



Moderne Modultechnik, Segmente und Zubehör

Beim Betrieb von beweglichen Modellbahnteilen macht es Sinn, modulare Techniken anzuwenden, die in einem Konzept die notwendigen Schnittstellen einer Gesamtanlage festlegen. Zunächst sollen jedoch die nachfolgend benutzten Begriffe kurz erklärt werden um das notwendige Verständnis dafür herzustellen.

Module

Den Begriff Modul erklärt Wikipedia als „*Baustein, Bauelement, Teil eines größeren Systems*“. Mit dem Begriff „Modul“ wird auch ein Teilstück einer Modelleisenbahnanlage bezeichnet. Der Begriff muss jedoch näher erklärt werden, weil Teilstücke immer zusammen passen müssen. Die Stelle, an welcher ein Teil mit einem weiteren Teil oder mit einem größeren Ganzen zusammen gefügt werden muss, nennt man eine Schnittstelle.

Hier nun liegt der Hase begraben. Ein Ganzes kann aus nur zwei Teilen bestehen oder auch aus viel mehr. Wenn mehr als zwei Teile ein Ganzes bilden sollen, muss noch geklärt werden, ob beim Zusammensetzen eine bestimmte Reihenfolge einzuhalten ist, oder ob man die Teile beliebig zusammenfügen kann.

Will man eine Anzahl „X“ von einzelnen Teilen in beliebiger Reihung einander setzen, muss die Schnittstelle aber an allen Einzelteilen exakt die gleiche sein, damit alle Schnittstellen auch beliebig aneinander passen. Im Falle der Modelleisenbahn spricht man dann von **Modulen**.

Segmente

Hier muss eine bestimmte Reihenfolge eingehalten werden, z.B. beim Aufbau eines Bahnhofs-Gleisfeldes aus mehreren Kästen. Somit ist es unmöglich von dieser Reihung abzuweichen. Dazu müssen, oder auch können, sich die Schnittstellen unbedingt von anderen Schnittstellen unterscheiden. Man spricht in diesem Falle von **Segmenten**, die man dann **nicht** beliebig aneinander reihen kann.

Schnittstelle

Die Schnittstelle bei Segmenten ist also eine andere als bei Modulen! Diese Aussage allerdings gilt vor allem für den mechanischen Teil der Schnittstelle, aber oft auch für den elektrischen Teil. Allerdings kann der elektrische Teil evtl. auch ein erweiterter Teil sein, aber mindestens muss er die Grundsätze der Modulschnittstelle zunächst einmal erfüllen.

Zerlegbare Modellbahnanlagen können sich jedoch sowohl als Modulanlagen, als Segmentanlagen oder aber auch aus einer Kombination beider Kategorien zusammen setzen.

Voraussetzungen

Wenn Modellbahnanlagen zerlegbar sein sollen, ist für das Zusammensetzen der Einzelteile (Module, Segmente oder Beides) dafür zu sorgen, dass die Schnittstelle mit bestmöglicher Präzision gebaut wird. So muss vor allem der Schienenweg zwischen den einzelnen Anlagenteilen in allen 3 Dimensionen genau übereinstimmen. Die Landschaft ist dabei nebensächlicher, wenngleich auch hier die Optik stark leidet, sofern die Schnittstellen nicht genau passen. Um dieses zu erreichen, ist es unumgänglich eine Vorsorge für die Passgenauigkeit des Schienenweges zu betreiben. Kann man das gewährleisten, ist in aller Regel auch die Passung der zugehörigen Landschaftslinie gleich mit garantiert.

Diese Anforderung erreicht man nur durch ein Passsystem, welches vorteilhafterweise durch Passbuchsen und Passstifte gewährleistet wird. Solche Passsysteme werden in Deutschland durchaus angeboten und können käuflich erworben werden.

Passung bei Modulen

Ein weiterer Schwierigkeitsgrad ist der, dass das Herstellen von Bohrungen in einen „**Modulkopf**“ (also der Schnittstelle der **Module**) unbedingt auf einer präzisen Bohrschablone erfolgen muss. Diese ist die Voraussetzung, dass zwei Schnittstellen nachher auch wirklich aufeinander passen. Lasergeschnittene Modulköpfe können diese Technik bisher nicht ersetzen, weil Laserschnitte durch die Fokussierung des Laserstrahles nicht unbedingt senkrecht



verlaufen und daher ungeeignet sind. Außerdem kann ein gewisser Materialabbrand beim Laserschnitt die Maßhaltigkeit der Bohrung ruinieren.

Die Lösung des Problems ist entweder die von einem Werkzeugmacher hergestellte Bohrschablone mit einer Maßgenauigkeit von zwei Stellen nach dem Komma im Millimeterbereich, oder die Beschaffung von fertigen Modulköpfen mit eingebauten Passbuchsen, die relativ preiswert zu erlangen sind.

Passung bei Segmenten

Hier wird die Sache deutlich einfacher. Weil Segmente immer nur in derselben Reihenfolge zusammen gesetzt werden, können beide, mit Schraubzwingen, passgenau fixierten Segmentköpfe an zwei beliebigen Stellen, aber möglichst weit auseinanderliegend, durchbohrt werden, um diese später mit Maschinenschrauben zu verbinden. Segmente, auch solche, die bereits völlig fertig gestellt sind, können auch nachträglich noch mit Passbuchsen versehen werden. **(Siehe Anleitung auf MSL-Website)**

Segment-Anlagenteile

Will man eine Segmentanlage (oder einen Segment-Anlagenteil) mit Modulen zusammen betreiben, so ist es jedoch erforderlich, an jedem der beiden äußeren Enden der Segmentanlage einen Modulkopf zu montieren, um den Modulanschluss zu gewährleisten.

Der Schienenweg auf der Segmentanlage

Nachdem die Schnittstelle, ganz gleich ob Module oder Segmente, zunächst mit einem Passsystem versehen ist, muss unbedingt der Schienenweg noch die entsprechende Passung in Bezug auf die Passbohrungen in den Modul-Segmentköpfen erhalten

Das Gleis mit Bahnkörper auf dem **ersten** Kasten wird in seine Position gebracht (Gleislänge bitte genau bis an den Rand der Schnittstelle), dann fixieren (verkleben oder verschrauben) und danach die Fortsetzung des Gleises mit Bahnkörper auf dem nächsten Kasten vom Gleisende des erste Kastens aus weiter geführt. Eine kleine Gleislehre (Alu-, Sperrholz- oder Kunststoffplättchen mit dem genauen Maß der Spurweite + ca. 0,2mm, damit es klemmt) wird über die Schnittstelle der Kästen in beide Gleisteile eingelegt. Das Gleis auf dem 2. Kasten wird danach ebenfalls fixiert. Entfernt man anschließend die eingelegte Gleislehre und löst nun beide Kästen voneinander, so ist das über die Schnittstelle hinweg verlegte Gleis jetzt mit hoher Genauigkeit in Bezug auf die Passbuchsen fixiert. Fügt man beide Kästen wieder zusammen, so stimmt der Schienenweg jetzt wieder mit sehr hoher Passgenauigkeit, sofern die Kästen wieder wie ursprünglich genau zusammen passen.

Keine Schwierigkeiten bei der Gleisverlegung

Bei der Gleisverlegung auf Modulen werden oftmals das Positionieren und die Befestigung des Gleises an der richtigen Stelle mit ein wenig Unbehagen angegangen. Dies wird umso schwieriger empfunden, je mehr Gleise man hat und ob die Gleise auch genau rechtwinklig über die Kante eines Kastens geführt werden. Noch mehr Respekt erzeugt ein folgender Bogen nach dem Modulkopf auf dem nächsten Kasten oder sogar eine schräge Gleisführung (nur bei Segmenten möglich) über den Segmentkopf hinweg. Hier kann eine besondere Ausstattung des Gleises eine ungeheure Hilfe sein, gemeint sind hier die sog.

Gleisendstücke (GE's).

GE's sind speziell präparierte Gleisstücke, an deren einem Ende zwischen der letzten und vorletzten Schwelle je eine Schraube unter jedes Schienenprofil gelötet wurde. Die Lötstelle ist in Hartlöttechnik (mit der Flamme bei 650° und Silberlot) ausgeführt und sorgt für eine innige und unlösliche Verbindung, wirksam wie eine Verschweißung. Unter dieses Gleisende ist jetzt ein aus Kunststoff gefertigtes, kurzes aber sehr festes Bahnkörperteil geschraubt, das seinerseits mit dem Untergrund fest verschraubt werden kann, um einen direkten Kraftschluss zwischen Schienenprofil und Untergrund herzustellen.

Diese Einheit, als **Gleisendstück (GE)** bezeichnet, garantiert eine sehr einfache Montage, eine hohe Festigkeit und einen präzisen Abschluss des Schienenweges am Kastenende. Gleisendstücke gibt es für jedes zerlegbare Gleis und in unterschiedlichen Ausführungen.



Passgenauigkeit

Die Passgenauigkeit zweier Kästen und damit der Schienenweg hängen von dem eingebauten Passsystem ab. Die von MSL hergestellten Passbuchsen sind Präzisionsdrehteile, bei welchen die Innenbohrung der Buchse mit höchster Genauigkeit mit der Außenlinie der Buchse rund läuft. Sie darf nicht exzentrisch laufen, weil sonst bei zwei Buchsen der Abstand der Buchsen-Löcher unterschiedlich werden kann. Die Buchsen haben ein sehr kleines Spiel von 0,07 mm gegenüber dem Passstift, so dass man eine sehr hohe Passgenauigkeit der beiden verbundenen Modul- bzw. Segmentkästen erreichen kann. Eine weitere Voraussetzung dazu ist jedoch auch der Bohrabstand der Passbohrungen zueinander und der Abstand von der Modulkopf-Oberkante. Hier ist eine Genauigkeit von 2 Stellen hinter dem Komma einer Millimeterangabe erforderlich. Bei Wupper-Modulen und bei MOBADulen mit allen Varianten wird dieses vom Hersteller garantiert.

Modulanlage

Bei Aufbau einer Modulanlage wird nochmals darauf verwiesen, die Modulköpfe (auch als Fertigteile in sehr vielen verschiedenen Abmessungen erhältlich) mit fertig eingebauten Buchsen zu erwerben, wenn man nicht einen Werkzeugmacher findet, der die erforderlichen Qualitäten (siehe oben) in eine Bohrschablone einbauen kann! Für einen Buchsen-Abstand von 200,00 mm zueinander und einem Abstand von 60,00 mm, gemessen von der Modulkopfoberkante (die gleichzeitig das Maß der Trassen-Oberkante ist) gibt es eine Lasergeschnittene Gleispositionier-Schablone (GS) aus Stahl, die man mithilfe der beiden Passstifte in die Modulkopf-Buchsen stecken, und danach die Positionierung des Gleises herstellen kann. Man positioniert das Gleis mit zugehörigem Bahnkörper bis an die Schablone und legt wieder eine Gleislehre ins Gleis und gleichzeitig in den Ausbruch der Schablone. Dadurch erhält man eine präzise Position des Gleises in Bezug auf die beiden Passbuchsen. Platziert man an allen Modulen die Gleise immer mithilfe der Schablone auf die oben beschriebene Weise, sind alle Module mit derselben Schnittstelle ausgestattet, so dass man alle Module beliebig in der Reihenfolge der Montage vertauschen kann. Modulanlagen sind meistens ein- oder zweigleisig. Andere Gleislagen sind eher selten, es sei denn man baut z.B. einen Bahnhof, der aber dann als Segmentanlagenteil angelegt wird, und auch mehrere Segmente enthalten kann. An den Enden des Bahnhofs baut man jeweils einen Modulanschluss, so dass eine Kombination beider Kategorien (Module und Segmente) möglich ist.

Verbindungen von Kästen

Gewöhnlich werden Module oder Segmente bisher mit Schrauben verbunden. Dies ist eine solide und sichere Methode, jedoch oft recht zeitaufwändig, auch wenn Passstifte verwendet werden. Abzustellen ist dieses Manko jedoch durch einen Schnellverschluss, wenn gleichzeitig Passstifte verwendet werden. Durch die präzise Führung der Passstifte müssen die Verbindungsschrauben nicht mehr zur Ausrichtung der Module oder Segmente verwendet werden. Man kann auf Verbindungsschrauben ganz verzichten und auf andere Verbindungselemente zurück greifen. Neuerdings werden sogenannte Spannverschlüsse (ähnlich den Kistenverschlüssen) verwendet, die aber (wie der Name schon sagt) eine Vorspannung besitzen und nach dem Verschluss ständig eine starke und ausreichende Vorspannung erzeugen und damit die beiden zusammen gefügten Modul- oder Segmentkästen zusammen halten. Solche Verschlüsse reduzieren den Zeitbedarf beim Anlagenaufbau auf nur wenige Sekunden und vereinfachen diesen Vorgang dadurch erheblich.

Die Montage der Spannverschlüsse kann sogar nachträglich an vorhandene Module oder Segmente erfolgen, sogar eine versenkte Anordnung ist, auch nachträglich noch, in fast alle Kastenteile möglich. Für die Schraubenlöcher der Verschlüsse ist auch eine Bohrschablone erhältlich, ebenso wie eine Anleitung mit Maßskizze für den Einbau.

Beine (Winkelstützen)

Zerlegbare Anlagen müssen zum Zwecke des Aufbaus in aller Regel auf Stützen gestellt werden. Manchmal verwendet man Böcke, aber sehr häufig werden Module und Segmente auch auf Beine gestellt. Die Montage von Beinen ist das nächste Ärgernis, denn auch das ist oft recht zeitaufwändig. Hier nun gibt es wieder eine Erleichterung. Allerdings ist dazu eine bestimmte Form des Beines für einen Kasten erforderlich. Man benötigt dazu sogenannte Winkelstützen, die dann in einer Ecke des Kastens verwendet werden sollten, oder man muss sich



innerhalb eines Kastens eine neue Ecke bauen, wenn die ausgewählte Ecke schon „belegt“ ist. Ein einfaches kurzes Brettchen rechtwinklig von innen in die Seitenwand geschraubt und geleimt reicht da völlig aus.

Für solche Winkelstützen gibt es jetzt einen Schnellverschluss mit den zugehörigen Führungsleisten, die man nur von unten in die Führung einschiebt und dann über beide Winkel mit einem Querriegel sichert. Das dauert nur Sekunden im Gegensatz zu 2 oder 4 Schrauben, mit denen man sonst gewöhnlich die Beine befestigt hat. Bis Schrauben, Scheiben, Muttern und die Bohrungen überein stimmen, dauert es schon eine erhebliche Zeit, viele Modul-Bahner können davon ein Lied singen.

Die Winkelstützen haben den erheblichen Vorteil, dass sie die auftretenden Kräfte in beide Richtungen (quer und längs) aufnehmen können und daher eine deutlich höhere Starre aufweisen als alle Leisten oder Rohre. Eine Höhenverstellung am unteren Stützenende kann Bodenunebenheiten ausgleichen und das Ganze bleibt in einem erträglichen Kostenrahmen.

Sonstiges

Bei Verwendung von Kulissen an einer Modul- oder Segmentrückwand ist auf eine möglichst matte Oberfläche zu achten, da sonst Spiegelungen entstehen können, die gute Fotos verhindern. Kulissen sollten leicht montierbar sein und robust in Ihrer Handhabung. Eine Kulissenhalterung muss ebenso wie die Modul- oder Segmentkästen zerlegbar sein. Kulissen sollten, wenn möglich, über die Modullänge hinaus reichen. Zur Zeit sind zerlegbare und erweiterungsfähige Kulissentteile in der Entwicklung und Erprobung. Hier gilt es, die Komponenten modular zu gestalten, damit eine universelle Anwendung garantiert wird.

Elektrische Verbindungen und Beleuchtung

Der Einbau einer Beleuchtung (von oben) gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im derzeitigen LED-Lichtzeitalter werden geeignete Leuchtmittel immer besser und preiswerter, außerdem durch Verwendung von Niederspannung auch ungefährlicher. Eine Beeinflussung z.B. der Farbtemperatur ist zwischenzeitlich schon einigermaßen kostenneutral möglich. Die rasante Entwicklung dieser Technik lässt noch viel hoffen.

Für die elektrische Verbindung der weiter oben beschriebenen Anlagenteile mit Fahrstrom sollte man vor allem bei Digitalbetrieb den Empfehlungen der Elektronikhersteller folgen. Die elektrische Stromversorgung für das Gleis (Niederohmige Vorwärtsleitung) sollte immer weit weg von den Busleitungen (Hochohmige Rückwärtsleitung) für die Zentrale verlegt werden, und vor allem nicht parallel zueinander oder nahe beieinander liegen. Sowohl Busleitungen als auch Stromversorger-Leitungen sollten jeweils für sich verdreht werden, um Störeinflüsse zu minimieren. Steckverbindungen sollten immer unverwechselbar angelegt sein und niedrige Übergangswiderstände aufweisen, die Leitungsquerschnitte für den Fahrstrom immer ausreichend groß wählen (Herstellerangaben folgen) um nur geringe Spannungsabfälle zu erzeugen.

Resümee

Zerlegbare Modellbahnanlagen bedürfen eines bestimmten Aufwandes, der aber durch die Teilung in Module und Segmente eine recht große Aufmerksamkeit erfordern. Da der Schwerpunkt sicherlich auf Zerlegbarkeit angelegt ist, liegen hier sicher auch die Schwächen solcher Konzepte. Wenn aber der ansonsten erhebliche Zeitaufwand und die Arbeit für Auf- und Abbau von Anlagen deutlich verringert werden kann, wie oben beschrieben, bleibt dadurch mehr Zeit zum eigentlichen Anlagenbetrieb und damit **erhöht sich der Entspannungswert**. Somit lassen sich die hier aufgezeigten Verbesserungsvorschläge sicherlich rechtfertigen, auch wenn der erforderliche finanzielle Aufwand, der sich jedoch immer noch in Grenzen hält, den Kostenrahmen ein wenig belastet.