

wth Thorsten Feuchter
Alexander Klöpfer
Oliver Prax
Dirk Stukenbrok



Mikromodellbau – Forst- und Landmaschinen

Modelle für den harten Arbeitseinsatz



Inhaltsverzeichnis

Blick in den Rückspiegel – Einleitung.	6
Werkstattaufenthalt – Welches Werkzeug brauche ich eigentlich?.	19
Eingefahren – Ein kleines Modell zum warmwerden	24
Programmierung der Deltang-Empfänger	32
Angehoben – Bockkran mit Laufkatze	34
Jetzt helfe ich mir selbst – Ein Allradunimog aus dem Baukasten	40
Anhänglich – Ein Holzhäckselanhänger	52
Getriebekonstruktion	65
Hochdruck – 3D-Druck im Mikromodell	70
Holzernte – Forwarder aus dem 3D-Drucker.	75
Aufgeladen – Ein Trecker mit einfachen Mitteln	109
LED Berechnung und Anwendung	124
Kraftprotzend – Allradantrieb und -Lenkung im Claas Xerion.	127
Abtransport – Holzhängerzug mit Ladekran.	153
Bezugsquellen Mikromodellbau	176

Werkstattaufenthalt – Welches Werkzeug brauche ich eigentlich?

Thorsten Feuchter

„Was brauche ich, um ein Mikromodell zu bauen?“ Diese Frage hören wir des Öfteren. Nun angesichts des oft stolz präsentierten Werkzeugparks der einzelnen Modellbauer vom 3D-Drucker bis hin zu CNC-Maschinen wird hier gelegentlich eine gewisse Hemmschwelle beim Einstieg spürbar. Daher wollen wir hier einmal betrachten, was man nun wirklich benötigt um mit diesem Hobby durchzustarten.

Karosseriearbeiten

Betrachten wir einmal die Modelle an sich. Wir haben es fast immer mit Kunststoffmodellen zu tun. Vereinzelt wird mit Messingfahrwerken gearbeitet. Dabei reicht der Kunststoff von der Festigkeit zumeist völlig aus. Somit benötigen wir zunächst einmal einen Werkzeugsatz wie ihn auch die Plastikmodellbauer verwenden:



Ein großer Vorteil der Mikromodelle ist der geringe Platzbedarf auch während des Baus. So kann man eine Werkstatt bequem in einer Kiste einrichten und im Kreise der Familie werkeln, anstatt alleine im dunklen Keller

Eingefahren – Ein kleines Modell zum Warmwerden

Thorsten Feuchter

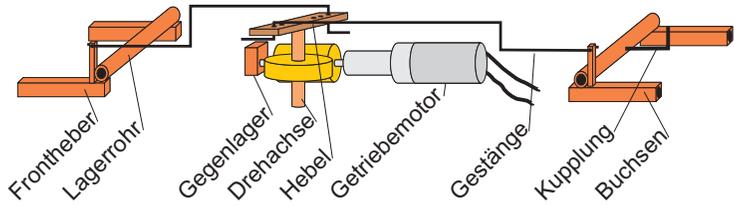
Während es für die LKW-Modelle mittlerweile gute Startersets gibt, welche alle benötigten Komponenten zum Fernsteuern eines Standardmodells enthalten, ist beim PKW-Umbau immer noch der eigene Denkprozess gefragt. Nicht weil es keine brauchbaren Komponenten gibt, sondern vielmehr, weil es gilt je nach Platzangebot die am besten passenden Teile herauszusuchen. Das macht es auch schwierig ein universelles Starterpaket zusammenzustellen. Anhand eines kleinen Offroaders soll nun ein PKW mit möglichst einfachen

Mitteln aufgebaut werden. Da die meisten Forstarbeiter und Landwirte kaum mit dem Harvester oder Traktor ins Revier zur Kontrolle fahren und es in diesem Buch nun mal um Landmaschinen geht, soll nun ein standesgemäßer PKW her. Dabei fiel die Wahl auf eine Mercedes G-Klasse von Busch. Das Modell an sich ist perfekt detailliert und lässt sich zudem gut in seine Einzelteile zerlegen. Es ist ratsam sich zwei Modelle anzuschaffen um einen gewissen Ersatzteilverrat und Referenzmaße zu erhalten.



Beim Zerlegen des Modells muss man aufpassen, dass keine Teile abbrechen oder verloren gehen. Die Komponenten sind oft sehr kunstvoll ineinander gesteckt und sichern sich gegenseitig

Kraftheber

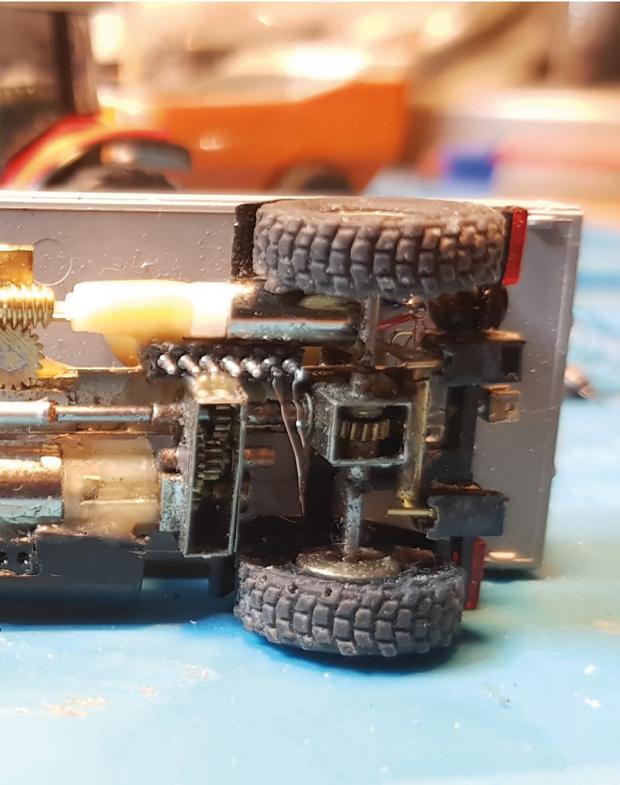


Konstruktion des Krafthebers

Die beiden Kraftheber sind jeweils am Achsgetriebe angeschlagen. Dies hat den großen Vorteil, dass der vordere Heber mit der Achse pendelt und die Anbaugeräte weitgehend parallel zum Untergrund bleiben. Ein 0,3-mm-Messingdraht wird so gebogen, dass er die Kraft vom Arm auf die Heber bringt. Um auch angetriebene Anbaugeräte wie z.B. eine Kehrbürste nutzen zu können, befinden sich zwei Buchsen unterhalb des Hebels. Hier werden die Anbaugeräte eingesteckt und können auch elektrisch verbunden werden. Einer der beiden 2A pulsweitenmodulierten „F“-Ausgänge ist mit den Buchsen verdrahtet.

Licht

Der Empfänger wurde so konfiguriert, dass er zwei Fahrreglerausgänge bietet und sechs „P“-Ausgänge. Genug also für umfangreiche Lichtfunktionen. Die vorderen Scheinwerfer sitzen beim Unimog in der Stoßstange. Also wurden hier entsprechende Löcher gebohrt und die LED dahinter platziert, sodass das Licht durch das jeweilige Loch austreten kann. Am Ende der Stoßstange wurden auf die gleiche Weise die Blinker-LED eingelassen. Zusätzlich verfügt der Unimog über Blinker oberhalb der Radkästen. Um diese zu illuminieren, wurde zunächst eine 0603-LED verdrahtet. Durch zwei 0,3mm Bohrungen im passenden Abstand wird dann der Draht durchgefädelt und innen umgebogen. So werden die Funktionen mit der Steckerleiste verdrahtet und getestet. Läuft alles, so kann ein Tropfen Sekundenkleber die LED endgültig fixieren.

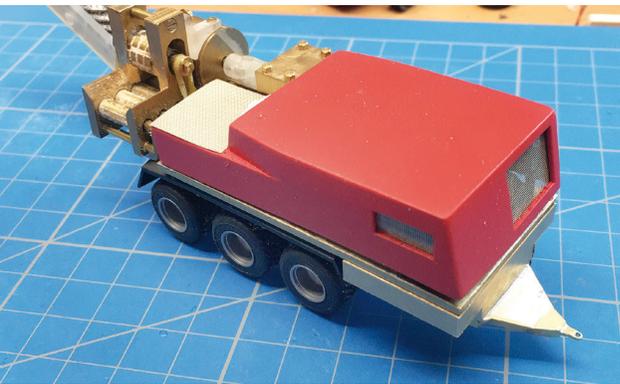




Im Einsatz am Häckselplatz. Der Holzhängerzug füttert den Holzhäcksler mit Stämmen

Fazit

Im Großen und Ganzen bin ich mit dem Holzhäcksler sehr zufrieden. Es gibt ein paar Punkte die, sollte ich ihn nochmal bauen, verändern würde.

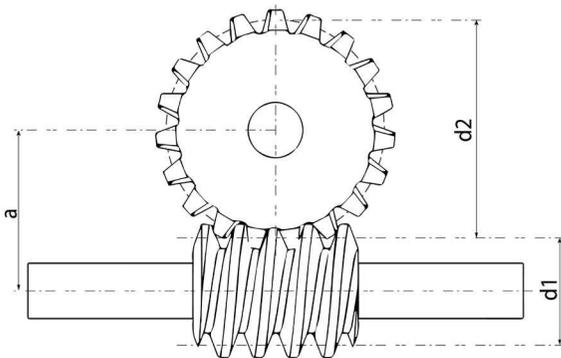


Um die ganze Elektronik und den Akku zu kaschieren wurde ein Gehäuse konstruiert und gedruckt

Einer dieser Punkte ist der Einzugsstisch. Diesen würde ich auch mit einem Förderband versehen, da durch den Abstand zwischen den einzelnen Rollen doch sehr viel „Hackgut“ fällt und es dadurch eine doch recht große Verunreinigung am Häckselplatz gibt. Zum Zeitpunkt, als ich den Einzugsstisch baute, war mir aber noch nicht klar, wie gut und doch recht einfach ein solches Förderband zu drucken ist.

Was mich auch noch nicht vollkommen überzeugt, ist der Antrieb der oberen Einzugswalze des Einzugsstisches. Der Antrieb über die besagten Gummis funktioniert leider nicht zu meiner vollen Zufriedenheit. Immer mal wieder bleibt die Walze stehen und die Gummis rutschen durch. Entweder ist muss hier noch die Spannung erhöhen oder versuchen eine Art Riffelung auf die Antriebsrolle zu bekommen um die Haftung des Gummis zu erhöhen.

Bei einem Schneckengetriebe wiederum kann der Achsabstand nur mit der Formel des Teilkreisdurchmessers berechnet werden.



Schneckengetriebe – Schneckenrad und Schnecke

Den Achsabstand können wir nun berechnen. Jetzt stellt sich die Frage, wie berechne ich die Übersetzung eines Getriebes? Hierfür wird die Anzahl der Zähne jedes einzelnen Zahnrades benötigt.

Berechnung der Übersetzung mittels der Zähnezah

Übersetzung ins Langsame

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

Die Kraft kommt bei dieser Berechnung von z_1 . $z_2 > z_1$

Übersetzung ins Schnelle

$$i = \frac{z_1}{z_2}$$

Die Kraft kommt bei dieser Berechnung von z_2 . $z_2 > z_1$

Übersetzung mit Hilfe der Drehzahlen

$$i = \frac{n_a}{n_e}$$

i = Übersetzung

z_1 = Zähnezah Zahnrad 1

z_2 = Zähnezah Zahnrad 2

n_a = Anfangsdrehzahl

n_e = Enddrehzahl

Mehrstufige Übersetzung

Um höherer Übersetzungen zu erreichen, werden mehrere Getriebestufen verwendet und nacheinander geschaltet. Die Gesamtübersetzung kann für jede Getriebestufe einzeln errechnet und anschließend multipliziert oder mit folgender Formel berechnet werden.

$$i = \frac{z_2 * z_4 * z_6}{z_1 * z_3 * z_5}$$

z_1, z_3, z_5 = antreibende Zahnräder

z_2, z_4, z_6 = angetriebene Zahnräder

Kopfkreisdurchmesser

Der Kopfkreisdurchmesser ist eine wichtige Größe bei der Konstruktion von Getriebegehäusen. Er besagt, wie viel Platz ein Zahnrad benötigt um frei zu drehen. Dieser Wert kann entweder mit einem Messschieber ermittelt werden oder mit folgender Formel:

$$d_k = d + 2 * m \quad \text{oder}$$

$$d_k = m * (z + 2)$$

d = Teilkreisdurchmesser

d_k = Kopfkreisdurchmesser

m = Modul

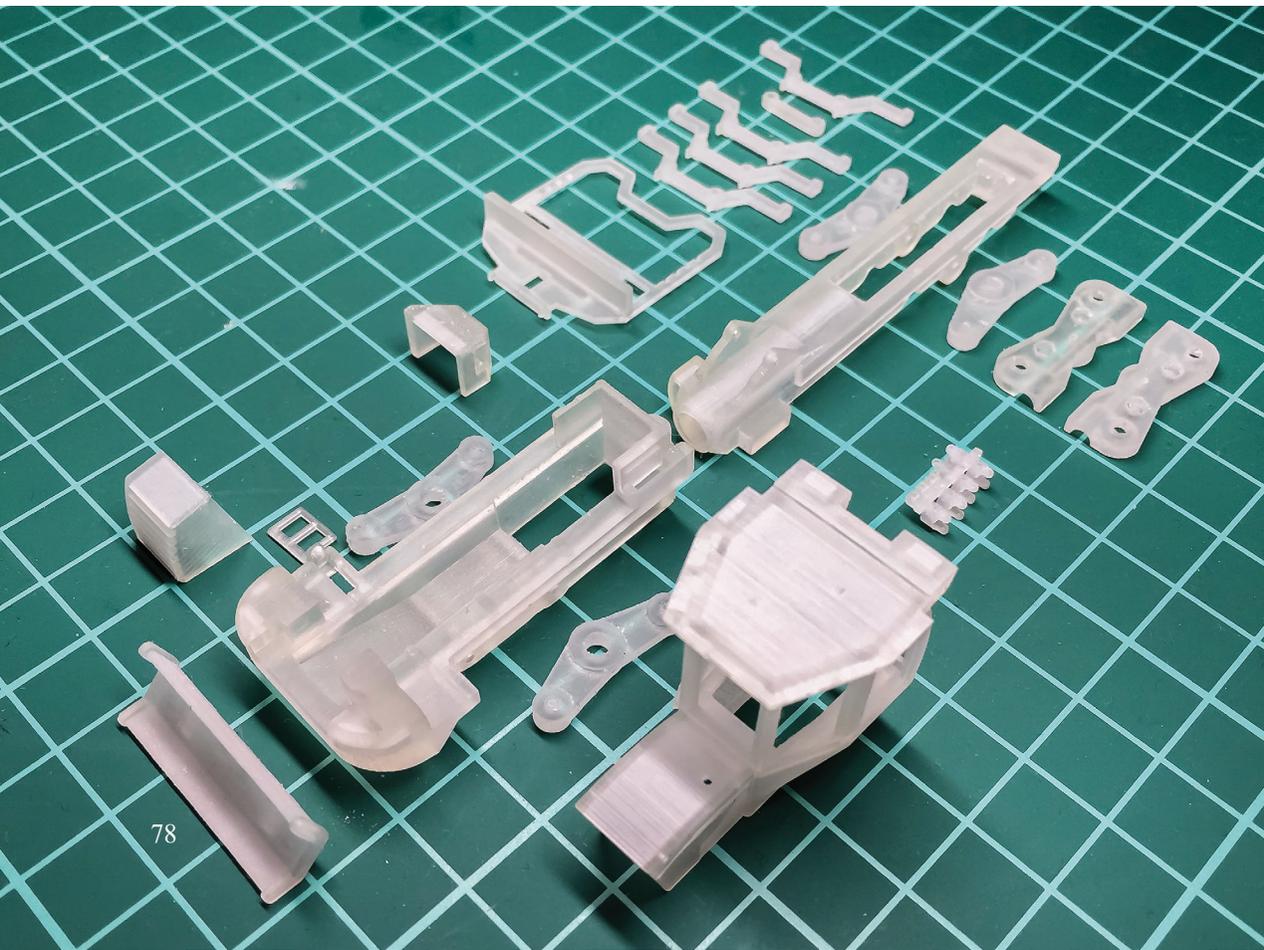
z = Zähnezah

Exkurs zur Reifenherstellung und kehren anschließend mit der Konstruktion des Ladekrans wieder zurück. Zum Schluss kommt noch ein bisschen Elektronik und Verkabelung dazu und fertig ist der Forwarder. So einfach, wie sich das hier liest, war es natürlich nicht. Immerhin mussten über 210 Teile, meist selbst konstruiert und produziert und anschließend wie ein Puzzle, zusammengebaut werden. Ich habe oft geflucht und Stunden, wenn nicht sogar Tage über einzelne Probleme und Details nachgedacht, um möglichst einfache Lösungen zu finden. Um es vorweg zu nehmen, ich habe für alle Probleme die auftauchten eine Lösung gefunden, und einen funktionsfähigen Forwarder konstruiert und auf seine eigenen Reifen gestellt.

Hält man das selbst konstruierte 3D-Modell schließlich in der Hand, bekommt

man einen ersten realen Überblick über die wirkliche Größe des Modells und kann die Größenverhältnisse besser beurteilen. Im CAD sind die einzelnen Komponenten bemaßt und man hat eine Vorstellung, wie groß das entsprechende Teil später einmal sein wird. Allerdings sieht es in der Realität manchmal etwas anders aus. Vor allem, wenn es um Abstände zwischen den einzelnen Komponenten geht. Im CAD wirken diese meist doch recht groß und ausreichend. Betrachtet man zum Beispiel die Abstände zwischen den Komponenten oder Kabeldurchführungen am 3D-Druck, zeigte sich das Öfteren, dass noch einmal nachgearbeitet werden muss. Das beim ersten Ausdruck nicht immer alles gleich auf Anhieb passt, wäre ja auch nur zu schön um wahr zu sein.

Gedruckte Einzelteile vom 3D-Druck Dienstleister, Fahrgestell, Kabine, Kleinteile und Aufbau



Aufgeladen – Ein Trecker mit einfachen Mitteln

Thorsten Feuchter

Traktoren sind auch im Modell immer ein Hingucker. Durch ihre Bauform stellen sie eine gewisse Herausforderung dar. Der schlanke Vorderwagen bietet nicht sonderlich viel Platz für die Technik, sodass hauptsächlich moderne große Landmaschinen mit geschlossener Fahrerkabine in die engere Auswahl kamen. Wiking hat hier ein paar interessante Modelle im Angebot. Der Massey Ferguson gefiel mir hier besonders gut. Der Typ 8280 ist nun nicht unbedingt auf jedem deutschen Nebenerwerbshof zu finden. Durch seinen Frontlader und die große Kabine lässt sich aber auch im Kleinen ein interessantes Fahrzeug aufbauen. Dabei ist kein riesiger Werkzeugpark notwendig, es kann zumeist auf handelsübliche Profile und Zubehörteile zurückgegriffen werden.

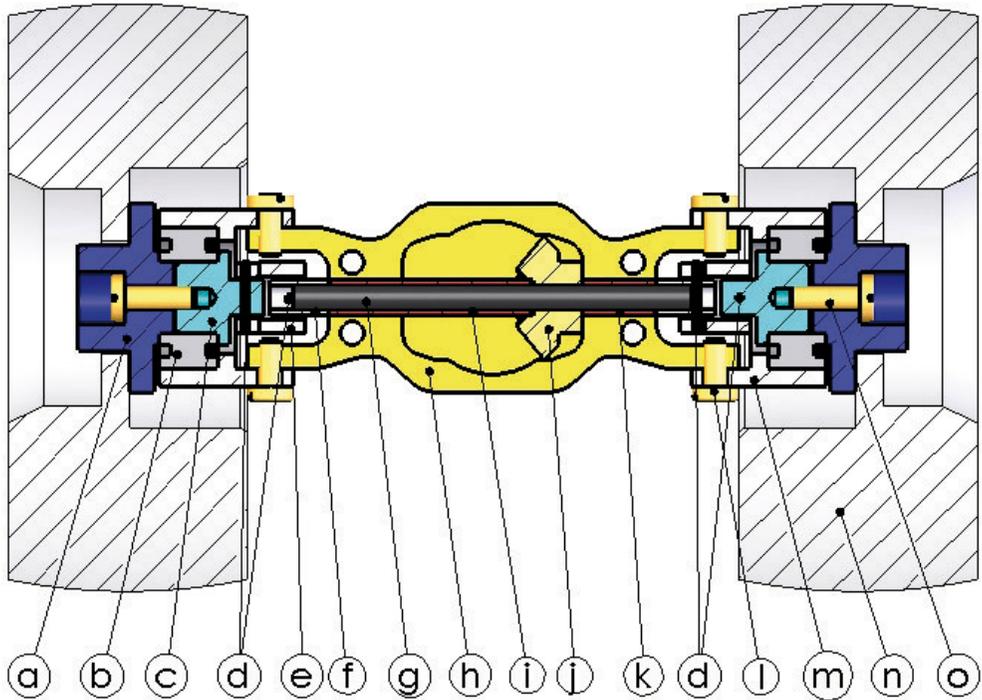
Vorüberlegungen

Aus dem Hause Sol-Expert gibt es einen kleinen gekapselten Antrieb für langsame Fahrzeuge. Dieser G494 bildet das Herzstück des Traktors. Darüber findet sich zwischen den Hinterrädern ausreichend Platz für ein Servo S18. Empfänger und Akku finden ebenfalls in der Kabine Platz, wengleich ich sicher dadurch die Scheiben tönen muss, um den Blick auf die Technik zu verhindern. Unter der Motorhaube wollte ich die Technik für den Frontlader platzieren. Durch den Frontlader müssen drei

Motoren angesteuert werden, einmal der Fahrtrieb, Hubfunktion des Armes und Kippen der Schaufel. Also wählte ich hier als Empfänger den RX43d-32, er kommt mit drei Fahrreglern, und vier „P“ Ausgängen. Einer für das Lenkservo, Blinker recht und Links sowie das Fahrlicht. Zudem hat der Empfänger noch zwei „F“ Ausgänge. Hierüber sollten die Arbeitsscheinwerfer angesteuert werden. Vorsichtig wurde ein Modell zerlegt und die Einzelteile sicher verwahrt. Ein zweites Modell als „Referenz“ blieb unangetastet.

Eines der beiden Modelle wird in seine Einzelteile zerlegt





Querschnitt durch eine Antriebsachse

a: Radaufnahme (eingeklebt in die ausgedreht Felge)

b: Rillenkugellager – $\varnothing 3 \times \varnothing 6 \times 2,5$ mm

c: Mitnehmer Radseite

d: Querstift

e: geschlitzte Kardanhülse

f: Mitnehmerhülse auf Antriebswelle

g: Antriebswelle

h: Achskörpergehäuse

i: Lagerhülse – Messingrohr $\varnothing 1,5 \times \varnothing 1,1$ mm

j: Kegelrad – $Z=16$ – Modul 0,3

k: Lagerhülse – Messingrohr $\varnothing 1,5 \times \varnothing 1,1$ mm

l: Schraube M1×2

m: Radlagergehäuse

n: Rad Xerion

o: Schraube M1×3

Im Anschluss daran können die notwendigen Zeichnungen und Skizzen für die Werkstatt oder für das Kompilierungsprogramm ausgeleitet werden.

In der Skizze, sieht man Aufbau und alle Bauteile der Achse.

Mit diesen Konstruktionsschritten sind nun der Aufbau und die Außengeometrie der Achse klar definiert. Der Bauraum für das Kegelrad ist bestimmt, somit ist auch die Innenkontur der Achse fertiggestellt.

In vergangenen Projekten hat sich ein zweigeteilter Achskörper bewährt. Die Vorteile hierbei liegen darin, dass beide Hälften miteinander verschraubt und für Wartungszwecke geöffnet werden können. Ein weiterer Pluspunkt ist, dass eine Hälfte des Achskörpers sich prima ohne Umspannung auf der Fräse nahezu komplett anfertigen lässt. In der ersten Fertigungsstufe sind beide Gehäusenhälften identisch, was bedeutet hier wird nur ein CNC-Programm benötigt. Erst in der nachfolgenden Bearbeitung un-

Abtransport – Holzhängerzug mit Ladekran

Alexander Klöpfer

Nachdem das Thema für das aktuelle Mikromodellbaubuch klar war, stand für mich nach kurzer Überlegung fest, was für ein Modell ich bauen und vorstellen wollte. Ich war schon länger von der Idee angetan, einen funktionsfähigen Ladekran mit Holzgreifer zu bauen. Mit Hilfe eines CAD-Programmes ging es an

die Umsetzung der gesammelten Ideen. Bei der ersten Variante blieb es aber nicht. Ich habe insgesamt vier Versionen entworfen, welche ich immer weiterentwickelt habe. Von der ersten Version ist nur das Antriebskonzept übriggeblieben, da dieses sich als funktional und gut umsetzbar herausgestellt hat.

Der fertige Holzhängerzug mit Anhänger bei Nacht, am Beladeplatz. Im Hintergrund kann man den Forwarder erkennen, der das geschlagene Holz aus dem Wald zum Beladeplatz fährt

