

DOKUMENTATION

RADEX

DESIGNMODELL EINES BLACKENROBOTERS

Darius Spiess

Turgi, 07. Juni 2021

Praxisarbeit im Bachelor Design

Vertiefung Industrial Design

Departement Design

Zürcher Hochschule der Künste

Seminar „BA-Thesis: Praxis“ FS 2021

Dozierende: Hanspeter Wirth, Lisa Ochsenbein

AUSGANGSLAGE 03

KONZEPT 08

AUFBAU 13

FORMFINDUNG 22

ENDPRODUKT 35

ANHANG 41

INHALT

AUSGANGSLAGE



PROBLEM

Eines der hartnäckigsten Unkräuter ist der „Stumpflättrige Ampfer“. In der Schweiz wird er auch „Blacke“ genannt. Für die Bekämpfung der Blacken werden in der Landwirtschaft häufig Pestizide eingesetzt. Diese sind sehr umstritten und für viele Bio-Labels verboten. Um dem entgegenzukommen, möchte ich ein Konzept für einen autonomen Roboter gestalten, der die Blacken mechanisch entfernt.



MOTIVATION

Auf die Idee für diese Arbeit bin ich im Sommer 2020 gekommen. Ich war in einem vierwöchigen Zivildienst-Einsatz auf einem Bio-Bauernhof. Immer wenn es gerade nichts Wichtigeres zu tun gab, habe ich Blacken gestochen.

Das ist mir ziemlich schnell verleidet. Ich habe mir immer wieder gedacht: Das muss doch auch einfacher gehen! Warum gibt es noch keine Maschine, die mir diese mühsame Arbeit erleichtert?

ZIEL

Es soll ein Roboter entstehen, welcher die Bekämpfung von Blacken vereinfacht. Das Ziel ist ein Konzept, kein serienreifes Produkt: Technische Funktionen sind also nicht komplett ausgearbeitet, aber aus der Sicht eines Maschinenbauers realistisch umsetzbar.

Der Roboter wird als Designmodell ausgearbeitet. Dieses soll die formale Gestaltung in einem angemessenen Massstab darstellen.

EFFIZIENT

Effektiv

Autonom

NACHHALTIG

Umweltschonend

Bodenschonend

FORTSCHRITTLICH

Realistisch umsetzbar



ZIELGRUPPE

Bio-Landwirt*innen
Viehbetrieb/Futterbau
Unebenes Gelände

Bild l.: Jed Owen (Unsplash)
Bild r.: Rebecca Ritchie (Unsplash)

KONZEPT

Mechanische Verfahren

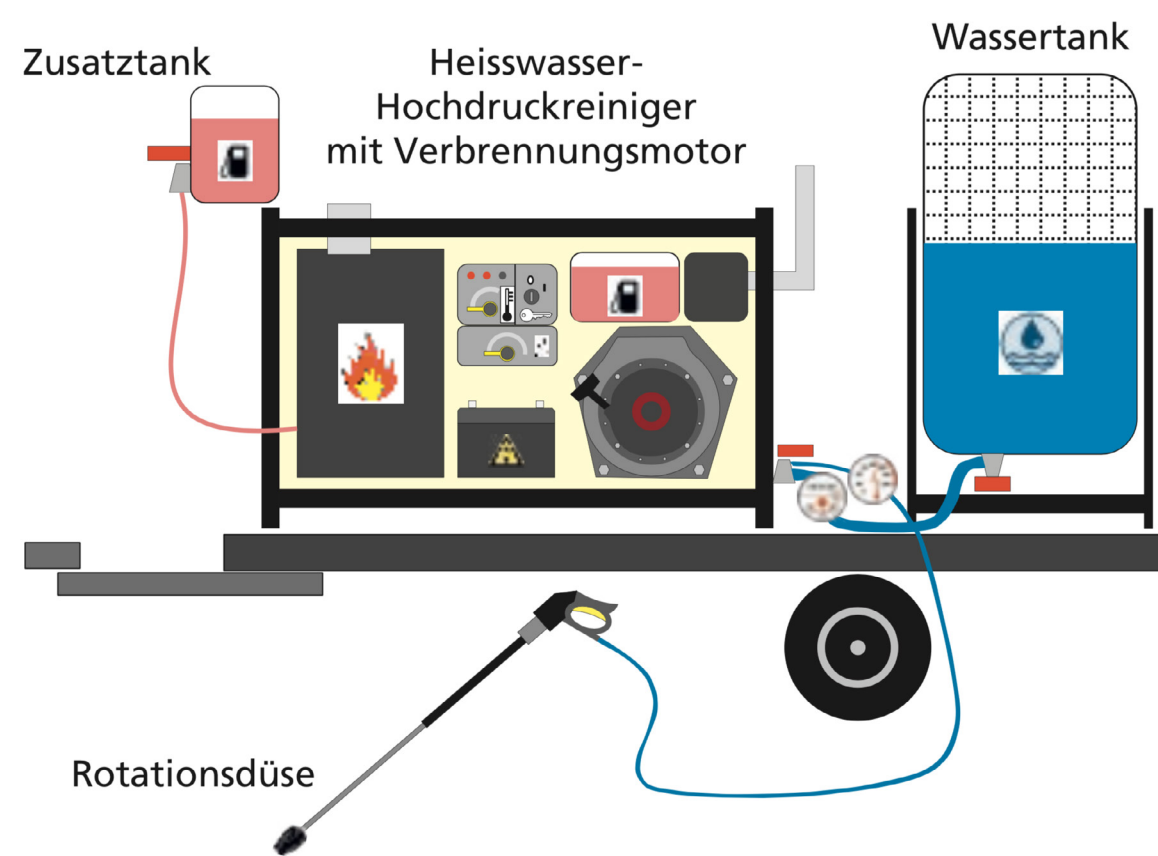


Thermische Verfahren

RECHERCHE

Bei der Suche nach alternativen Bekämpfungsmethoden bin ich auf das Hochdruck-Heisswasser-Verfahren gestossen: Dieses ist von allen Optionen die Effektivste und benötigt auch vergleichsweise wenig Energie.

Bilder: ART-Bericht 764

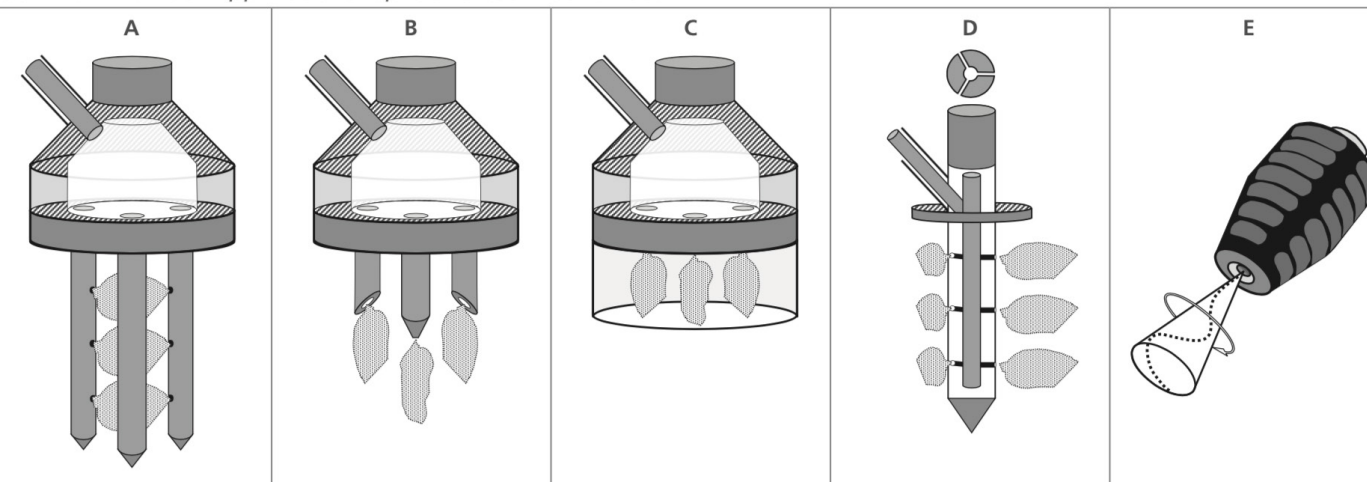


HOCHDRUCK-HEISSWASSER

Bei diesem Verfahren wird heisses Wasser mit Hochdruck in den Boden gespritzt. Es entsteht heisser unterirdischer Schlamm, der die Blackenwurzel abtötet.

Auch die Samen an der Oberfläche können besprüht werden; Sie sind bereits nach kurzem Kontakt mit dem heissem Wasser nicht mehr keimfähig.

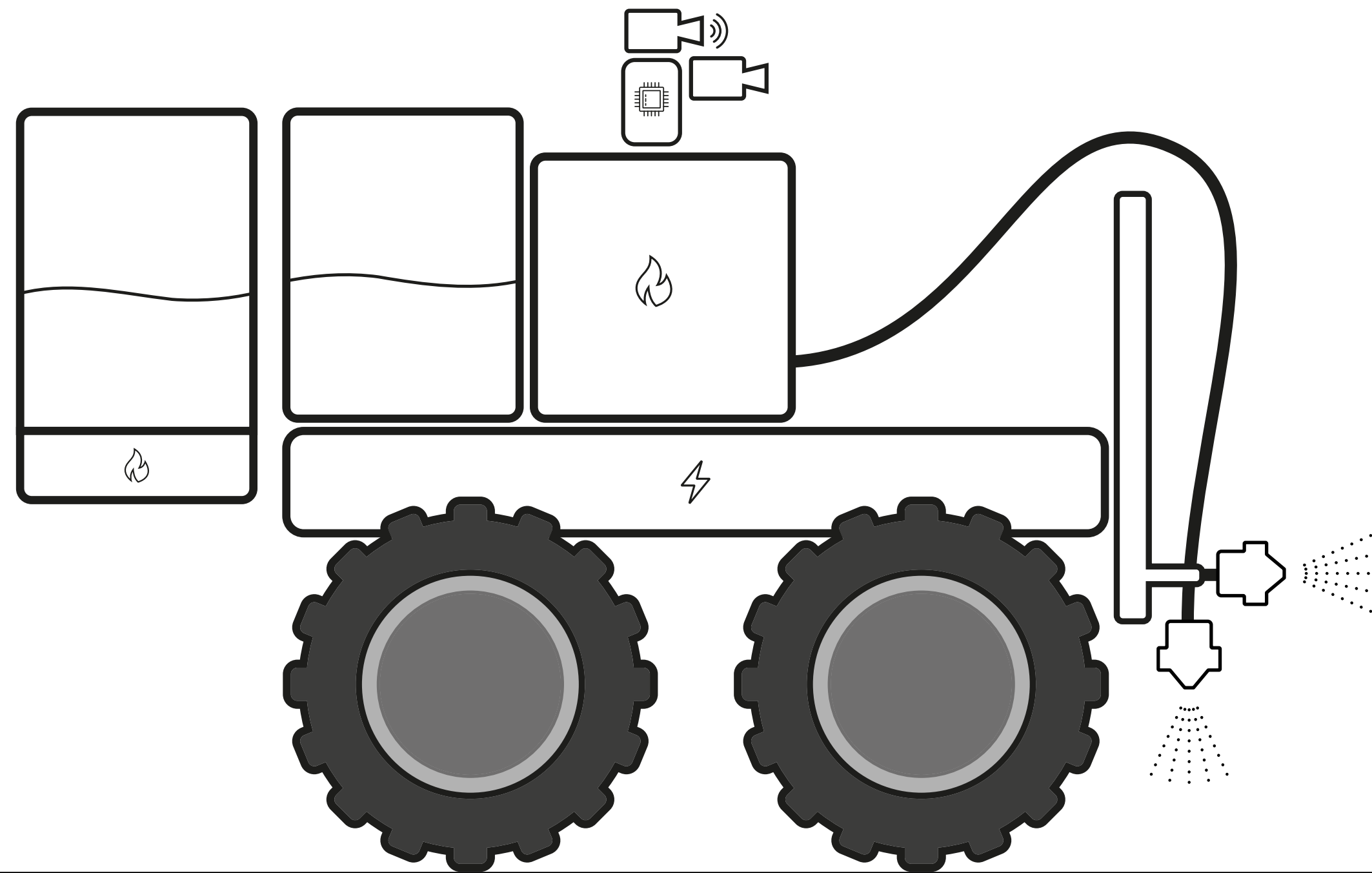
Abb. 2: Skizzen der Applikationsköpfe und technische Daten.



Technische Daten	Einheit	Variante				
		A	B	C	D	E
Abstand der Dornen	(mm)	43	43	43	-	-
Dorndurchmesser	(mm)	12	12	-	16	-
Düsenbohrung	(mm)	9 x 1,0	3 x 1,2	3 x 1,4	9 x 1,0	1 x 1,8
Düsenfläche gesamt	(mm ²)	7,1	3,4	4,6	7,1	2,5
Düsenabstand	(mm)	30	-	-	30	-
Durchflussmenge Mittelwert ± StAbw	(l/min)	9,0 ± 1.3	8,9 ± 0.2	9,6 ± 1.5	8,8 ± 0.4	8,9 ± 0.5



AUFBAU

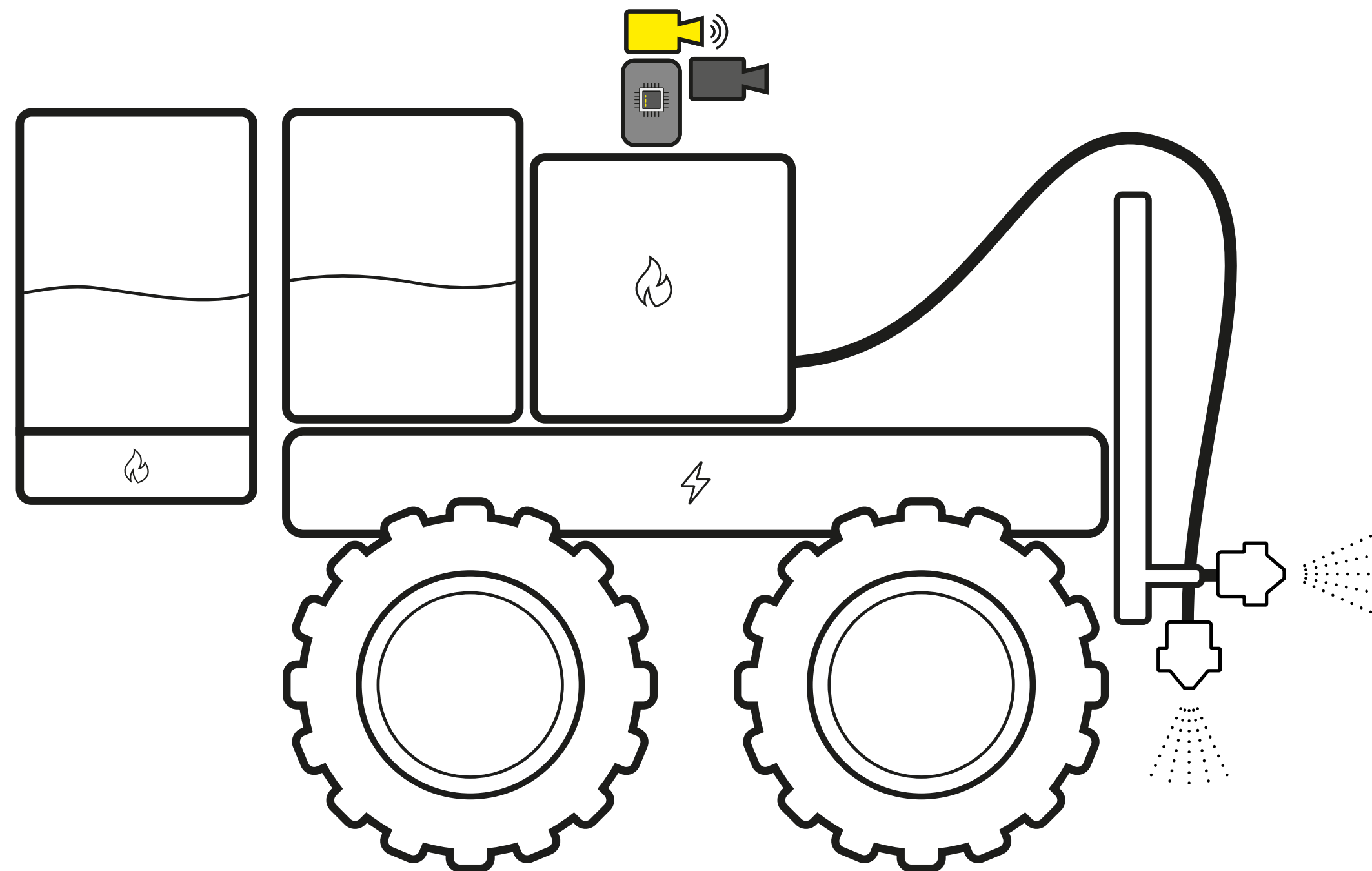


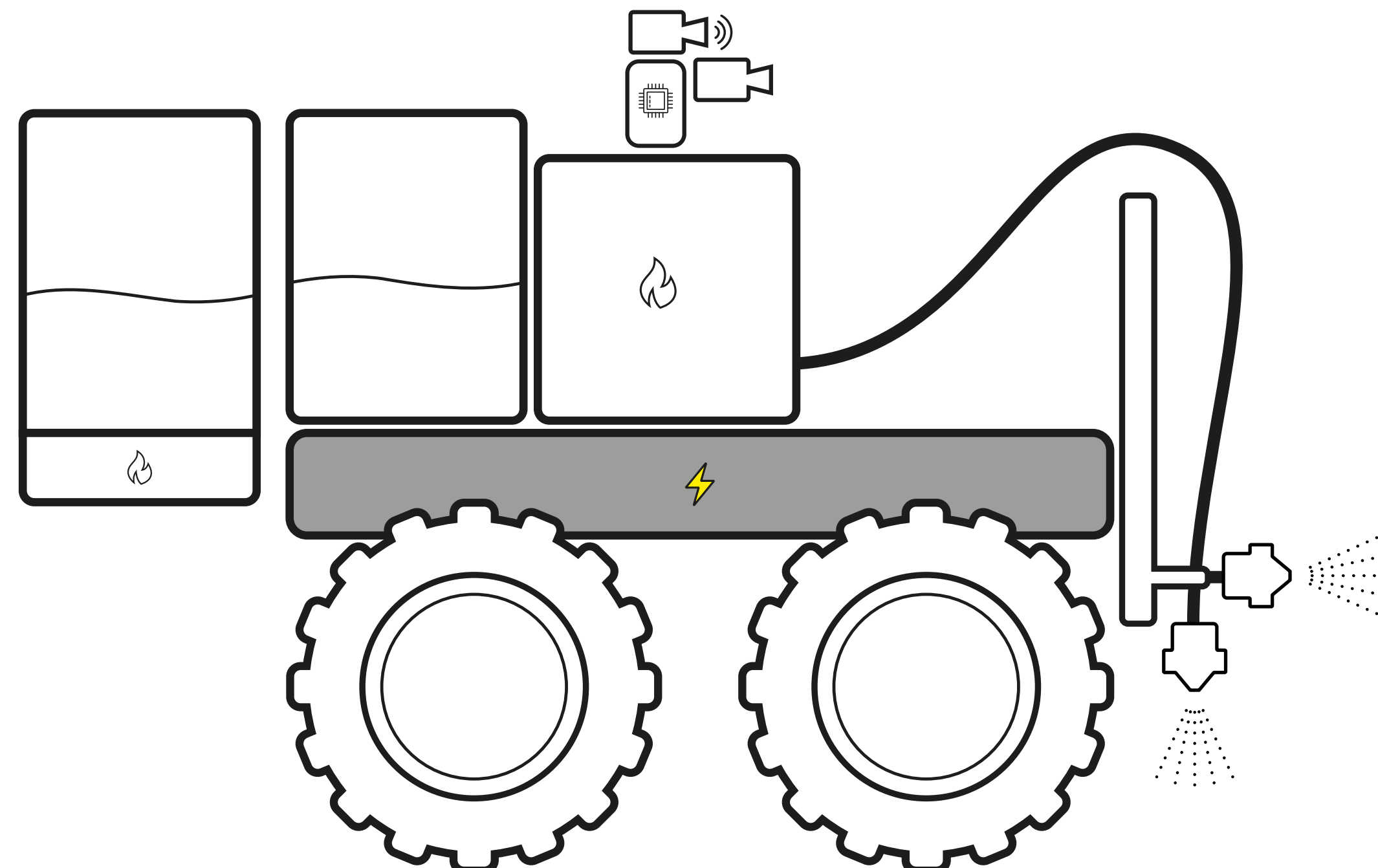
RÄDER

Vier Räder transportieren den Roboter über das Feld. Durch die grosse Auflagefläche der Reifen wird der Boden bestmöglich geschont. Raupen sind für die Wiese zu grob. Der Roboter fährt mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 0.5 Metern pro Sekunde.

ORIENTIERUNG

Kameras und LIDAR-Sensoren befinden sich vorne, hinten und an den Seiten des Roboters. So orientiert er sich in seiner Umgebung und erkennt die schädlichen Pflanzen. Mittels Künstlicher Intelligenz wird das Umfeld mit einer riesigen Datenbank von Blacken-Bildern verglichen.

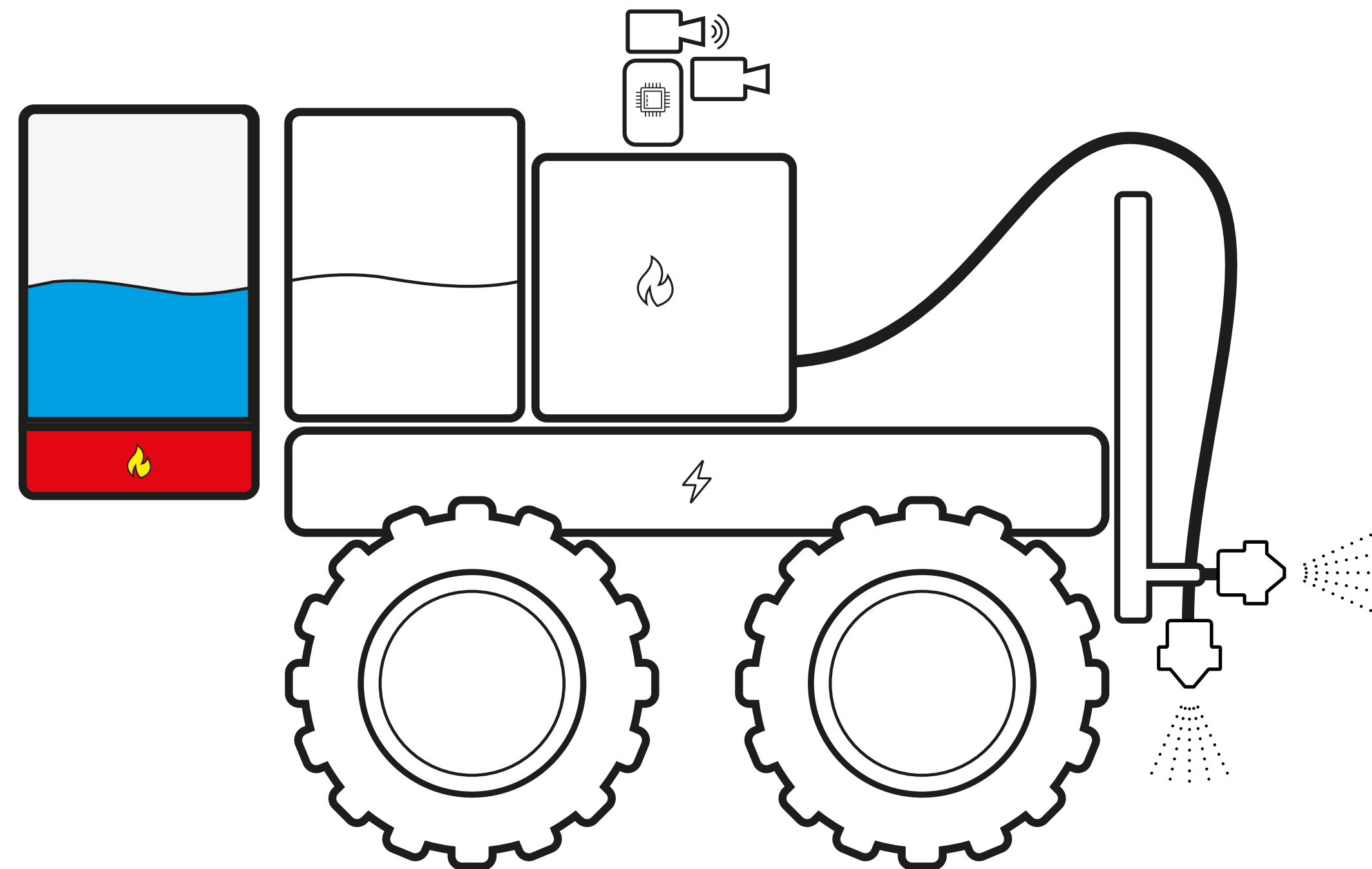




BATTERIE

Angetrieben wird der Roboter von einer Batterie. Elektrischer Strom ist eine erneuerbare Energie und deshalb nachhaltig und zukunftstauglich. Im Gegensatz zu einem Diesel-Motor ist der Strombetrieb leise und es entstehen keine Abgase. Auch das Aufladen mit neuer Energie ist für den autonomen Roboter so einfacher zu gestalten.

Eine Tesla-Batterie mit 100 kWh würde für ca. 2.5 Stunden Betrieb ausreichen. Deshalb hat der Roboter eine Dockingstation.

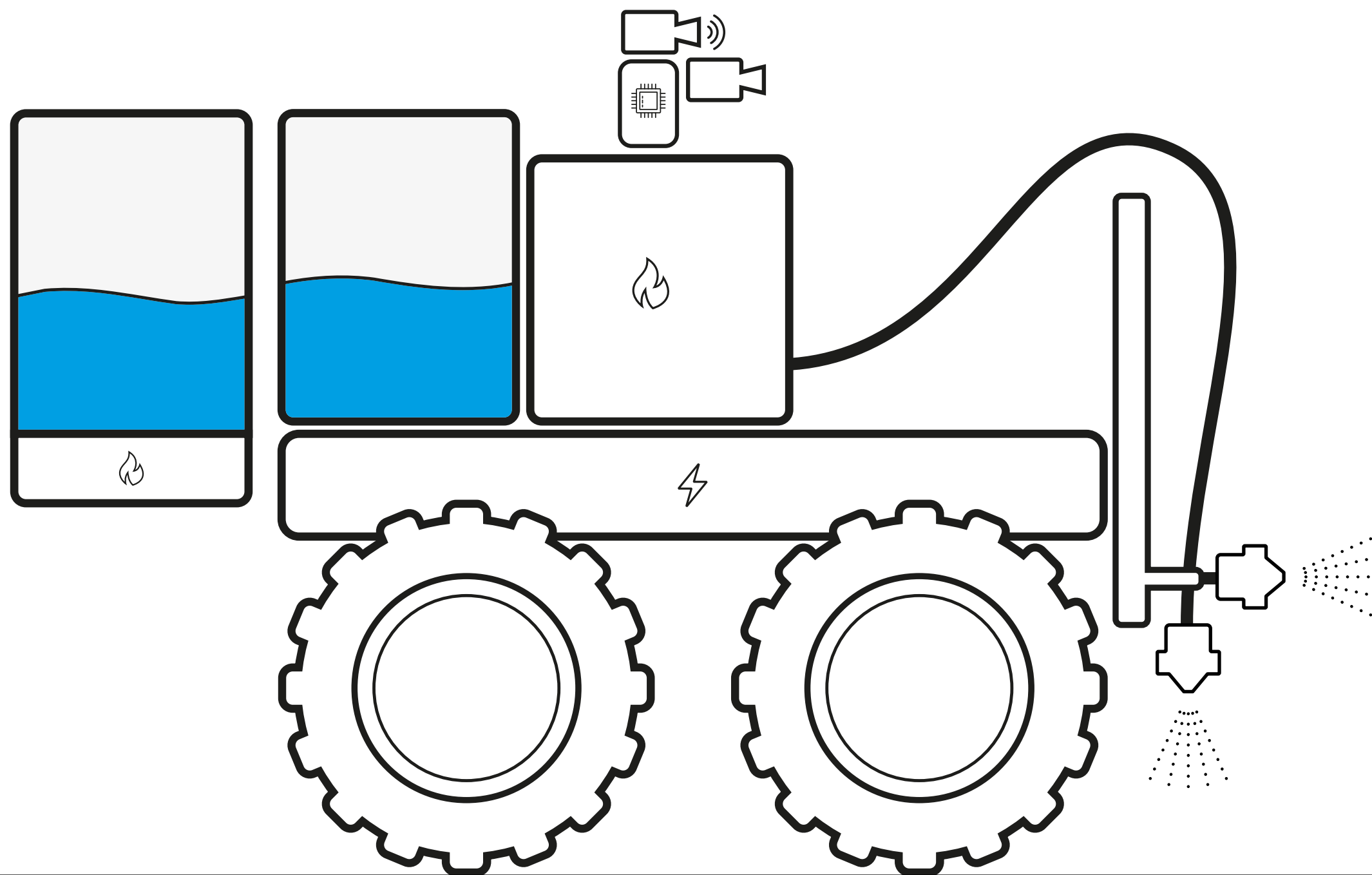


DOCKING- STATION

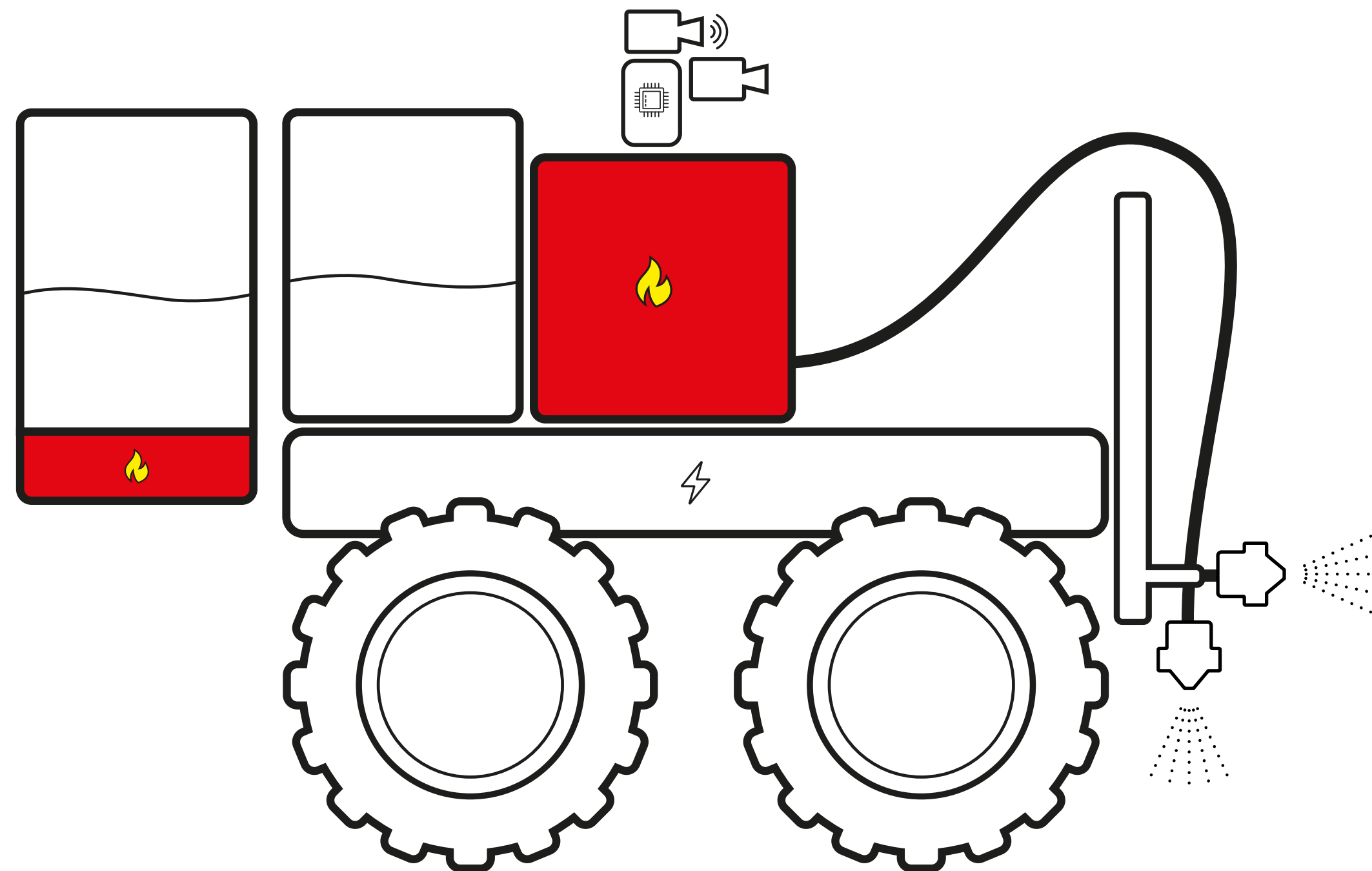
Die Dockingstation erlaubt es dem Roboter, noch viel mehr aus der Batterie herauszuholen. Der grösste Teil der Energie wird nämlich für das Erhitzen des Wassers benötigt. Die Dockingstation wärmt das Wasser deshalb bereits vor. Sie ist direkt an Strom und Wasser angeschlossen.

Der Roboter platziert die Dockingstation Anfangs an einem geeigneten Ort und kehrt zurück, sobald er neues Wasser oder Strom braucht.

WASSERTANK

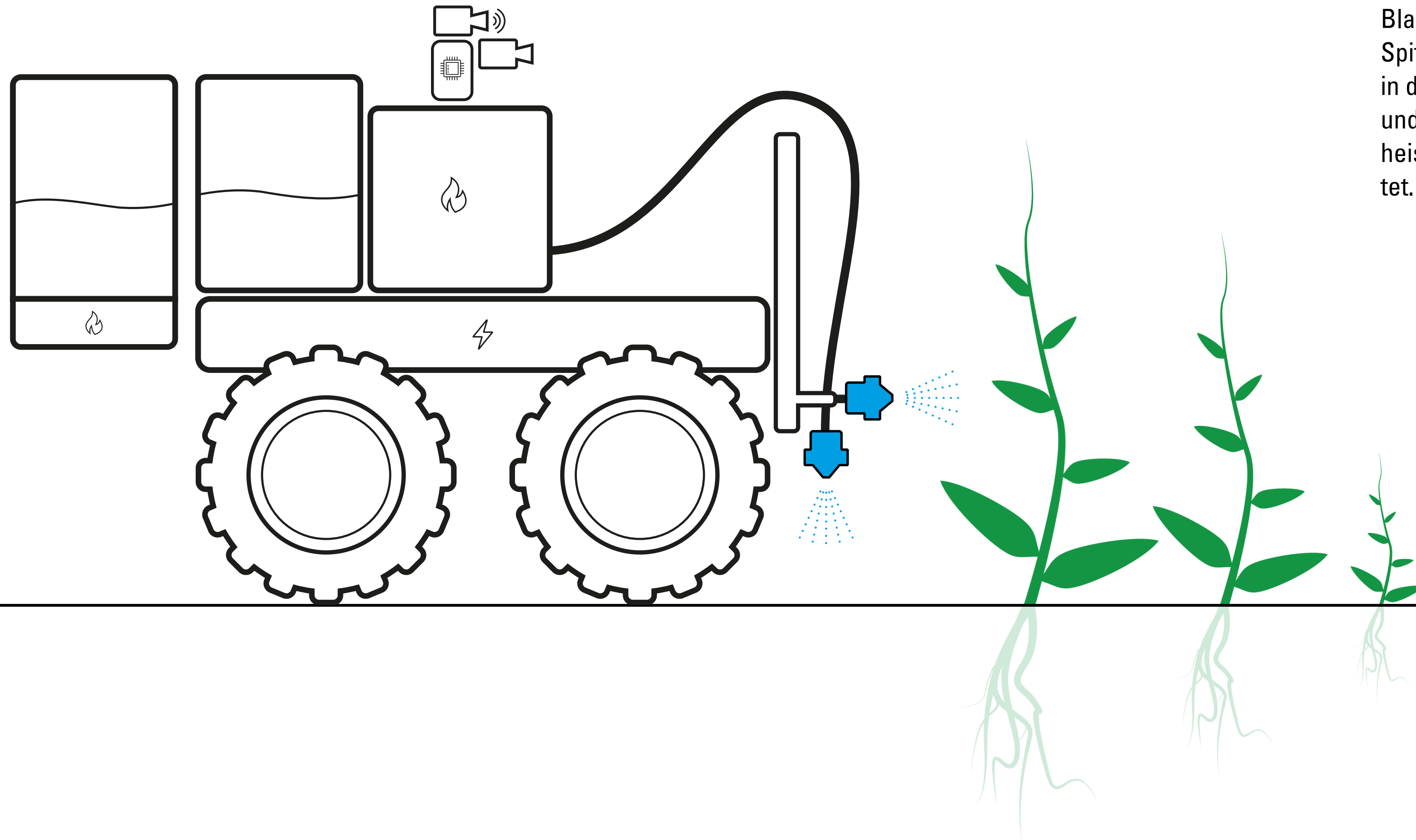


Im Gegensatz zur Dockingstation ist der Roboter nicht direkt mit einem Wasseranschluss verbunden. So kann er auch weit entfernte Stellen erreichen und ist wendiger. In einem 400 Liter Tank wird das vorgeheizte Wasser aufbewahrt. Die Wände sind isoliert, damit so wenig Wärme wie möglich entweicht.



HOCHDRUCK- HEISSWASSER

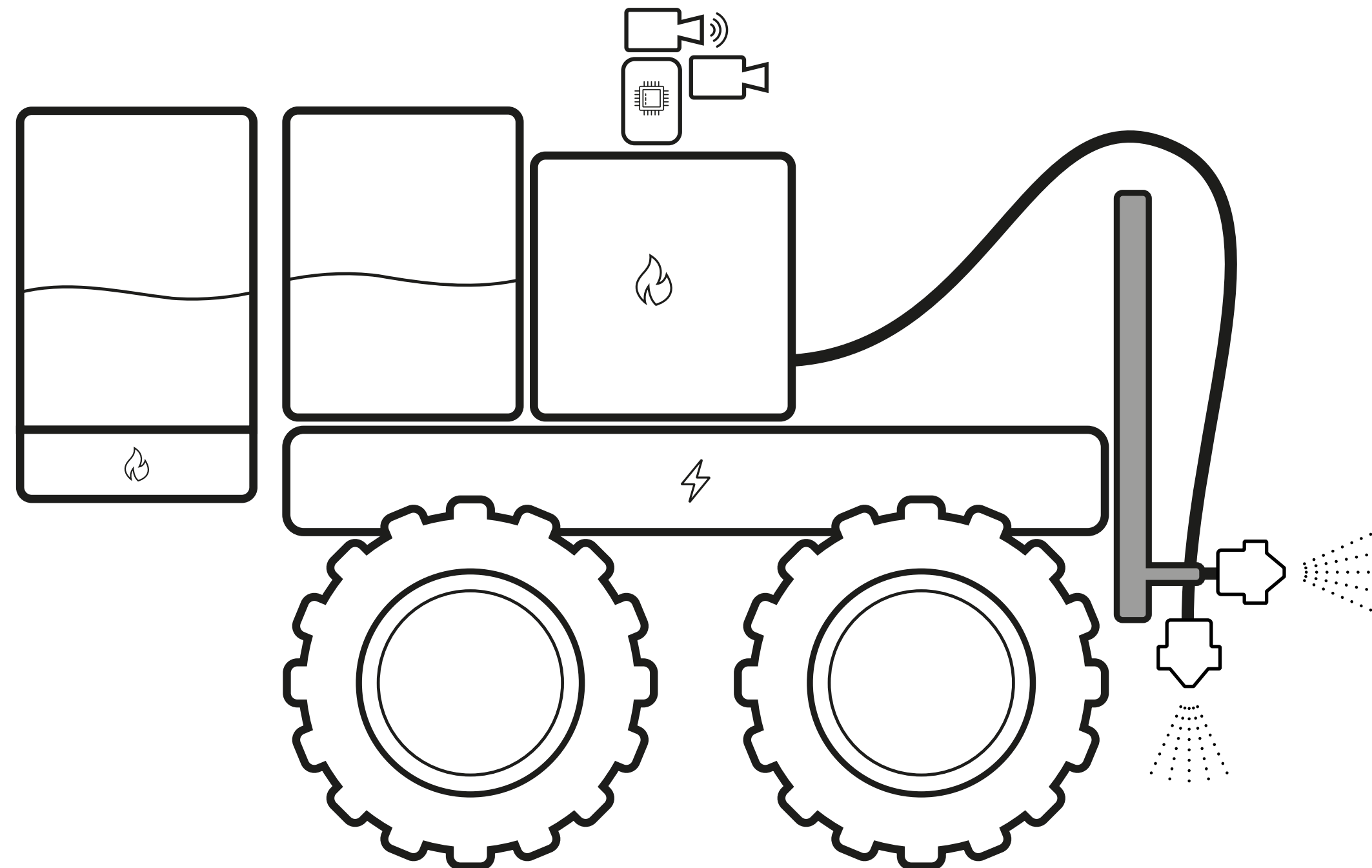
Im Heisswasser-Modul wird das Wasser auf 95 Grad erhitzt. Mit einem Druck von 120 bar geht das Wasser weiter an die Sprühköpfe.



SPRÜHKÖPFE

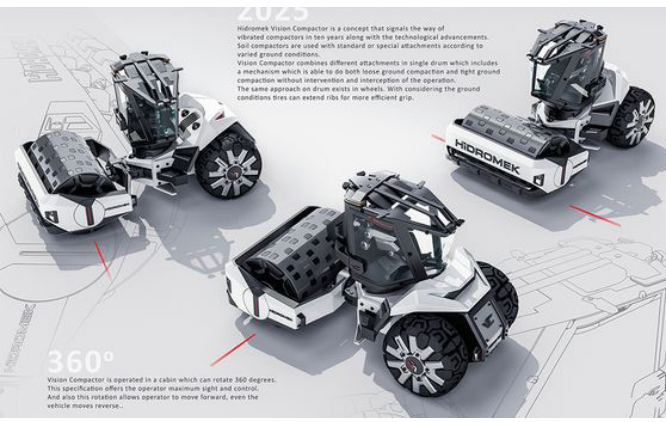
Über die beiden Sprühköpfe gelangt das heisse Wasser an die Blacke. Zuerst tötet der horizontale Kopf die Samen an der oberen Spitze der Blacke ab. Danach sprüht der vertikale Kopf das Wasser in den Boden. Er macht eine Kreisbewegung um die Pflanze herum und sticht dabei immer wieder kurz in die Erde. Es entsteht eine heisse unterirdische Schlamm-packung, welche die Wurzeln abtötet. Das Ganze dauert durchschnittlich 12 Sekunden pro Pflanze.

3-ACHSEN-ARM



Der Arm kann die beiden Sprühköpfe in alle Richtungen bewegen. So kann der vertikale Sprühkopf die erforderte Kreisbewegung ausführen. Der horizontale Sprühkopf kann dadurch auch Pflanzen von bis zu 150 cm Höhe bekämpfen.

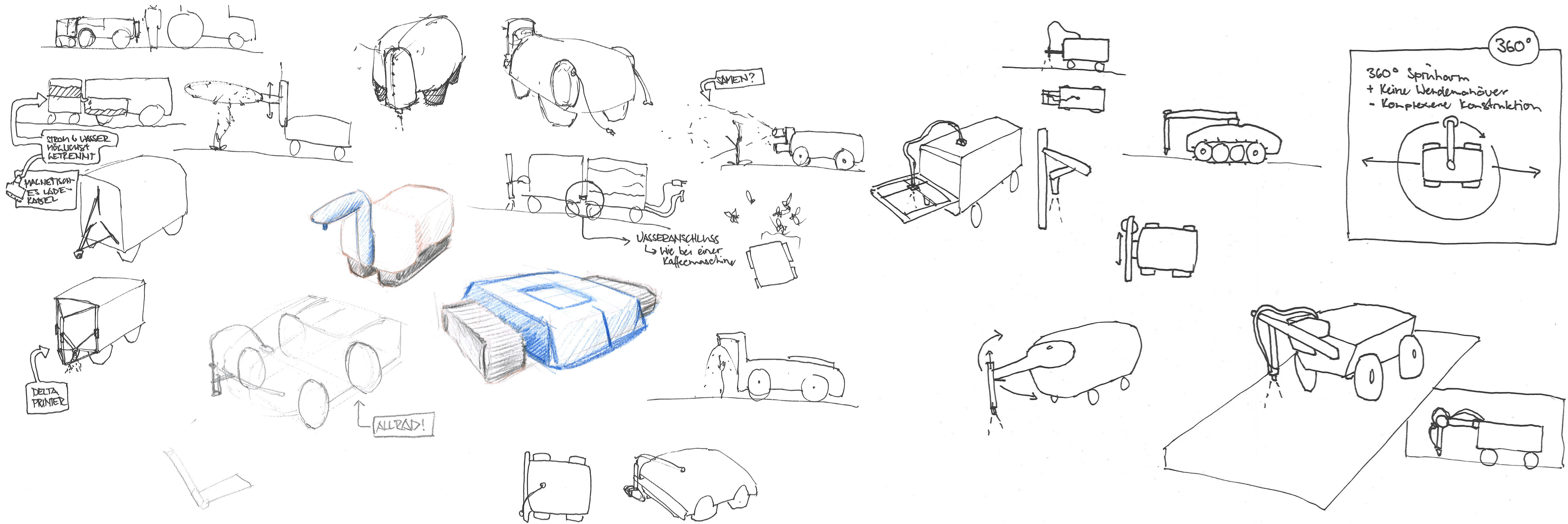
FORMFINDUNG

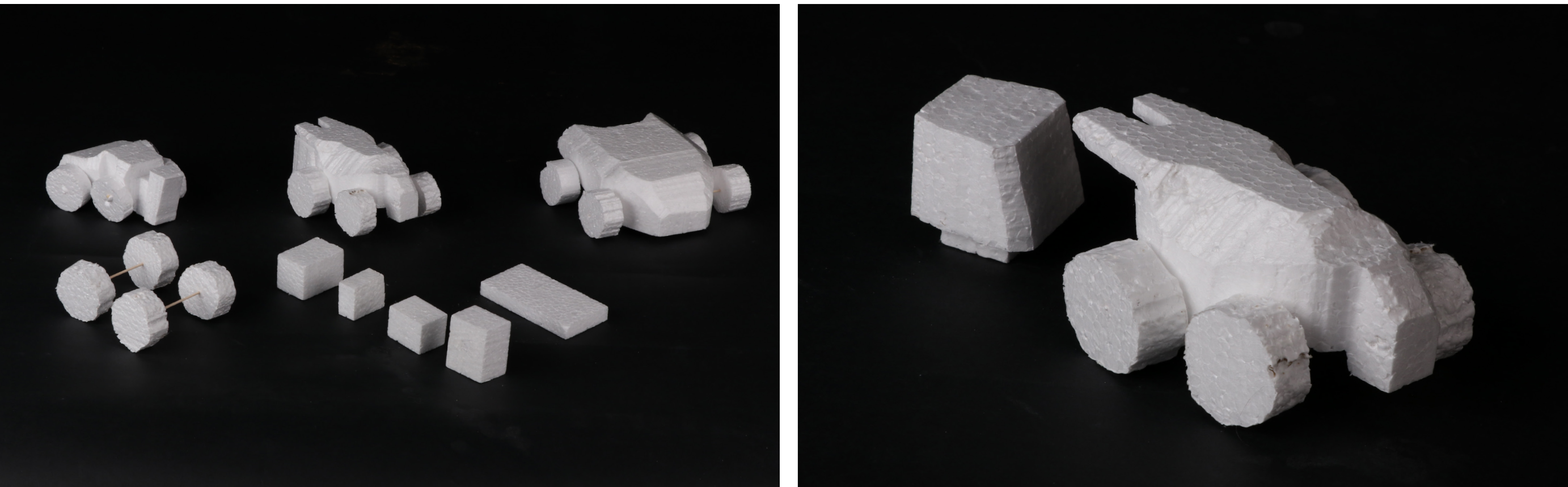


FORMBOARD



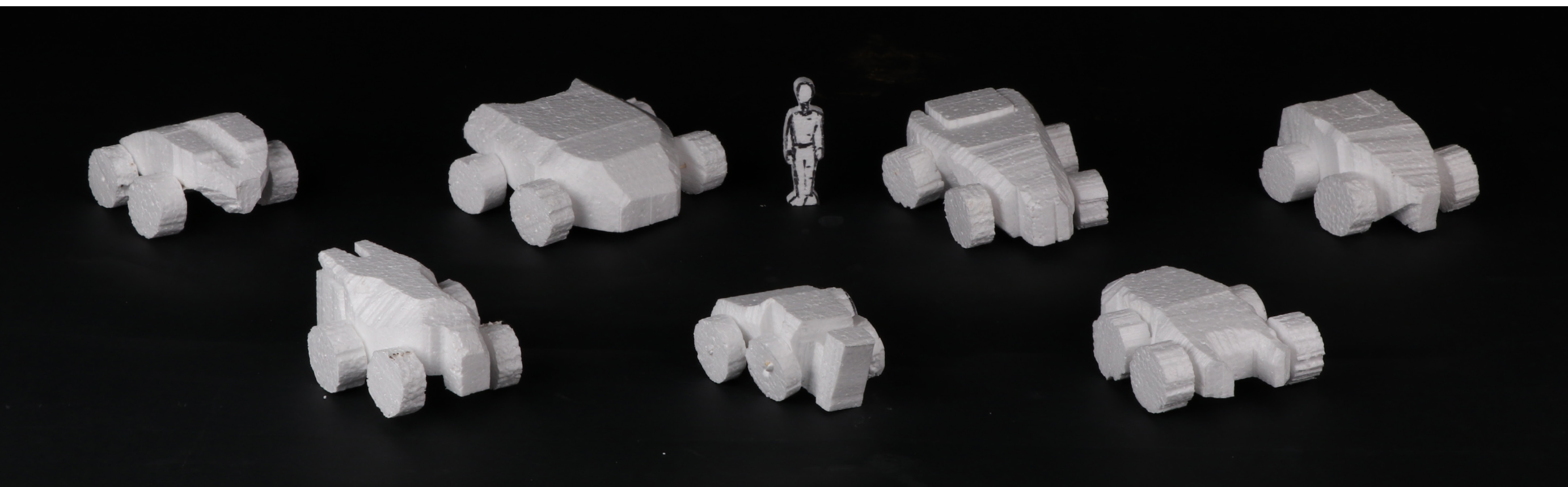
Bilder: Pinterest.com





STYROPOR- MODELLE

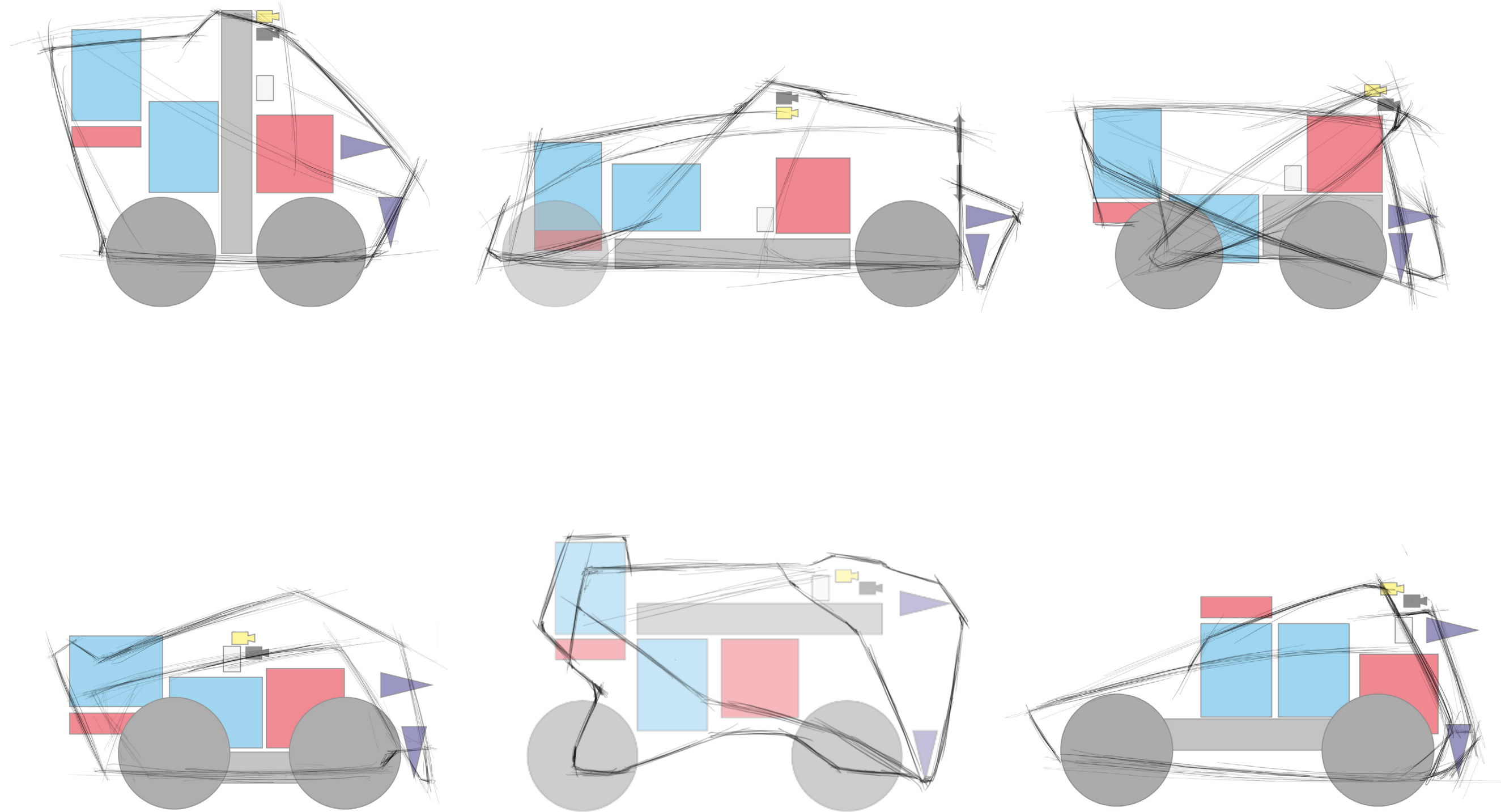
Um ein besseres räumliches Verständnis zu bekommen, erstellte ich Styropormodelle im Masstab 1:20. Ich achtete darauf, dass alle Komponenten in den Modellen Platz haben: Dazu erstellte ich masstabgetreue Platzhalter (siehe oben links).



BAUKASTEN

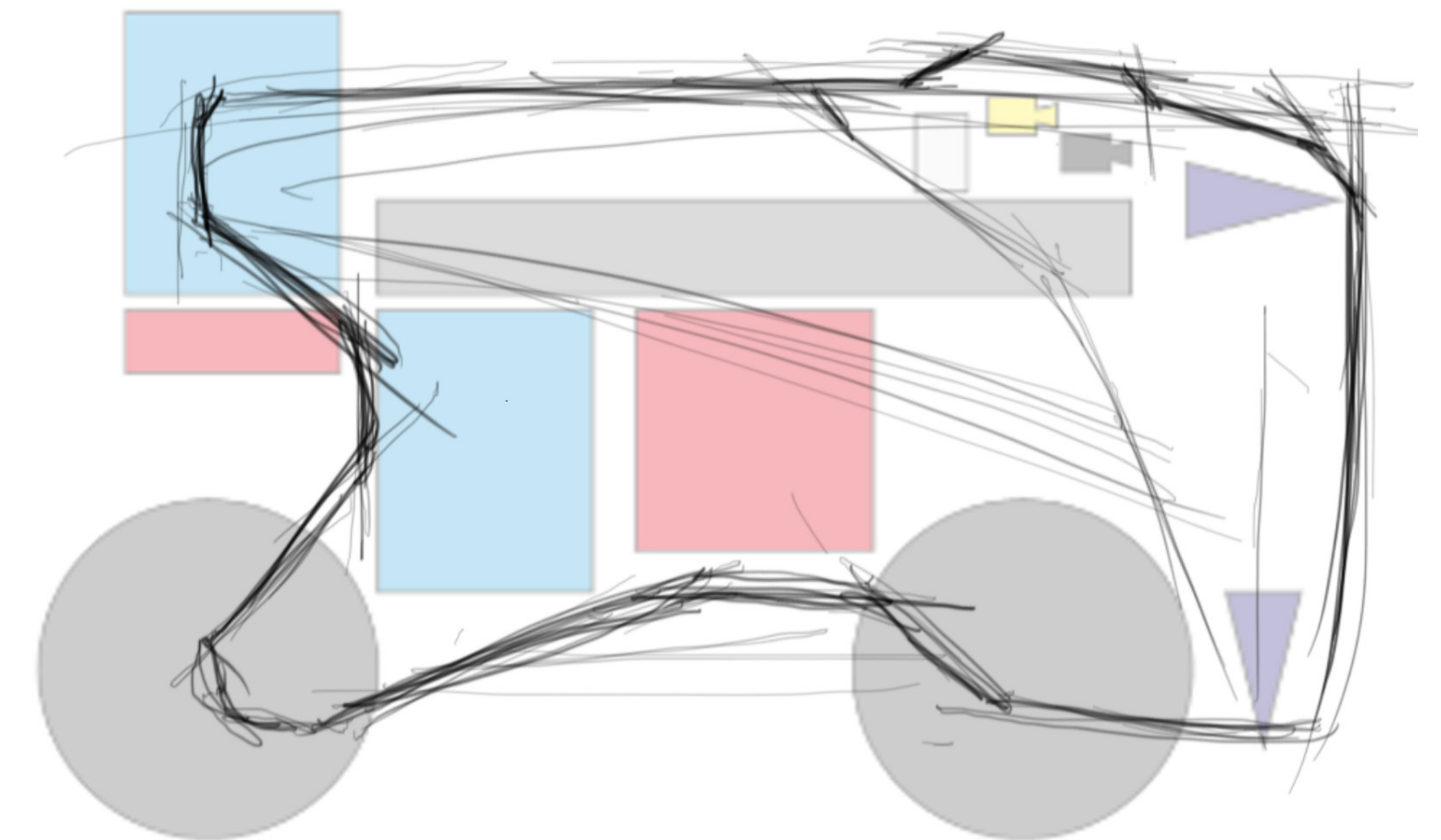
Um auf neue Ideen zu kommen, erstellte ich einen Baukasten mit allen Komponenten des Roboters. Über diese Kombinationen machte ich dann Skizzen der Seitenansicht (siehe nächste Seite).

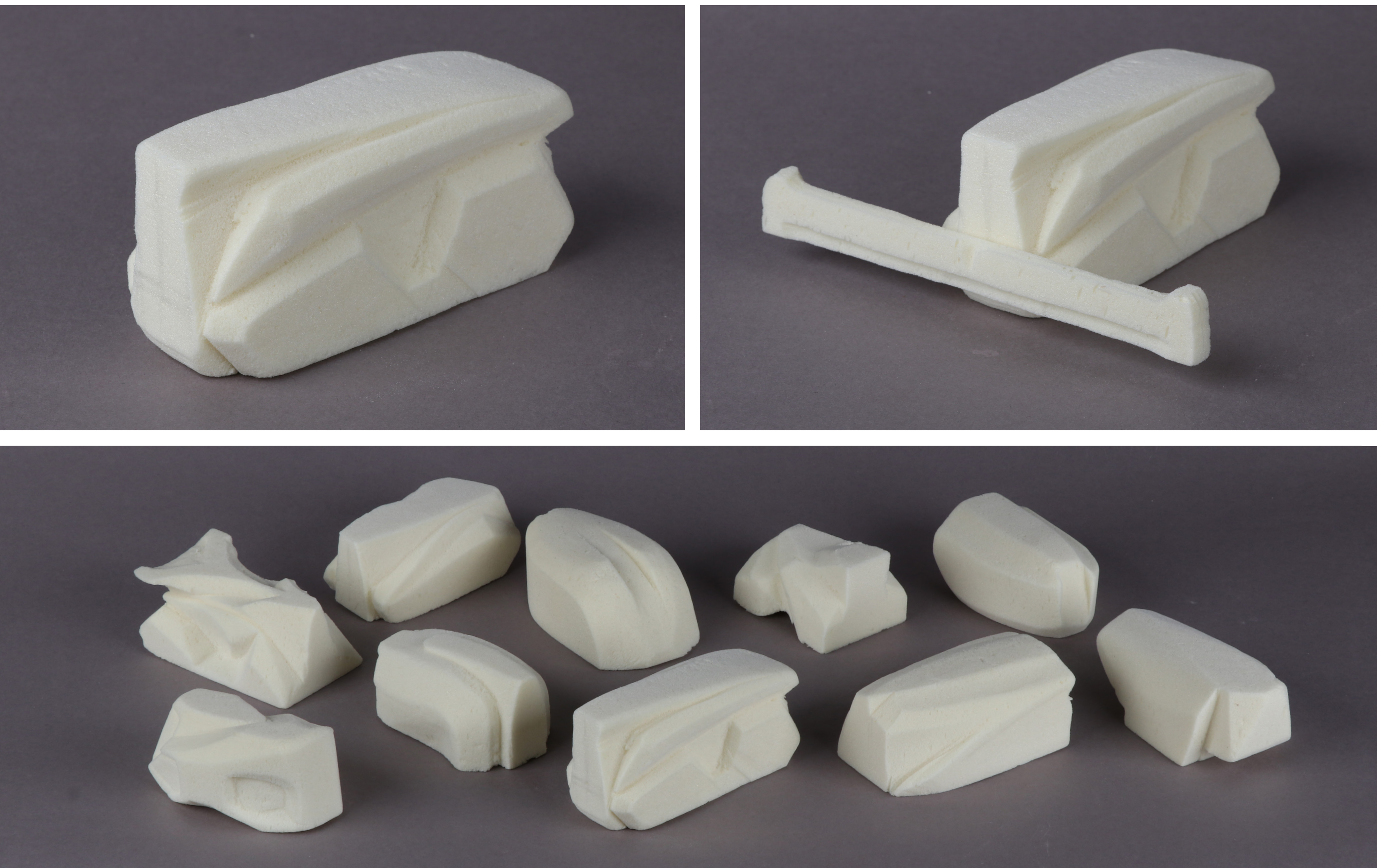




BAUKASTEN

Beim Skizzieren merkte ich, dass vor Allem die Achsen vorne für die Form ausschlaggebend sind: Damit der Arm sich auf einer Geraden nach oben bewegen kann, muss der Roboter vorne flach sein und möglichst hoch nach oben kommen.

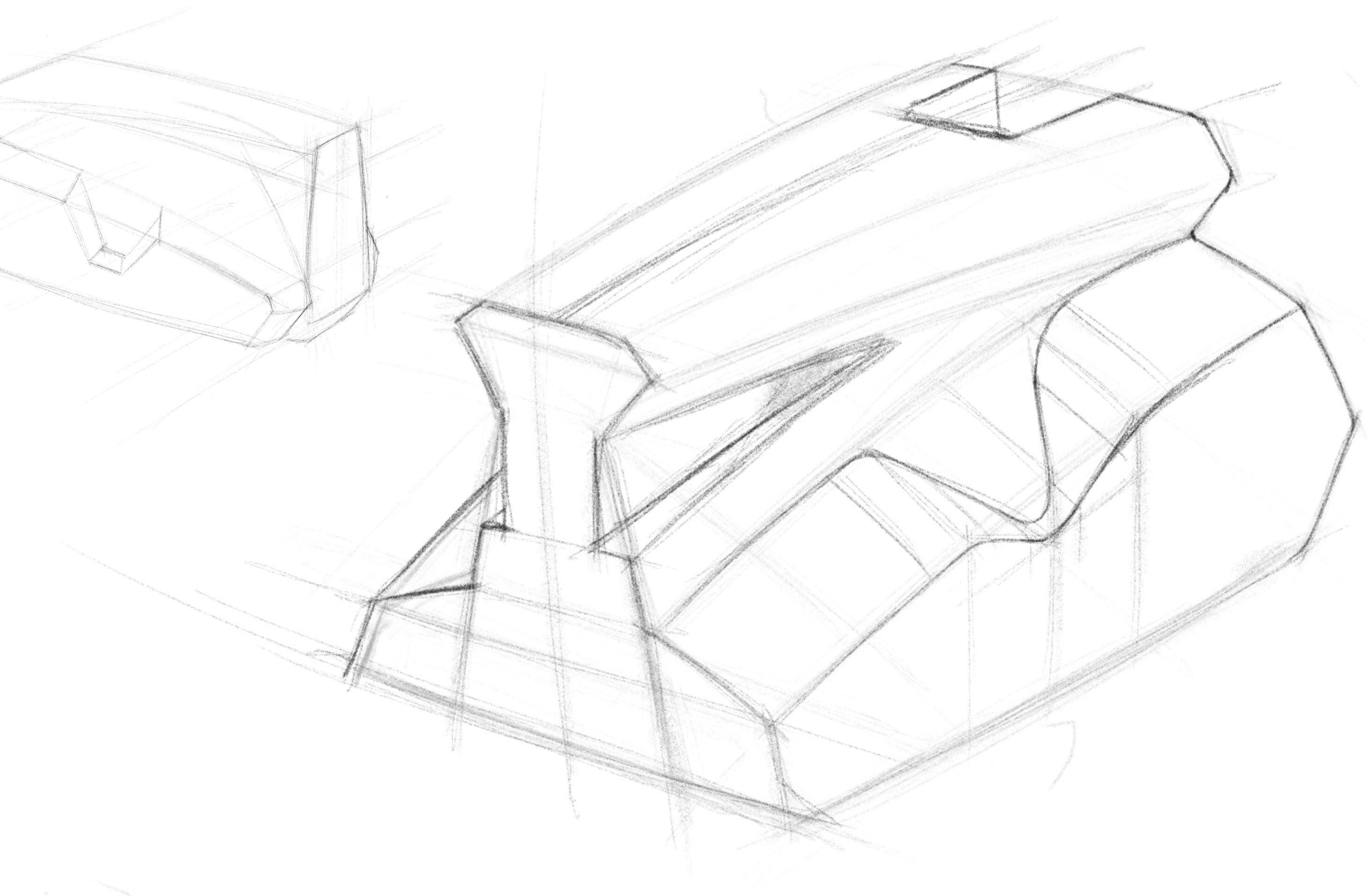




SCHAUM- MODELLE

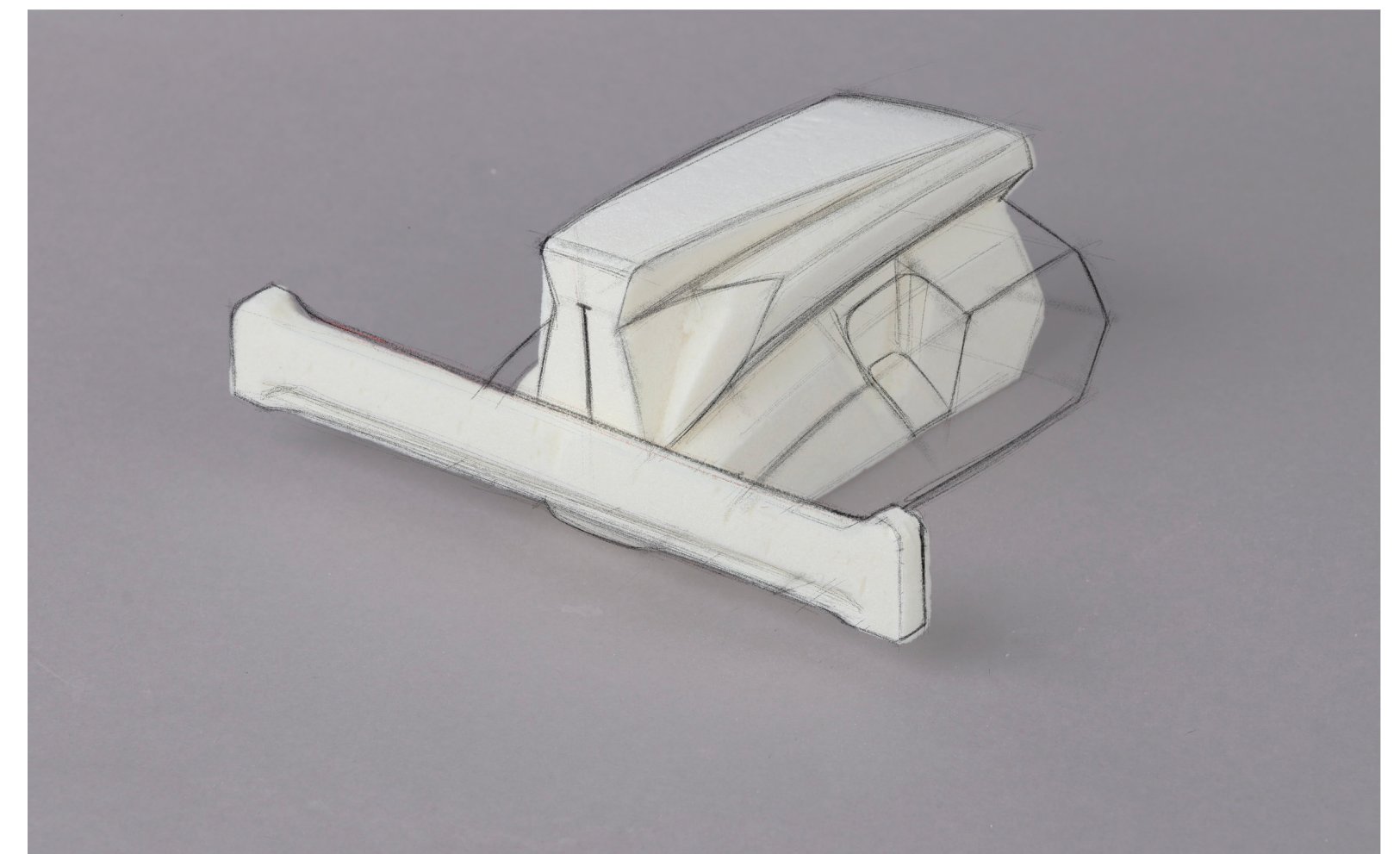
Mit dieser Erkenntnis begann ich, etwas detailliertere Modelle aus Schaum zu schleifen. Die Räder sind dabei vom Radkasten verdeckt, damit sie keine Gefahr mehr darstellen.

Jedoch soll diese Abdeckung trotzdem noch an die darunter liegenden Räder erinnern.



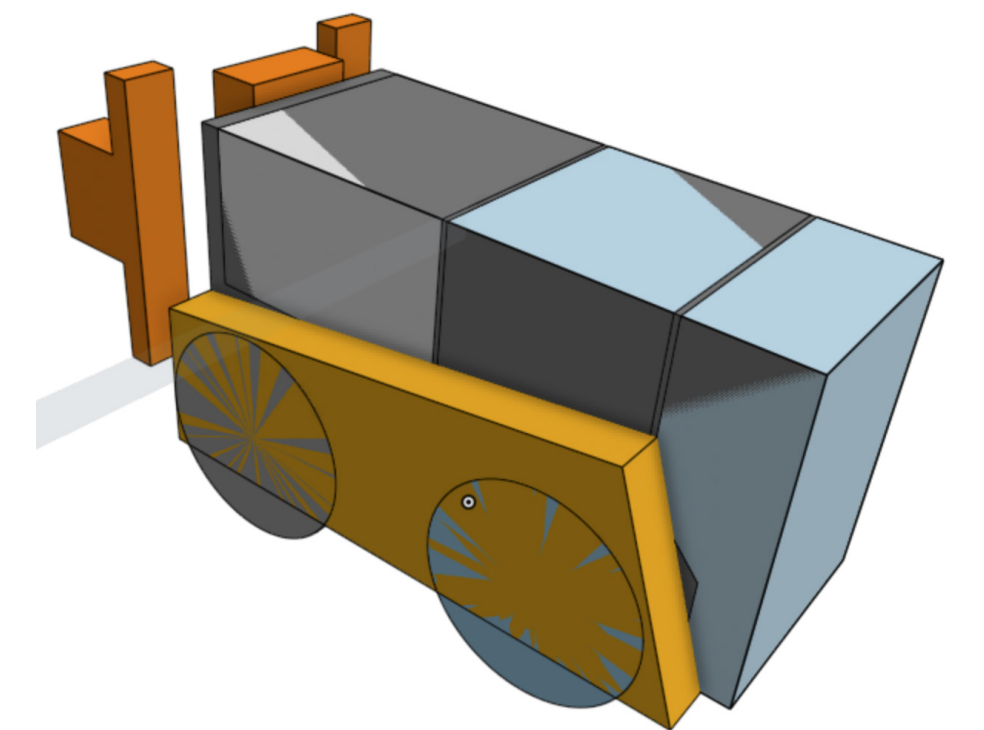
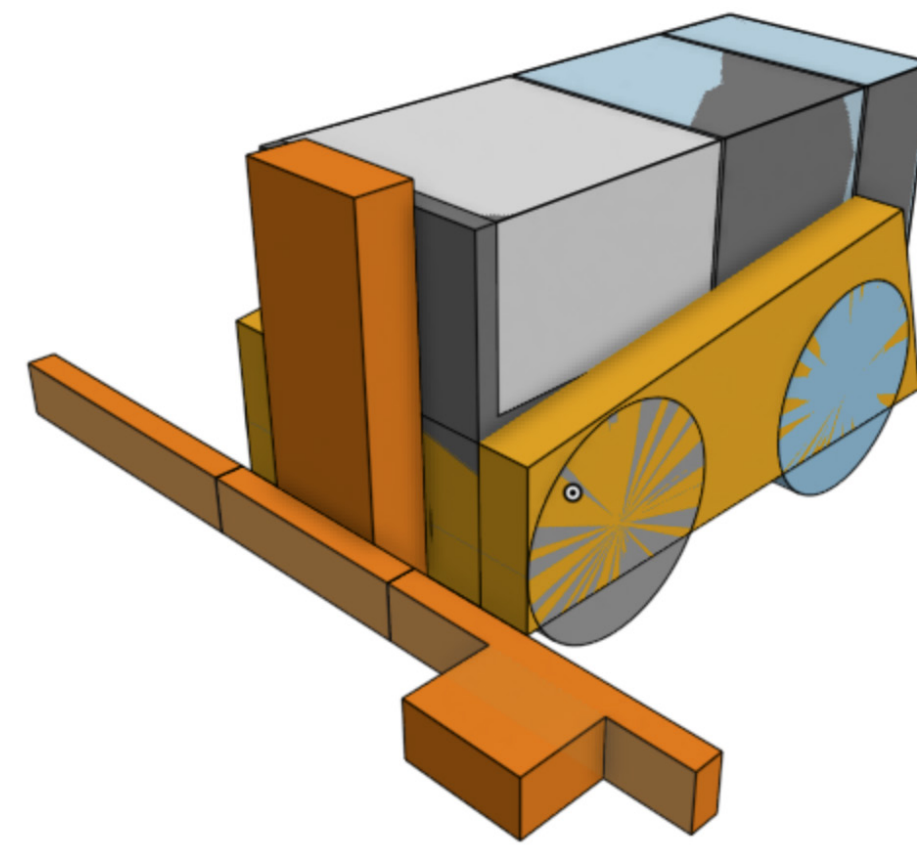
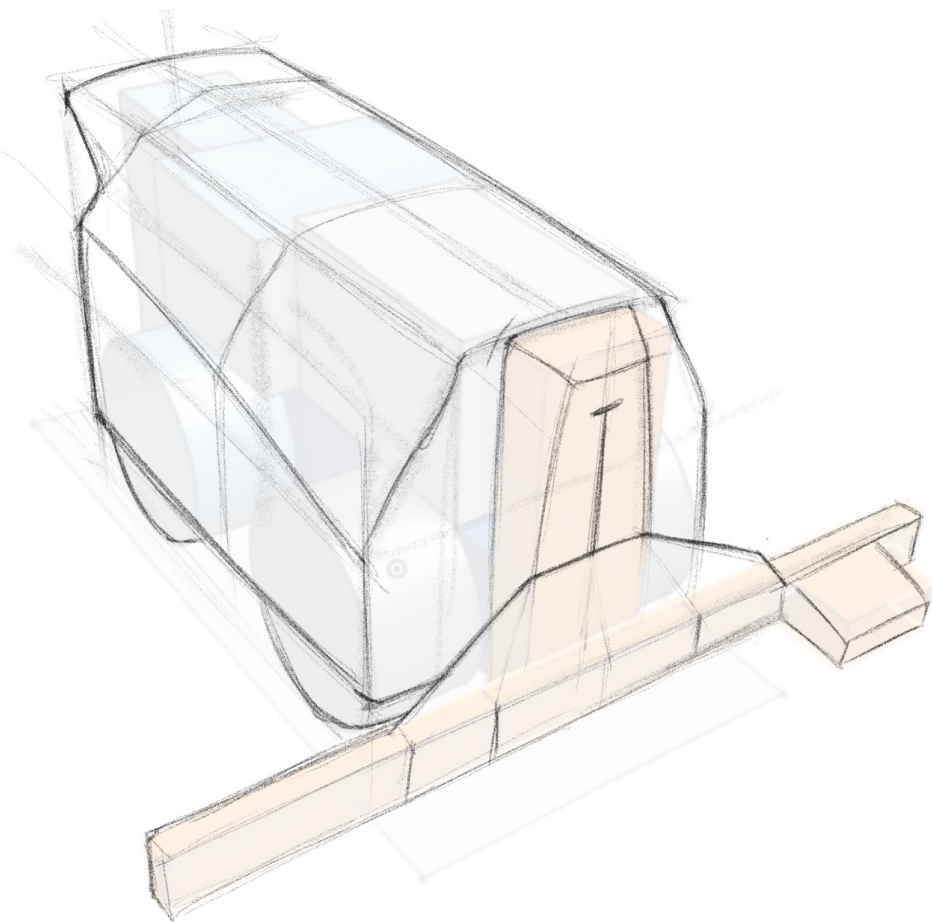
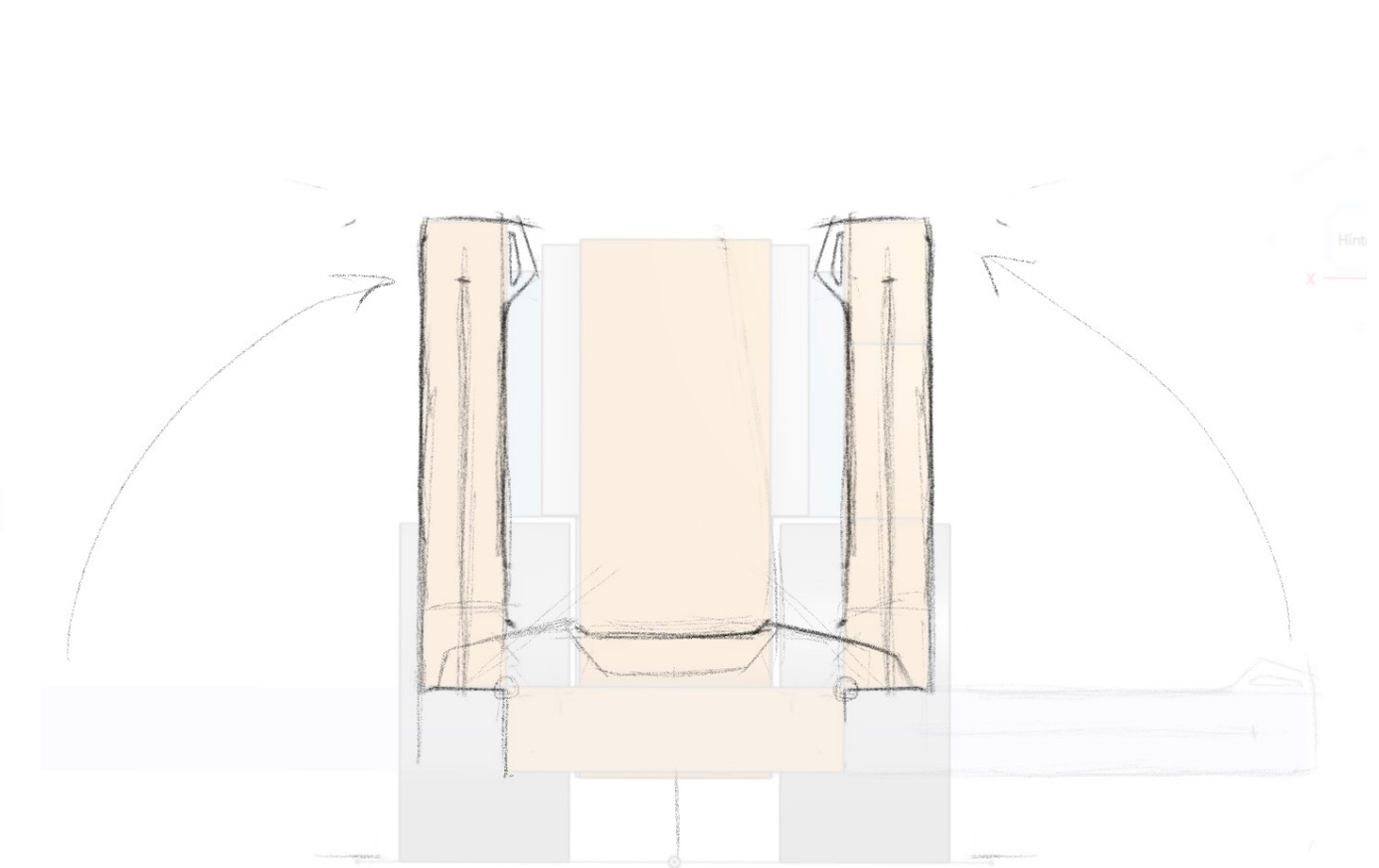
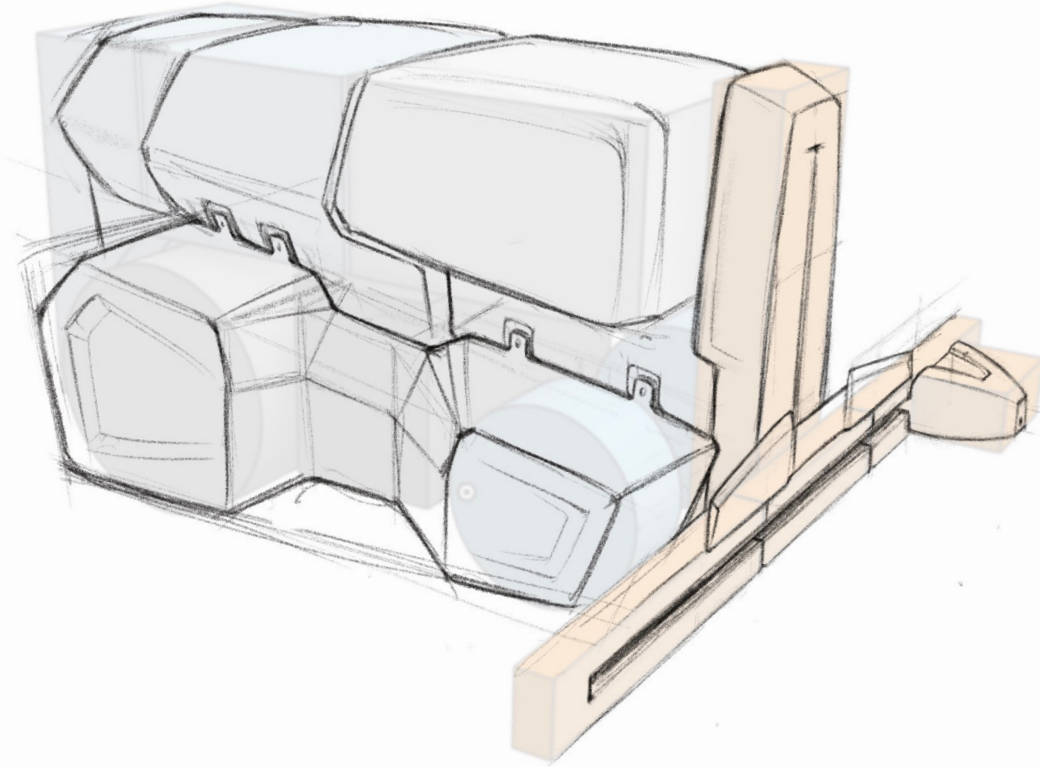
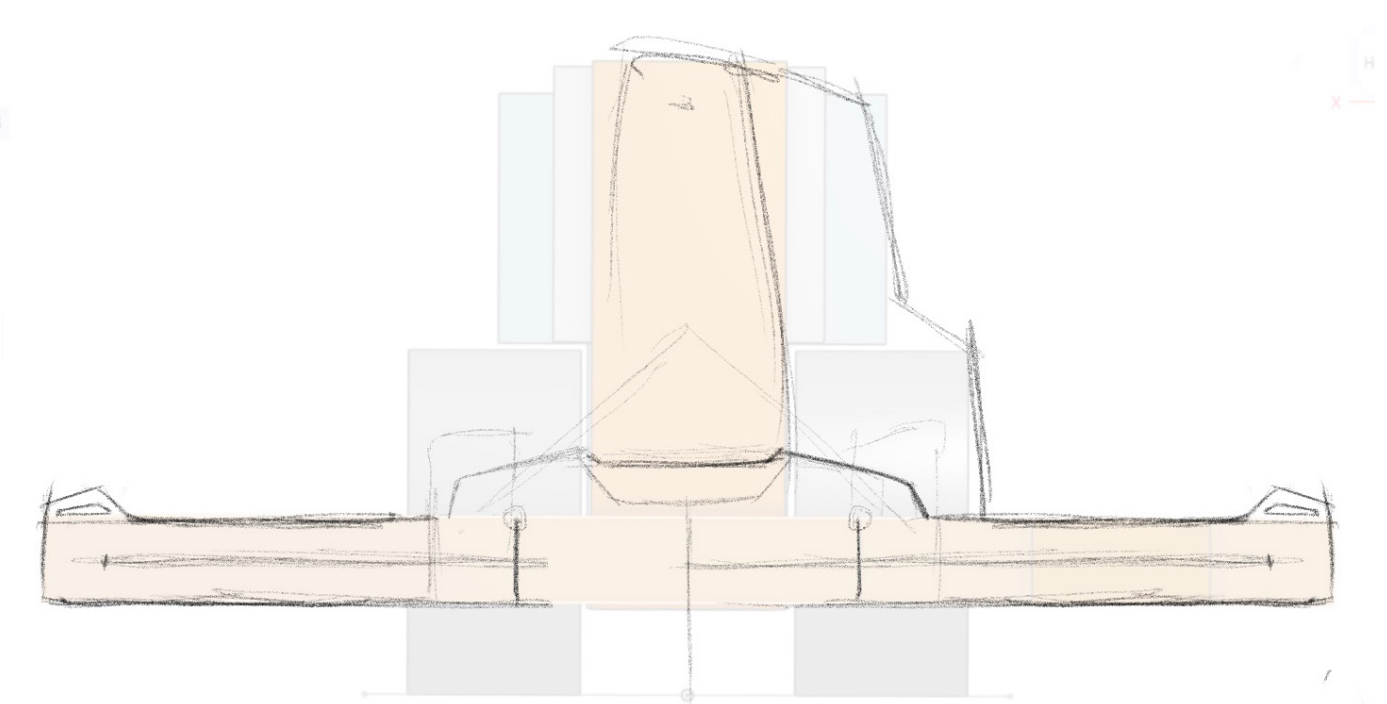
SKIZZEN

Ich benutzte die Fotos der Schaummodelle, um mit dem iPad direkt darüber zu skizzieren. Dabei hat sich vor allem eine Verbreiterung des Radkastens durchgesetzt: Dadurch kommen die Räder noch viel besser zur Geltung und der Roboter wird standhafter.



GROBES CAD

Ich baute eine CAD-Rohversion, um die einzelnen Komponenten auch im Raum anordnen zu können. Auch über diese Kombinationen skizzierte ich verschiedene Varianten auf dem iPad.

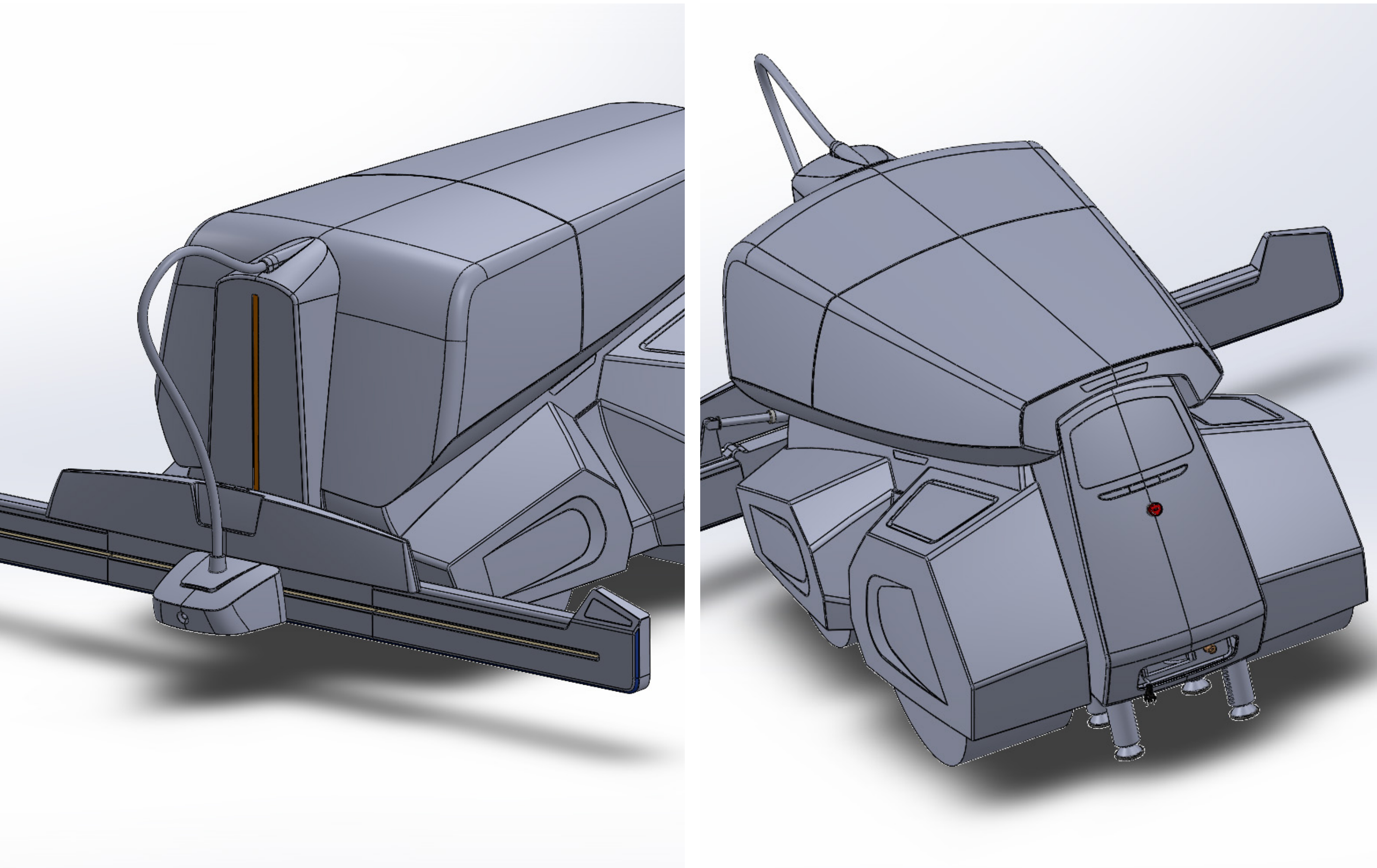




CLAYMODELL

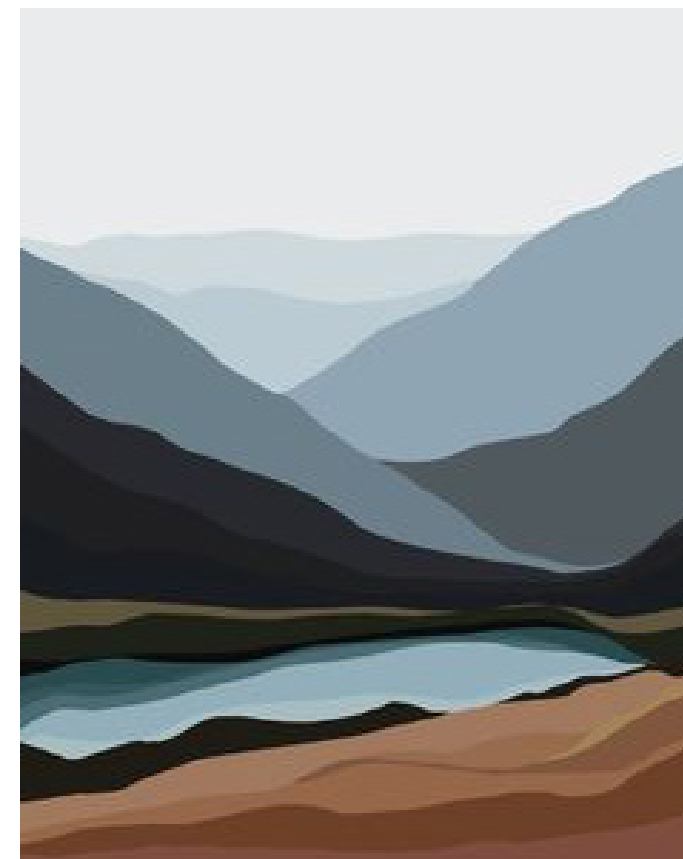
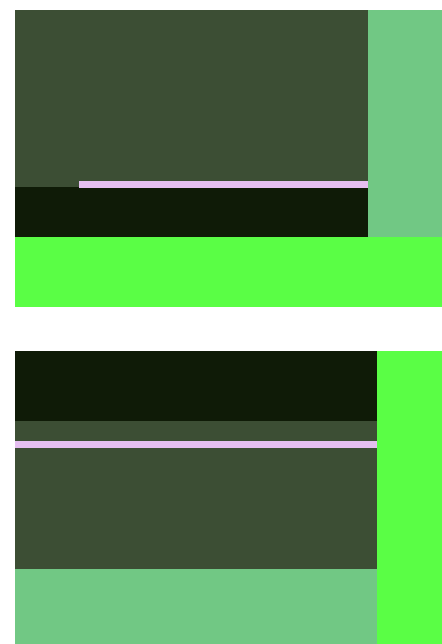
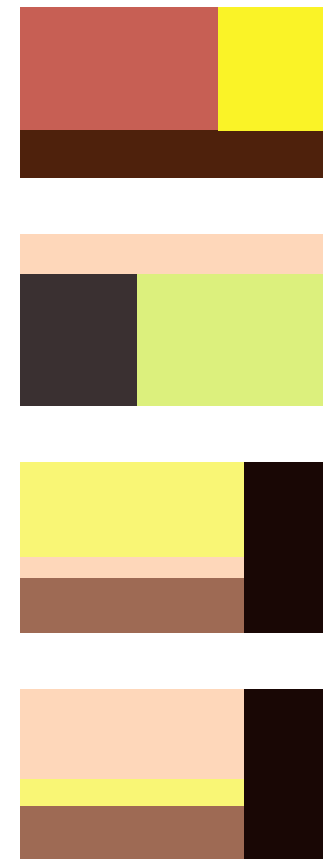
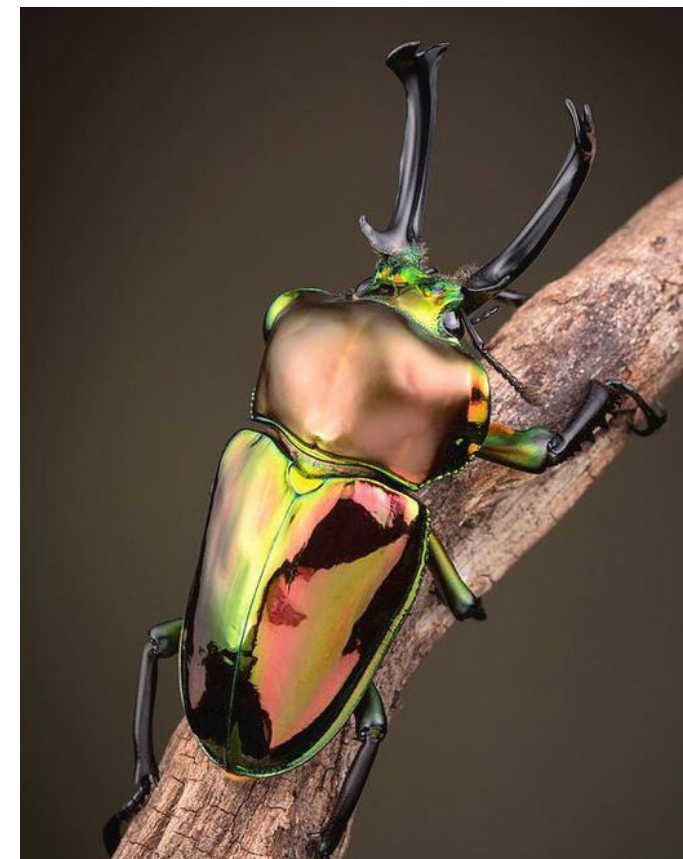
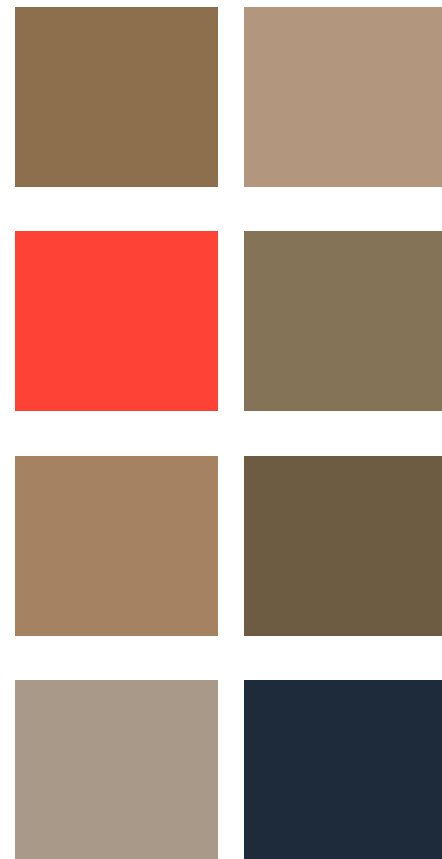
Für die definitive Formgebung erstellte ich ein Claymodell. Dadurch hatte ich sehr viel mehr Freiheit als mit dem Styropor und Schaum, da ich auch wieder Material auftragen konnte. Auch habe ich hier im Massstab 1:10 gearbeitet: So konnte ich mehr ins Detail gehen.





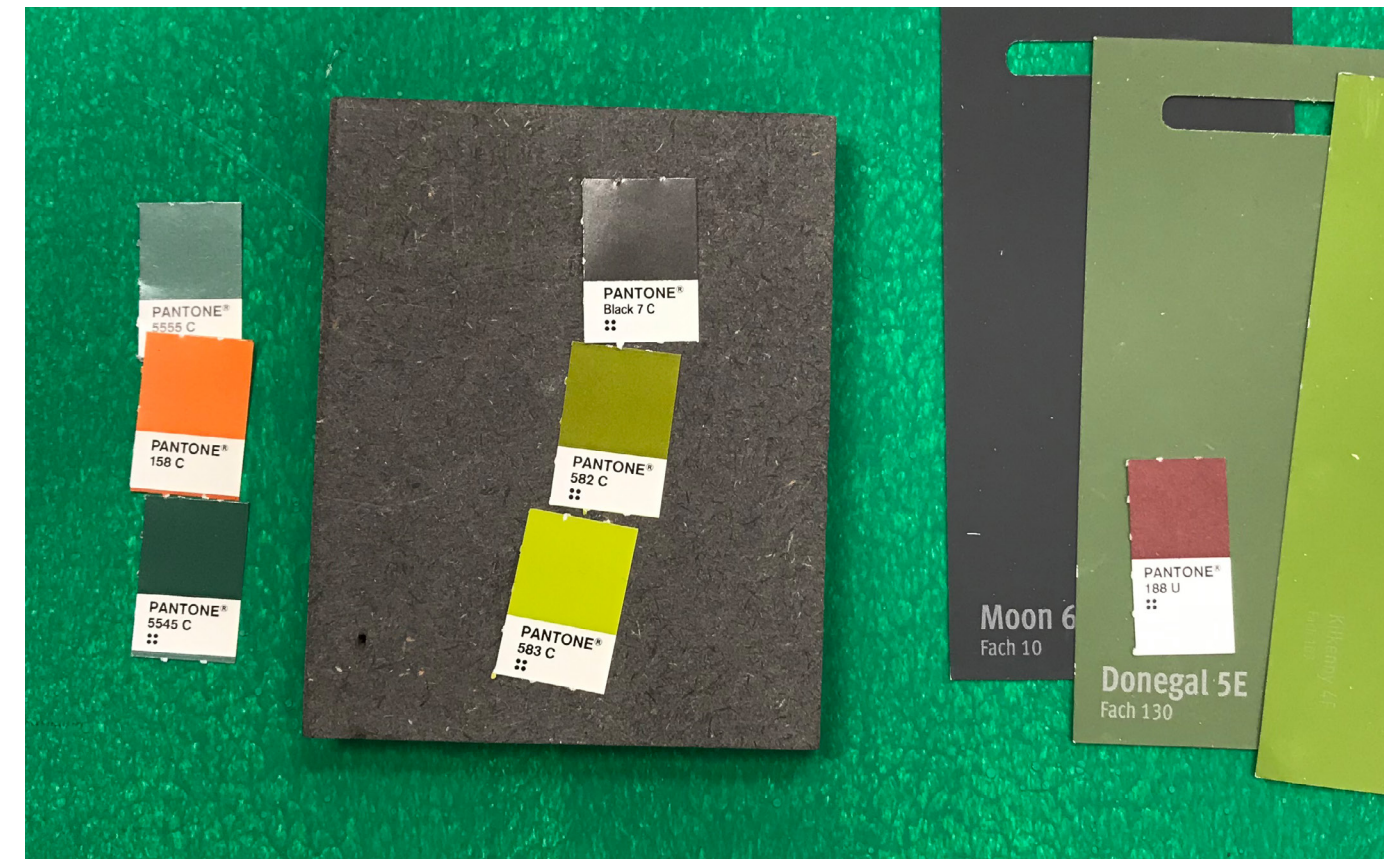
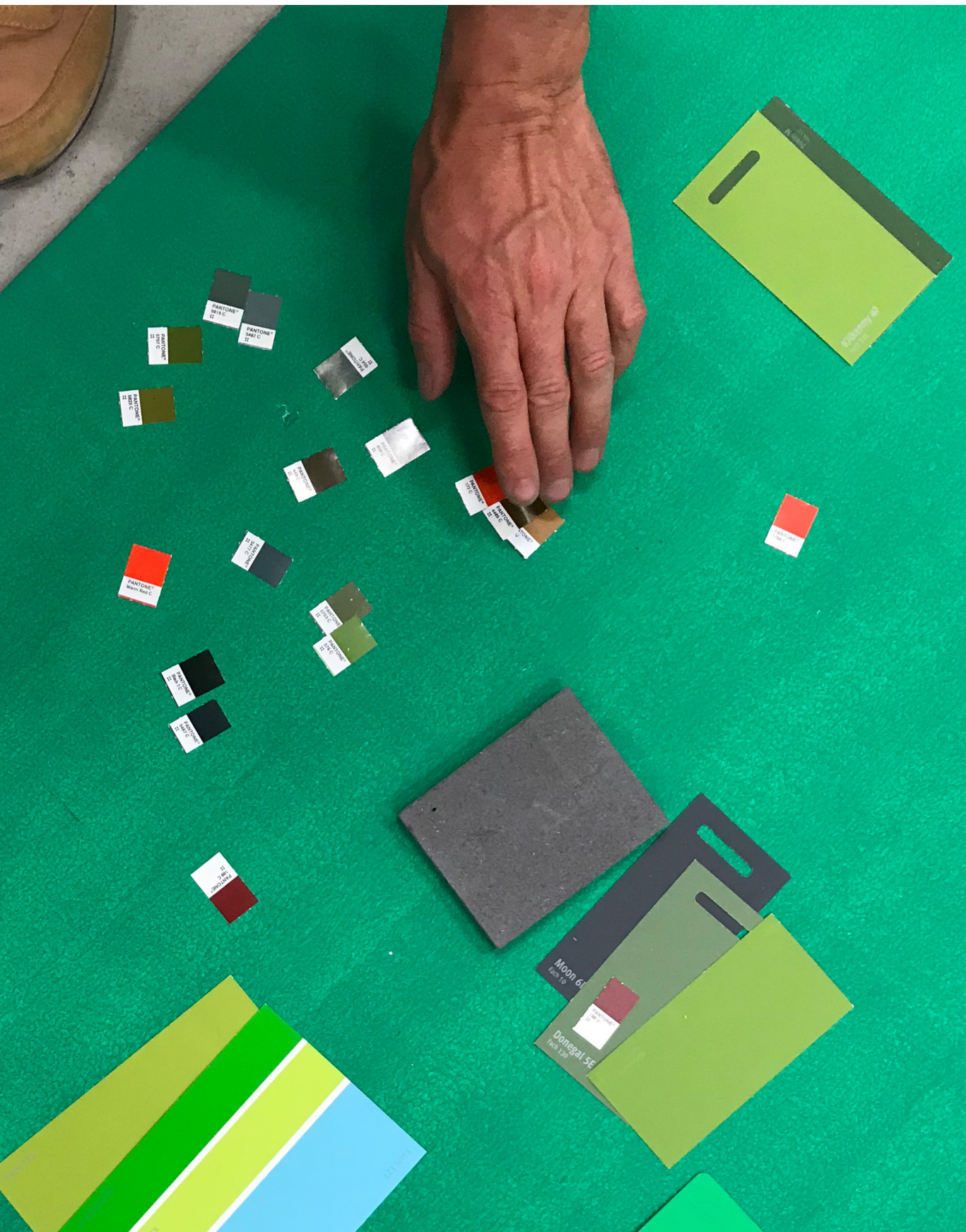
CAD-MODELL

Vom Claymodell ausgehend baute ich das CAD-Modell in Solidworks auf.



FARBGEBUNG

Hier wählte ich Töne, die den Roboter in sein natürliches Umfeld, die Wiese, einbetten.



BERATUNG

Zusammen mit Florian Bachmann habe ich die definitive Farbpalette zusammengestellt. Als Inspirationsquelle diente uns eine einheimische Wiesenbewohnerin: Die Heuschrecke.



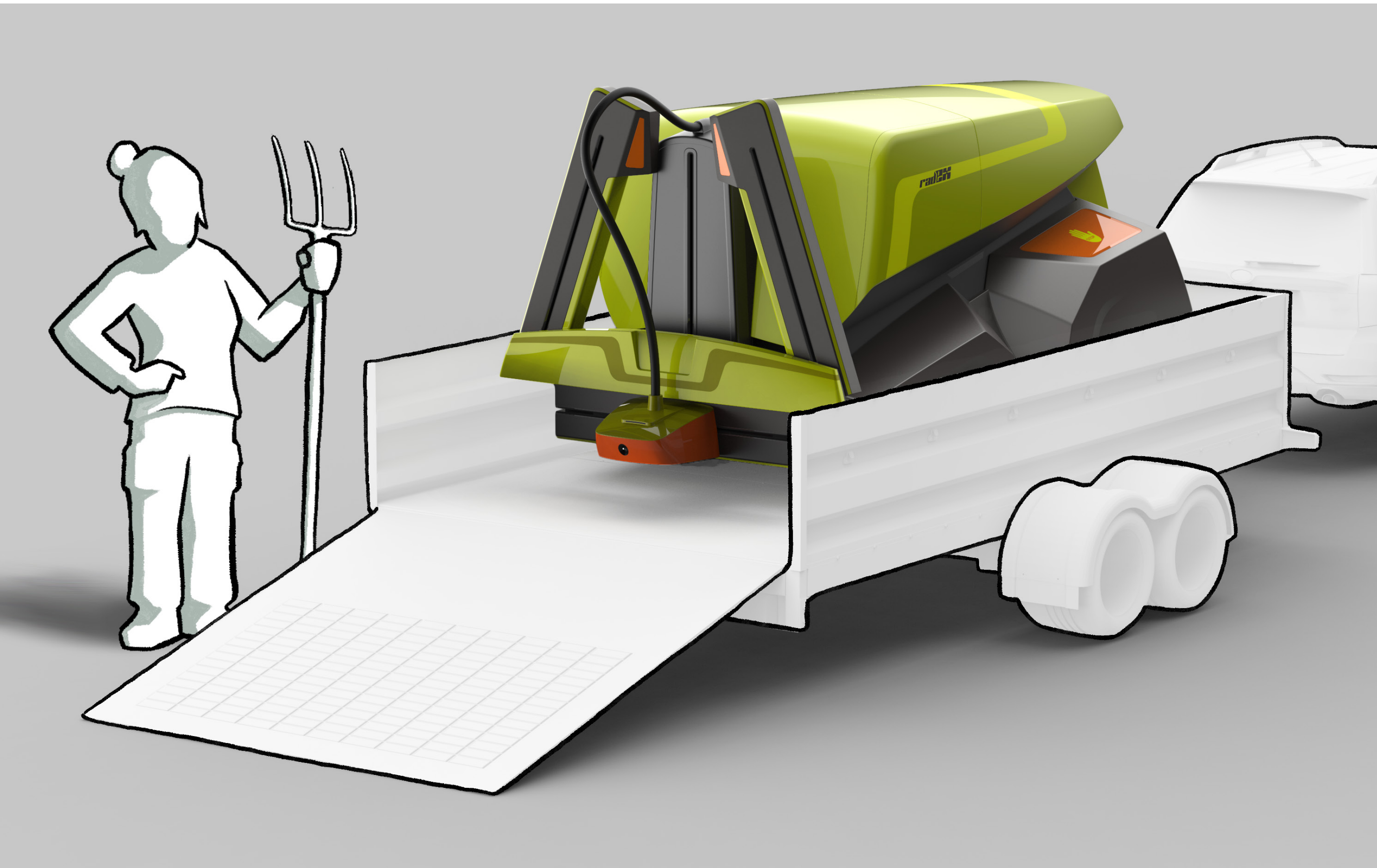
ENDPRODUKT



RENDERINGS

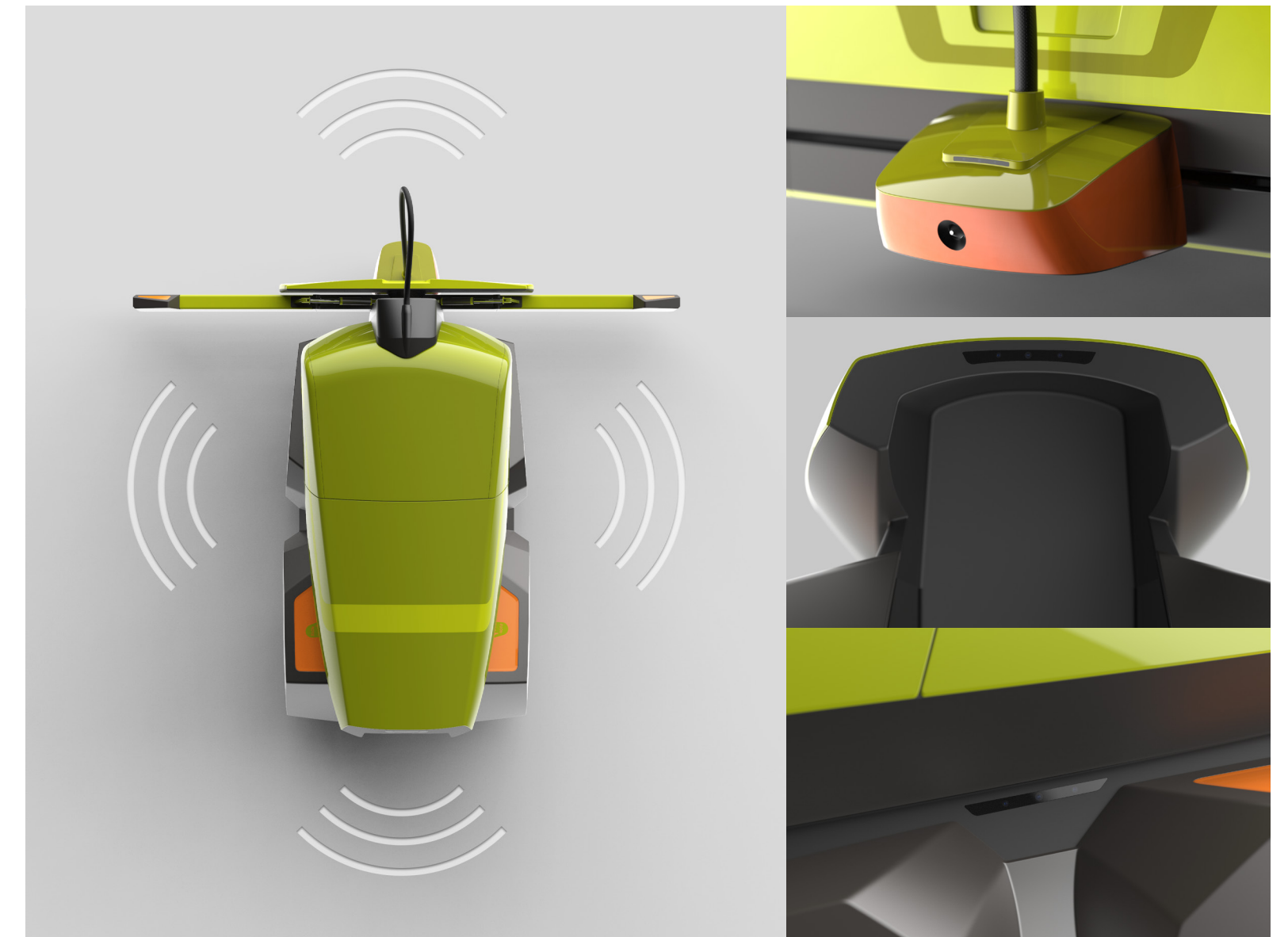
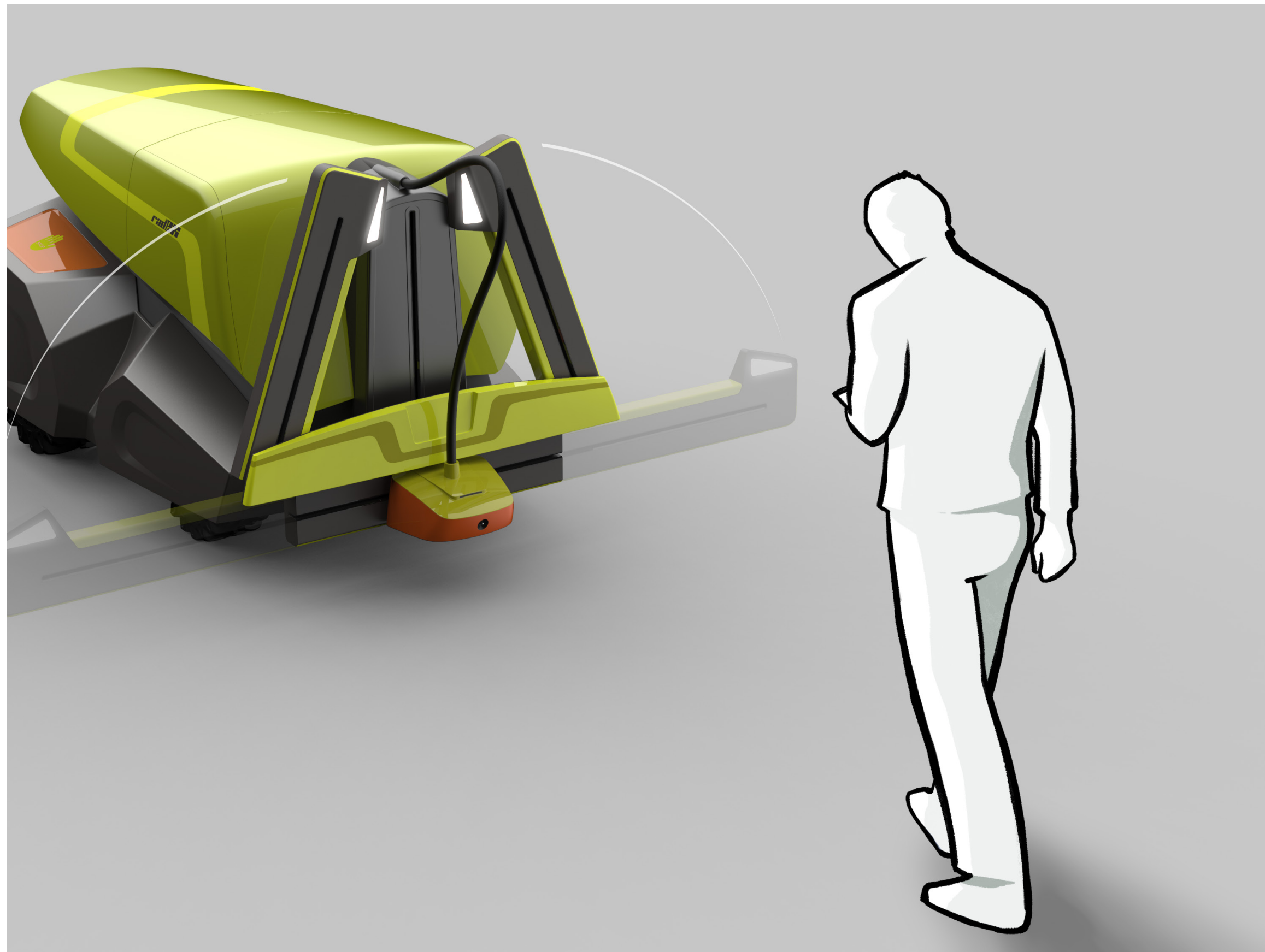
Zur Veranschaulichung erstellte ich Renderings mit Keyshot. Diese sollen den Roboter in seinem natürlichen Umfeld zeigen. So lässt sich der Anwendungsbereich bereits auf den ersten Blick erahnen.

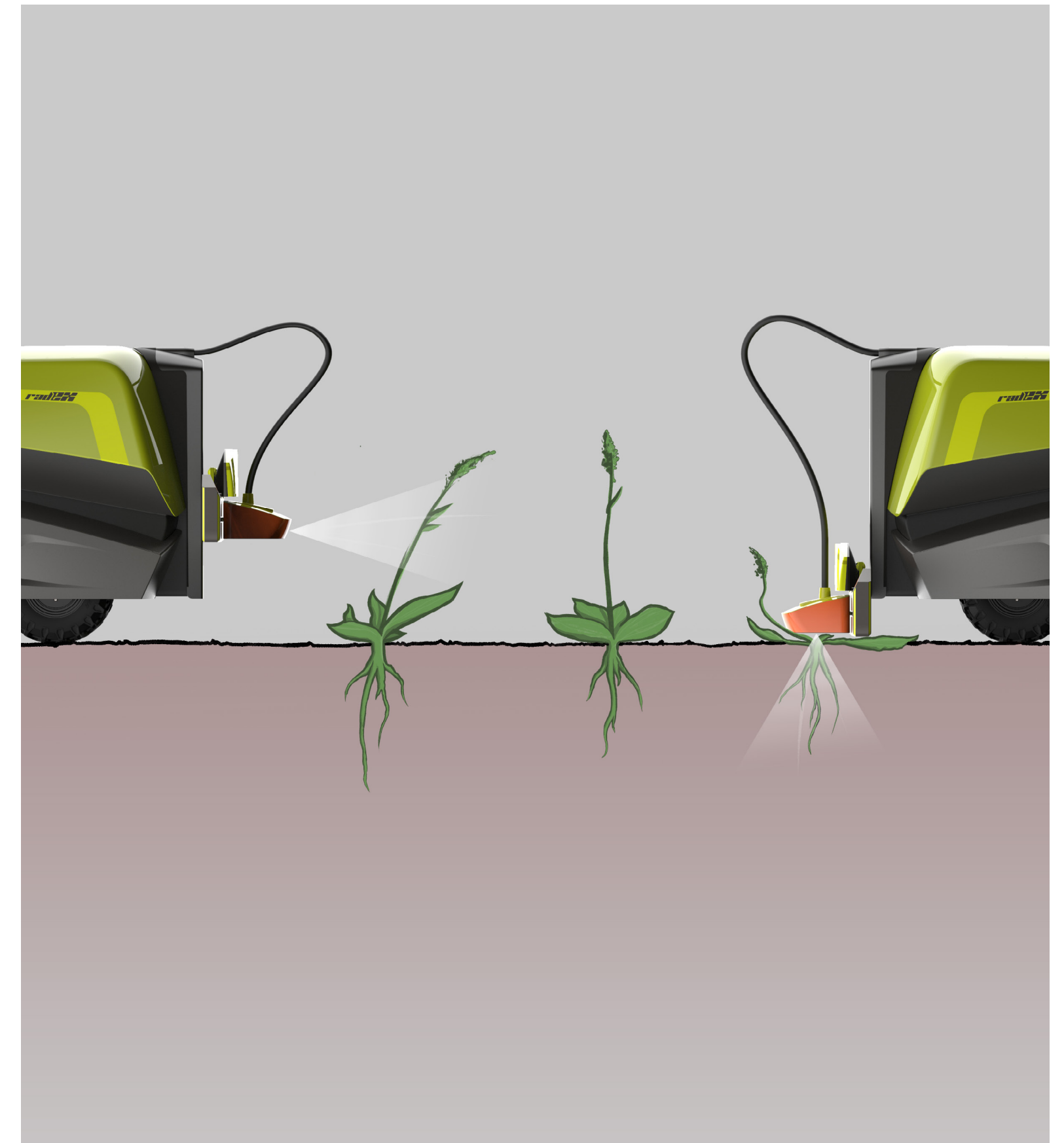




INFOGRAFIKEN

Die Infografiken dienen zur Verständlichung der Funktionsweise des Roboters. Hier wählte ich eine Mischung aus Rendering und Handzeichnungen.





ANHANG

DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei Hanspeter Wirth und Lisa Ochsenbein für die Betreuung der Arbeit. Ich danke meinen Mitstudierenden für die interessanten Auseinandersetzungen und zahlreichen Tipps, Tricks und sonstigen Hilfestellungen. Ich danke Niklaus Hari, Manuel Knecht, Martin Schütz, Hans und Thomas Bachmann, Thomas Anken, Markus Sax und Matthias Hollenstein für die kompetente fachliche Beratung. Zuletzt möchte ich mich auch bei meiner Familie und meinen Freunden für die seelische Unterstützung während der Arbeit bedanken.