzentrale verbunden. Bei einem Kurzschluss durch eine aufgefahrene Weiche schaltet der Booster die Gleisspannung ab, während der Ausgang der Zentrale weiterhin aktiv bleibt. Jetzt lässt sich die Weiche umstellen. Nun dauert es einen kleinen Moment, bis der Booster wieder einschaltet und schon fährt die Lok weiter.

### Rückmeldung der Weichenlage

Beim Vorbild gibt es immer eine gesicherte Rückmeldung der Weichenlage im Stellwerk. Kommt diese nicht, liegt sofort eine Störung vor. Bei der Modellbahn sieht es etwas anders aus. Kommen magnetische Weichenantriebe zum Einsatz, kann man über die Lage der Spule sowohl analog als auch digital eine Rückmeldung der Weichenlage bekommen. Dies funktioniert auch, wenn man den Antrieb von Hand umstellt. Das genaue Prozedere hängt dabei von der verwendeten Technik ab. Bei Lenz zum Beispiel ist mit LS101 ein Schaltdecoder für vier Weichenantriebe erhältlich, der neben dem DCC-Anschluss einen weiteren für den Rückmeldebus RS aufweist.

Eine andere Alternative ist das Rückmelden der Weichenlage per RailCom. Dazu ist in der RailCom-Spezifikation gemäß RCN-217 eine Statusmeldung vorgesehen. Üblich ist allerdings, dass Digitalzentralen nach dem Schalten eines railcomfähigen Weichendecoders per



Viessmann setzt inzwischen auf zweiteilige Lösungen, bei denen der Antrieb und der Decoder direkt miteinander verbunden geliefert werden. Hier im Bild die Variante für die Weichen des C-Gleis-Systems von Märklin und Trix.

RailCom den Inhalt der CV33 auslesen, in dem der Decoder die aktuelle Weichenlage ablegt. Zentralen von ESU und Piko beherrschen dieses Verfahren. Stimmt die gelesene Weichenlage mit der kommandierten überein, passiert gar nichts. Gibt es eine Abweichung, werden auf der ECos und im Smart-Controller WLAN Fehlermeldungen ausgegeben. Auch PC-Steuerungsprogramme sind in der Lage derartige Meldungen auszuwerten, wenn das Digitalsystem die Informationen weiterreicht.

### Viessmann – C-Gleis und Tillig

Der Zubehörspezialist bietet schon lange Weichenantriebe mit eingebauten Decodern an. Nachdem es lange Zeit eine vollintegrierte Lösung gab, hat Viessmann Antriebs- und Decoderteil inzwischen mechanisch voneinander getrennt. Dennoch passen beide Teile in die Bettung. Viessmann bietet mit der

Die motorischen Antriebe des tschechischen Herstellers mtb gelten als robust und überzeugen durch ihre flache Bauform. Alle Antriebe sind inzwischen auch mit integriertem DCC-Decoder erhältlich. Das „D“ in der Produktbezeichnung kennzeichnet die Digitalvariante.

Artikelnummer 4568 eine Version für Weichen des C-Gleis-Systems von Märklin und Trix an. #4567 ist für Weichen des Bettungsgleissystems von Tillig in der Baugröße TT vorgesehen.

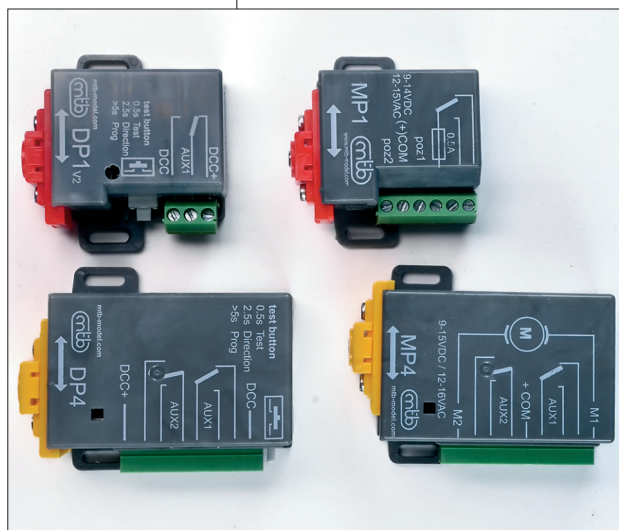
Technisch sind beide Geräte identisch und zur Ansteuerung wahlweise per DCC oder MM-Protokoll vorgesehen. Auch die analoge Ansteuerung ist möglich. Kommen DCC und RailCom zum Einsatz, meldet der Antrieb seine Stellung mit der entsprechenden Statusmeldung zurück und liefert in der CV33 die aktuelle Weichenlage. Alternativ können auch zwei am Decoderteil als Lötpad ausgeführte Schaltausgänge genutzt werden, um entweder LEDs direkt anzusteuern oder mit Hilfe von Viessmanns Relaisbaustein #5552 Rückmeldekontakte oder andere Dinge schalten.

Die Adresseinstellung kann entweder über CVs oder über einen Programmiermodus erfolgen, bei dem die erste geschaltete Zubein-Adresse übernommen wird. Die Laufrichtung der Weiche lässt sich entweder über CV-Einstellungen oder durch Änderung der Verkabelung invertieren. Die Besonderheit der Viessmann-Lösung ist, dass bei Bedarf die Weichen auch über Lokadressen geschaltet werden können

### mtb: Antriebs-Vielfalt

Der tschechische Hersteller bietet neben zahlreichen osteuropäischen Fahrzeugmodellen in den Baugrößen N, TT und H0 auch motorische Weichenantriebe an, die sich zunehmender Beliebtheit erfreuen. Noch nicht lange sind diese Antriebe auch mit eingebautem DCC-Decoder erhältlich. Ist dieser integriert, beträgt der Unterschied rund 8 € im Vergleich zu mtb-Antrieben ohne Decoder.

Das Einstiegsmodell DP1 wird für nur knapp 20 € verkauft. Mit DP4, DP10 und DP16 stehen noch drei weitere Modelle zur Auswahl, die sich vor allem bei der Anzahl der zusätzlichen Umschalter und bei den mechanischen Eigenschaften unterscheiden. Der DP10 hat die gleichen Grundabmessungen wie die Tortoise-Weichenantriebe des Herstellers Circuitron. Mit dem







## Viessmann CarMotion-Sound Jetzt knattert es auf der Landstraße

Über das innovative Car-System „CarMotion“ von Viessmann haben wir im Modellbahn-Kurier 56 „Digital 2023“ erstmals berichtet. Seitdem hat der Hersteller die Fahrzeugpalette beständig ausgebaut und vor allem auch das System konzeptionell fortlaufend erweitert.

Eine große Neuerung mit Alleinstellungsmerkmal war die Einführung eines induktiven Ladesystems Ende 2024. Das hat sich inzwischen bestens bewährt und bereits auf vielen Modellbahnanlagen Einzug gehalten. Zusammen mit „IR-Mini“, dem Infrarot-Steuermodul, lassen sich nun viele interessante Automatisierungs-Szenarien auf der Straße realisieren, von einer Ampelsteuerung über einen Bahnübergang, Ladebuchten und vielem anderen mehr.

Getreu dem Motto „wer rastet, der rostet“ hat Viessmann nun im Herbst 2025 mit der nächsten Neuheit nachgelegt und erneut ein weiteres Alleinstellungsmerkmal geschaffen. Die Rede ist von dynamischem Fahr sound in den Modellfahrzeugen. Sound gab es bei einigen anderen Car-System Herstellern auch schon, aber bis dato hatte noch keiner einen dynamischen, also an das Fahrverhalten des Fahr-

zeugs angepassten Motor-Sound geboten. Also genau das, was wir schon lange von den Lokomotiv-Sounddecodern her kennen.

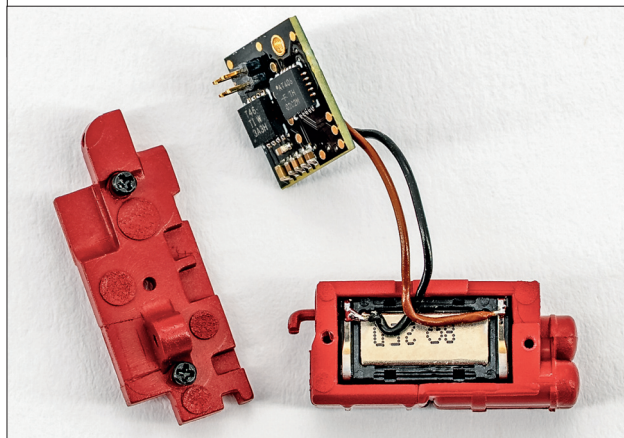
### Modularer Aufbau

Ebenso wie die induktive Lademöglichkeit ist auch diese Option bei den CarMotion-Fahrzeugen nachrüstbar. Im Gegensatz zur Ladeoption ist das aber erst bei den etwas neueren und allen zukünftigen Modellen vorgesehen. Konkret sind das derzeit die Epoche-III-Fahrzeuge der Magirus- und MB-Rundhauber-Serie. Die moderneren Actros-Modelle aus der ersten Serie sind für diese Aufrüstung derzeit noch nicht vorbereitet. Ihnen fehlt die passende vierpolige Buchse unter dem Fahrzeug. Das Soundmodul findet sich auf einer kleinen 10,3 x 9,7 mm großen Elektronikplatine. Dort ist auch ein vierpoliger Miniatur-Stecker vorhanden, mit dem das Modul auf die genannte Buchse un-

Die aktuellen zwei- und dreiachsigen Fahrzeuge der MB-Rundhauber- und Magirus-Serie in Epoche III lassen sich ebenfalls mit den neuen Sound-Modulen nachrüsten.

ter dem Fahrzeug gesteckt wird. Der Lautsprecher befindet sich gekapselt in einer Tank-Attrappe, die über eine 13 mm kurze, zweiadrigte Leitung am Soundmodul angelötet ist. Im Inneren befindet sich ein 12,3 x 6,2 mm großer 8 Ohm-Mini-Lautsprecher. Die Ausgangsleistung des Sound-Moduls beträgt 0,5 Watt. Das Gehäuse der Tankattrappe dient als Resonanzkörper. Am Fahrzeug selbst muss man also nur das Elektronikmodul unten aufstecken und die vorhandene Tankattrappe durch die neue Version mit eingebautem Lautsprecher ersetzen.

Die Sound-Elektronik befindet sich auf einer kleinen (10,3 x 9,7 mm) Leiterplatte, die mit ihrem vierpoligen Stecker unter dem Fahrzeug angebracht wird. Der Lautsprecher findet sich in der Tankattrappe.



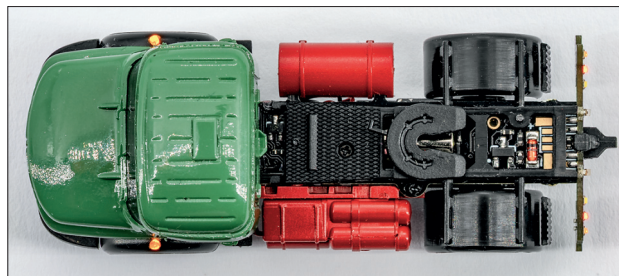
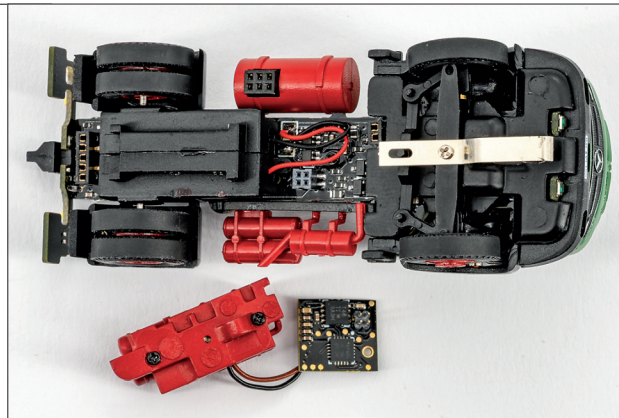


Sound-Elektronik und Lautsprecher passen auch unter die neuen Zweiaxser-Modelle der MB-Rundhauber und der Magirus-Serie.

### Rasche Installation

Der komplette Montage-Vorgang ist in der beiliegenden Anleitung sehr gut beschrieben. Die zugehörigen Detailabbildungen sind allerdings in schwarz/weiß, so dass man hier nicht das allerletzte Detail genau erkennen kann. Es wird empfohlen, das Anleitungs-PDF von der Viessmann-Webseite herunterzuladen. Dann hat man es auch in Farbe und kann bei Bedarf hinein zoomen.

Generell ist aber etwas Fingerspitzengefühl bei der Montage angebracht. Wer das nicht hat, kann auch einen erfahrenen Modellbauer um Hilfe bitten. Der Umbau ist nicht wirklich kompliziert und benötigt etwa 15 Minuten. Und wenn man schon dabei ist, kann

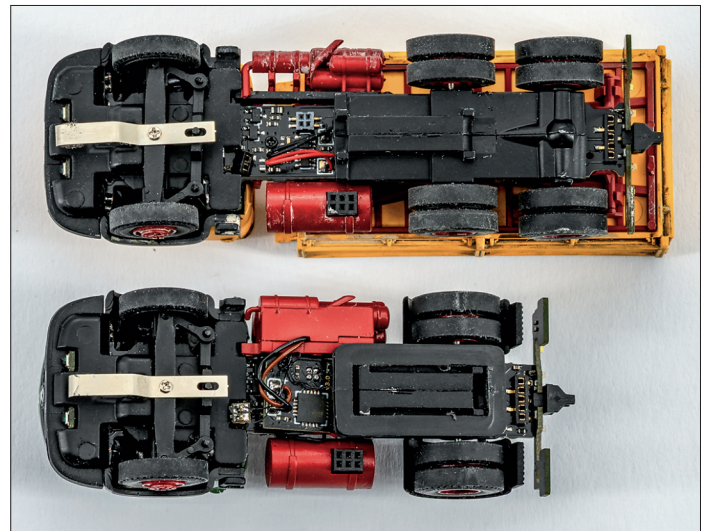


CarManager von Viessmann ab Version 1.26. Sobald ein Fahrzeug per USB-Programmieradapter mit einem Computer (Windows, macOS oder Linux) verbunden wird, erkennt das Programm automatisch das Fahrzeug und vor allem auch das installierte und betriebsbereite Sound-Modul.

### „Maßstäbliche“ Lautstärke

Standardmäßig ist der Sound am Fahrzeug eingeschaltet. Per Infrarot-Fernbedienung lässt sich dieser aber jederzeit aus- und wieder einschalten. Auch die Lautstärkeregelung lässt sich mit der IR-Fernbedienung steuern. Der Sound ist jeweils dem Originalfahrzeug nachempfunden. Derzeit gibt es zwei Versionen, eine für den Mercedes

Von oben ist kein Unterschied zu erkennen, höchstens die etwas größere Tankattrappe mit dem Lautsprecher auf der linken Fahrzeugseite.



man gleich noch die Induktions-Ladespule installieren. Diese passt nun genau in die am Fahrzeug vorhandene Aufnahme, die wiederum über der installierten Sound-elektronik liegt. Einfach dort aufklipsen und das Kabel an die zweipolige Miniaturbuchse anstecken.

Viessmann plant, künftige Neukonstruktionen von aktuellen Fahrzeugen bereits komplett ausgerüstet anzubieten. Das ist sicherlich sinnvoll und erhöht die Robustheit der Fahrzeuge, speziell für rauen Betrieb auf großen Anlagen.

Selbst bei den kürzeren Zweiaxser-Fahrzeugen passt beides noch problemlos unter die Modelle. Die Sound-Elektronik ...

### Firmware-Update

Damit man ab jetzt auch Sound aus dem Fahrzeug zu hören bekommt, muss zunächst noch die Fahrzeug-Firmware auf den neusten Stand gebracht werden. Ab Version 1.44 ist das jedoch nicht mehr notwendig. Und um die Sound-Funktionen im Fahrzeug konfigurieren zu können, braucht man die Software

...mit dem Lautsprecher in der Tankattrappe und die Ladespule für das drahtlose Laden mit dem Inductions-Charger.

Rundhauber und eine für den Magirus. Und das sowohl für die schon länger erhältlichen Dreiaxser als auch für die ganz neuen zweiaxser Versionen.

Der Sound passt sich dynamisch der Fahrsituation an. Seine Grundlautstärke lässt sich über den CarManager einstellen. Das Fahrgeräusch ist nicht besonders laut, aber doch so, dass man es in der Nähe des fahrenden Modells gut hören kann. Damit also durchaus passend zum H0-Maßstab 1:87. Über die Software lassen sich auch noch





## Mehr Bedienkomfort

### Intellibox 3 von Uhlenbrock

Die neue Intellibox 3 fällt vor allem durch das vollfarbige Touchdisplay auf, aber auch die inneren Werte der Multiprotokollzentrale können sich sehen lassen, die dank WLAN und RailCom umfangreiche Möglichkeiten bieten.

Das Erscheinen der ersten Intellibox von Uhlenbrock Ende der 1990er Jahre war eine Sensation, denn es war die erste Multiprotokoll-Digitalzentrale, mit der am Gleis wahlweise, bei Bedarf auch gleichzeitig DCC, MM und SX ausgegeben werden konnte. Auch bei anderen Dingen zeigte sich das Gerät erstaunlich kompatibel: Auf der linken und rechten Seite konnten Steuergeräte von Arnold und Märklin angesteckt werden. Eine Buchse auf der Rückseite ermöglichte den Anschluss der ursprünglichen Lokmaus von Roco. Außerdem war die Intellibox das erste Gerät in Europa, bei dem das LocoNet als Modellbahn-Bus zum Anschluss von Handreglern, Rückmeldern und anderem Zubehör zum Einsatz kam.

Die wichtigste Neuerung ist das große und vollfarbige Touchdisplay, mit dem die Bedienung noch einfacher wird.

#### IB-Entwicklung und Varianten

Auf dieser Basis folgte nach einiger Zeit das Twin-Center. Hier wurde auf das MM-Protokoll verzichtet. Stattdessen kann das Twin-Center das FMZ-Protokoll von Fleischmann erzeugen. Das Twin-Center wurde exklusiv von Fleischmann vertrieben und war auch etliche Jahre in H0 und N-Startpackungen zu finden.

Von Uhlenbrock gab es mit der Intellibox IR ebenfalls eine Varian-

te. Neu war vor allem die integrierte Infrarot-Schnittstelle für die Infrarot-Fernbedienung IRIS als kabellosem Handregler – von Piko unter dem Namen Digi-Fern erhältlich. Auf Basis der Intellibox IR war bei Piko eine Power-Box im Programm, die allerdings nur das DCC-Format erzeugen konnte und auf viele Anschlüsse verzichtete.

Es folgten wiederum Neuerungen bei Uhlenbrock, die vor allem unter der Haube stattfanden: Die Intellibox Basic entsprach optisch der ursprünglichen Intellibox, war aber mit abgespeckter Ausstattung deutlich kostengünstiger. Mit der Intellibox COM war ein Gerät erhältlich, das auf Bedienelemente verzichtete und als PC-Steuerung gedacht war. IB Basic und IB COM kamen bereits ohne seitliche Anschlüsse für Märklin-Geräte, da der Bedarf praktisch nicht mehr vorhanden war. Auch die Halbleitertechnik war bei diesen Zentralen schon etwas weiter und das auffällige Kühlblech auf der Rückseite konnte entfallen.

#### Intellibox II & Co.

Der nächste Schritt nach vorne war die Intellibox II mit großem Grafikdisplay und vielen neuen Funktionen. Neben der integrierten Lokdatenbank ist hier vor allem die geniale Fahrstraßensteuerung zu nennen, mit der sich interessante Automaten realisieren lassen, da nicht nur Zubehöradressen, sondern auch Lokfunktionen gesteuert werden können. Gestartet werden die Fahrstraßen wahlweise per Tastendruck an der Box oder über Rückmeldekontakte. Da auch Wartezeiten möglich sind, lassen sich so komplexe Abläufe realisieren.

Die Zentrale System Control 7 (SC7) von KM1 ist eine Variante der Intellibox 2. Passend zum Großbahn-Programm des Herstellers ist die SC7 mit einer kräftigeren Endstufe ausgestattet und kann zusammen mit dem passenden Netzteil am Gleis Ausgang bis zu 7 Ampere liefern.

Nach einer mehrjährigen Pause ging es Schlag auf Schlag weiter: Wie die erste Intellibox beherrschte auch die IB II die Gleisprotokolle DCC, SX und MM. Per Software-Update ist vor einigen Jahren das





mfx-Protokoll dazu gekommen. Damit dieses bei der Intellibox II Sinn macht, muss man zusätzlich das mfu-Modul anschaffen, das die per RDS-Protokoll codierten Daten bei der mfx-Anmeldung decodiert und über das LocoNet an die Intellibox II weitergibt. Das mfu-Modul wird zwischen Gleis Ausgang der IB II und dem Gleis eingefügt. Neue mfx-Fahrzeuge werden automatisch erkannt und im Display angezeigt.

Wenig später folgte die Intellibox 2neo. Diese beinhaltet bereits das mfu-Modul, beherrscht also ab Werk das mfx-Protokoll. Neu war zudem ein integriertes WLAN-Modul, mit dem die 2neo auch per Z21-, LocoNet-TCP und WiThrottle-Protokoll erreichbar ist.

### Intellibox 3

Langjährige Beobachter der Szene haben schon beim Erscheinen der 2neo gemutmaß, dass diese nur der Zwischenschritt zu einer Intellibox 3 ist, die dann von Uhlenbrock im Dezember 2024 angekündigt wurde – parallel dazu die System Control 9 von KM1 als kräftigere Variante der IB3. Sie kann diesmal sogar bis zu 9 Ampere liefern. Bei der IB3 sind bis zu vier Ampere am Hauptgleis möglich. Eine Produktpräsentation bei KM1 war es dann auch, bei der erste Ansichten von der neuen Zentrale gezeigt wurden. Schnell war klar, dass die Neuerungen vor allem die Bedienebene betreffen.

Auffällig ist hier das große Farbdisplay, das in der Mitte der Zentrale breiten Raum einnimmt. Geblieben sind die beiden Drehregler, mit denen sich zwei Triebfahrzeuge direkt steuern lassen. Entfallen sind ein paar Tasten, weil das Display mehr Fläche benötigt. Geblieben sind aber ausreichend viele Tasten, um unabhängig von der Display-Anzeige die wichtigsten Funktionen der zwei von Hand gesteuerten Fahrzeuge direkt im Griff zu behalten. Ein paar Hotkey-Tasten ermöglichen das schnelle Erreichen der wichtigsten Bedienebenen.

### Touch-Display und SD-Karte

Alle weiteren Dinge werden über das vollfarbige Touch-Display gesteuert. Dies ist komplett neu konzipiert und programmiert, wobei alle wichtigen Elemente der Benutzerführung übernommen wurden, so dass sich Besitzer einer IB oder Intellibox 2neo sofort zurechtfinden. Natürlich werden auch die Vorteile der Touch-Funktion genutzt und an den Stellen, wo Texteingaben erforderlich sind, eine Tastatur eingeblendet. Damit wird vor allem das Verwalten der Lokdatenbank, der Zubehördatenbank und von Fahrstraßen einfacher.

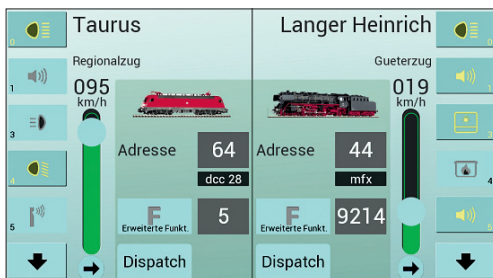
Alle Daten werden auf einer SD-Karte gespeichert, so dass man einfach eine Datensicherung erstellen kann. Außerdem begrenzt nur noch der Platz auf der Speicherkarte die Größe von Lok- und Fahrstraßen-



Das Konfigurationsprogramm zur IB 3 ist eine Draufsicht und arbeitet als unabhängige Bedienebene. Das traditionelle Stellpult mit den roten und grünen Tasten ist weiterhin vorhanden, allerdings erfolgt die Bedienung jetzt per Fingertipp im Display.

Datenbank. Im Anzeigemodus für Lissy- und MARCo-Module werden nun auch Nachrichten ausgewertet, die im Multisense-Datenformat gesendet werden, wie es zum Beispiel bei Meldern von Blücher, Digitrax und YaMoRC der Fall ist.

Sofern Decoder dies unterstützen, werden RailCom-Nachrichten wie Ist-Geschwindigkeit angezeigt. Dies ermöglicht ein integrierter globaler RailCom-Detektor und ist eine der Neuerungen im Vergleich mit der Intellibox 2neo. Der Detektor ermöglicht auch das Auslesen von Konfigurationsvariablen auf dem Hauptgleis. Damit muss ein Triebfahrzeug nicht mehr unbedingt auf das Programmiergleis. Der Hauptvorteil ist die hohe Geschwindigkeit, mit der die CV-Einstellungen aus dem Decoder gelesen werden. Dies macht sich vor al-



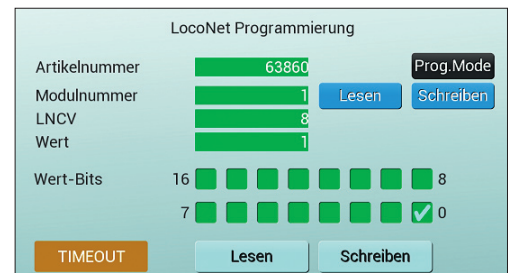
Dank Farbdisplay sind nun auch farbige Loksymbole möglich. Neu ist, dass eine zusätzliche Funktion direkt mit den Kommandos aus dem Bereich Binary States bedient werden kann.

Das Bearbeiten von Lokdaten geht mit der neuen Touchbedienung flott, wie hier beim Einstellen der Symbole für die Funktionstasten.



Decoder programmieren kann man wahlweise auf herkömmliche Art auf dem Programmiergleis oder dank RailCom-Unterstützung auch auf dem Hauptgleis.

LocoNet-Freunde kennen es: LocoNet-Module von Uhlenbrock und ein paar anderen Herstellern lassen sich per LNCV-Programmierung konfigurieren.







## Wie viel Uhr ist es?

### Die CS3-Uhr in Ereignissen

Im Werkzeugkasten der Märklin-CS3 findet sich seit einiger Zeit eine Uhr. Sicher ist es schick, im Gleisplan eine Uhr zu zeigen oder gemäß RCN 212 ein Zeitsignal im DCC-Datenstrom mitzusenden. Aber das kann nicht der ganze Sinn der Sache sein. Ist es auch nicht. Tatsächlich ist die Uhr eine Komponente, die das Automatisierungskonzept der CS3 stark unterstützt.

Wollen wir als Modellbahner die Abläufe auf einer Anlage automatisieren, ist unser Ansatz intuitiv ein statischer. Wir stehen an einem räumlich festen Punkt und wollen von hier aus ein Netz anderer fester Punkte – Weichen, Signale etc. – kontrollieren. In dieses so vorbereitete Szenario werden dann Züge geschickt. Abhängig von der Identität eines Zuges fallen Routen-Entscheidungen, die wiederum Auswirkungen auf das Verhalten verschiedener fester Punkte im Netz haben.

Etwas bildlicher gesprochen: Wir stehen gedanklich an der Bahnhofseinfahrt, schauen, was für ein Zug kommt, und entscheiden, was mit ihm geschehen soll: „Ah, ein D-Zug? Der bekommt Durchfahrt auf Gleis 1. Ein Schienenbus? Der wird auf Gleis 3 geleitet. Der Güterzug? Direkt zum Zerlegen über Gleis 6 in den Rangierbahnhof!“

Im Grunde ist dies die Sicht eines Stellwerkers, der für die aus der weiten Welt kommenden Züge Fahrstraßen innerhalb seines Bahnhofs stellt und die Züge auch wieder „ins Unbekannte“ auf die Strecke schickt.

Die Kenntnis, welcher Zug gerade zur Behandlung ansteht, wird entweder durch Hinschauen gewonnen oder aber durch ein technisches Hilfsmittel wie z.B. IR-Übertragung (Lissy von Uhlenbrock), RFID-Kennungen (u.a. Littfinski) oder RailCom (genormter DCC-Datenrückkanal von der Lok zur Zentrale). Ein anderer Ansatz ist, die Ausgangsaufstellung der Züge auf der Anlage zu kennen und während des Betriebs jede Bewegung mitzunotieren. Diese Zugverfolgung erlaubt eine Aussage darüber, welcher individuelle Zug als nächstes am Betrachterstandort vorbeirollt. In der skizzierten Wei-

se funktionieren Anlagensteuerungsprogramme wie TrainController, Win Digipet, iTrain oder das offene Rocrail. Kombiniert man beide Optionen, kann man das Steuerungssystem sogar rekalisieren.

Der Blick des Stellwerkers und die darauf ausgerichteten technischen Möglichkeiten kommen dem üblichen Spiel mit der kleinen Eisenbahn sehr entgegen. Man stellt eine Lok aufs Gleis, hängt einen Zug an und fährt los, mal rechts herum, mal links herum, und erfreut sich an der feinen Technik und ihrer Bewegung. Regeln entstehen im Spiel erst, wenn das wahllose Losfahren langweilig wird.

### Automatik und Zugerennung

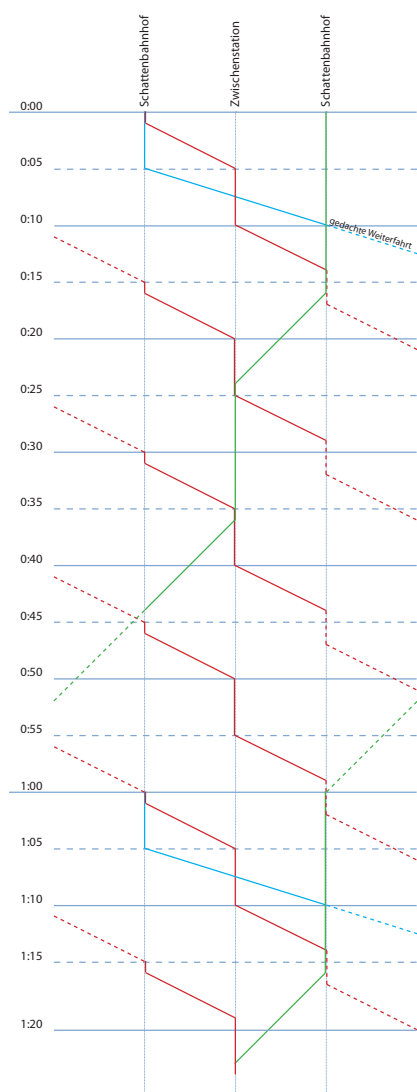
Oft wird nun eine Automatik gewünscht, die Züge auf die Strecke schickt, dabei die ganze Anlagen-technik im Griff hat, und dem Bediener Raum für eigenes Rangieren oder andere Eingriffe lässt. Auch mit der CS3, besonders im Zusammenwirken mit einer Anlagensteuerungssoftware, kann man seine Anlage in dieser Art betreiben. Vielleicht ist der Aufbau auch so, dass der Abruf aus einem Schattenbahnhof nach Zufall geschieht und dadurch immer wieder neue Zugfolgen entstehen. Diese Art, seine Modellbahn zu betreiben, ist weit verbreitet und völlig in Ordnung, solange sie Freude bringt. Mit dem Vorbild hat Bahnbetrieb dieser Art jedoch nichts zu tun.

Die technische Erkennung der Identität eines Zuges an einem bestimmten Ort erscheint uns eine grundlegende Notwendigkeit zur Automatisierung zu sein. Die bereits angesprochenen Verfahren können dies mit mehr oder weniger großem zusätzlichem Hardwareaufwand leisten. RailCom verlangt beim rollenden Material die geringsten Eingriffe, da moderne Fahrzeugdecoder meist schon RailCom-fähig sind.

Die drei benötigten Züge: Güterzug „Günni“, ein IC und eine S-Bahn.







Die S-Bahn ist rot, der IC blau und der Güterzug in Grün dargestellt. Links und rechts vom Schattenbahnhof ist die angenommene „große weite Welt“, aus der Züge kommen und in die Züge fahren. Die Zeiten sind, besonders für die S-Bahn, so abgestimmt, dass der Verkehr mit nur einem Modellfahrzeug dargestellt werden kann, wo beim Vorbild mehrere S-Bahn-Triebzüge nacheinander auf die Strecke geschickt werden müssten.

keit Märklins, sondern daran, dass die mfx-Erkennung nicht echtzeitfähig ist. Was nutzt das nachträgliche Wissen um die Identität eines Zuges, wenn dieser den Meldebereich schon wieder verlassen hat?

### Perspektivwechsel

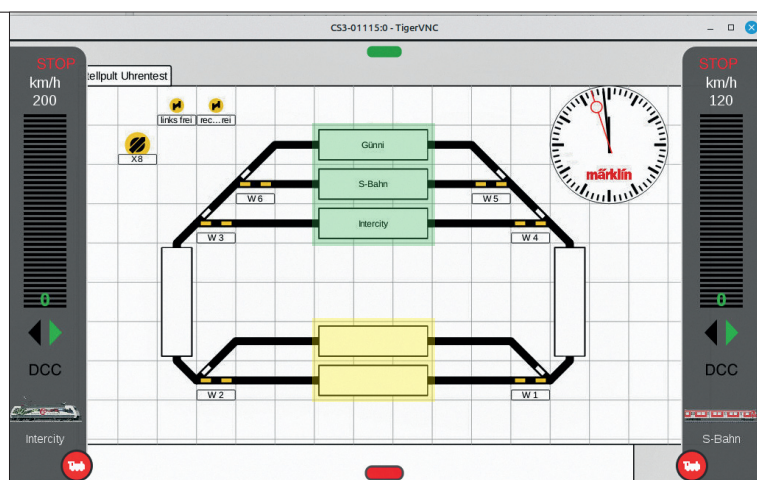
Märklins Konzept zu Automatisierung erfordert einen grundlegenden Wechsel der eigenen Perspektive. Wenn keine Informationen der Art „Wer kommt gerade an meinem Standort vorbei?“ vorhanden sind, kann man die Frage umdrehen: „An welchen Orten komme ich gerade vorbei?“. Dies ist beantwortbar, wenn eine Gleisfigur mit Meldeabschnitten befahren wird. Ein Melder meldet die Existenz eines Fahrzeugs unabhängig von dessen Identität. Eine Voraussetzung zur eigenen Positionsbestimmung ist daher, den eigenen geplanten Fahrweg zu kennen, die dort eingesetzten Melder Stück für Stück abzu-

fragen und mitzunotieren, welche Melder bereits gemeldet haben. Aus einer Fahrstraße – einer Folge von passend gestellten Weichen und Signalen – wird eine Zugfahrt, in deren Verlauf die nötigen Wegeelemente passend eingestellt werden.

Werfen wir einen Blick aufs Vorbild, stellen wir fest, dass sowohl der Blick des Stellwerkers mit Befragungsabfragen als auch der des Lokführers mit Positionserkennung nur Teilaspekte des Systems Eisenbahn sind. Verknüpft werden sie durch eine zeitliche Komponente, den Fahrplan. Dieser legt fest, was wann wo geschehen soll. Ortsbezogene Fahrpläne kennen wir aus dem Bahnhof: auf gelbem Papier für die Abfahrt, auf weißem für die Ankunft. So etwas gibt es auch für die Nutzung in Stellwerken und im Güterbahnhof.

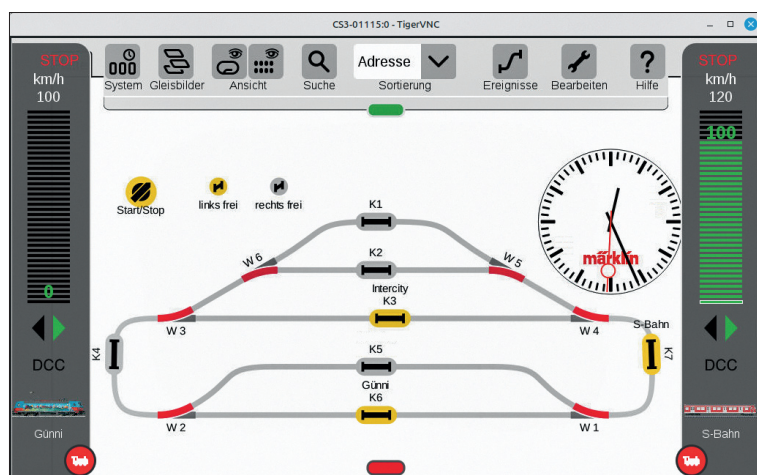
Den mobilen Gegenständen, den Buchfahrplänen der Triebfahrzeugführer, begegnet man als Modell-

Die Grundaufstellung in der Stellpult-Ansicht. Alle drei Züge stehen im Schattenbahnhof (grün markiert), die Zwischenstation (gelb) ist leer, ebenso die verbindenden Strecken rechts und links.

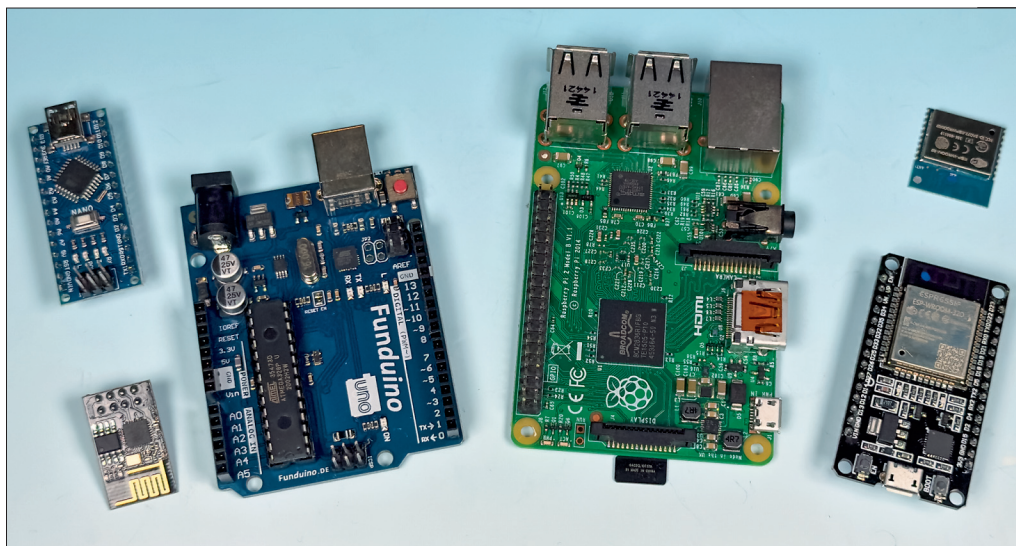


Anlagenseitig sind in jedem Fall geeignete Empfangs- bzw. Detektorsysteme einzubauen. Für die Weiterverarbeitung der gewonnenen Informationen braucht es Rechenleistung und ein Anzeigesystem, denn wir Modellbahner wollen ja sehen, was die aufwendig installierte Technik auf dem Gleis erkannt hat. Eine Zentrale ohne eigenen Bildschirm benötigt immer einen externen Computer (PC, Tablet, Handy) zur Anzeige der empfangenen Daten. Mit integriertem Bildschirm gibt es derzeit nur die Ecos von Esu und die CS3 von Märklin. Letztere bringt die Ereignissteuerung mit, was schon die halbe Miete zur automatisierten Anlage zu sein scheint, wenn es nur eine Identitätserkennung gäbe. Dass diese nicht über mfx realisiert wird, liegt nicht an der Nachlässig-

12:26 Uhr in der Gleisplan-Darstellung: Die S-Bahn ist pünktlich aus der Zwischenstation abgefahren und hat bereits Meldeabschnitt K7 erreicht, während Günni weiterhin in der Zwischenstation warten muss.







Unterschiedliche Mikroprozessoren, verschiedene Hersteller und jeder hat seine eigene Form. V.l.n.r: Arduino Nano (oben), ESP-01, Funduino Uno (baugleich mit dem Arduino), Raspberry Pi, ESP 32 WROOM und ESP-12 (oben).

leicht zu erlernenden Programmiersprachen ist die Einstiegshürde sehr gering. Auch die Beschaffung der Bauteile stellt dank Online-Shops heutzutage kein Problem dar.

### Welche wird Hardware benötigt?

Wir wählen für ein Einstiegsprojekt einen Arduino Nano, da dieser günstig ist und sich gut für einfache Anwendungen eignet. In dem Projekt realisieren wir einen Zugzielanzeiger mit einem OLED-Display. Dieses ist in Form einer Schritt-für-Schritt-Anleitung aufgebaut, vom einfachen bis zu wechselnden Texten und Laufschriften und kann dann leicht an eigene Bedürfnisse angepasst werden. Als Hardware benötigen wir:

- einen Arduino Nano
- ein SSD 1306 OLED-Display 0,96" mit I<sup>2</sup>C-Interface und 128 x 64 Pixel
- ein Breadboard
- vier Jumperkabel mit Stecker auf der einen und Buchse auf der anderen Seite und
- ein USB-Steckernetzteil mit USB Mini B-Stecker

Das OLED-Display wird in verschiedenen Farben angeboten. Für

## Leichter Einstieg in Arduino & Co Mikrocontroller für die Modellbahn

Arduino, ESP und Raspberry Pi vereinfachen den Einstieg in die digitale Steuerung und motivieren mit leicht verständlichen Programmierbeispielen dazu, diese Technologien auf der eigenen Modellbahnanlage und in anderen Bereichen einzusetzen.

Wer früher eine Modellbahn digital steuern wollte, stand vor einem Berg von Kabeln, Schaltern, Relais und teuren Decodern. Jede Weiche, jede Lampe musste mühselig verkabelt werden. Heute übernimmt die Arbeit ein kleiner Mikrocontroller, der kaum größer als ein Stück Schokolade ist.

Diese kleinen Computer können messen, schalten und steuern. Sie lassen sich programmieren, übernehmen wiederkehrende Aufgaben automatisch und machen die Modellbahn nicht nur moderner, sondern auch viel einfacher zu handhaben. Der Einstieg ist dabei vergleichsweise leicht. Schon wenige Bauteile – eine LED, ein Widerstand und ein Arduino – reichen, um ein erstes Erfolgserlebnis zu erzeugen. So entsteht ein schneller Lerneffekt, der motiviert, weitere Schritte mit eigenen kreativen Ideen zu wagen.

Immer mehr Selbstbauprojekte halten auch im Modellbahnhobby Einzug. Durch günstige Verfügbarkeit entsprechender Entwicklungsboards, zumeist kostenlosen Entwicklungsumgebungen (IDEs) und

Eine Übersicht der Boards aus dem Einsteigerbereich. Mit diesen kommt man als Anfänger relativ leicht zurecht, eine entsprechende Kategorisierung gibt es in der Spalte zur Anfängerfreundlichkeit. So kommt in diesem Beitrag der Arduino Nano zum Einsatz. Die Preise wurden auf verschiedenen Plattformen ermittelt.

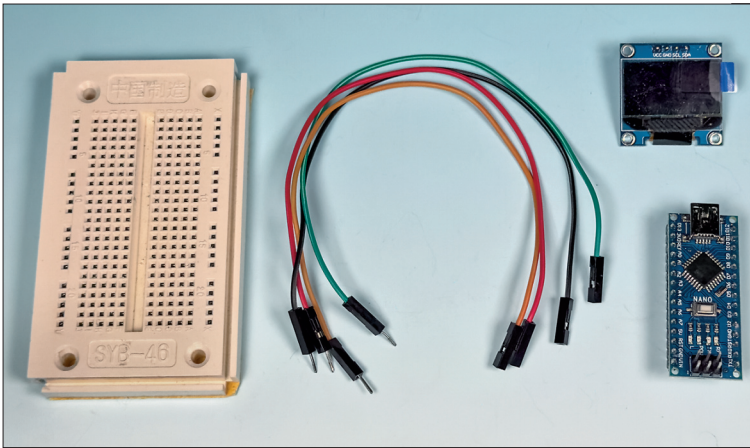
### Übersicht der Boards (Auch als PCB\* bezeichnet.)

Board	Preis	Entwicklungsumgebung/IDE	Bibliotheken und Projekte	Anfängerfreundlich?	Anwendung auf der Modellbahn
Arduino Uno/Nano	8 bis 25 €	Arduino IDE (kostenlos) oder PlatformIO	Tausende Libraries (Servo, LCD, I <sup>2</sup> C, Relais, LED-Matrix)	sehr geeignet	Servo-Ansteuerung für Weichen, Bahnübergänge, LED-Signale
ESP 32	5 bis 12 €	Arduino IDE, PlatformIO, ESP-IDF (alle kostenlos)	sehr viele IoT**-Bibliotheken, WLAN/Bluetooth integriert	gut geeignet (etwas komplexer als Arduino)	drahtlose Steuerung, Displays, Soundmodule, smarte Steuerungen
Raspberry Pi Pico (RP2040)	5 bis 8 €	Thonny (Python), Arduino IDE, C/C++ SDK (kostenlos)	wachsende Zahl an Libraries, GPIO sehr flexibel	gut für Einsteiger	Servo- und Motorsteuerung, kleine Displays, Sensorik
Raspberry Pi 4/5 (SBC)	50 bis 80 €	Raspberry Pi OS, Python, C/C++ kostenlos	resigee Community, aber eher Software-lastig	für Anfänger komplexer	zentrale Steuerung, Visualisierung, Automatisierung, Touch-Displays

\* Printed Circuit Boards: Leiterplatten, auf denen elektronische Bauteile verbaut sind

\*\* IoT: Internet of Things oder Internet der Dinge (bspw. Geräte im Smart Home)





Ein kleines, günstiges Breadboard ist völlig ausreichend. Hinzu kommen vier verschiedenfarbige Patchkabel, das Display sowie der Arduino Nano.

Die Entwicklungsumgebung Arduino IDE kann unter der Webadresse [arduino.cc/en/software](https://arduino.cc/en/software) heruntergeladen werden – hier der QR-Code zur Webseite:



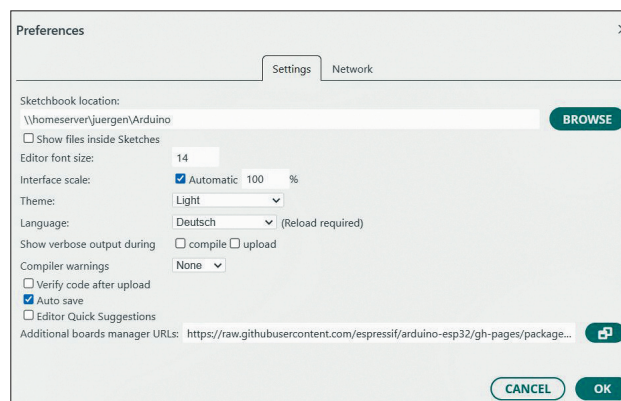
dieses Projekt wollen wir die Variante mit blauem Text zum Einsatz bringen. Als Besonderheit befindet sich ein gelber Bereich am oberen Ende des Displays, weswegen diese Variante gewählt wurde, um Sonderanzeigen, wie etwa Verspätungen oder Gleisänderungen, hervorheben zu können.

Um nicht jeden Baustein einzeln kaufen zu müssen, werden im Handel auch diverse Starter-Kits für Arduino Uno und Arduino Nano angeboten, die neben dem eigentlichen Controller-Board noch eine Vielzahl an Sensoren, Aktoren, Kabeln u.v.m. enthalten.

### Die Software für das Projekt

Vorbereitend kann die Arduino Entwicklungsumgebung (Arduino IDE) heruntergeladen und installiert werden. Diese kann unter der Adresse oder mit dem QR-Code (siehe Kasten) heruntergeladen werden. Einer der großen Vorteile

der Arduino IDE ist, dass diese nicht nur für Windows, sondern auch für Linux und Mac geeignet ist. Das entsprechende Betriebssystem wird ausgewählt und der Download kann gestartet werden.



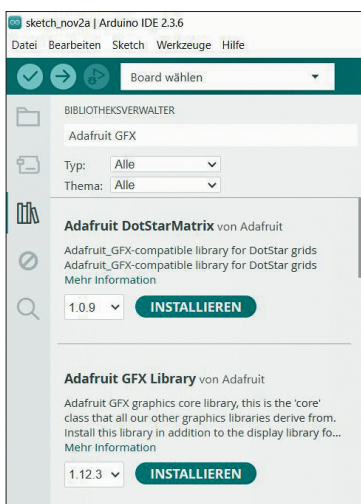
Nach der Installation der Entwicklungsumgebung Arduino IDE ist die Standardsprache noch Englisch. Dies lässt sich jedoch in den Einstellungen (Settings) einfach umstellen. Im Dropdown-Menü *Language* wird Deutsch ausgewählt und die IDE neu gestartet.

Im Regelfall ist die heruntergeladene Datei dann im Dateieexplorer im Verzeichnis „Downloads“ zu finden. Das Programm wird durch einen Doppelklick gestartet und der Assistent begleitet durch die Installation.

Nach erfolgreichem Abschluss dieser startet die Arduino IDE automatisch. Um uns bei weiteren Arbeiten leichter zu tun, stellen wir zunächst die Oberflächensprache auf deutsch um (Bild in der Mitte). Hierfür ist die Tastenkombination **Strg + Komma** zu drücken, unter dem Menüpunkt „Language“ wird der Eintrag „Deutsch“ ausgewählt und nun noch mit „OK“ bestätigt. Damit das Display verwendet werden kann, müssen noch die Bibliotheken *Adafruit GFX* und *Adafruit SSD 1306* installiert werden (siehe die Bilder unten links und rechts). Die dazu nötige Bibliotheksverwaltung ist am einfachsten über die Tastenkombination **Strg + + I** zu erreichen. Oben in der Suchleiste wird *Adafruit GFX* eingegeben und beim entsprechenden Eintrag in der Ergebnisliste der Button „Installieren“ gedrückt. Im nachfolgenden Dialog ist noch mit „Alle Installieren“ zu bestätigen. Für die Installation der Bibliothek *Adafruit SSD 1306* wenden wir das gleiche Vorgehen an.

### Von der Theorie zur Praxis

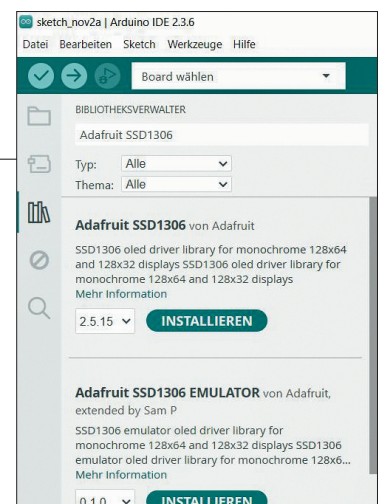
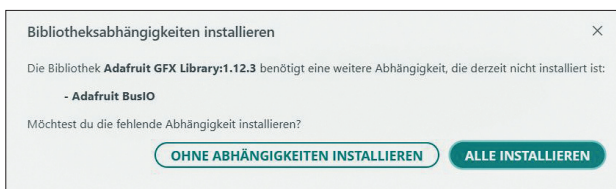
Nun nehmen wir zum ersten Mal die elektronischen Bauteile in die Hand und verbinden das OLED-Display unter Zuhilfenahme der sogenannten Jumperkabel mit dem



Für die grafische Darstellung auf dem OLED-Display wird die *Adafruit GFX Library* benötigt. Per Eingabe in der...

...Suchleiste lässt sich diese, wie auch die zweite benötigte Bibliothek *Adafruit SSD 1306*, für das OLED-Display installieren.

Werden zu den gesuchten Bibliotheken noch weitere für die korrekte Funktion benötigt, zeigt dies ein Popup-Fenster an. In diesem Falle wird zur *Adafruit GFX*-Bibliothek noch *Adafruit BusIO* gebraucht. Mit Klick auf „Alle installieren“ werden alle nötigen Libraries installiert.





## Die Sprachen der Modellbahn

Bussysteme, Gleis- und Netzwerkprotokolle

Als in den 1980er Jahren Videoaufnahme-Systeme in einen preislichen Bereich kamen, wo sich auch Privatleute dieser Technik zuwenden konnten, gab es mehrere konkurrierende Systeme, die weder mechanisch noch technisch zueinander kompatibel waren. Marktbeherrschend wurde VHS. Der Konkurrent Betamax verschwand damals in einer Nische. Die Produktion von Kassetten für beide Systeme wurde vor rund zehn Jahren eingestellt.

Bei der Einführung digitaler Steuerungen für die Modellbahn war es anfangs ähnlich. Fast jeder größere Hersteller von Triebfahrzeugmodellen setzte zunächst auf sein eigenes, mit einigem Aufwand entwickeltes System. Auch dabei gab es Gewinner und Verlierer. Einige davon, wie zum Beispiel das FMZ-System von Fleischmann, sind heutzutage komplett verschwunden, andere existieren nach wie vor. Diesen erging es damit besser als den Videosystemen, die nahezu ausgestorben sind.

### Gleisprotokolle

#### Märklin-Motorola

Märklin ist bekannt als der erste Hersteller, der ein digitales Steuerungssystem in die Großserie eingeführt hat. So ganz stimmt das aber nicht, denn Trix war mit dem Selectrix-System und Zimo mit dem eigenen Zimo-Datenformat ein paar Jahre früher dran.

Das Prinzip bei Märklin beruhte auf Codierungs-ICs von Motorola, die aufgeteilt in Encoder und Decoder eine digitale Datenübertragung ermöglichten. Der Begriff Encoder konnte sich in der Modellbahnwelt nicht durchsetzen, und so reden wir heute von Zentrale oder genauer Digitalzentrale. Das Märklin-Motorola-Format (MM) ermöglichte ursprünglich nur eine eingeschränkte Anzahl von 80 Codierungsadressen, 14 Fahrstufen und nur das Schalten der Lichtfunktion. Bis heute wird dieses Datenformat von vielen Zentralen und Decodern unterstützt. Wer mag, kann dafür seine eigenen Decoder ohne das Programmieren eines Prozessors bauen: Benötigte Schaltkreise von Motorola werden zwar nicht mehr gefertigt, sind aber immer noch erhältlich.

Das Format wurde zum MM-2 erweitert, mit dem bis zu vier Funktionen je Lokadresse schaltbar sind. In der aktuellen Fassung sind bis zu 320 Zubehör-Decoderadressen in diesem Format möglich.

Uhlenbrock hat vor rund 25 Jahren mit der ersten Intellibox das Konzept einer Multiprotokollzentrale eingeführt. Auch die aktuelle IB 3 beherrscht mit MM, MM2, DCC, SX und mfx alle gängigen Gleisprotokolle. Über das integrierte WLAN-Modul bietet sie Zugang mit mehreren Netzwerkprotokollen, beispielsweise dem Z21-Protokoll.



Etliche Digitalhersteller unterstützen den Multiprotokoll-Betrieb am Gleis und bieten zahlreiche Anschlussmöglichkeiten für Bussysteme sowie Unterstützung für mitunter gleich mehrere Netzwerkprotokolle.

## Die Sprachen der Modellbahn

Bussysteme, Gleis- und Netzwerkprotokolle

Digitale Steuerungen übertragen Daten. Wie im richtigen Leben gibt es unterschiedliche Sprachen. Drei Gruppen kann man unterscheiden: Gleisprotokolle zur Ansteuerung von Lok- und Zubehördecodern, Busprotokolle für die Kommunikation innerhalb des Systems und Netzwerkprotokolle für die Anbindung von PC-Steuerungen und Apps für Tablets und Smartphones.

#### Selectrix (SX)

Das von der Doehler & Haass für die Trix entwickelte Selectrix-Digitalsystem ist sowohl Gleis- als auch Busprotokoll. Das Unternehmen aus Nürnberg ist Ende der 1990er Jahre im Göppinger Märklin-Konzern aufgegangen. Seitdem ist die Unterstützung bei Trix- und Minitrix-Produkten zurückgegangen. Eine Zentrale mit dem Protokoll ist bei den Göppingern schon lange nicht mehr im Programm. Minitrix-Decoder verstan-

den Selectrix noch lange durch ihre Multiprotokoll-Fähigkeit, was jedoch seit einiger Zeit entfallen ist.

Doehler & Haass existiert auch nach dem Ableben beider Firmengründer weiter und stellt nach wie vor Decoder her, die das Selectrix-Format beherrschen. Weitere Unterstützung ist allerdings geringer geworden, da sich der Hersteller vorwiegend auf die Produktion von Lok- und Sound-Decodern sowie dafür nötige Peripherie konzentriert.

Die EcoS von ESU beherrscht alle aktuellen Gleisprotokolle und ermöglicht die automatische Anmeldung per mfx und mit RailComPlus. Die integrierte Netzwerkschnittstelle kann mit dem ESU- sowie dem WiThrottle-Protokoll angesprochen werden. Ein Adapter ermöglicht den Betrieb von LocoNet-Modulen und Handreglern.







Die Digitalzentrale YD7010 von YaMoRC beherrscht am Gleisausgang zwar nur das weltweit verbreitete DCC-Format, bietet jedoch dafür enorm viele Bus-Anschlüsse und eine breite Unterstützung von Netzwerk-Protokollen.

Von anderen Herstellern werden weiterhin Geräte gefertigt, die Selectrix encodieren können. Hier sind vor allem die Multiprotokoll-Zentralen ECoS von ESU und die IntelliBox 3 von Uhlenbrock zu nennen. Mit Peter Stärz gibt es einen weiteren Selectrix-Anbieter, der nicht nur ein multiprotokollfähiges Gerät mit SX anbietet, sondern auch zahlreiche weitere Komponenten, die am Selectrix-Bus betrieben werden können.

Das Protokoll ist echtzeitfähig, da alle 112 Systemadressen in einem festen Raster angesprochen werden. Damit ist allerdings auch die Anzahl der gleichzeitig steuerbaren Triebfahrzeuge auf diese Höchstzahl festgelegt und es gibt zusätzliche Einschränkungen, wie etwa nur 31 Fahrstufen. Möglich sind im SX1-Format bis zu acht Lokfunktionen. Erst seit 2009 gibt es mit SX2 eine Formaterweiterung, die einen Adressraum für 9999 Triebfahrzeuge und 16 Zusatzfunktionen ermöglicht.

### DCC

Das Digital Command Control-Protokoll hat eine Geschichte mit interessanten Aspekten. Es wurde ursprünglich von Lenz für Märklin zum Einsatz bei der Spur 1 entwickelt. Vertrieben wurden die Geräte als Märklin Digital DC für Gleichspannungsbahnen. Durch eine Kooperation zwischen Märklin und dem damals noch existierenden Spur-N-Erfinder Arnold kam das Protokoll auch in Arnold-Digitalgeräten zum Einsatz. Lenz begann, selbst ein DCC-Digitalsystem zu vertreiben und genehmigte dem amerikanischen Modellbahnverband NMRA die Standardisierung. Einhergehend damit wurden die Spezifikationen veröffentlicht,

Tams bietet an der mc<sup>2</sup> eine gute Auswahl an Gleisprotokollen und zahlreiche Bus-Anschlüsse, so auch das moderne BiDiB-System. Decoder können sich vollautomatisch per DCC, halbautomatisch per mfx anmelden.



so dass auch andere Hersteller DCC-Decoder und -Zentralen auf den Markt bringen konnten. Um die Pflege des Protokoll-Standards kümmert sich die DCC-Working Group der NMRA.

Vor rund 15 Jahren gab es eine mehrjährige Pause der Aktivitäten dieser Gruppe. Als Reaktion darauf gründeten die europäischen Digitalhersteller den Verband RailCommunity, der seitdem die Normung am DCC-Protokoll, Schnittstellen, RailCom und SUSI federführend für Europa übernimmt. All diese Normen werden auf [railcommunity.de](http://railcommunity.de) veröffentlicht. Durch einen regelmäßigen Austausch mit der DCC-Working Group und dem MOROP wird dafür gesorgt, dass alle Veröffentlichungen zueinander kompatibel bleiben.

DCC bietet 126 Fahrstufen sowie je eine Fahrstufe für Halt und Nothalt. Bis zu 10239 Lokdecoder können adressiert und mit jeweils bis zu 69 Funktionen geschaltet werden. Weichen, Signale, Lampen und andere Dinge lassen sich über Zubehördecoder mit bis zu 2048 Adressen schalten.

### Märklins mfx

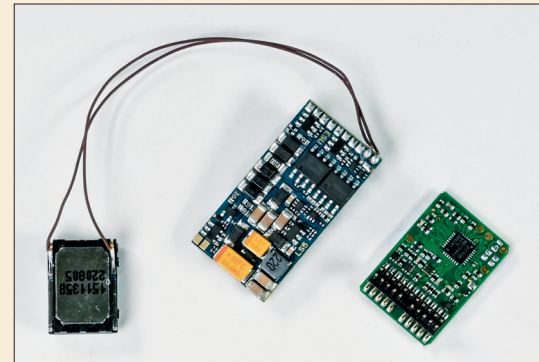
Märklin hat 2004 mit mfx als Nachfolger von MM2 ein komplett neues Digitalprotokoll auf den Markt gebracht. Es bietet 16383 Fahrzeug- und Zubehöradressen. Je Fahrzeug lassen sich bis zu 32 Funktionen schalten. Insgesamt stehen 127 Fahrstufen zur Verfügung. Sauber durchkonstruiert nimmt mfx auch Rücksicht auf andere Gleisprotokolle im gemeinsamen Betrieb. Durch das sogenannte Bit-Stuffing wird verhindert, dass mfx-Nachrichten mit DCC-Nachrichten verwechselt werden.

### Multiprotokoll

Die meisten Decoder und fast alle Zentralen ermöglichen heutzutage Multiprotokollbetrieb. Dabei werden die Daten für die unterschiedlichen Formate nacheinander gesendet und empfangen. In den Decodern kann eingestellt werden, auf welche Protokolle sie hören sollen. Neben diesem Betrieb können die meisten Decoder auch analog benutzt werden. Einige davon unterstützen dabei nicht nur den Gleich- oder Wechselstrombetrieb, sondern gleich beide Möglichkeiten.

### Bidirektionale Kommunikation

Lange Zeit waren die Modellbahn-Digitalsysteme am Hauptgleis unidirektional: Der Informationsfluss ging immer von der Zentrale (sendet) zum Decoder (empfängt). Märklin hat dies mit mfx geändert: Nun ist der Decoder in der Lage, Daten zurückzusenden und die Zentrale kann diese empfangen und auswerten. Als Sendetechnik kommt hierbei das RDS-Codierungssystem zum Einsatz, welches beim Radioempfang die zusätzlichen Textnachrichten überträgt. Die mfx-Rückmeldung wird vor allem zur automatischen Anmeldung von Triebfahrzeugen und Zubehör benutzt: Man stellt



Sowohl ESU (links, LokSound 5) als auch Uhlenbrock (rechts, IntelliDrive 2) bieten Multiprotokoll-Decoder an, die alle Sprachen verstehen. Von Herstellern wie Märklin, Piko und Zimo sind Decoder erhältlich, die bis auf SX ebenfalls alle Formate unterstützen.

eine Lok auf das Gleis, diese wird erkannt und auf dem Handregler oder der Zentrale aufgerufen. Eine Eingabe einer Adresse ist hier nicht mehr erforderlich. Neben der Adressvergabe werden bei der automatischen Anmeldung auch der Fahrzeugname sowie Lok- und Funktionssymbole ausgelesen und in der Datenbank der Steuerung abgespeichert.

Das DCC-System wurde ebenfalls um einen Rückkanal erweitert. RailCom liefert in einer kurzen Sendepause vor jeder DCC-Nachricht Daten vom Decoder zurück. Die Erweiterung RailComPlus von ESU sorgt für eine automatische Anmeldung, wie beim Märklin-System, und wird inzwischen auch von Piko intensiv eingesetzt. Leider ist die Spezifikation von RailComPlus nicht öffentlich verfügbar. Vom Normungsverband RailCommunity wurde daher DCC-A entwickelt, das in der RCN-218 genormt ist und dessen Spezifikationen auf der eigenen Webseite veröffentlicht wurden. Erste kompatible Produkte sind von FichtelBahn, RailBox, Tams und Zimo erhältlich.

## Bussysteme

Neben den Gleisanschlüssen sind an Digitalzentralen auch weitere für verschiedene Bussysteme vorhanden, die den Anschluss von Zubehör erlauben.

**Eingabebusse** dienen dazu, Handregler oder Stellpulte anzuschließen. Als solcher wurde das XpressNet von Lenz entwickelt. Damit lassen sich bis zu 31 Handregler verwenden. Dieses wird auch von einigen anderen Herstellern verwendet, wobei es manche so betreiben, wie es spezifiziert wurde, andere arbeiten mit eigenen Erweiterungen oder ohne offizielle Genehmigung von Lenz. Daher ist XpressNet auch unter anderen Namen an vielen Geräten zu finden. Die Bezeichnungen dafür sind X-Bus oder Xnet.

**Rückmeldebuss** dienen dazu, Meldungen von Rückmeldern über Gleisbelegungen der Digitalzentrale zuzuführen. Beispiele sind die Systeme RS-Bus und s88. RS wurde ursprünglich von Lenz erfunden und hat sich erst innerhalb der letzten Jahre stärker verbreitet. Der s88-Bus wurde von Märklin auf den Markt gebracht und ist heutzutage an fast jeder Zentrale vorhanden. In der ursprünglichen Version kamen Flachbandkabel zum Einsatz. Die aktuelle Variante s88-N nutzt handelsübliche Netzkabel, mit denen eine stabile Datenübertragung möglich ist.



## Die Sprachen der Modellbahn

Bussysteme, Gleis- und Netzwerkprotokolle



Der kleine polnische Hersteller Railbox zeigt mit der RB1110 Mini, welche Bus-Anschlüsse inzwischen zur allgemeinen Grundausstattung gehören: RS, s88, LocoNet und X-Net.

**Ausgabebusse** sind alternative Wege zur Gleisübertragung und dienen zum Anschluss von Zubehördecodern zur Ansteuerung von Weichen und Signalen. Ausgabebusse zur ausschließlichen Ansteuerung von Zubehördecodern sind selten. Hier ist vor allem der Shift-Commander-Bus des LoDi-Systems zu nennen.

**Kombinationsbusse** lassen den Anschluss aller möglichen Geräte zu. Sie bieten die Möglichkeit, alle Arten von Geräten anzuschließen, also Handregler, Rückmelder sowie zusätzliche Schaltdecoder. Erfunden von der amerikanischen Firma Digitrax, ist LocoNet einer der verbreitetsten Busse. Da es sowohl beim großen europäischen Modellbahnverein FREMO als auch bei Uhlenbrock zum Einsatz kommt, wird es inzwischen von vielen Herstellern unterstützt. Auch hier werden unterschiedliche Bezeichnungen wie L-Bus, L.Net oder Loknetz verwendet. Man unterscheidet zwischen LocoNet-T zum Anschluss von Handreglern und anderen stromverbrauchenden Geräten und LocoNet-B für Booster. LocoNet-Geräte lassen sich meistens auch konfigurieren. Zum Einsatz kommt das System der LocoNet-CVs (LNCV).

BiDiB ist ein anderes Kombinationsbus-System, das den Schwerpunkt auf der schnellen Übertragung von RailCom-Rückmeldedaten hat. BiDiB wurde von Wolf-

gang Kufer entwickelt, der vorher mit der OpenDCC-Digitalzentrale ein System veröffentlicht hat, das von vielen Bastlern aufgebaut wurde. Im Laufe der Jahre hat sich hier eine Community entwickelt, die Hard- und Software rings um das BiDiB-System entwickelt.

Das EasyNet ist ein Eingabebus-System der Firma Tams zum Anschluss von Erweiterungsmodulen und Handreglern.

Beim CAN-Bus handelt es sich um ein Bus-System, das vom grundsätzlichen Aufbau her aus der Automobilindustrie stammt. Vorteil davon ist, dass Industrie-Hardware erhältlich ist und der Bus hardwareseitig in vielen Mikrocontrollern implementiert ist. Der CAN-Bus ist seit langem in verschiedenen Modellbahn-Produkten zu finden und wird heutzutage bei mehreren Herstellern eingesetzt.

Leider sind diese Bussysteme jeweils nur begrenzt miteinander kompatibel. Die von Zimo und Roco sind es, ECoSlink wird hingegen nur bei ESU-Geräten verwendet. In den USA ist der CAN-Bus unter dem Namen LCC von der NMRA genormt. Passende Komponenten gibt es von verschiedenen US-Herstellern. Er ist kompatibel zum OpenLCB-Bus aus der Bastlerszene.

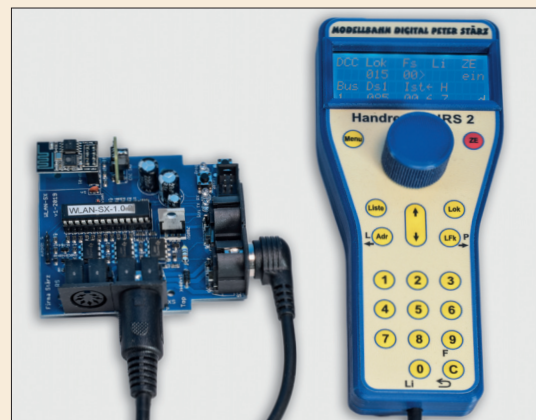
## Netzwerkprotokolle

### TCP und UDP

Auf der Netzwerk-Transportebene wird zwischen dem TCP- und dem UDP-Protokoll unterschieden. Beide sind etwa genauso alt wie das Internet und verfolgen unterschiedliche Konzepte: TCP ist immer eine Verbindung zwischen zwei Geräten, bei der gesichert ist, dass eine gesendete Nachricht beim Empfänger ankommt. Bei UDP ist dies ohne weitere Maßnahmen nicht klar. Dafür ist es schneller, da nicht erst eine Verbindung aufgebaut werden muss. Möglich, ist dass mehrere Geräte gleichzeitig eine gesendete UDP-Nachricht empfangen. Im Modellbahnbereich werden beide Verfahren eingesetzt.

### ESU

Die ECoS benutzt eine TCP-Verbindung auf dem Port 15471. Im Gegensatz zu den meisten anderen Modellbahn-Netzwerkprotokollen werden hier nicht einfach nur die Daten des hauseigenen Bus-Systems durch das Netzwerk getunnelt. Das ESU-Protokoll besitzt ein eigenes Datenmodell. Dabei erfolgt der Datenzugriff über Objekte mit einer eindeutigen ID. Client-



Peter Stärz hält nach wie vor die SX-Fahne hoch und bietet Zentrale, Handregler und weitere Komponenten an. Links das WLAN-Adaptermodul, das SX-Zentralen erweitert und eine Z21-Protokoll-Unterstützung bringt.

Programme müssen sich bei der ECoS zunächst registrieren und angeben, ob sie Objekte überwachen oder kontrollieren wollen. Jedes Objekt kann immer nur von genau einem Client kontrolliert werden. So sichergestellt, dass keine widersprüchlichen Befehle an Triebfahrzeuge oder Weichen gesendet werden.

### Märklin

Die Göppinger setzen bei ihrem Protokoll die Informationen des hauseigenen CAN-Bus direkt in Netzwerk-Nachrichten um. Dabei kann wahlweise UDP oder TCP verwendet werden. Letzteres nutzt dabei den Port 15731. Bei UDP werden Lese-Befehle über den Port 15730 und Schreibbefehle über Port 15731 übertragen.

### Lenz

Der Digitalpionier hat schon viele Jahre ein Netzwerk-Interface im Programm. Das Protokoll dazu beruht auf TCP. Lenz verwendet den Port 5550. Grundsätzlich werden XpressNet-Nachrichten genutzt, denen zwei Bytes als zusätzlicher Rahmen (Frame) vorangestellt werden. Es entspricht dabei dem Funktionsumfang des XpressNet-Protokolls in der Version 3.6. Zusätzlich gibt es einige Management-Nachrichten für das Netzwerk-Interface.

Märklin hat sich von Motorola-Chips zu hochmodernen Digitalsystemen entwickelt, bei denen teils Linux als Betriebssystem zum Einsatz kommt. Das Einstiegersystem mit Mobile Station 2 und Gleisbox ist bereits eine Multiprotokoll-Zentrale mit MM, DCC und mfx, inklusive automatischer mfx-Anmeldung.

Die Gleisbox aus Märklin-Startpackungen wird zwar mit dem Märklin-Adapter #60117 zum WLAN-System erweitert, man kann jedoch alternative Komponenten wie dieses PC-Interface von CAN-digital-Bahn (CdB) verwenden. Die CdB-Bausteine sind auch für den CAN-Bus von Zimo und Roco erhältlich.

