

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Planung.....	4
2.1	Der Weg vom Vorbild zum Modell	4
2.2	Lastenheft.....	5
2.3	Planung des Aufbaus.....	6
2.3.1	Funktion der Kraftübertragung.	6
2.3.2	Der Motor und der Generator	7
2.3.3	Die Kühlung und Die Beleuchtung	7
2.3.4	Die Verschalung und das Fahrgestell	7
2.3.5	Die Fernsteuerung	8
2.4	Bauplanung.....	9
2.5	Budget	10
3	Umsetzung.....	10
3.1	Erste Besorgungen	10
3.2	Forum	12
3.3	Konstruktion.....	12
3.4	Elektrische Planung	14
3.5	Fertigung des Gehäuses.....	14
3.6	Motorbesorgung.....	15
3.7	Elektroteile verarbeiten	16
3.8	Testlauf.....	17

4	Das Resultat	18
4.1	Technische Daten	18
4.2	Vergleich, Lastenheft und Ergebnis	19
4.3	Kommentar zum Ergebnis	19
4.4	Kosten	20
4.5	Zeitaufwand	21
4.6	Erkenntnisse	21
4.7	Erfahrungen aus dem Forum	22
5	Fazit und Schlusswort	23
	Glossar	24
	Anhang	25
I.	Literaturverzeichnis	25
II.	Abbildungsverzeichnis	25
III.	Elektroschema	26
IV.	Fertigungszeichnungen	28

1 EINLEITUNG

Was als Thema für meine Vertiefungsarbeit nehmen? Eine Frage, die man gerne vor sich herschiebt, und dann, wenn es soweit ist, steht man ohne Vorbereitung da. Dann wird ohne genügend gründlich zu überlegen ein Thema gewählt. Bald dann fällt einem dann auf, wie viele interessantere Themen es gäbe und das gewählte Thema „Söldnerdasein im 21. Jahrhundert“ gar nicht so super wie gedacht ist.

So jedenfalls erging es mir. Also fasste ich den Entschluss das Thema zu wechseln. Doch zuerst musste eine Alternative her. Ich wollte für meine VA so viel Eigenarbeit wie möglich. Ebenfalls wollte ich nicht nur eine reine Schreibearbeit gestalten. Also lag es auf der Hand etwas Praktisches zu machen. Da könnte ich von meinen Problemen und Lösungen schreiben, könnte mein Wissen und haufenweise eigene Gedanken einbringen. Weiter ergäbe es gleichzeitig etwas sehr Gutes für die Präsentation. Um das Resultat dann aber an der Präsentation zeigen zu können, musste mein Werkelobjekt also tragbar sein.

Früher hatte ich einmal eine Gartenbahn zum Spielen. Im Internet hatte ich erfahren, dass einige Bastler sich selber Lokomotiven für diese Bahn bauten. Einige sogar mit Verbrennungsmotor. Meine Bahn musste bis anhin im Keller auf bessere Zeiten warten. Potenzial war also vorhanden. Eine solche Lokomotive selbst zu entwickeln und zu bauen reizte mich schon immer. Also fiel meine Wahl auf eine Live-Diesellokomotive als praktische Arbeit, die ich dann dokumentieren kann. Es ist eine Aufgabe, die reich an Herausforderungen ist. Da gibt es zu planen, zu informieren, zu organisieren, zu lernen etc. Nicht zu vergessen, die kurze Zeitspanne zur Umsetzung.

Die Aspekte Wirtschaft, Technologie, sowie der Aspekt Identität und Sozialisation hängen damit zusammen. Wirtschaft, weil ich viel planen und organisieren muss, schon fast so als ob ich die Lok für einen Kunden bauen würde. Technologie natürlich, weil die Technik bei diesem Projekt fast schon omnipräsent ist. Identität und Sozialisation kommt ins Spiel, weil ich oft auch auf die Hilfe und Zusammenarbeit mit anderen Leuten angewiesen bin.

2 PLANUNG

Unmittelbar nachdem ich grünes Licht für meine Arbeit bekommen habe, begann ich zu recherchieren, um mir einen Überblick zu verschaffen. Ich nutzte Foren im Internet, sprach mit verschiedensten Leuten und las auf Wikipedia. Dann, als sich das Ganze immer mehr zusammenfügte und ich genug Wissen beisammen hatte, konnte ich mich an die Planung machen.

2.1 DER WEG VOM VORBILD ZUM MODELL

Lokomotiven können generell drei verschiedenen Typen zugeordnet werden. Sie werden nach ihrer Energiequelle unterschieden. Es gibt Dampf-, Diesel- und Elektroloks. Daneben gibt es noch einige Sonderformen.

Dampflokomotiven sind teuer im Unterhalt und Betrieb. Diesellokomotiven dagegen sind günstiger in beiden Punkten. Die elektrischen Lokomotiven übertreffen sie aber nicht, denn diese haben den besten Wirkungsgrad. Daher sind Elektrolokomotiven eigentlich die beste Lösung. Da aber eine strombetriebene Lokomotive mit Elektrizität versorgt werden muss, setzt diese eine Elektrifizierung der Bahnstrecke voraus. Falls eine Stromzuführung aber aus Kostengründen oder aufgrund von Umwelteinflüssen nicht möglich ist, stellt die Diesellokomotive eine gute Alternative dar. Dieselloks brauchen aber eine Übertragung der Motorleistung auf die Räder, während dies bei Elektro- und Dampflokomotiven fast direkt geschieht. Die Übertragung kann entweder elektrisch, hydraulisch oder mechanisch gestaltet werden.

Dieselben Vorteile, die das Vorbild besitzt, möchte ich auch im Modell nutzen. Denn beim Betrieb mit Strom stellen sich mir immer die gleichen Probleme. Verschmutzte, korrodierte Geleise, die die Stromversorgung behindern, sowie zu schwache Transformatoren, vermiesen einem den Spass. Die verschmutzten Geleise kann man mit mühseliger Arbeit reinigen. Die Stromversorgung aber, kann man lediglich durch grosse Investitionen verbessern. Das setzt aber auch eine feste Anlage mit gutem Gleisoberbau voraus.

Daher kommt die Diesellokomotive ins Spiel. Unabhängig von Stromversorgung und mit niedrigen Anforderungen an den Gleisbau besitzt sie eben diese Nachteile nicht. In punkto Leistung wird sie ihren Modellkonkurrenten wohl kaum nachstehen. Man könnte auch eine normale Lokomotive auf Akkubetrieb umrüsten, doch erstens wäre die technische

Herausforderung kleiner und zweitens müsste man jedes Mal vorher den Akku laden. Weiter wäre die Fahrzeit durch die Akkukapazität stark begrenzt.

Also werde ich eine Live-Diesellokomotive bauen. Als Kraftübertragung fiel bei mir die Wahl auf elektrisch.

2.2 LASTENHEFT

Bevor ich jedoch mit dem Bau meiner Lokomotive beginnen konnte, musste ich zunächst ein Lastenheft erstellen, damit auch die Ansprüche klar sind.

Folgende Anforderungen wurden an die Lokomotive gestellt:

- Umschaltbar zwischen Netzbetrieb und Selbstversorgung
- Geringe Anforderungen an den Gleisoberbau
- Komplette fernsteuerbar
- 4 Achsen davon alle 4 angetrieben
- Funktionierendes Spitzensignal, Richtungsabhängig
- Niedrige Fahrgeräusche
- Kleinster durchfahrbarer Kurvenradius 60cm
- Spurweite 45mm
- Abnehmbare Verschalung
- Nachbaubar

Ein Ziel bezüglich der Leistung und Geschwindigkeit definiere ich absichtlich nicht, weil sie bei diesem Prototyp noch keine grosse Rolle spielt.

2.3 PLANUNG DES AUFBAUS

2.3.1 FUNKTION DER KRAFTÜBERTRAGUNG.

Der geplante Aufbau der elektrischen Kraftübertragung sieht folgendermassen aus. Ein Modellmotor treibt einen Generator an und dieser wiederum erzeugt Strom. Dieser Strom dient dann dazu, die zwei Fahrmotoren zu betreiben. Also folgendermassen:

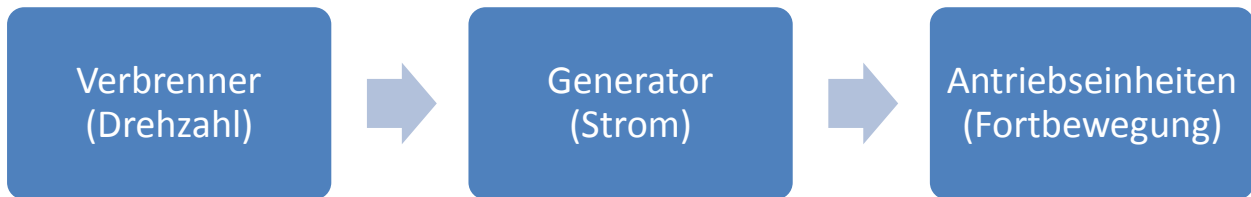


Abb. 1 Funktionsprinzip einer elektrischen Übertragung

Erhöht man nun die Verbrennerdrehzahl, so erhöht sich auch die Drehzahl am Antrieb, dass heisst, die Fahrgeschwindigkeit lässt sich über die Verbrennerdrehzahl regeln. Somit ist die Geschwindigkeitsregelung bereits erklärt. Die Fahrtrichtung lässt sich ganz einfach durch eine Umpolung der Antriebsmotoren ändern. Eine Bremse wird nicht nötig sein, da die Antriebsgestelle ein Schneckengetriebe besitzen. Weil ein Schneckengetriebe eine Selbsthemmung besitzt, bremst es, sobald die Fahrmotorendrehzahl unter die Fahrgeschwindigkeit fällt.

Da gibt es aber noch etwas zu beachten. Ein Verbrennermotor hat ein Standgas, der Generator produziert also auch Strom, wenn eigentlich keine Leistung verlangt wird und die Lokomotive stehen sollte. Daraus folgt, dass die Leerlaufdrehzahl und somit der Leerlaufstrom entweder vernichtet werden, oder der Stromkreis zum Anhalten unterbrochen werden muss. Weil sie mir als einfacher erscheint, wähle ich die Lösung mit dem Unterbruch.

Ein weiteres Problem kommt ebenfalls vom Generator. Erhöht sich die Generatordrehzahl zum Bewegen der Lokomotive, so steigt die Spannung die der Generator abgibt. Daraus folgt wiederum, dass auch im Steuerstromkreis die Spannung ansteigt und eventuell die Steuerung beschädigt wird. Das gleiche gilt auch bei der Versorgung der Leuchten und Ventilatoren. Also muss die Steuerspannung begrenzt werden.

2.3.2 DER MOTOR UND DER GENERATOR

Was für ein Motor genommen wird, ist noch unklar, ebenso was für ein Generator. Denn zunächst müssen die Fahrmotoren getestet werden. Wenn die Fahrgestelle ausgemessen sind, kann bestimmt werden, was für ein Generator in Frage kommt. Sobald dann der Generator vorhanden ist, wird ermittelt welcher Motor eingebaut wird. Der Generator hat jedoch noch eine weitere Funktion als nur die Spannungserzeugung.

Er dient gleichzeitig als Anlasser für den Motor. Dazu wird der Generator von einem Batterieblock mit Strom versorgt und er funktioniert dann in diesem Moment wie ein Elektromotor. Er wird solange mit Strom versorgt, bis der Verbrenner läuft. Dann werden die Batterien abgehängt und der Elektromotor funktioniert wieder wie ein Generator. Doch vor dem Starten muss der Verbrennungsmotor noch auf Betriebstemperatur gebracht werden. Dazu dient die am Motor angebrachte Glühkerze.

2.3.3 DIE KÜHLUNG UND DIE BELEUCHTUNG

Die Kühlung stelle ich mithilfe von einigen alten PC-Lüftern sicher. Denn der ganze Aufbau wird ordentlich Abwärme erzeugen. Weil aber die Lokomotive von einem Gehäuse abgedeckt werden soll, muss sie, um eine Überhitzung zu vermeiden, gekühlt werden. Die Beleuchtung der Lokomotive übernehmen LEDs. Die Anordnung ist wie folgt:

Zwei weiße LEDs zur inneren Beleuchtung, die immer leuchten, sobald der Motor läuft. Weiter sollen in Fahrtrichtung jeweils drei weiße Spitzenlichter, auf der Rückseite je zwei Rote leuchten. Die Spitzen- und Schlussbeleuchtung soll ebenfalls mit Umstellung der Fahrtrichtung umschalten.

2.3.4 DIE VERSCHALUNG UND DAS FAHRGESTELL

Die Karosserie wird erst konstruiert, wenn alle Teile, die hineinkommen, vorhanden sind. Sie soll an ein Vorbild angelehnt sein, aber kein allzu massstäbliches Modell werden. Lackiert wird die Lok vorerst noch nicht, denn dazu ist einmal die Zeit zu knapp und andererseits sieht man besser wie die Lok zusammengesetzt ist. Um den Punkt „geringe Anforderungen an den Gleisoberbau“ zu erreichen, muss das Fahrgestell Fehler im Geleise aufnehmen können. Um ein innovatives Fahrwerk zu entwickeln, fehlt jedoch schlicht die Zeit. Daher wird bei den Fahrwerken auf komplette Antriebsgestelle aus dem

Modellbahnbedarf zurückgegriffen. Doch werden diese Gestelle so an der Grundplatte befestigt, dass sie wenigstens dort etwas Gleisfehler ausgleichen können. Ebenfalls für gute Fahreigenschaften dürfte das vermutlich hohe Gewicht sorgen.

2.3.5 DIE FERNSTEUERUNG

Über die Fernsteuerung sollen folgende Funktionen geregelt oder betätigt werden können:

- Fahrgeschwindigkeit
- Ein-/Ausschalten der Fahrmotoren (wie eine Kupplung)
- Fahrtrichtung
- Vorglühen des Motors
- Start des Motors

Also sollte die Lokomotive im Betrieb vollkommen berührungslos laufen. Auch wenn der Motor einmal abgewürgt wird, ist es nicht nötig, Zugriff auf die Maschine zu haben. Das macht die Steuerung sehr bequem. Die Funktionen werden durch Servos angesteuert, die mechanisch auf Schalter drücken. Ausgenommen ist die Geschwindigkeitsregelung. Diese wird ebenfalls von einem Servo übernommen. Dieser wirkt über ein Gestänge mechanisch auf den Vergaser des Motors.

Angesteuert werden die Servos vom Empfänger, welcher wiederum seine Befehle von der Fernsteuerung in der Hand des Bedieners erhält. Zu dem Arbeits- und dem Steuerstromkreis (siehe. 2.3.1) gesellt sich noch ein Dritter. Der dritte Stromkreis dient zur Versorgung des Empfängers und der Servos. Er bezieht aber seinen Strom nicht vom Generator, sondern von einem Batterieblock. Damit wird sichergestellt, dass die Servos auch ansteuerbar sind, wenn der Motor, oder der Generator ihren Dienst aufgeben oder erst noch der Motor gestartet werden muss.

2.4 BAUPLANUNG

Die nachfolgende Planung diene mir als Anhaltspunkt für die einzelnen Schritte. Termine sind absichtlich keine festgelegt. Ich wollte mich nicht versteifen, damit ich bei Problemen flexibel reagieren kann. Der Plan dient mehr dazu, damit nichts vergessen geht und klar ist, was als Nächstes kommt.

1. Drehgestelle bestellen, Grobschema für Verdrahtung zeichnen, Elektroteile wie Mikroschalter und Relais besorgen, Occasion-Fernsteuerung besorgen, Bezugsquellen für einzelne Komponenten suchen, Unterstützung bei Fachpersonen einholen.
2. Drehgestelle ausmessen, Fernsteuerung testen, Schaltung Stromverbrauch und Wirkungsgrad ermitteln, Gleichstromgenerator in benötigter Grösse bestellen.
3. Schema weiter ausarbeiten, Generator ausmessen, Drehzahl bis 24v Spannung, elektronische Bauteile besorgen, Verbrenner in benötigter Dimension organisieren, Übersetzung des Zahnriemens ermitteln und Riemen bestellen, Karosserie entwickeln.
4. Karosserie zeichnen und anfertigen, Steuerung löten, LEDs löten.
5. Verbrenner einlaufen lassen, Elektroteile verdrahten, Versuchsaufbau, Test des elektrischen Teils.
6. Komponenten auf Grundplatte anordnen, Testlauf mit kompletter Verschaltung, Kinderkrankheiten beheben.
7. Komplettmontage, eventuelle Kinderkrankheiten beheben.

2.5 BUDGET

Die Schmerzgrenze im finanziellen Bereich lag bei 2000 SFr. Falls das Projekt mehr als diese Grenze kosten würde, hätte ich ernsthafte Probleme. Doch nach dem Kostenvoranschlag blieb ja noch ein Polster von mehr als 500 SFr. Ich war sehr zuversichtlich, das Budget einhalten zu können.

Budget	
Benötigtes Teil	Geschätzte Kosten
Motordrehgestelle	SFr. 120
Fernsteuerung	SFr. 200
Motor	SFr. 300
Generator	SFr. 250
Elektronische Ausrüstung	SFr. 100
Servos	SFr. 60
Mechanische Teile	SFr. 100
Karosserie	SFr. 200
Motorenzubehör	SFr. 100
Total	SFr. 1'430

3 UMSETZUNG

Zur Umsetzung bleibt zu sagen, dass auch wenn immer nur ein Thema auf einmal beschrieben wird, oftmals aus Zeitgründen mehrere Schritte überlappend abgelaufen sind. Daher kann der Beschrieb zeitlich leicht von der Realität abweichen.

3.1 ERSTE BESORGUNGEN

Kaum war die Planung vollendet, stürzte ich mich Hals über Kopf in die Ausführung meines Projektes. Ich begann mit der Bestellung der Fahrgestelle. Diese wären üblicherweise Ersatzteile für eine Lokomotive gewesen, doch sie schienen mir für meinen Zweck ebenso tauglich. Es gelang mir auch, weitere Teile zu organisieren. Von einem Mitschüler konnte ich eine Fernsteuerung samt Empfänger erwerben und vom Vater

meiner Freundin gab es diverse Elektrobauteile, wie Schalter und Stecker. Hier zeigte sich bereits, dass gute Kontakte immer von Nutzen sind.

Sobald ich die Fahrgestelle hatte, bestimmte ich mit Messgerät und Trafo deren Leistung, sowie Stromaufnahme. Mit diesen Daten wusste ich nun, was der Generator bringen muss. Also lag der nächste Schritt auf der Hand. Doch da tauchte ein erstes Problem auf. Denn eigentlich wollte ich den Generator bei einem Elektromotorenhersteller kaufen. Aber dort sagte man mir, dass mein Wunsch nicht erfüllt werden könnte. Zumindest nicht von dieser Firma.



Abb. 2: Ausmessen des Generators.

Doch die Lösung nahte, denn ein weiterer Schulfreund, dem ich mein Problem geschildert hatte, half mir aus der Patsche. In seinem Lehrbetrieb konnte er für mich einen Generator in der benötigten Grösse beschaffen. Nachdem diese Hürde genommen war, konnte es mit der Ausführung weitergehen. Jetzt musste ich nämlich wissen, was der Generator für einen Drehzahlbereich hat, damit ich den richtigen Motor kaufen konnte. Dazu trieb ich den Generator mit einer Frässpindel an und so konnte ich schön bestimmen, was für eine Spannung bei welcher Drehzahl erzeugt wird. Diese Messungen machte ich an meinem Arbeitsplatz, was zur Folge hatte, dass ich mich den kritischen Fragen der Anwesenden stellen musste.

Darunter waren auch skeptische Fragen, doch ich liess mich nicht beirren und war voll davon überzeugt, dass mein Plan aufgehen wird. Es war so ziemlich das erste Mal, dass ich mich den Fragen von Neugierigen stellen musste und das brachte mich auf die Idee, einen Forumseintrag zu gestalten. Also nahm ich mir vor, bald im Internet präsent zu sein.

Dann begann das grosse Suchen nach dem richtigen Motor. Zunächst recherchierte ich im Internet und dann wandte ich mich an den Fachhändler, bei dem ich schon die Fahrgestelle gekauft habe. Mit dem Motor bestellte ich noch diverse andere Sachen, wie Servos, Tank, etc. die ich alle auch noch benötigte. Nachdem ich nun die Hauptteile besass, oder zumindest klar war, wie gross diese sind, konnte ich mich der Konstruktion widmen.

3.2 FORUM

Bei der Planung hatte ich, wie erwähnt, auch im Internet recherchiert. Eine der grössten Informationsquellen war dort ein Forum. Dieses Forum nennt sich [Buntbahnforum](#). Gemäss der Philosophie „nicht nur nehmen, sondern auch geben“ und dem erwähnten Interesse in meinem Lehrbetrieb, fasste ich den Entschluss einen Beitrag zu schreiben. Denn das brachte auch noch mit sich, dass mein Projekt eine neue, interessante Facette erhielt. Im Forum lernt man neue Leute kennen und kann sich prima austauschen.

Ich meldete mich im Forum an und schrieb ein neues Thema. Nach einer kurzen Vorstellung meines Projekts begann ich damit, meinen Fortschritt mit Beiträgen zu dokumentieren. Je mehr Zeit verging, desto mehr Leser fanden sich. Auch die Zahl der Aufrufe stieg täglich. Zuletzt hatte mein Thema doch tatsächlich 4800 Aufrufe. Auch schrieben immer wieder andere User und bekundeten Respekt und Anerkennung, aber sie äusserten auch Kritik. Der Forumseintrag zeigte sich als eine lohnende Investition. Die Rückmeldungen motivierten mich zusätzlich.

3.3 KONSTRUKTION

Also begann ich die Lokomotive zu zeichnen. Es ist noch zu sagen, dass ich sämtliche Teile am Computer konstruiert habe. Die Software die mir dazu diente, heisst „Inventor“ und ist ein 3D CAD.

Zunächst zeichnete ich eine Lokomotive nach amerikanischem Vorbild. Doch nachdem ich sie fast komplett fertig konstruiert hatte, erkannte ich aber, dass der Platz in der Lokomotive niemals für meine Bauteile ausreichen würde. Das löste zunächst grossen Frust aus, denn ich hatte etwa 10 Stunden in diese Konstruktion investiert. Doch nach längerem begutachten kamen auch weitere Nachteile hervor. So wäre eine Fertigung sehr anspruchsvoll geworden, auch hätte die Herstellung wohl Unmengen an Zeit verbraucht und ich hätte wenig selber machen können.

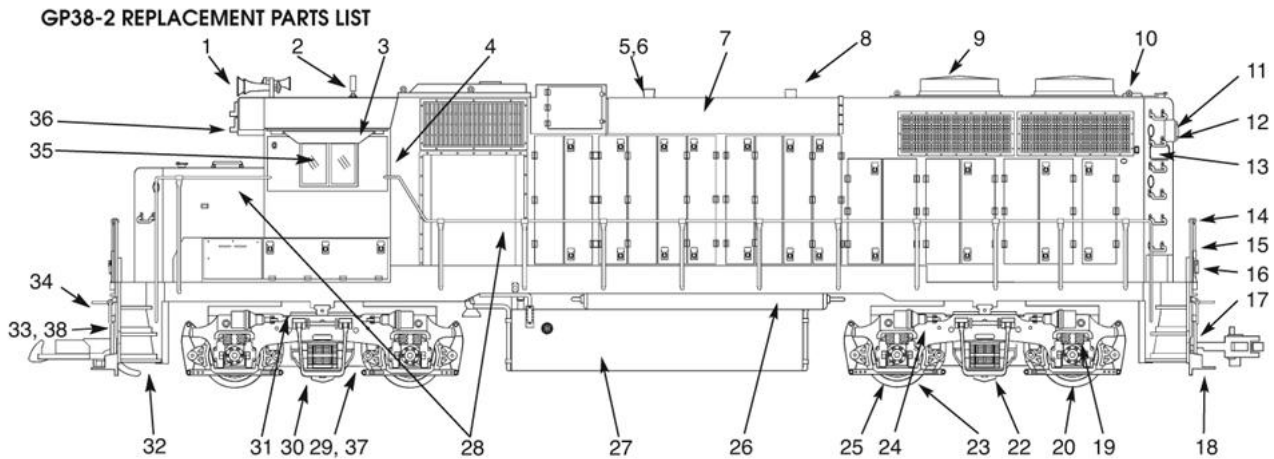


Abb.3 Vorbild des ersten Versuchs

Also begann ich mit der Konstruktion von vorne. Um ein weiteres Scheitern zu verhindern, schrieb ich auch hier zunächst ein Lastenheft. Folgende Anforderungen wurden an das Gehäuse gestellt.

1. Abnehmbares Dach (für Wartung und Inbetriebnahme)
2. Sämtliche Elemente sollten auf der Grundplatte befestigt werden (alle anderen Teile sind somit einfach zu demontieren)
3. Die Karosserie soll einfach auf die Grundplatte zu montieren sein
4. Maximale Breite 100mm
5. Maximale Höhe 200mm
6. Alle Teile selbst und unkompliziert herstellbar
7. Gut zu bearbeitende Materialien wählen

Mit diesen Vorgaben suchte ich in den Weiten des Internets nach einem Vorbild, oder zumindest nach etwas, an das ich mich anlehnen könnte. Bald kristallisierte sich heraus, dass der Lokomotivtyp „Traxx“ des Herstellers „Bombardier“ für meine Zwecke ideal ist. Also druckte ich mir eine Massskizze und Fotos aus und begann mithilfe dieser wieder zu konstruieren.

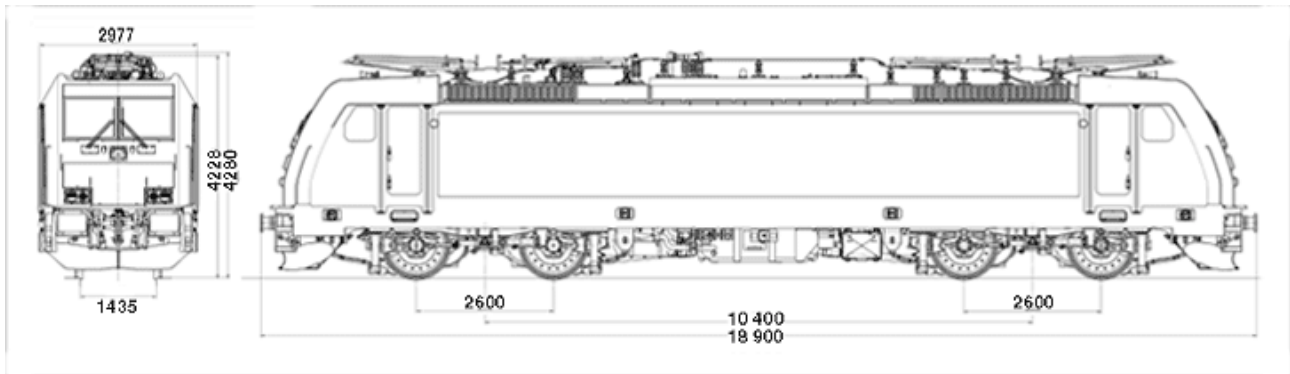


Abb.3 Massskizze für den zweiten Anlauf

Diesmal trug meine Arbeit Früchte. Die Vorgaben aus dem (Konstruktions-) Lastenheft konnte ich auch alle einhalten. Und wenn Unsicherheiten oder Probleme anstanden, holte ich mir Rat bei meinem Vater. Die Arbeit am CAD verschlang viel Zeit, doch wie sich später zeigte, hat sich jede Minute gelohnt (CAD Zeichnungen im Anhang).

3.4 ELEKTRISCHE PLANUNG

Ich hatte schon früh damit begonnen, erste Schemas der Steuerung zu zeichnen. Dann sprach ich mit Fachleuten über mein Vorhaben und informierte mich im Web. Das Schema wurde dann immer wieder dem neuesten Wissenstand angepasst. Nach wochenlanger Suche nach der besten Lösung hatte ich irgendwann das Optimum gefunden.

Wiedermal spielte mir das Glück in die Hände. Meine Freundin lernt Elektroplanerin. Also ging ich an einem Samstag mit ins Büro und wir zeichneten den Plan von der Handskizze auf in CAD-Zeichnung (im Anhang) um. Nachdem ich nun einen sauberen Plan hatte, konnte ich die restlichen Elektroteile bestellen. Leider habe ich es vergeigt, alles auf einmal zu bestellen, was zur Folge hatte, dass ich nachbestellen musste. Doppelt bestellen heisst eben leider auch doppeltes Porto und doppelte Mindestmengenzuschläge.

3.5 FERTIGUNG DES GEHÄUSES

Kaum war das Gehäuse gezeichnet, so war es an der Zeit dieses anzufertigen. Also fragte ich in meinem Lehrbetrieb, ob ich für eine Woche frei nehmen, und dann in dieser Woche an einer Maschine die Teile fräsen kann. Nach Absprache mit meinem Werkstattleiter erhielt ich die Genehmigung für die Aktion.

Es war mir von Anfang an klar, dass eine Woche sehr wenig Zeit für die Fertigung sämtlicher Gehäuseteile ist. Ich konnte die Woche nicht länger machen, aber ich konnte sie effektiver nutzen. Effektiver nutzen heisst, dass ich viel Zeit pro Tag investiert habe. Arbeitsbeginn war morgens um sieben Uhr. Zur Zeiteinsparung wurde die Neunuhrpause gestrichen. Das Mittagessen wurde teilweise ganz weggelassen oder in den Nachmittag geschoben, denn durch die Verschiebung wurde eine längere Ausdauer erreicht. Niedergelegt wurde die Arbeit erst am späten Abend, so gegen 20 Uhr. Zuhause wurde nach dem Abendessen für den nächsten Tag vorbereitet, sprich Fertigungszeichnungen erstellt.



Abb. 5 Karosserie

Eine solche Woche kratzt arg an der Motivation, vor allem wenn einem dann einfällt, dass man eigentlich Ferien hätte. Besonders gegen Ende der Woche war deutlich zu spüren, wie langsam die Luft raus ist. Doch andererseits ist das Gefühl, sein eigener Boss zu sein und gleichzeitig zu sehen wie das Projekt plötzlich Form annimmt, sehr erfreulich. Denn zum ersten Mal im Projektverlauf entstand etwas Greifbares. Bis jetzt hatte ich nur geplant und gezeichnet. Vom Fortschritt war bis anhin noch sehr wenig zu sehen. Aber dann plötzlich etwas in der Hand zu haben, motiviert stark.

Trotz Müdigkeit und Motivationsverlust gegen Ende der Woche, konnte das Ziel gut erreicht werden. Sämtliche Teile der Karosserie und auch die Grundplatte, sowie deren Aufbauten konnten fabriziert werden.

3.6 MOTORBESORGUNG

Nach dieser anstrengenden Woche erreichte mich eine Hiobsbotschaft. Der Fachhändler meinte, mein Motor sei nicht lieferbar, weil der Hersteller Probleme mit der Versorgung habe. Plötzlich stand meine gesamte Arbeit auf wackligen Beinen. Klar hätte ich ohne

Motor weitermachen und dann dem Fabrikanten die Schuld für mein nicht fertiggestelltes Projekt zuschieben können. Schliesslich ich hatte schon vor 4 Wochen bestellt.

Doch das wäre für mich wie Aufgeben gewesen und kam deshalb nicht in Frage. Also suchte ich unter Hochdruck alternative Lieferanten. Und tatsächlich konnte ich einen finden. Zwar war der Preis beinahe doppelt so hoch, doch ich hatte kaum eine Wahl. Also bestellte ich den Motor und tatsächlich bekam ich das Exemplar schon zwei Tage später.

Weil ich bis anhin noch nicht sicher war, wie gross der Motor genau ist, habe ich die Gewinde für dessen Befestigung noch nicht gemacht. Jetzt aber sollte der Motor so schnell wie möglich auf die Grundplatte. Also wurde versucht, die Gewinde von Hand zu bohren. Aber so einfach ging das nicht, und gleich zwei Gewindebohrer blieben in der Platte stecken. Die Platte war ruiniert. Innerhalb von zehn Minuten hatte ich eine ganze Grundplatte zerstört. Doch passenderweise hatte ich die Grundplatte zum Glück doppelt angefertigt. Die zweite Platte passte ich aber dann erst in der Firma an. Das war mit den richtigen Maschinen kein Problem mehr.

3.7 ELEKTROTEILE VERARBEITEN

Als die gesamten Teile, die mit der Elektronik zu tun haben, bereit waren, wurden sie verarbeitet. Ein Freund war so nett und besorgte mir eine Platine, auf die man alles löten konnte, was zur Steuerung gehört. Ich habe noch nie vorher mit einem Lötkolben gearbeitet und dementsprechend fielen meine ersten Versuche aus. Doch es gelang je länger, je besser. Mithilfe des Schemas lötete ich zunächst die Steuerung. Dann waren noch die LED für die Beleuchtung zu verlöten.

Nach dem Löten mussten die Resultate geprüft werden. Als während des Prüfens plötzlich Rauch aufstieg, fluchte ich schon. Doch die Ursache war schnell gefunden. Ich hatte lediglich vergessen, den Lötkolben richtig zu versorgen. Er hatte sich davongemacht und etwas Kunststoff verbrannt. Mit den Arbeiten war sonst alles in Ordnung und die Teile waren bereit zur Montage.

3.8 TESTLAUF

Nun war alles bereit für die Endmontage, und daher sollte diese auch bald folgen. Vor ihr aber wurde ein letztes Mal alles durchgecheckt.

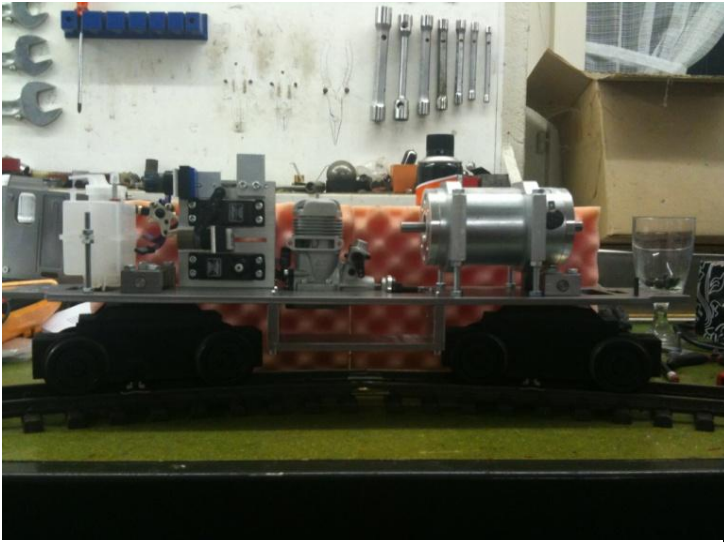


Abb. 6 Endmontage

Zunächst verdrahtete ich alles. Dann wurde, statt des Generators, ein Transformator als Stromquelle eingesetzt und alles auf Herz und Nieren geprüft. Tatsächlich zeigte sich ein Defekt. Eine Lötstelle war fehlerhaft und führte zu einem Kurzschluss. Allerdings nahm die Fehlersuche äusserst viel Zeit in Anspruch. Weiter konnte man den Defekt weder sehen, geschweige denn, ohne Demontage reparieren.

Nach der Reparatur lief dann aber alles wie vorgesehen. Schliesslich konnte die Endmontage folgen. Alle Teile auf wurden sauber auf der Grundplatte montiert und ausgerichtet. Dann wurde noch die Verschalung auf-gesetzt und damit ist alles bereit für einen Testlauf.

Für den Test wurde ein kleines Gleisoval aufgebaut. Als dann das Modell zum Laufenlassen bereit war, merkte ich, dass der Generator nicht genügend Kraft aufbrachte, um den Motor anzuwerfen. Zum Glück fand sich schnell eine Alternative. Mittels einer Handbohrmaschine war es doch noch möglich den Motor zu starten. Als erstes liess ich den Motor einlaufen und stellte ihn ein. Nachdem er schön funktionierte, wie er sollte, ging es weiter. Nun wurden sämtliche Funktionen getestet. Die Lok funktionierte bis auf das Starten nach Plan. Zwar sind noch einige Einstellungen und Anpassungen vorzunehmen, doch man darf sagen, das Ziel, eine funktionierende Dieselelektrische Modelllokomotive zu bauen, wurde erreicht. Also ist es an der Zeit eine Bilanz zu ziehen.

4 DAS RESULTAT



Abb. 7 Komplett montierte Lok

4.1 TECHNISCHE DATEN

• Gewicht	10.8 Kg
• Achslast	2.7 Kg
• Länge	550 mm
• Breite	100 mm
• Höhe	160 mm
• Motorentyp	OS 46 LA
• Hubraum	7.6 cm ³
• Drehzahlbereich	2'000-16'000 ¹ /min
• Maximale Generatorspannung	38V
• Abgegebene Leistung der Fahrmotoren	98W

4.2 VERGLEICH, LASTENHEFT UND ERGEBNIS

- | | |
|---|--------------------|
| • Umschaltbar zwischen Netzbetrieb und Selbstversorgung | nicht erreicht |
| • Geringe Anforderungen an den Gleisoberbau | erreicht |
| • Komplett fernsteuerbar | teilweise erreicht |
| • 4 Achsen davon alle 4 angetrieben | erreicht |
| • Funktionierendes Spitzensignal, Richtungsabhängig | erreicht |
| • Niedrige Fahrgeräusche | teilweise erreicht |
| • Kleinster durchfahrbarer Kurvenradius 60cm | erreicht |
| • Spurweite 45mm | erreicht |
| • Abnehmbare Verschalung | erreicht |
| • Nachbaubar | erreicht |

4.3 KOMMENTAR ZUM ERGEBNIS

Das Aussehen der Lok finde ich sehr gelungen, auch wenn man einige Fehler finden könnte. Was mir besonders gefällt ist, dass alles so schön kompakt im inneren der Lok verborgen ist und man von aussen nichts sieht. Etwas weniger positiv ist das hohe Gesamtgewicht. Das liegt sicher auch an der massiven Bauweise der Verschalung. Doch dafür ist das Gehäuse sehr robust.

Im Innern der Maschine sieht es etwas chaotisch aus. Eigentlich schade, weil die mechanischen Teile sehr sauber angeordnet sind. Die Unübersichtlichkeit kommt vor allem von den vielen Litzen, die verlegt worden sind. Es mangelt auch ein wenig an Platz, denn die einzelnen Komponenten brauchen mehr Raum als erwartet. Doch durch den wenigen freien Platz ist auch alles sehr kompakt. Positiv ist auch, dass die Verschalung mit akzeptablem Aufwand demontierbar ist, denn dies spielt auch später bei der Wartung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Teile wie Tank, Empfänger, Empfängerakku, etc. die für den normalen Betrieb zugänglich sein müssen, können einfach durch Abnahme des Daches erreicht werden. Der erste Punkt auf dem Lastenheft (siehe 4.1) wurde in der Realisierung des Projekts aus Zeitgründen gestrichen. Daher gilt er als nicht erreicht.

Der Verbrennungsmotor ist klar überdimensioniert. Das ist auch der Grund, weshalb der Generator den Motor nicht starten kann.

4.4 KOSTEN

Beim Budget gab es grosse Abweichungen von den erwarteten Ausgaben zu den realen Ausgaben. Es konnte viel eingespart werden, weil ich einerseits so vieles wie möglich selbstgemacht habe, andererseits konnte ich auch viele Teile sehr günstig oder gratis über Kontakte beziehen. Auch versuchte ich, wo möglich, durch die Verwendung von Gebrauchtmaterial, Kosten zu sparen.

Benötigtes Teil	Geschätzte Kosten	Reale Kosten
Motordrehgestelle	SFr. 120	SFr. 150
Fernsteuerung	SFr. 200	SFr. 100
Motor	SFr. 300	SFr. 139
Generator	SFr. 250	SFr. 20
Elektronische Ausrüstung	SFr. 100	SFr. 148
Servos	SFr. 60	SFr. 30
Mechanische Teile	SFr. 100	SFr. 158
Karosserie	SFr. 200	SFr. 0
Motorenzubehör	SFr. 100	SFr. 230
Total	SFr. 1'430	SFr. 975

Die Abweichungen von den geschätzten zu den tatsächlichen Kosten werden als Diagramm noch besser sichtbar:

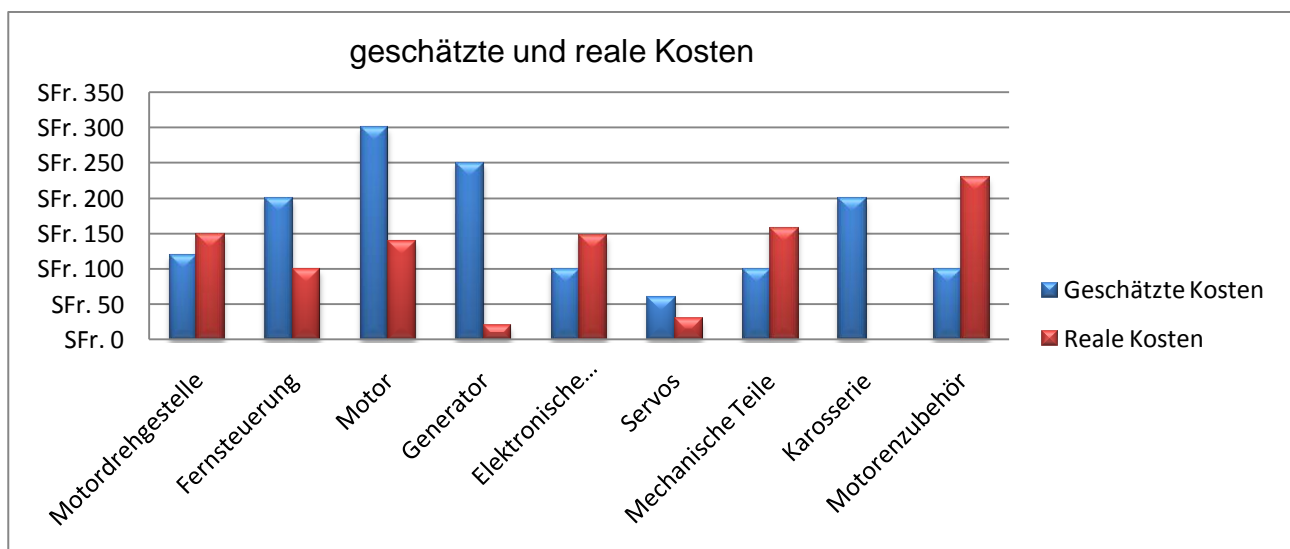


Abb. 8 Kostenvergleich

4.5 ZEITAUFWAND

Gesamthaft wurden etwa 144 Stunden innerhalb von zweieinhalb Monaten in die Lok investiert. Das sind durchschnittlich mehr als 2 Stunden pro Tag.

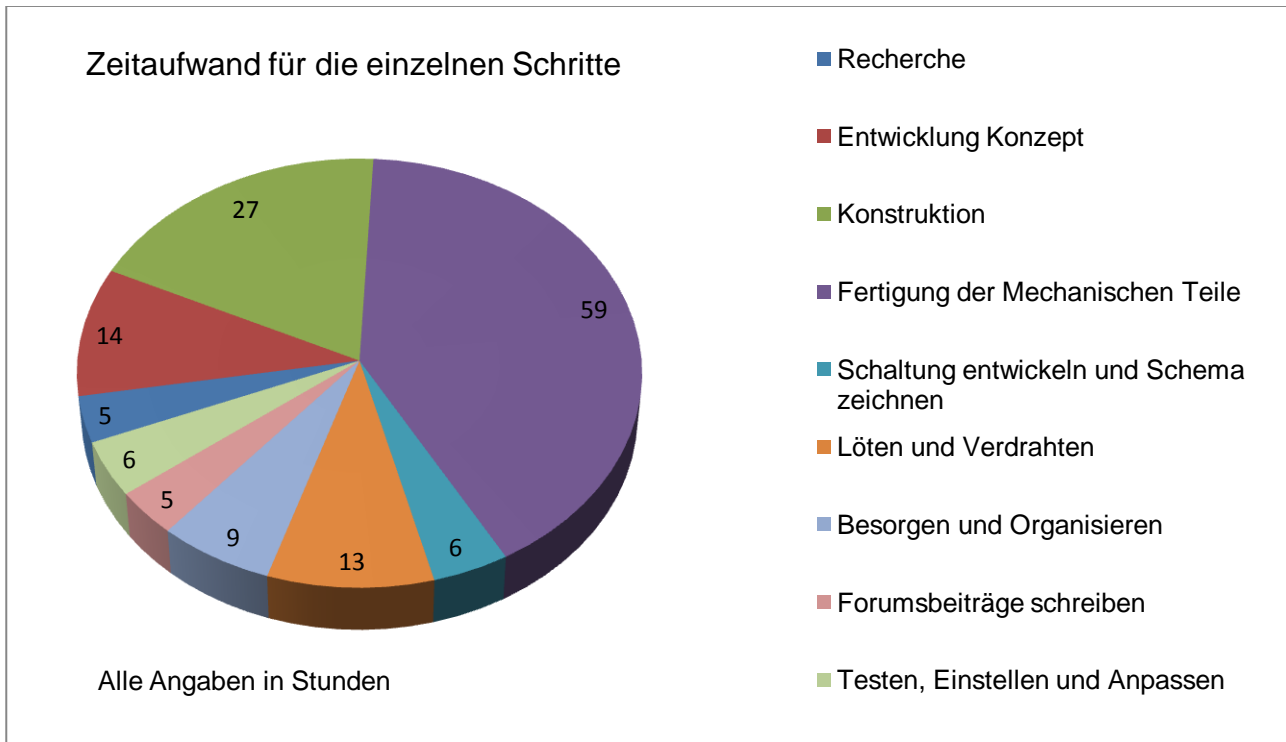


Abb. 9 Zeitverteilung

4.6 ERKENTNISSE

Dank des Projekts konnte ich sehr viele Erfahrungen sammeln. Die wohl Wichtigste darunter ist, dass eine gute Planung mehr als nur die halbe Arbeit ist. Gerade wenn die Zeit knapp ist und auch das Budget geschont werden soll, muss genug Zeit zum Vorbereiten genommen werden. Denn eine Fehlplanung kostet Zeit, Geld und Nerven.

Vielmals wird auch der Motivationsverlust im Verlauf des Projekts unterschätzt. Denn egal worum es geht, es läuft immer gleich ab. Zunächst hat man eine Idee und alles scheint problemlos. Also wird die Arbeit begonnen. Anfänglich macht man grosse Fortschritte, doch irgendwann gibt es Probleme und es geht immer zäher vorwärts. Das ist der heikle Punkt, an dem oftmals alles aufgegeben wird. Jetzt weiterzumachen, ist so anstrengend, wie sonst während dem ganzen Projekt noch nie.

Sehr spannend war auch die Zusammenarbeit mit den vielen verschiedenen Leuten. Dabei fühlte ich mich ein Stück weit wie ein Projektleiter, das lag auch daran, dass es viel zu organisieren gab. Ich versuchte stets professionell zu Handeln, so als ob es statt nur um ein Modell, um einen Kundenauftrag gehen würde.

4.7 ERFAHRUNGEN AUS DEM FORUM

Das Forum stellt eine gute Plattform dar, das Projekt anderen Leuten vorzustellen. Weil man sich austauschen kann und auch Anerkennung erhält, diente das Forum immer wieder als Motivationsspritze. Auch bei Problemen kann man sich Anregungen holen. Es wird auch konstruktive Kritik geäußert. Weiter erfährt man auch viel über das Vorgehen anderer User. Dadurch lässt sich viel für das eigene Projekt ableiten und man begeht auch nicht die gleichen Fehler. Also salopp gesagt „man muss das Rad nicht mehr neu erfinden“, man findet Gleichgesinnte und steht nicht als Einzelkämpfer da.

Ich werde auch künftige Projekte in diesem Forum vorstellen. Meine Beiträge im [Buntbahnforum](#) sorgten für viele Rückmeldungen und mit aktuell 4800 Aufrufen war auch reges Interesse vorhanden.

5 FAZIT UND SCHLUSSWORT

Das wohl Schwierigste an der ganzen Arbeit war nicht das Planen und Bauen des Modells.

Was sich noch als viel anspruchsvoller herausgestellt hat, ist den ganzen Vorgang zu dokumentieren und das Projekt auf Papier zu bringen. Vor allem, dass es verständlich für einen Laien bleibt und dabei nicht die Spannung verloren geht. Denn wenn das nicht gelingt, dann gibt es trotz des hohen Zeitaufwands nur wenig Lohn dafür. Weil ich so viele Sachen brauchte und immer wieder Probleme auftauchten, war ich mir nicht immer sicher, ob ich das Ganze mit Erfolg zu Ende führen kann.

Deshalb spielte auch die Unterstützung eine wichtige Rolle. Viele Leute unterstützten mich bei meinem Projekt, sei es mit Teilen, die sie mir auftreiben konnten oder ob mit Ideen, wenn ich selbst mit meinem Latein am Ende war. Ohne diese Leute wäre es niemals möglich gewesen, so etwas auf die Beine zu stellen. Mein Dank geht deshalb an diese Leute die mir geholfen haben.

GLOSSAR

CAD	„ C omputer A ided D esign“ oder auf Deutsch Computer-unterstütztes Zeichnen. Also zeichnen in einem Computerprogramm. Es gibt 2D oder 3DProgramme.
LED	„ L ight E mitting D iode“ Elektronisches Bauelement, dass wenn es von Strom durchflossen wird, Licht abgibt.
Live-Diesel	Bezeichnung für Modellfahrzeuge, die wie das Original mit einem Verbrennungsmotor betrieben werden.
Spitzensignal	Signal an der Spitze des Zuges, meist bestehend aus drei weissen Lichtern.
Spurweite	Distanz von Schieneninnenseite zu Schieneninnenseite.
TRAXX	Name einer Typenfamilie von Elektro- und Dieselloks des Herstellers Bombardier.

ANHANG

I. LITERATURVERZEICHNIS

www.buntbahn.de

<http://de.wikipedia.org>

www.bombardier.com

www.osengines.com

www.piko.de

II. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Titelbild	Gestaltung F. Fuchs	Fotos:	F. Fuchs
Abb. 1	Grafik: F. Fuchs	Daten:	F. Fuchs
Abb. 2	F. Fuchs		
Abb. 3	http://www.usatrains.com		
Abb. 4	http://www.bombardier.com		
Abb. 5	F. Fuchs		
Abb. 6	F. Fuchs		
Abb. 7	F. Fuchs		
Abb. 8	Grafik: F. Fuchs	Daten:	F. Fuchs
Abb. 9	Grafik: F. Fuchs	Daten:	F. Fuchs

III. ELEKTROSCHEMA

Dieselelektrische Modellokomotive

Seite

Nicht

Einfügen

Stattdessen gehört hier das Schema hin.

IV. FERTIGUNGSZEICHNUNGEN