



**Eigenbau in 1:12:  
PistenBully 100 4F Park**

## Kompakt-Klasse

**IM TEST**



VW-Schwimmwagen  
Typ 166 von Torro



Ausprobiert:  
ERSA-Gaslötkolben



**VORBILDER**

Zu Gast im  
Baggermuseum  
EBIANUM

Geschenk-Ideen  
für Modellbauer

**PRODUKT-TIPP**



Unimog 437  
von ScaleART

**MODELL-PORTRÄT**



M978 US-Half Truck  
HEMTT in 1:14



Ausgabe 1/2021  
Oktober bis Dezember 2020  
D: € 12,00  
A: € 13,20 + CH: sFr 18,90  
NL: € 14,40 + L: € 13,80

# Klein, aber oho

## PistenBully 100 4F Park

Von Dr. Albert Türtscher

Der PistenBully 100 ist die kleinste Raupen von Kässbohrer, die vor einigen Jahren in einer komplett neu entwickelten Version vorgestellt wurde. In Technik und Bedienung entspricht „der Kleine“ nun den großen Brüdern und verfügt als aktuell einzige Raupen über die neue Steuerung des Topmodells PB600. Dazu kommt noch ein ansprechendes Design, und deshalb entschied sich RAD & KETTE-Autor Dr. Albert Türtscher, die Herausforderung im Kleinen anzunehmen.



Bei meinem aktuellen Projekt wollte ich in jedem Fall eine neue Pistenraupe komplett von Grund auf bauen. Allerdings wäre jede größere Raupe eine geänderte Neuauflage meines PB400 ParkPro geworden. „Die neue Kleine“ sollte ein voll funktionsfähiges 12-Wege-Räumschild erhalten. Außerdem musste neben den Funktionen für die Fräse auch noch Platz für Antrieb und Hydraulikanlage in der Wanne bleiben – ein enges Unterfangen. Da war Tüfteln angesagt. Das Original wird vorwiegend bei der Präparierung von Langlaufloipen und in kleineren Skigebieten eingesetzt. Es gibt aber auch eine Parkversion für die Präparierung der Anfänger-Funparks. Diese Version wählte ich aus, da sie somit gut zu meinem ParkPro-Modell passt.

### Von den Daten zum Modell

Auch bei der Karosserie wollte ich neue Wege gehen und diese aus Druckteilen erstellen, was im Gegensatz zu meinen bisher vakuumgeformten Teilen ebenfalls Neuland für mich war. Als langjähriger Lizenzpartner bekam ich von Kässbohrer diesmal sogar 3D-Daten der kompletten Raupe. Leider waren keine echten CAD-Daten zu bekommen, sondern nur triangulierte Oberflächen. Das bedeutete, dass ich die Raupe komplett neu im CAD zeichnen musste. Die Daten dienten dabei allerdings als sehr exakte Vorlage und sind natürlich deutlich besser als die Zeichnungen, die ich sonst bekommen habe. Zur Erklärung: In CAD wird mit mathematisch beschriebenen Oberflächen und Körpern gearbeitet, also Kreise, Linien, Quader, Zylinder und über Polynome definierte

Freiformoberflächen. Für eine reine Darstellung, wie bei Spielen und Animationen, werden üblicherweise aus Dreiecken aufgebaute Oberflächen verwendet, weil diese sich sehr viel schneller rendern lassen. Für CAD sind sie allerdings unbrauchbar. Das gilt leider auch für die hübsch anzusehenden 3D-Modelle, die man für relativ wenig Geld im Internet kaufen kann. Erstens sind sie bei näherem Betrachten nicht wirklich originalgetreu, und zweitens ist es ein zeitaufwändiger und mühsamer Weg, daraus druckbare Modellteile zu erstellen. Ich habe zwar einige gratis erhältliche Programme ausprobiert, um die Dreiecksflächen in brauchbare Oberflächen umzuwandeln, aber ohne Erfolg. Wahrscheinlich wäre es mit teurer Industriesoftware und immer noch einigem Aufwand möglich, aber eine solche stand mir nicht zur Verfügung.

Ich nahm das Projekt auch zum Anlass, auf das CAD-Programm Autodesk Fusion 360 umzusteigen, das für den Privatgebrauch gratis verfügbar ist. Das stellte sich in Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit und Funktionsumfang als ein riesiger Fortschritt gegenüber meinem alten, deutlich in die Jahre gekommenen Programm heraus. Damit waren genug Neuland und Herausforderungen für ein interessantes Projekt gegeben.

### Wie kommt das Drehmoment um's Eck?

Üblicherweise kommt das Fahrgestell als Erstes dran. Dafür wollte ich, soweit es möglich war, Teile von Pistenking verwenden; in jedem Fall seine schönen Aluketten. Leider schied der

von ihm entwickelte, praktische Antrieb über Flexwellen wegen der geringen Spurbreite sehr schnell aus. Die Krümmungsradien wären deutlich zu klein geworden. Also musste ich eine Lösung finden, wie ich über die längs liegenden Getriebemotoren um's Eck zu den hinter der Wannrückwand liegenden Sternrädern komme. Kegelzahnräder sind dabei unvermeidlich und diese müssen gut abgestützt werden, weil sie unter Last auseinander möchten. Die Überbrückung nach hinten machte ich mit Stirnrädern. Das Getriebegehäuse wurde so gut es ging als Hydraulikmotoren des Originals getarnt. Für die Ölzuleitungen ließ ich ebenfalls Attrappen drucken.

Die Wanne selbst war schnell konstruiert und an die Fahrwerksteile angepasst. Beim Original ist die Wanne ein geschweißter Rahmen und stellenweise mit Blechen abgedichtet. Um diese beim Modell darzustellen, klebt man sie als Zierbleche auf die Wannenseiten. Diese sind zwar später hinter den Ketten kaum sichtbar, aber nachdem ich die Originaldaten hatte, waren sie schnell gezeichnet. Das war eine gute Entscheidung, denn zu dem Zeitpunkt wusste ich noch nicht, welchen Detaillierungsgrad das Modell später erhalten würde. Da wäre es schade gewesen, hätte ich hier Abstriche gemacht. Bei den Laufträgern wählte ich die Vollgummivariante des Originals und formte die Urform in Silikon ab. Danach wurden die Räder aus PU-Gussharz vervielfältigt und auf der Drehbank nachbearbeitet. Nachdem der Antrieb festgelegt war, konnte ich bereits eine erste Studie machen, wie sich die Hydraulikkomponenten unterbringen lassen.



Mit der fertigen Fahrwerkswanne und den Ketten ausgestattet, konnte bereits eine erste Testfahrt im Schnee stattfinden

### TECHNISCHE DATEN

	Original	Modell
<b>Maßstab:</b>	1:1	1:12
<b>Länge:</b>	7.920 mm	660 mm
<b>Breite:</b>	4.200 mm	350 mm
<b>Gewicht:</b>	ab 5.000 kg	4,4 kg
<b>Antrieb:</b>	Cummins Dieselmotor 6,7 l	Maxon Getriebemotor, 13,2 V
<b>Motorleistung:</b>	186 kW / 253 PS	ca. 45 W

▼ Anzeige



Das Getriebe für den Sternradantrieb



Fahrgestell mit originalgetreuen Seitenblechen



Beim Kettenbau wurden die Spurstegel mit der Kappsäge getrennt



Der Proxxon-Minischrauber half bei der Kettenfertigung



Silberschmiede: Die Druckteile fürs Fahrerhaus sind mit lichtundurchlässigem Silberlack grundiert



Für den Mini-Feuerlöscher wurden extra Abziehbilder gedruckt



Die „Kommandozentrale“ ist ein echter Hingucker



Auch am Fahrerhausdach sind alle Details des Originals vorhanden

## Präzision und 368 Schrauben

Die Ketten gibt es beim Original in drei Breiten. Ich wählte die breiteste Version, damit genug Grip im Schnee vorhanden ist. Leider waren auch diese immer noch deutlich schmäler als jene der großen Brüder, also bestellte ich Stegrohlinge von Pistenking. Bei Ketten ist äußerst exaktes Arbeiten angesagt. Eine CNC-gesteuerte Fräse wie meine Stepcraft 420 leistet gute Dienste beim Bohren der Schraubenlöcher. Einmal eingerichtet, geht das Bohren der vielen Stege dann relativ schnell. Die Spurbügel habe ich auf der Kappsäge getrennt, damit sie für die schmalen Laufräder passen. Für das Zusammenschrauben der Kette verwendete ich eine Vorrichtung aus Holz mit dem exakten Stegabstand. Damit lässt sich sehr genau und schnell arbeiten. Außerdem habe ich mir den Minischrauber von Proxxon gegönnt, ein wirklich sehr empfehlenswertes Werkzeug, vor allem, wenn man, wie ich, 368 Schrauben einzudrehen hat. Mit der fertigen Fahrwerkswanne und den Ketten konnte ich hinter dem Haus in ein paar Schneeresten die erste Testfahrt machen. Es funktionierte alles auf Anhieb, die kleine Raupe bewegte sich wie geplant.

## Schleiforgie beim Fahrerhaus

Nun ging es an die Teile des Fahrerhauses. Das Arbeiten mit Freiformoberflächen ist die hohe Kunst im CAD, vor allem, wenn sie exakt mit der Vorlage übereinstimmen sollen. Man kann dabei selbst kleinste Abweichungen im Zehntel-Millimeterbereich erkennen, und ich hatte den Ehrgeiz, auch in diesem Bereich zu bleiben. Also kann ich guten Gewissens behaupten, dass meine Karosserie bis auf den Millimeter genau mit dem Original übereinstimmt. Die Teile habe ich so wie beim Original in Frontschürze, Dach, Rückwand und Türen aufgeteilt. Sie wurden bei Shapeways in einem hochauflösenden Verfahren aus UV-härtendem Harz gedruckt. Es ist wirklich beeindruckend, wie genau selbst kleinste Details erkennbar sind. Leider sind diese Teile nicht billig, rückblickend hätte sich die Anschaffung eines Hobby-Druckers für UV-Harz auf jeden Fall rentiert. Neben dem hohen Preis ist auch die Empfindlichkeit gegen UV-Strahlung ein Nachteil, denn wie mir ein Modellbaukollege mitteilte, verspröden die Teile mit der Zeit, was zu Brüchen führt. Auch farbiger Lack ist leider lichtdurchlässig, wie man leicht feststellen kann, wenn man so ein Teil gegen helles Licht hält. Im Modellbaugeschäft wurde mir Silberlack empfohlen, denn dieser ist lichtundurchlässig, sogar besser als Schwarz. Er wird aufgrund dieser Eigenschaft auch bei mit Stoff bespannten Flugzeugteilen als Grundierung verwendet. Deshalb habe ich alle diese Teile nach dem Verschleifen mit mehreren Schichten Silberlack besprüht, dann mit Hellgrau grundiert und erst zum Schluss die rote Farbe aufgebracht. Ob sie auf Dauer halten, wird sich zeigen.

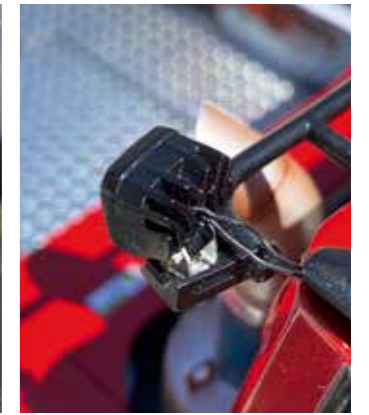
Jeder, der mit Druckteilen arbeitet, weiß, welcher Schleifaufwand nötig ist, um glatte Oberflächen zu erhalten. Ich grundiere die Teile immer zuerst. Dann sieht man beim Nassschleifen sofort, wo noch Druckstufen zu erkennen sind. Dieser Prozess muss mehrmals wiederholt werden, bis man eine wirklich glatte Oberfläche erhält. Das gesamte Modell entpuppte sich als wahre Schleiforgie. Dafür ging neben der Arbeit im CAD definitiv die meiste Zeit drauf. Zum Vorschleifen verwende ich eine 320er-Körnung und schleife dann mit 400er- und 600er-Körnung für das anschließende Lackieren mit der Airbrush. Tragende Strukturen wie die Bodengruppe und die Seiten- und Türrahmen habe ich wegen der benötigten Festigkeit im Nylon-Sinterdruck herstellen lassen. Allerdings kann hier nur mit Sprühfüller und viel Schleifen eine glatte Oberfläche erzielt werden.



Um auch in Sachen Beleuchtung möglichst nah ans Original zu kommen, baute und kürzte der Autor die Rundumkennleuchten von Pistenking auf die flache Version Comet S um



Die Kühlrippen der Zusatzscheinwerfer ...



... stellten eine zusätzliche Herausforderung dar



Für die Frontscheibe entstand eine Form auf der Stepcraft CNC-Fräse, die verschliffen, lackiert und poliert werden musste

Die Scheibe aus Lexan ist vakuumgeformt, sorgfältig angepasst und mit glasklar aushärtendem Spezialkleber angeklebt

## TEILELISTE

### Laserteile

LTO, Telefon: 052 02/ 912 50  
E-Mail: [info@lto-gmbh.de](mailto:info@lto-gmbh.de)  
Internet: [www.laserteileonline.de](http://www.laserteileonline.de)

### Zahnräder

Mädler, Telefon: 07 11/72 09 50  
E-Mail: [stuttgart@maedler.de](mailto:stuttgart@maedler.de)  
Internet: [www.maedler.de](http://www.maedler.de)

### Hydraulikpumpe

Modellhydraulik Kampshoff  
Telefon: 028 71/234 59 47  
E-Mail: [info@modellhydraulik.com](mailto:info@modellhydraulik.com)  
Internet: [www.modellhydraulik.com](http://www.modellhydraulik.com)

### Ketten, Fahrregler, Lichtanlage

Pistenking Funktionsmodellbau  
Telefon: 070 22/50 28 37  
E-Mail: [info@pistenking.de](mailto:info@pistenking.de)  
Internet: [www.pistenking.com](http://www.pistenking.com)

### Fernsteuerung Commander

ScaleART, Telefon: 062 36/41 66 51  
E-Mail: [info@scaleart-shop.de](mailto:info@scaleart-shop.de)  
Internet: [www.scaleart-shop.de](http://www.scaleart-shop.de)

### 3D-Druckteile

Shapeways  
Internet: [www.shapeways.com](http://www.shapeways.com)

## Begehrter Arbeitsplatz

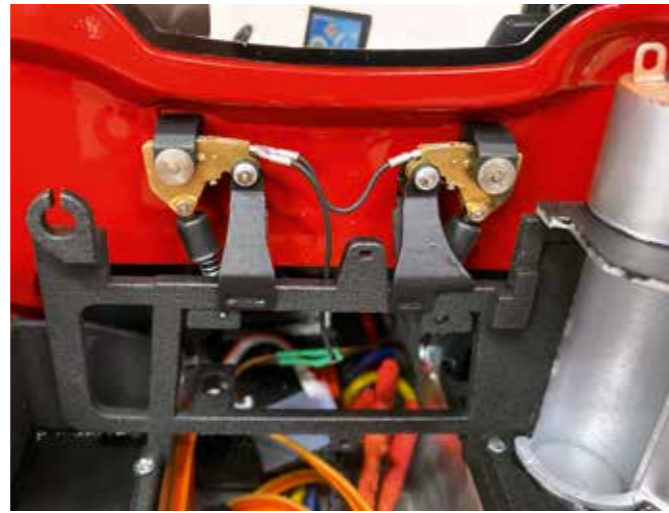
Bei den erhaltenen 3D-Daten war leider das Innenleben des Fahrerhauses nicht dabei und auch nicht zu bekommen. Kurzerhand nahm ich daher Kontakt mit der lokalen PistenBully-Niederlassung in Grand Junction in Colorado auf. Glücklicherweise hatten sie einen PB100 vor Ort stehen und erlaubten mir, ihn abzumessen. Meine Frau und ich nahmen das als Anlass für einen zweitägigen Ausflug, es sind nämlich etwa vier Stunden von Denver bis zu der Niederlassung. Als wir ankamen, hatte man den PB100 extra für mich mitten auf den Hof gestellt. Natürlich hatte ich mein PB400 ParkPro-Modell dabei, für das die gesamte Belegschaft zusammengerufen wurde. So etwas hatte man bei PistenBully noch nicht gesehen. Funktionsmodellbau und insbesondere der Pistenraupen-Modellbau ist in den USA nämlich fast unbekannt. Mit rund 400 Fotos und etlichen Abmessungen hatte ich dann alles, was ich für den Innenraum brauchte.

Hier ging ich dann wirklich ins Detail, wie auf den Fotos zu erkennen ist. Wie eingangs erwähnt, ist die am Fahrersitz montierte Bedienkonsole mit dem Joystick dieselbe wie beim Topmodell, dem PB600 Level Red. Diese sowie die park-spezifische Hebelsteuerung an der linken Armlehne und den Fahrersitzsockel habe ich bis ins letzte Detail nachgebildet. Der Flachbildschirm ist mit Miniatur-SMD-LEDs von hinten beleuchtet, die Stromzufuhr erfolgt wie beim Original durch den hohlen Bildschirmarm. Sogar feinste Details wie das PistenBully-Logo an der Rückseite sind vorhanden.

Beifahrerseitig ist am Original ein Feuerlöscher unter der Fußstütze montiert. Dieser durfte am Modell natürlich ebenfalls nicht fehlen. Nachdem kein passender im Zubehörhandel zu finden war, habe ich ihn schnell selbst gezeichnet. Aber nachdem ich nun schon so detailverliebt war, musste auch der Aufkleber originalgetreu sein. Ich



Bitte Platz nehmen im fertiggestellten Fahrerhaus



Die Fahrerhausverriegelung ist beweglich mit funktionierenden Federelementen



Die Abgasanlage und die Kühlergruppe sind originalgetreu detailliert ...



... auch wenn vieles davon hinter den Luftenlässen nicht sichtbar ist

fand eine gute Vorlage auf der Website des Herstellers, zeichnete ihn nach und ließ ihn als wasserlösliches Schiebepapier drucken. Natürlich habe ich dabei das Blatt ausgenutzt. Falls jemand einen Aufkleber in 1:12 oder 1:8 braucht, ich habe genug. Obwohl man meinen könnte, das geht alles in Richtung Spinnerei, sind viele der kleinen Details im CAD rasch erstellt und bedeuten damit vergleichsweise wenig Aufwand, machen aber beim Betrachten des Modells viel her.

Die Haltestangen und das Geländer der Plattform sind relativ komplex und so fast unmöglich passgenau aus Messing-Rundstangen zu biegen. Deshalb habe ich diese Teile aus Messing drucken lassen. Aber nicht die gesamten Teile, das wäre zu kostspielig geworden. Außerdem verformen sich solch lange, dünne Teile auch gern im Druckpro-

zess. Deshalb wurden dann für lange gerade Stücke Messingrohre eingelötet.

### Herausforderung Beleuchtung

Eine weitere Herausforderung stellte die Rundumkennleuchte dar. Hierfür werden in letzter Zeit häufig flache Leuchten vom Typ Comet S verwendet, die es so aber leider noch nicht in Modellbaugrößen gibt. Aber ich wollte sie in dieser Form gerne am Modell haben. Ich wagte mich daher an den Umbau von Pistenking-Leuchten. Die Elektronik mit den LED musste ich tiefer legen und dazu den unteren Sockel auf der Drehbank ausdrehen. Die orangenen Kappen habe ich entsprechend gekürzt und oben, so weit es ging, plangeschliffen, bis nur noch eine dünne Schicht Kunststoff übrig blieb. Dabei war Ausschuss unumgänglich, aber ich hatte in weiser Voraus-

### KLICK-TIPP

Videos mit Fahrtst:  
<https://youtu.be/uliUkCUeb2Y>

Funktionstest der Scheinwerfer:  
<https://youtu.be/BqAxca0rIQ8>

sicht genug Kappen bestellt. Es ist ein eher heikler Umbau, denn allzu leicht kann dabei die Elektronik Schaden nehmen. Bei der Pistenking-Rundumkennleuchte kann man verschiedene Blink- und Blitzmuster einstellen. Mein Modell blitzt jetzt auch so nervös wie beim Original.

Für die komfortable Schaltung der einzelnen Beleuchtungsfunktionen kommt hier, wie bei meinen anderen Modellen, das Kingbus-System vom Pistenking zum Einsatz. Die Universalmodule lieferte mir Pistenking

### NACHGESCHLAGEN: NYLON-SINTERDRUCK

„Sintern“ ist ein Rapid Prototyping-Verfahren, bei dem man 3D-Modelle mithilfe eines Laserstrahls erstellt. Dabei arbeitet man mit einer feinen Pulverschicht, deren Partikel der Laser verschmilzt und so das Pulver Schicht für Schicht miteinander verbindet. Das auch mit SLS abgekürzte, selektive Lasersintern beschreibt die Technologie hinter dem Vorgang. Heute wird das Verfahren mit einer breiten Palette von Pulvermaterialien wie Nylon, Elastomeren, Alumiden oder Polyamiden praktiziert. Die Technologie wird in vielen Industriezweigen eingesetzt, da die damit hergestellten Teile bessere Eigenschaften als die FDM-Technologie aufweisen – beispielsweise eine höhere Festigkeit.



Unter dem „Rucksack“ musste die gesamte Elektronik Platz finden

„nackt“, also ohne Gehäuse und Klemmleiste. Nur so konnte ich sie in den Hohlräumen im Dach unterbringen. Wie ich im Nachhinein merkte, hätte ich die Zuleitungskabel vor dem Zusammenbau verlegen sollen. Vor allem die Litzen für die Zusatzscheinwerfer, die ich durch eine Bohrung in der A-Säule fädeln musste, was zu einem stundenlangen Geduldsspiel wurde. Es ging letztendlich nur mit einer etwas steiferen Leitlitze, an die dann die beiden dünnen Litzen angelötet und durchgezogen wurden.

Die heutzutage gebräuchlichen LED-Zusatzscheinwerfer mit den charakteristischen Kühlrippen sind eine echte Herausforderung in 1:12, weil dadurch nicht viel Platz für den Einbau einer LED bleibt. Ich habe eine bis aufs Minimum abgeflachte 3-Millimeter (mm)-LED eingebaut. Vermutlich wäre eine SMD-LED einfacher gewesen, aber ich habe mehr als genug 3-mm-LEDs auf Lager.

Für die Frontscheibe fräste ich eine Form auf der Stepcraft CNC-Fräse, die anschließend sauber verschliffen, lackiert und poliert werden musste. Die Scheibe aus Lexan habe ich dann vakuumgeformt, sorgfältig angepasst und mit glasklar aushärtendem Spezialkleber angeklebt.

### Technik im Rucksack

Nachdem ich nun schon beim Cockpit derart detailverliebt war, konnte ich beim Rucksack-Innenleben keine Abstriche machen. Diese Teile waren glücklicherweise bei den 3D-Daten dabei und somit exakt nachzubilden. Nachdem ich den Innenraum dringend



Der Auspuff wurde mit den typischen, durch Hitze entstehenden Verfärbungen lackiert



Die Scheibenwischer lassen sich über ein für den Wischerbetrieb programmiertes Servo steuern



Dadurch sind die Wischer voll funktionsfähig

für Empfänger und Fahrregler benötigte, beschränkte ich die nachgebildeten Teile auf den Bereich, der von außen sichtbar ist. Die Fahrerhaube kann nach vorne gekippt werden und ist beim Original hinten in hydraulisch entriegelbaren Klemmen federnd gelagert. Diese Teile sind auch beim Modell gut sichtbar. Ich habe sie aus Messing drucken lassen.

Die Auspuffanlage ist nur bei der Auslieferung schön gleichmäßig silber, im Betrieb verfärbt sie sich sehr schnell und an den Schweißnähten setzt sich Rost an. Hier griff ich tief in die Trickkiste meiner Airbrush-Künste, um die blaue Verfärbung und den Rost nachzubilden.

Die Warnaufkleber habe ich nach Fotos vom Original in einer Grafiksoftware nachgezeichnet und ausgedruckt. Die silbernen PistenBully-Logos sind aus Folie geschnitten. Für die verchromten K-Zeichen an den Lufteinlässen und vorne habe ich hauchdünne, selbstklebende Chromfolie verwendet, die für Plastikmodelle erhältlich ist.

### Funktionierende Wischer

Zu guter Letzt ging ich die Scheibenwischer an. Auch diese sollten funktionsfähig sein, ebenfalls ein Novum für mich. Den Antrieb hatte ich bereits vor dem Zusammenkleben des Fahrerhauses eingebaut, weil dieser Bereich danach nicht mehr zugänglich

### LESE-TIPP

Dr. Albert Türtcher hat in den vergangenen Jahren bereits einige Pistenfahrzeuge um- und aufgebaut. So berichtet er in Ausgabe 1/2018 vom Umbau eines „normalen“ PistenBully 400-Modells zu einer Park Pro 4F-Version. In Ausgabe 2/2018 widmet er sich dann den speziellen Anbaugeräten wie Schild und Fräse für den Extra-Spaß im Gelände. In RAD & KETTE 1/2019 stellt der Autor Hindernisse für den Modell-Funpark vor. Sie haben die Ausgaben verpasst? Diese und alle weiteren noch verfügbaren Ausgaben können Sie im Magazin-Shop unter [www.alles-rund-ums-hobby.de](http://www.alles-rund-ums-hobby.de) bestellen.



ist. Die Commander-Fernsteuerung von ScaleART bietet eine (Intervall-)Wischerfunktion, damit konnte ich ganz einfach ein Servo für den Antrieb verwenden. Die Scheibenwischer entsprechen optisch exakt dem Original. Leider verkratzen sie unweigerlich die Frontscheibe, daher kommen sie nur selten zum Einsatz.

Ende Oktober 2019 hatten wir den ersten kräftigen Schneefall, der natürlich direkt für ausgiebige Testfahrten genutzt wurde. Allerdings noch ohne Räumschild und Heckfräse. Über diese beiden Teile werde ich in einem nächsten Teil berichten. Für den Moment war ich erst einmal zufrieden mit meinem neuen „Kleinen“, der mich vor einige Herausforderungen gestellt hatte. ■



Erste Ausfahrt des fertigen Modells, noch ohne Anbaugeräte