



# Handbuch Bonitursystem PHENObot

Automatisiertes Phänotypisierungssystem  
Verbundprojekt

# PHENOVines

Projektpartner:



Stand August 2015

GEFORDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Inhalt

1	Geräteaufbau.....	3
2	Inbetriebnahme .....	3
2.1	Aufbau und Konfiguration RTK-Basis .....	3
2.2	PHENObot .....	6
2.3	Erstellung von Job- und Projektdateien.....	17
3	Transport .....	33
4	Wartung.....	39
4.1	Kameralageregelung .....	39
4.2	Akkumulatoren .....	44
4.3	Antriebssystem .....	45
4.4	Generator .....	49
5	Ansprechpartner .....	50
6	Systemlayout .....	51
7	Glossar .....	52

**Hinweis:** Das Bonitursystem PHENObot ist speziell für den Versuchsbetrieb in der Forschung konstruiert und unterliegt deshalb nicht der Maschinenverordnung (Produktsicherheitsgesetz). Es wird keine CE-Kennzeichnung und EG-Konformitätserklärung vergeben.

**Der Betriebsbereich ist ausreichend abzusichern. Das Fahrzeug darf nicht unbeaufsichtigt im öffentlichen Verkehr betrieben werden!**

# 1 Geräteaufbau

Das Gesamtsystem PHENObot ist aus drei Teilkomponenten aufgebaut:

1. Trägerplattform mit Satellitennavigation
2. RTK-Basis (s. Glossar) zur Korrektur des Satellitensignals
3. Kamerasystem mit dreiachsiger Lageregelung

## 2 Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme des Bonitursystems müssen diese Anweisungen befolgt werden, um einen korrekten Arbeitsablauf und eine einwandfreie Bilderfassung zu gewährleisten.

### 2.1 Aufbau und Konfiguration RTK-Basis

Das Navigationssystem verwendet Satellitensignale des GPS-Systems zur Kursberechnung. Dabei wird die Universale-Transversale-Mercator-Projektion (UTM s. Glossar) als Koordinatenformat und WGS84 (s. Glossar) als Datumsformat (s. Glossar) genutzt. In der Regel liegen aktuell die Daten der Landesvermessungsämter im UTM-Format mit ETRS89 (s. Glossar) als Datumsformat vor. Um den resultierenden Versatz zwischen WGS84 und ETRS89 zu eliminieren wird die Position der RTK-Station des PHENObots mit einem GPS-Vermessungssystem unter Verwendung von UTM und ETRS89 eingemessen und als geografische Koordinaten in Dezimalgraden ausgegeben. Diese Kalibrierung sollte jährlich erfolgen, um das Auseinanderdriften beider Systeme in Höhe von etwa 2,5 cm pro Jahr auszugleichen.

New Activity



Abb. 1 Anwendung Basissettings in der virtuellen Maschine (s. Glossar)

Die RTK-Basisstation besitzt einen USB-Port und kann mit der in der virtuellen Maschine integrierten Applikation *Basissettings* konfiguriert werden. Dazu wird die Basis mit einer Gleichspannung von 12 Volt (1 A) versorgt und eingeschaltet. Es wird im Anschluss an den Bootloader (s. Glossar)

nach verfügbaren Satelliten gesucht und versucht ein Korrektursignal bereitzustellen. Um die Ausgangsposition manuell zu verändern wird die Applikation *Basissettings* gestartet (Abb. 1).

Es werden die Anzahl der empfangenen Satelliten, die Spannung der Stromversorgung, die Position Länge/Breite in Dezimalgrad und die aktuelle Elevationsmaske (s. Glossar) in Grad angezeigt. Zudem geben die beiden Status-LEDs Auskunft über den generellen GPS-Status und das Senden eines Korrektursignals (Abb. 2). Abb. 3 zeigt den Einstellungsdialog (GPS Dialog im Menü Tools), in dem die Referenzposition nach Bestimmung mit einem externen System eingegeben werden kann. Die angezeigten Werte entsprechen den Koordinaten für die Basisstation auf dem Dach des Tagungsgebäudes (Gebäude 2) am Geilweilerhof (Stand Sommer 2014). Diese Werte sollten im jährlichen bis zweijährlichen Turnus mit dem Referenzsystem (Trimble) überprüft und gegebenenfalls über die Anwendung justiert werden. Bei der Eingabe der Höhe ist die Berücksichtigung der Undulation (s. Glossar) zu beachten; es wird die WGS-Höhe (entspricht Ellipsoidhöhe, s. Glossar unter Undulation) eingegeben. Mittels der Schaltflächen *Send* und *Save* werden der Basis die neuen Parameter mitgeteilt. Solange sich die eingegebene Position und die über das GPS-Modul ermittelte Position um weniger als 2 m unterscheiden, verwendet die Firmware die manuelle Referenzposition.

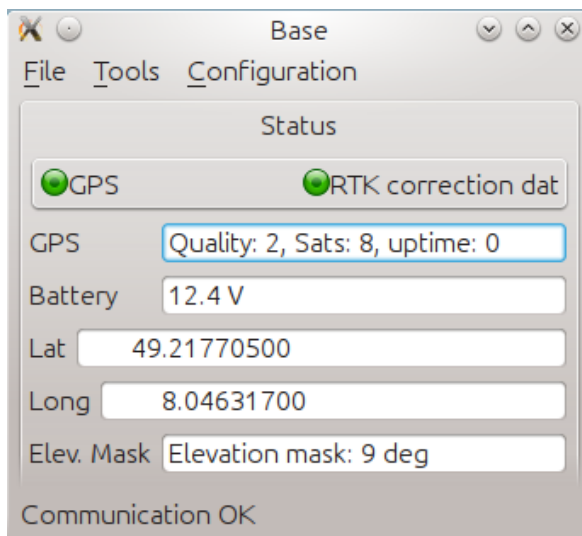


Abb. 2 Statusanzeige Firmware RTK-Basis PHENObot

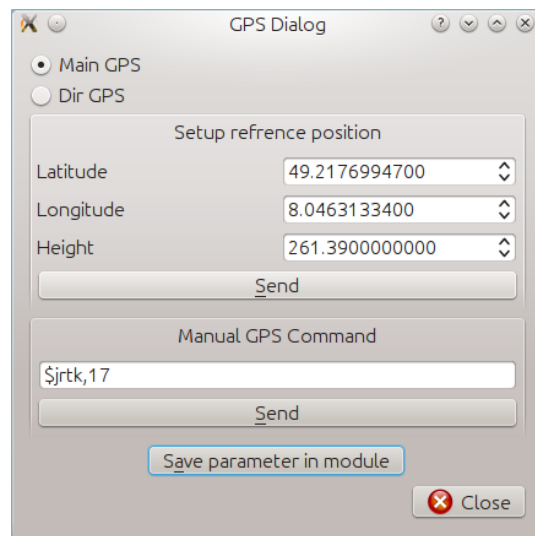
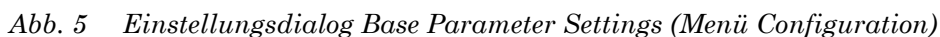


Abb. 3 Manuelles Setzen der Referenzposition der RTK-Basis PHENObot

Nach der erfolgten Konfiguration verwendet die Basis immer die eingestellte Referenzposition; bei einer Abweichung von mehr als zwei Metern von der tatsächlichen Position, wird das vorliegende Satellitensignal verwendet. Die korrekte Übernahme der Parameter kann im Konsolenbereich (Abb. 4) nach Einstellen der Ausgabe des NMEA-Outputs (s. Glossar) in den Base Parameter Settings (Abb. 5) (Menü Configuration) überprüft werden.





5

## 2.2 PHENObot

Mit dem Senden des Korrektursignals ist die automatische Steuerung des PHENObots möglich. Zur Satellitennavigation ist freie Himmelssicht unabdingbar; evtl. vorhandener Empfang innerhalb von Gebäuden ist auf Multi-Path-Effekte zurückzuführen, mit denen keine automatische Navigation möglich ist.



Abb. 6 Ladebox mit angeschlossenem Ladestecker

Vor Einschalten über den Schaltschlüssel (Abb. 7) muss unbedingt sichergestellt sein, dass die Verbindung zum Batterieladegerät getrennt ist (Abb. 6). Ansonsten können Schäden an der Steuerungsplatine auftreten. Deshalb sollten stets beide Schlüssel zum Einschalten und Abschließen der Ladebuchse zusammenverbleiben und die Einhausung der Buchse nach jedem Ladevorgang wieder abgeschlossen werden.

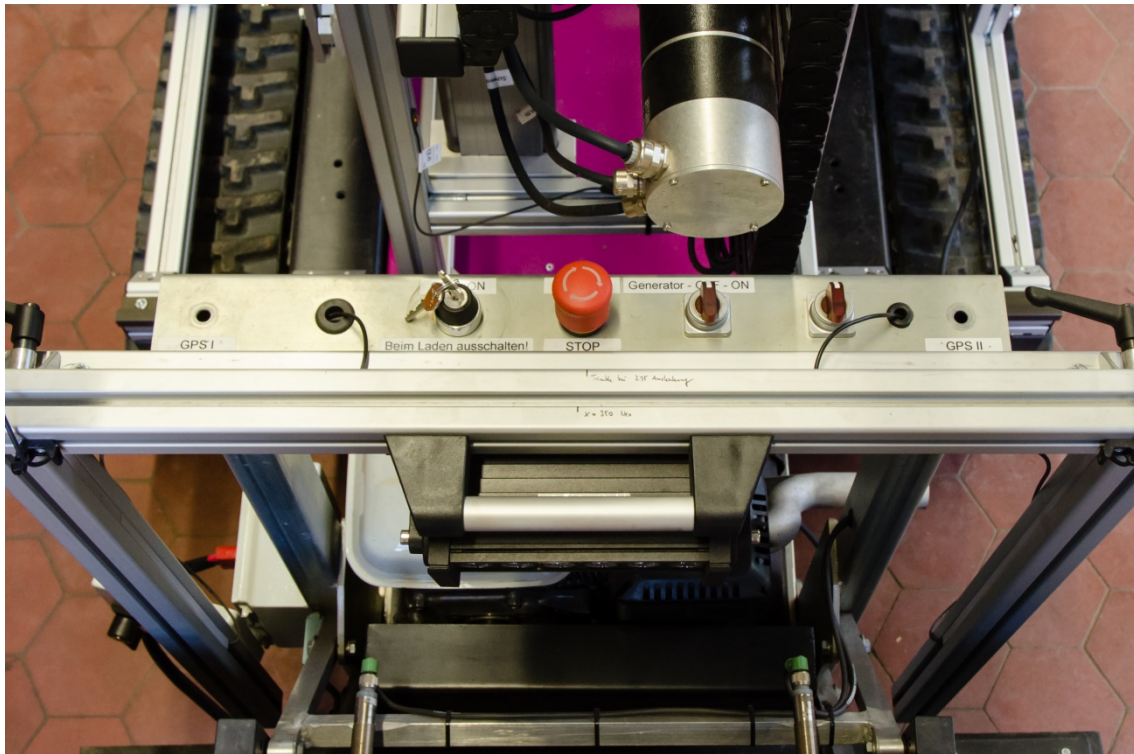


Abb. 7 Bedieneinheit Fahrzeug, von links: GPS 1, Zündschloss, Notaus, Generator frei, nicht belegt, GPS 2

Nach dem Einschalten wird innerhalb von zehn Sekunden der Bootloader des Mikrocontrollers (s. Glossar) ausgeführt. Nach Abschluss dieses Vorgangs wird über ein Relais die Versorgungsspannung von 48 V auf die Motorcontroller (s. Glossar) geschaltet. Dies ist durch ein typisches Schaltgeräusch (Relais) akustisch wahrnehmbar. Erst darauf darf die Fernbedienung über den Start/Stop-Knopf eingeschaltet werden (Abb. 8). Die korrekte Funktionsweise der Fernbedienung wird durch einen kompletten Leuchtdurchlauf der LEDs optisch signalisiert.

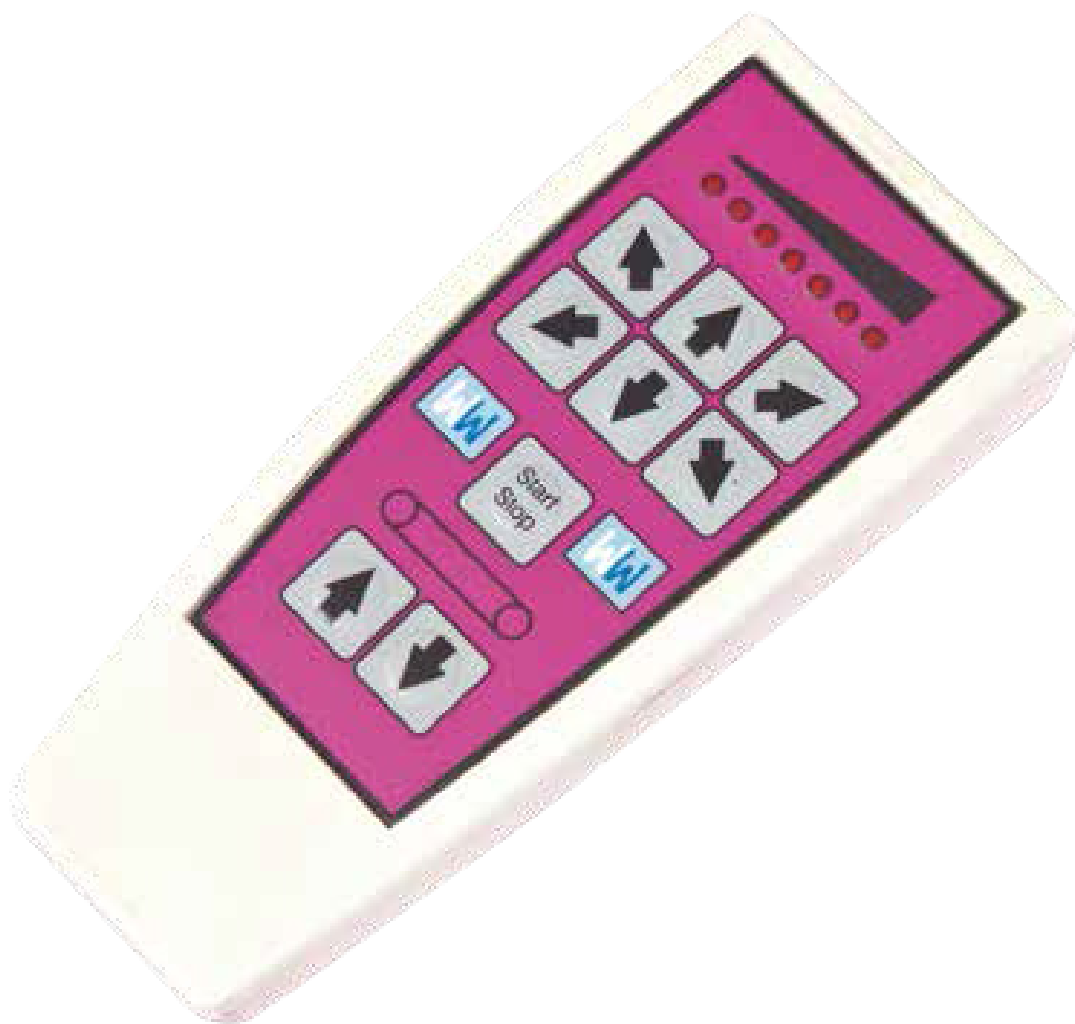


Abb. 8 Fernbedienung

Danach befindet sich die Fernbedienung im *Direktfahrmodus*. Dabei löst das Drücken der Fahrbefehlstasten ein Beschleunigen bis zur Maximalgeschwindigkeit aus, wobei nur während des Gedrückthaltens ein Fahrbefehl gesendet wird. Beim Lösen der Taste bleibt das Fahrzeug stehen. Dieser Modus ist zum gezielten Fahren nicht geeignet. Dazu steht der *Konstantfahrmodus* zur Verfügung, in den über langes Drücken der Start/Stop-Taste umgeschaltet wird. Der Wechsel wird durch ein kurzes Aufleuchten aller LEDs angezeigt. Dabei löst ein Drücken auf Vorwärts- oder Rückwärtsfahren einen Fahrbefehl in die jeweilige Richtung aus, der auch nach dem Lösen der Taste beibehalten wird. Die Geschwindigkeit kann durch wiederholtes Betätigen der Tasten erhöht oder verringert werden. Das Drücken der Tasten Vorwärts/Rückwärts-Links/Rechts löst ein Drehen in die jeweilige Richtung aus. Es sollte darauf geachtet werden, immer die jeweils vorgewählte Richtungstaste zu bestätigen, d. h. bei Vorwärtsfahrt auch auf Vorwärts-Links/Rechts drücken. Ansonsten drehen die Antriebsmotoren

schlagartig in die entgegengesetzte Richtung, wodurch unnötige Belastungen auf die Antriebseinheiten wirken. Im unteren Geschwindigkeitsbereich laufen die Antriebsketten bei der Richtungsänderung in gegenläufiger Richtung, dadurch kann gerade in der ersten Geschwindigkeitsstufe auf der Stelle gedreht werden (Details siehe Bedienungsanleitung Fernbedienung).

Zur automatischen Lenkung muss der Navigationsrechner (s. Glossar) über den entsprechenden Schalter am hinteren Schaltschrank eingeschaltet werden und es muss ausreichender Satellitenempfang vorliegen. Sollte die Basisstation beispielsweise weniger als 7 Satelliten anzeigen, muss mit verminderter Navigationsgenauigkeit gerechnet werden. Dann sollte gewartet werden bis besserer Empfang vorliegt. Die aktuelle und die zu erwartende Satellitenkonstellation kann online unter

<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/#!/Settings> abgefragt werden.

### **Inbetriebnahme Bonitursystem**

**(Anleitung auch auf Schaltschrank, Abb. 9):**

1. PHENObot Zündung einschalten
2. Hauptschalter Schaltschrank einschalten
3. Navigationsrechner einschalten
4. Bildrechner (s. Glossar) einschalten
5. Kameralageregelung einschalten
6. Automatikmodus einschalten  
Referenzierung beginnt!
7. MKS-Position einschalten  
MKS mit Pfeiltasten positionieren
8. MKS-Position ausschalten (ansonsten findet keine automatische Nivellierung statt)
9. IGG Geotagger Logging aktivieren  
PHENObotControl Jobs/Projects starten





Abb. 9 Schalterfeld I, seitlich am Schaltschrank; Schalterstellung für Automatikbetrieb

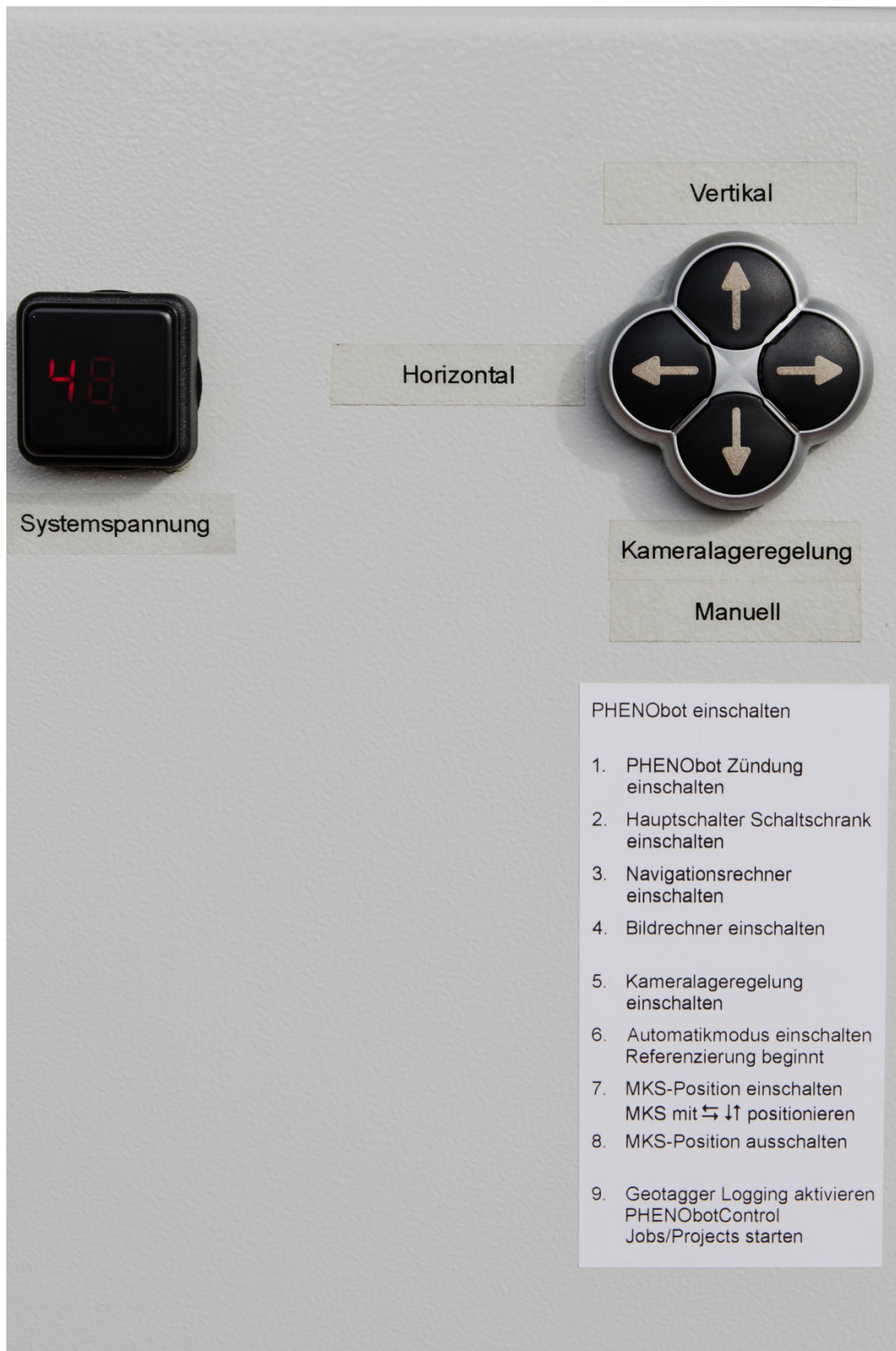


Abb. 10 Schalterfeld II, an der Schaltschranktür

Nach dem Booten des Navigationsrechners wird die Steuerungsapplikation PHENObotControl 1.0 automatisch gestartet (Abb. 11). Sollte die Anwendung zwischenzeitlich beendet worden sein, kann ein Neustart über eine Verknüpfung auf der Arbeitsoberfläche erfolgen.

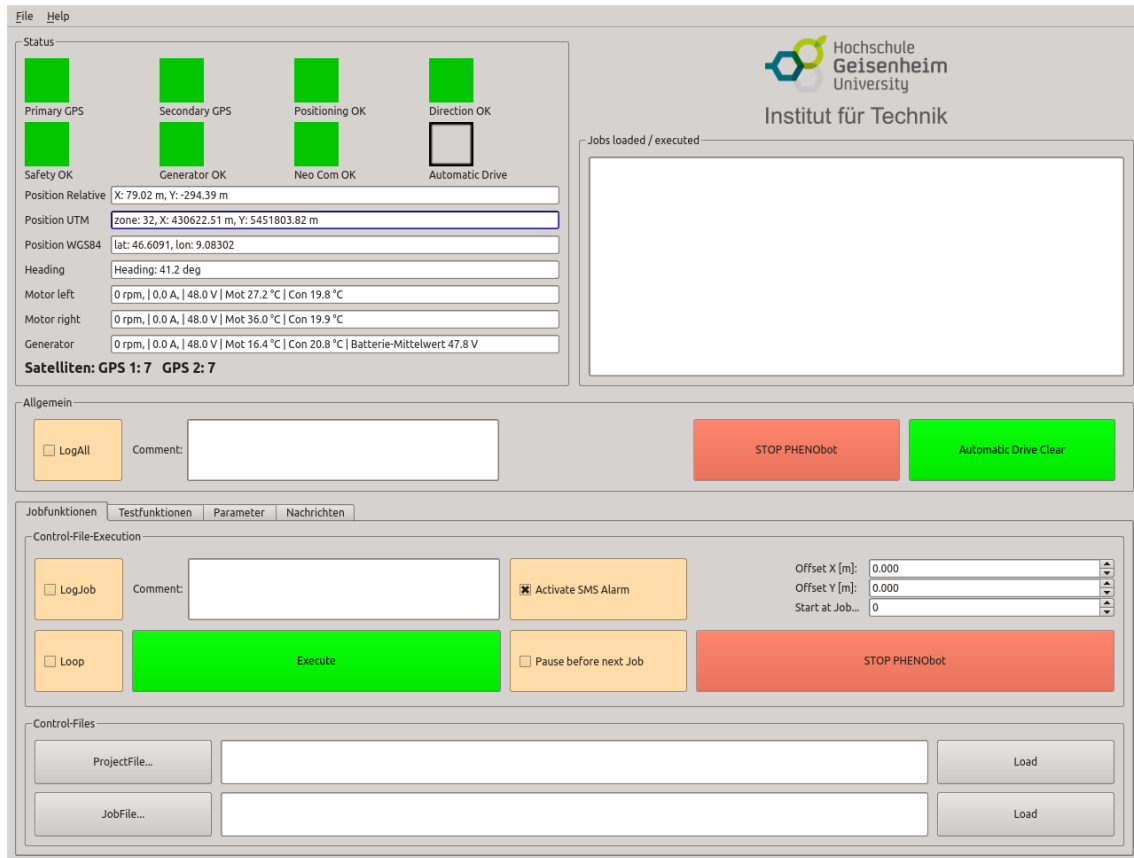


Abb. 11 Übersicht PHENObotControl 1.0

Im oberen Bereich zeigen acht LEDs wichtige Statusinformationen an. Zur Freigabe des automatischen Fahrmodus müssen alle außer *Automatic Drive* im Status grün sein. Darunter sind Parameterinformationen zur Position, Antriebsmotoren und Generator zu finden. Nach dem Programmstart werden die Verbindung zum Mikrocontroller und der Fahrzeugstatus überprüft (Abb. 12).



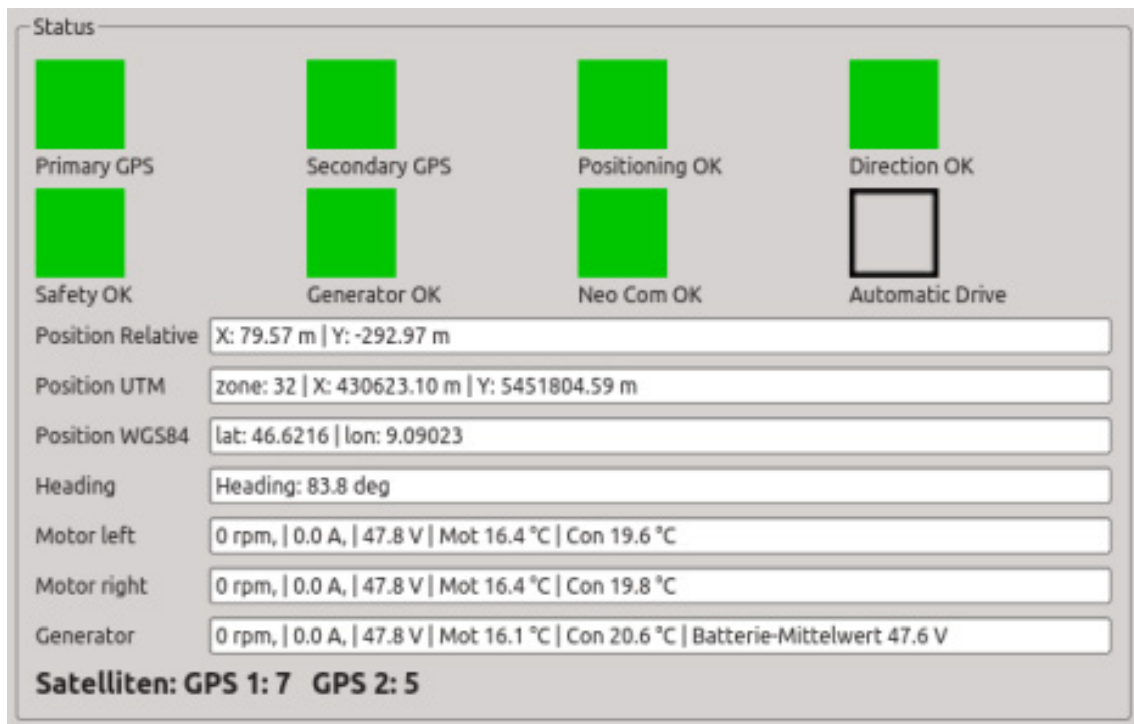


Abb. 12 Statusbereich PHENObotControl 1.0 nach erfolgreicher Initialisierung

Ist das Ergebnis negativ, ist trotzdem ein Simulationsmodus möglich. Dazu kann im Programm eine Checkbox zum Ignorieren des Fahrzeugstatus angewählt werden (im Register *Testfunktionen*, siehe Abb. 15). Bei erfolgreicher Initialisierung können Job- oder Projektlisten (s. Glossar) ausgewählt und geladen werden (Abb. 13). Der Simulationsmodus dient dem reinen Testen von Joblisten/Projektlisten bei fehlendem Satellitensignal und wird in der Regel nicht verwendet.

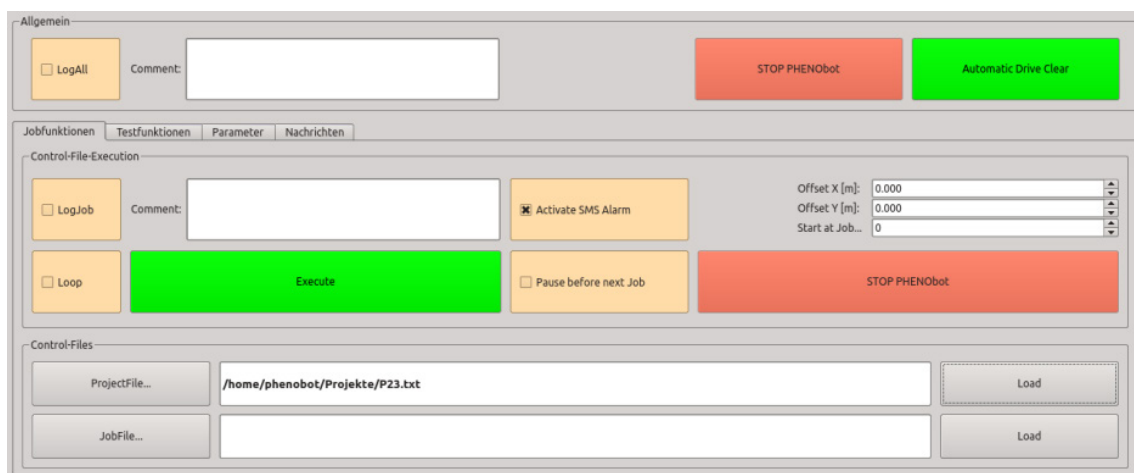


Abb. 13 Zentrales Bedienfeld mit Auswahlbereich der Job- oder Projektlist im unteren Bereich

Diese werden durch Betätigen der Schaltfläche *Load* in den Aufgabenplaner der Applikation geladen (Abb. 14). Es können durch Anwählen von Checkboxes die Protokollfunktionen *LogAll* und *LogJob* (Abb. 13) sowie die Wiederholungsfunktion *Loop* aktiviert und auf Wunsch die SMS-Alarmierung deaktiviert werden.

tiviert werden. Bei der Loop-Funktion werden alle geladenen Jobs nach Beendigung der gesamten Liste wiederholt. Damit kann beispielsweise bei einer Präsentation ein Parcours unendlich oft durchfahren werden. Zu den Protokollfunktionen kann ein Kommentar angegeben werden, der in den Dateinamen der Protokolldatei und den Header eingefügt wird. Durch Betätigen der Schaltfläche *Execute* wird die Jobausführung mit Quittierung gestartet. Beim Drücken einer der beiden Stop-Schaltflächen wird die Jobausführung komplett abgebrochen. Eine Wiederaufnahme an der nächsten Position ist nur über ein erneutes Starten der Jobs über *Execute* möglich, wobei vorher die Jobnummer (Abb. 14) in das Feld *Start at Job...* (Abb. 13) eingetragen werden muss.



Abb. 14 Aufgabenplaner während der Ausführung wird die sequentielle Abarbeitung Schritt für Schritt dargestellt.

Bei aktivierter SMS-Alarmierung beginnt mit jedem Einzeljob ein Countdown-Timer bis zu dessen Ablauf der Job ausgeführt sein muss. Ist dies nicht der Fall, pausiert die Ausführung und es erfolgt eine SMS-Benachrichtigung an den Benutzer. Bei der Anfahrt von der Unterkunft zur Parzelle empfiehlt es sich die Alarmfunktion auszuschalten, da eine Überschreitung der Timeout-Schwelle zu erwarten ist. Wird eine Sicherheitseinrichtung (Ultraschallsensor, Anfahrtschild oder Notausschalter) betätigt und ebenfalls die Timeout-Schwelle überschritten, kommt es wiederum zu einer Benutzerbenachrichtigung. Die Pause-Checkbox fügt eine Pausierung nach dem Erledigen des aktuellen Jobs ein, welche durch Abwählen (Entfernen des Hakens) beendet werden kann. Hiermit kann die Ausführung vor dem nächsten Job unterbrochen werden, wobei zu beachten ist, dass der aktuelle Befehl komplett ausgeführt wird. Eine direkte Unterbrechungsmöglichkeit bieten die beiden physischen Notausschalter in der Front und am Heck des Fahrzeugs. Nach Wiedereinschalten der Schalter wird die Ausführung fort-



gesetzt. Gleiches gilt für die Ultraschallsensoren sowie das Anfahrschild mit Sicherheitskontakt im Frontbereich.

**Hinweis: Die Notausschalter schalten nicht spannungsfrei!**

Nach Beheben des Fehlers durch den Benutzer und Quittieren durch Abwählen (Entfernen des Hakens) der Pausenfunktion (automatische Setzung bei einem Fehler) wird die Jobausführung fortgesetzt. Nach Ausführung des letzten Jobs der Liste bleibt das Fahrzeug an der letzten definierten Koordinate stehen und ist bereit zum Laden und Ausführen der nächsten Liste. Die Beendigung der Joblist schließt auch die Protokolldatei der logJob-Funktion ab. Mit der Loop-Funktion ist die endlose Ausführung einer Job- oder Projektliste (beispielsweise zur Präsentation) möglich. Die Programmoberfläche kann durch den Benutzer nach Abschluss aller Aufgaben beendet werden.

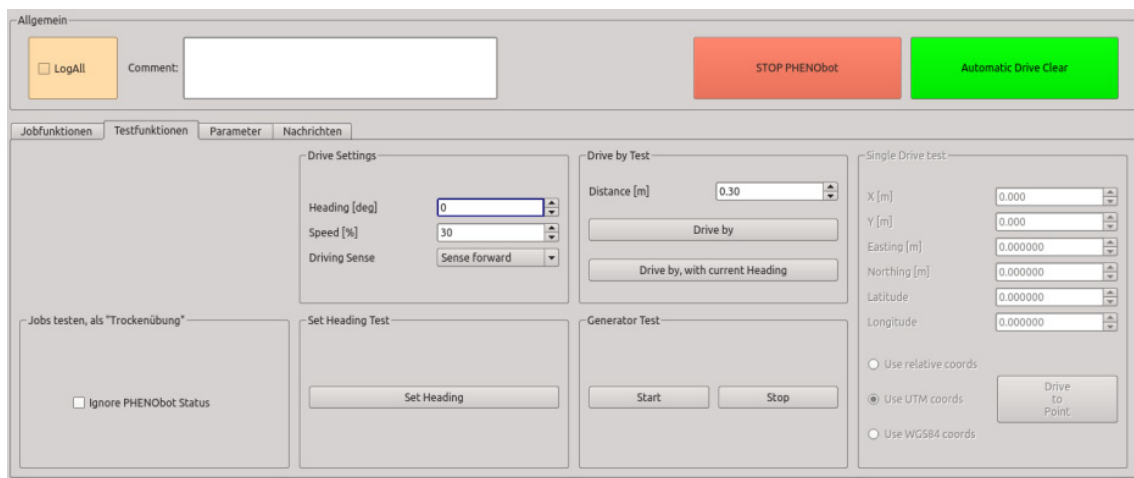


Abb. 15 Register Testfunktionen von PHENObotControl 1.0

Im Register *Testfunktionen* (Abb. 15) der Applikation können diverse Gerät-funktionen erprobt werden. Durch Aktivieren der Checkbox *Ignore PHENObot Status* kann der Simulationsmodus ohne verbundenen/eingeschalteten PHENObot oder ohne ausreichenden Satellitenempfang gewählt werden, um Job- oder Projektdateien im Vorfeld auf Konsistenz prüfen zu können (Überprüfung der Jobdateistruktur, Pfade korrekt, usw.). Im Bereich *Drive Settings* kann das Fahrzeug manuell in eine gewünschte Orientierung bei gegebener Drehgeschwindigkeit gebracht werden. Der Modus *Drive by Test* ermöglicht das manuelle Fahren um eine bestimmte Strecke entweder mit den Parametern aus den *Drive Settings* oder mit aktuell vorliegender Fahrzeugorientierung in Grad. Zusätzlich kann der Generator manuell gestartet oder gestoppt werden. Der Bereich *Single Drive Test* wurde nur während der Testphase benötigt und ist deshalb in der endgültigen Version deaktiviert worden.

Abb. 16 Register Parameter zur Einstellung von Fahrzeug- und Programmparametern

Im Register *Parameter* (Abb. 16) können vier Fahrzeugparameter konfiguriert werden. Der Wert *Einschaltswelle* definiert die Spannungsschwelle in Volt, die für die Zeit *Unterschreitungzeit* in Sekunden unterschritten sein muss um den Generator einzuschalten. Die Felder *Antenne Position* geben den Offset der GPS-Positionsantenne in X- und Y-Richtung relativ zum Fahrzeugmittelpunkt an. Diese Fahrzeugparameter können zunächst aus dem Fahrzeug-Mikrocontroller gelesen und dann konfiguriert werden. Die Werte aus Abb. 16 (unterhalb der Schaltfläche *lesen*) wurden empirisch ermittelt und überprüft. Sie sind daher als Anhaltspunkte bei der Einstellung zu wählen. Prinzipiell sollte hier im Normalfall keine Veränderung der Einstellung notwendig sein.

Im Feld *Tiefentladung Schwelle* kann eine untere Spannungsgrenze definiert werden um im Falle einer Generatorfehlfunktion (z. B. fehlender Treibstoff) eine Tiefentladung der Akkumulatoren zu verhindern. Wird diese Schwelle unterschritten, pausiert die Jobausführung automatisch (Abb. 13) und es erfolgt ein SMS-Alarm. Die Timeout-Schwelle, nach der die Jobausführung pausiert und ein SMS-Alarm ausgelöst wird, kann im Feld *Alarmierung nach...* definiert werden. Die Telefonnummer zum Erhalt der SMS-Alarmierung kann ebenfalls in diesem Bereich angegeben werden. Bei Verwendung einer Prepaidkarte zum Versenden der SMS kann über die Schaltfläche *Guthaben abfragen* das Restguthaben der Karte überprüft werden. Zum Versenden der SMS wurde ein handelsüblicher UMTS-Internetstick an den Navigationsrechner angeschlossen und mittels udev-Regel (s. Glossar) eindeutig identifizierbar gemacht. Das Versenden der SMS erfolgt über die Kommandozeilenanwendung *Gammu* aus der Applikation PHENObotControl heraus. Die Guthabenabfrage wurde über das Senden eines USSD-Codes (s. Glossar) realisiert. Im Register *Nachrichten* werden die Statusmeldungen der SMS-Alarmierung und das Telegramm zum Auslösen des MKS als Textprotokoll angezeigt.

## 2.3 Erstellung von Job- und Projektdaten

Die Stockkoordinaten müssen entweder als Textdatei oder als csv-Datei bereitgestellt werden.

### Aufbau Quelldatei mit Stockkoordinaten:

1. Spalte Rechtswert (x, Easting)
2. Spalte Hochwert (y, Northing)
3. Spalte StockID (1. Punkt als Index S, Letzter Punkt als Index E)
4. Spalte Reihenfolge, durchlaufen von 0 bis n
5. Spalte ID für Erkennung 1. (0) und letzter Punkt (1), die restlichen Stöcke bleiben leer.
6. Spalte Erkennung Biegerichtung (Bogrebe): mit Fahrtrichtung = 1, gegen Fahrtrichtung = 2, Mitte (kein Bogen) = 0

### Weitere Vorgaben:

- Koordinaten mit 3 Dezimalstellen,
- Komma durch Punkt als Dezimaltrenner ersetzen,
- Als Trennzeichen zwischen den Spalte | verwenden,
- Bei der Spalte Easting die 32 als Zonenpräfix entfernen,
- Keine Spaltenüberschriften verwenden,
- Für jede Reihe eine Datei, getrenntes Ablegen in Ordner für gerade und ungerade Reihen,
- Benennung:  
P[Parzellennummer]R[Reihennummer].csv → Bsp.: P23R1.csv

### Auszug einer Koordinatenquelldatei:

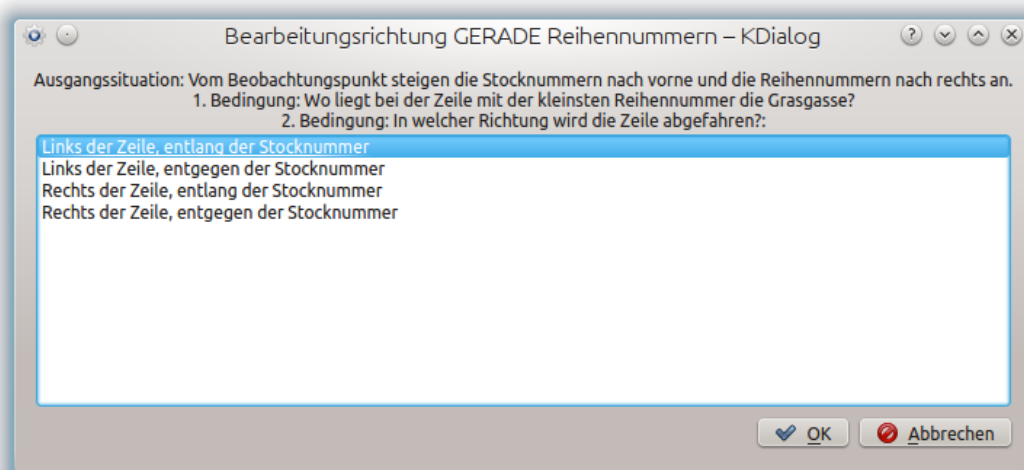
```
430471.952|5452213.893|23-001-S|0|0|0
430471.952|5452213.893|23-001-001|1|2
430472.094|5452212.648|23-001-002|2|2
430472.149|5452211.469|23-001-003|3|2
430472.215|5452210.198|23-001-004|4|2
430472.286|5452209.042|23-001-005|5|2
430472.335|5452207.825|23-001-006|6|1
430472.448|5452206.013|23-001-007|7|2
430472.556|5452204.846|23-001-008|8|2
430472.609|5452203.713|23-001-009|9|2
430472.638|5452202.425|23-001-010|10|2
...
430476.935|5452122.318|23-001-E|73|1|0
```

Zur Transformation von Koordinatendateien in Jobdateien dient die Anwendung PHENOjob in der virtuellen Maschine (Abb. 17).



Abb. 17 Anwendung PHENOjob in der virtuellen Maschine

Abhängig von der Bearbeitungsrichtung und der Aufnahmeseite der Rebzeile gibt es verschiedene Transformationsszenarien. Der PHENObot kann nur, in Fahrtrichtung gesehen, Bilder auf der rechten Seite aufnehmen. In der Weinbaulichen Praxis ist es durchaus üblich, die Gassen zwischen den Rebzeilen alternierend zu begrünen. Aufgrund der erhöhten Witterungsbeständigkeit der Begrünung wird oftmals nur in den begrünten Gassen gefahren. Deshalb unterscheiden sich die Aufnahmeseiten und damit auch die Verschiebung der Stockkoordinaten in die Gassenmitte mit jeder zweiten Zeile. Es wurde in Anlehnung an das Benennungsschema am JKI Geilweilerhof die Unterscheidung in gerade und ungerade Reihen getroffen. Weiterhin sind die Richtung der Befahrung und die jeweilige Lage der zu befahrenden Gasse ausschlaggebend. Damit ergeben sich unter Berücksichtigung des Reihentyps acht mögliche Fälle zur Verschiebung der Koordinaten (Abb. 18).



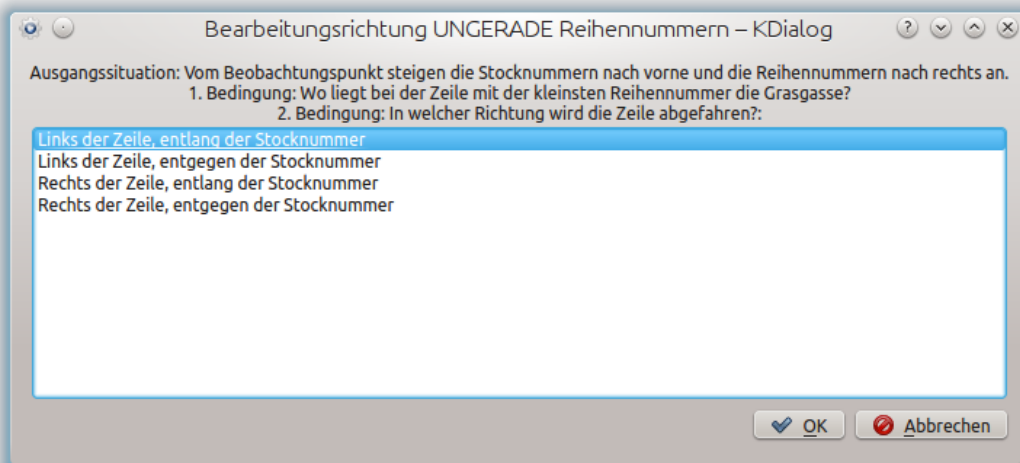


Abb. 18 Fallabfrage zur Transformation der Stockkoordinaten. Oben: Gerade Reihennummern. Unten: Ungerade Reihennummern.

Für beide Hauptunterscheidungen, gerade und ungerade, werden jeweils vier Fälle aufgelistet. Bei der Beantwortung der Fragestellung geht der Benutzer davon aus, vor der betreffenden Parzelle zu stehen und aufsteigende Stocknummern in Sichtrichtung und aufsteigende Reihennummern zu seiner Rechten vorzufinden. Dann wird für jeden Typ abgefragt auf welcher Seite der Reihe mit dem kleinsten Index die begrünte Gasse liegt, und ob entlang oder entgegen der aufsteigenden Stocknummer gefahren werden muss.

Die Quelldateien mit den vorbereiteten Stockkoordinaten müssen in Ordner jeweils für gerade und ungerade Reihen getrennt abgelegt werden. Im Ausgangszustand wurde dazu die folgende Struktur gewählt (Abb. 19):

Koordinaten>Geilweilerhof>Parzelle>gerade bzw. ungerade



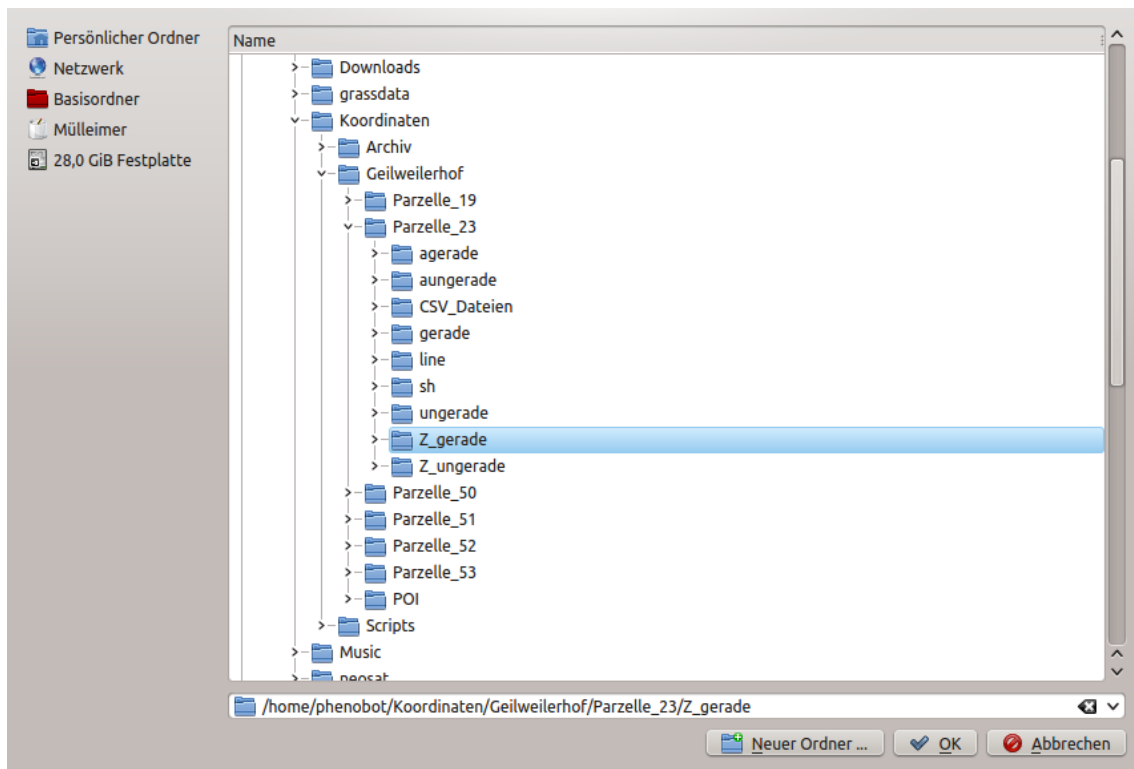


Abb. 19 Ordnerstruktur Quelldateien

Nach dem Einlesen und Kontrolle (Abb. 20) der Quelldateien (csv-Dateien mit Koordinaten) wird abgefragt, welche Kommandos an jedem Haltepunkt durchgeführt werden sollen (Abb. 22).

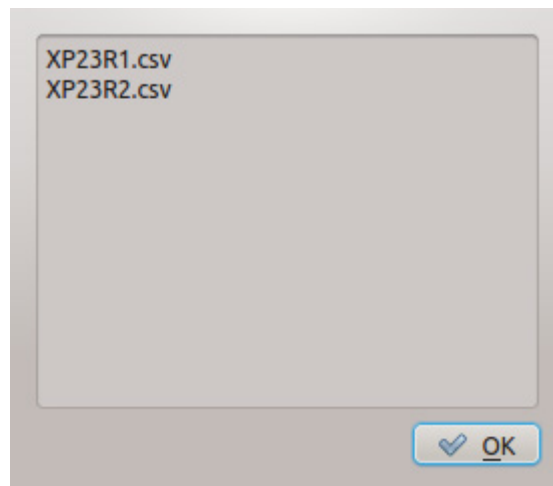


Abb. 20 Dialog zur Kontrolle und Bestätigung der ausgewählten Reihen

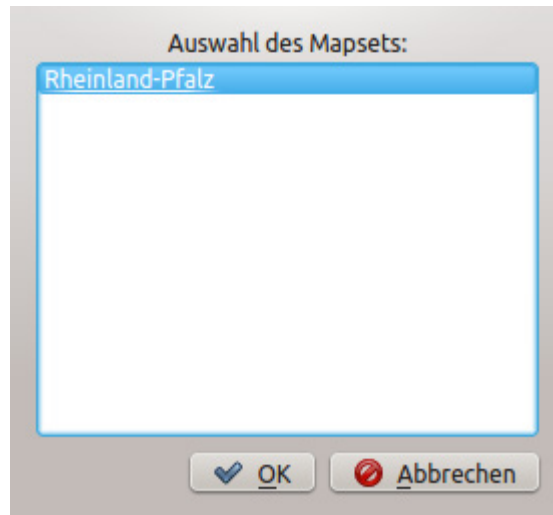


Abb. 21 Auswahl des Mapsets

Im nächsten Schritt wird ein sog. Mapset ausgewählt. Hierbei handelt es sich um eine Datenstruktur des GIS-Programms GRASS. Es steht nur das Mapset *Rheinland-Pfalz* zur Auswahl (während der Erprobung waren Parzellen in Hessen vorhanden) und kann einfach mit OK bestätigt werden (Abb. 21).



Abb. 22 Angabe der auszuführenden Kommandos (Jobs)

Während der Erprobungsphase wurde empirisch der zeitoptimale Ablauf des Bilderfassungsvorgangs mit Nivellierung ermittelt. Diese Abfolge mit Wartezeiten wurde als Vorauswahl in das Skript eingefügt, so dass der Anwender lediglich quittieren muss (Abb. 22). Mögliche Kommandos sind:

- `drvTo, [...]` (Fahrauftrag mit Geschwindigkeitsangabe [%])
- `setHd, [...]` (Einstellen eines Headings mit Angabe eines Winkels)
- `wait, [...]` (Wartezeit mit Zeitangabe [ms])
- `doCmd, [...]` (Ausführung eines Kommandozeilenbefehls)
- `foto, [...]` (Triggern des Bildrechners mit Wartezeit [ms])
- `lage, [...]` (Triggern der Lageregelung mit Wartezeit [ms])
- `logPos` (Erzeugen einer Log-Datei)
- `generator, [...]` (Ein-[Arg=1] bzw. Ausschalten [Arg=0] Generator)

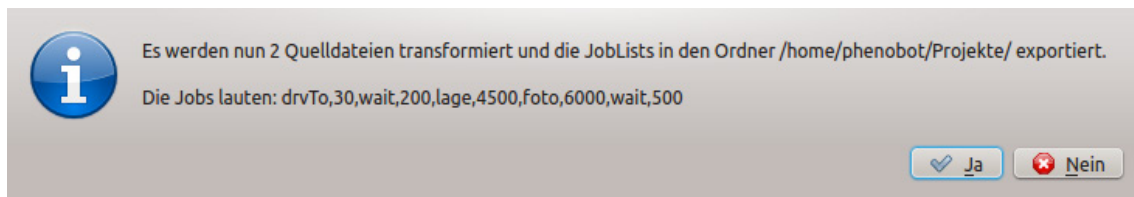


Abb. 23 Bestätigungsdialog mit Zusammenfassung des Exports.

Es folgt ein Dialogfeld mit einer Zusammenfassung der eingestellten Exportparameter, das zum Fortfahren mit Ja quittiert werden muss (Abb. 23). Wird in diesem oder anderen Feldern Nein, bzw. Abbrechen gewählt, beendet sich das Transformationsskript selbstständig.

Im nächsten Schritt wird der Azimut als Mittelwert aller eingelesenen Rebzeilen vom Skript berechnet. Es werden jeweils Linien durch die Anfangs- und Endpunkte gelegt und deren Winkel in einer csv-Datei ausgegeben. Diese einzelnen Dateien werden ausgelesen, der Wert für die Orientierung schrittweise an eine weitere Textdatei angehängt, aus den Einzelwerten der Mittelwert errechnet und die Differenz zur Nordrichtung ausgegeben (Abb. 24).

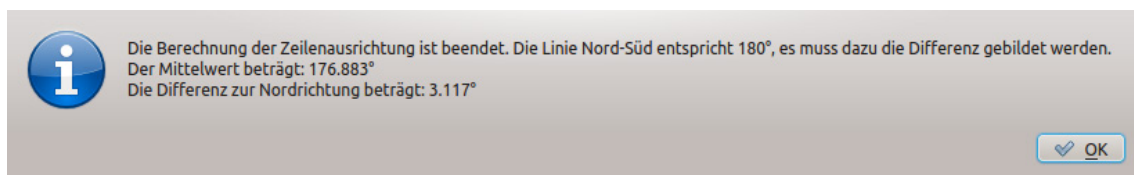


Abb. 24 Ausgabe des Azimut und der Differenz zur Nordrichtung

Im Anschluss werden die Parameter Zeilenbreite, Korrektur des Haltepunkts in der Mitte des Bogens und der Abstand des Wendepunktes in einem Dialogfeld abgefragt (Abb. 25).

Abb. 25 Parameterabfrage zur Berechnung der Transformationsparameter

Diese Werte werden in Variablen gespeichert und fließen in die Berechnung der Transformationsparameter ein

Aufgrund von Ungenauigkeiten beim Einmessen der Rebstöcke mit dem RTK-Vermessungssystem (z. B. GPS-Antenne nicht lotrecht über dem Messpunkt) wurden während der Erprobungsphase stärkere Gierbewegungen um die Hochachse bei sequentieller Anfahrt mehrerer Punkte festge-

stellt. Aus diesem Grund wird im Skript die zur Azimutberechnung erzeugte Linie als Begradigungsachse der Punktkette herangezogen. Von jedem Punkt wird der senkrechte Abstand zu dieser Linie bestimmt und als Attribut in der Datenbank gespeichert. Mit diesen Werten wird eine neue Vektorkarte erzeugt, deren Punkte nun auf der generierten Linie liegen und somit eine Glättung der Fahrspur ergeben

Vor Beendigung des Skriptes erfolgt intern eine Bereinigung der temporär erzeugten Dateien und Ordner.

Als Ergebnis erhält der Anwender einen Ordner mit Jobdateien für jede eingeleseene Rebzeile. An jedem Punkt, auch an den Wendepunkten, werden die identischen Einzelkommandos ausgeführt. Ist dies nicht gewünscht, müssen die einzelnen Dateien manuell geändert werden. Die erzeugten Jobdateien können über die Schaltfläche *JobFile* der Applikation PHENObotControl 1.0 in den Aufgabenplaner geladen werden.

In der Regel sind bei der Bonitur jedoch mehrere Rebzeilen sequentiell zu befahren. Zu diesem Zweck ist die Funktion *ProjectFile* in PHENObotControl vorhanden. Diese liest Textdateien aus, in denen die Pfade zu einzelnen Jobdateien aufgelistet sind. Somit können Projekte modular aus verschiedenen Reihen, Gerätefunktionen und Anfahrtswegen aufgebaut werden. Als Beispiel für eine Gerätefunktion ist die Jobdatei zum Einschalten des Generators mit dem Kommando *generator, 1* zu nennen.

### Auszug der Projektdatei P23.txt

```
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R1.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R2.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R3.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R4.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/GeneratorOn.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R5.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R6.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R7.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R8.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/GeneratorOn.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R9.txt  
/home/phenobot/Projekte/geilweilerhof/P23/P23R10.txt
```

Zur Erstellung dieser Projektdateien wird in der virtuellen Maschine die Applikation *PHENOproject* bereitgestellt (Abb. 26).

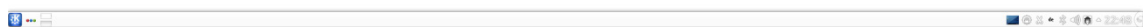


Abb. 26 Anwendung PHENOpject in der virtuellen Maschine

Hier wird der Inhalt des Jobordners ausgelesen und entweder alphabetisch oder in entgegengesetzter Richtung als Projektdatei ausgegeben.

### Erstellung von Zuwegungen (Jobdateien) in QGIS

Um den PHENObot zwischen einzelnen Parzellen oder der Garage automatisch fahren zu lassen, können mit der GIS-Anwendung QGIS (in der virtuellen Maschine enthalten) (Abb. 27) und einem Skript Jobdateien grafisch erzeugt werden.

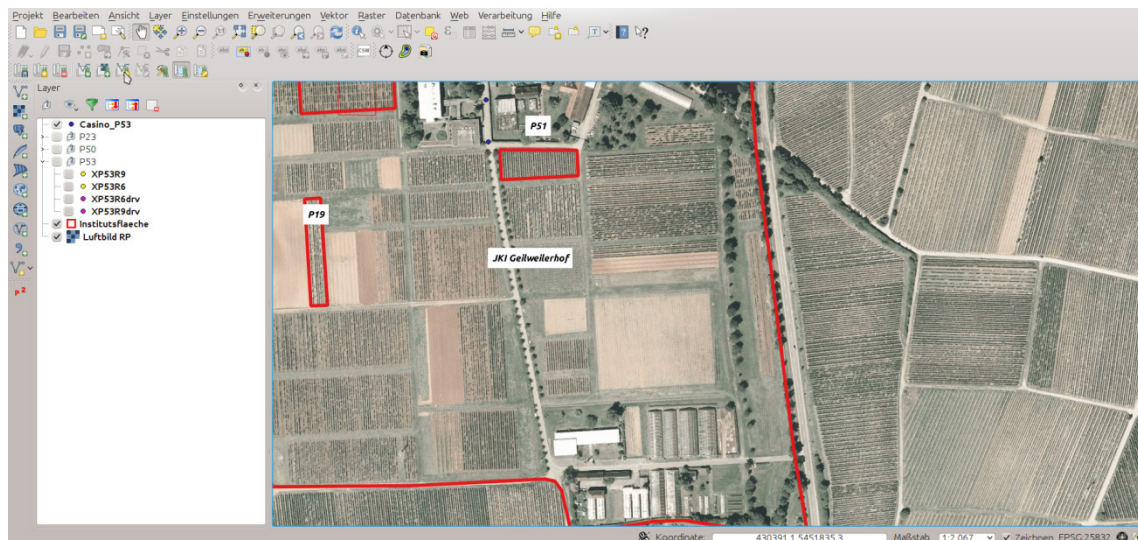


Abb. 27 QGIS: Neuen GRASS Vektorlayer anlegen

Beim Öffnen kann unter Projekt>Zuletzt verwendetes das Projekt Geilweilerhof ausgewählt werden. Zur Erzeugung muss zunächst eine neue Vektorkarte (Layer) als GRASS Vektorlayer (nicht QGIS-Vektorlayer!) er-



stellt werden. Dazu gibt es eine Schaltfläche (s. Mauszeiger) oder einen Menüpunkt  
 Erweiterungen>GRASS>Neuen GRASS-Vektorlayer anlegen  
 (Abb. 27).

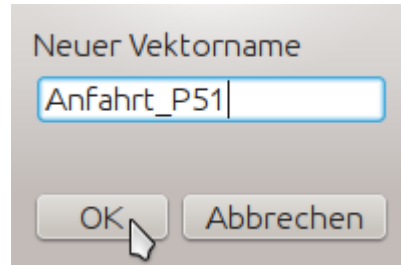


Abb. 28 Vektorlayername eingeben, z.B. *Anfahrt\_P51* zur Fahrt von VWK zu Parzelle 51

Im folgenden Dialog kann ein aussagekräftiger Name eingegeben werden (Abb. 28).

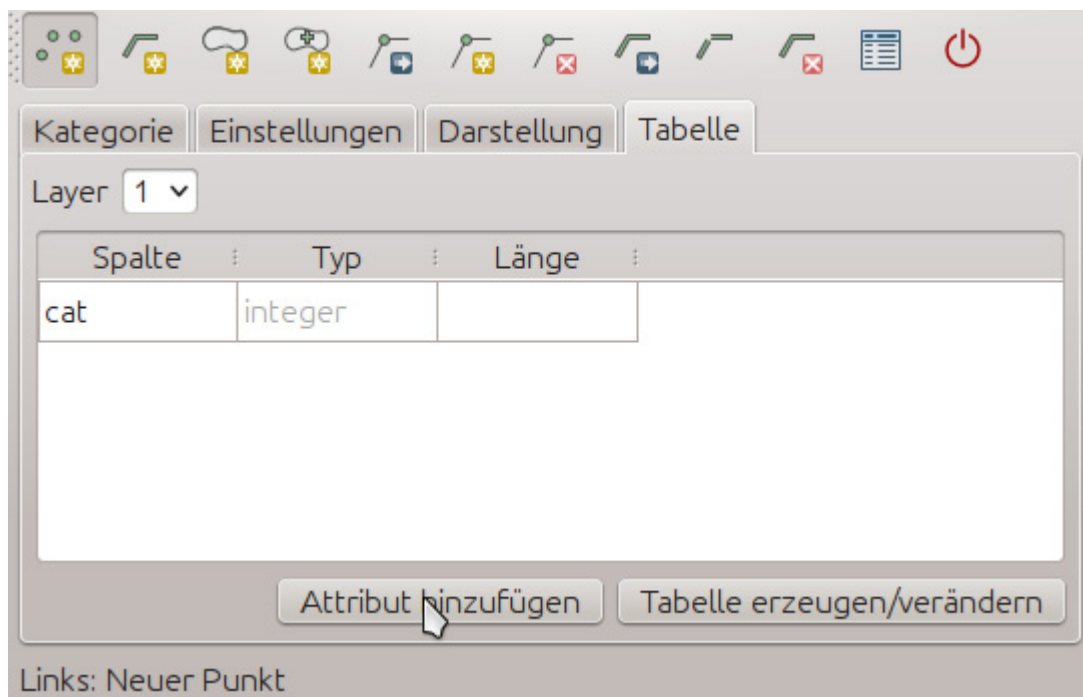


Abb. 29 Attributtabelle bearbeiten, 3 neue Attribute hinzufügen.

Es öffnet sich der sog. *Digitizer-Dialog* (Abb. 29). In diesem muss zuerst die Attributtabelle um 3 Spalten/Attribute erweitert werden. Als Namen werden id, reihenfolg und cmds vergeben (es ist unbedingt auf die Schreibweise zu achten; reihenfolg ist korrekt). Für id und reihenfolg ist das Datenformat integer beizubehalten, für cmds ist varchar mit einer Länge von 250 zu wählen. Die Änderungen werden mit *Tabelle erzeugen/verändern* bestätigt (Abb. 30).

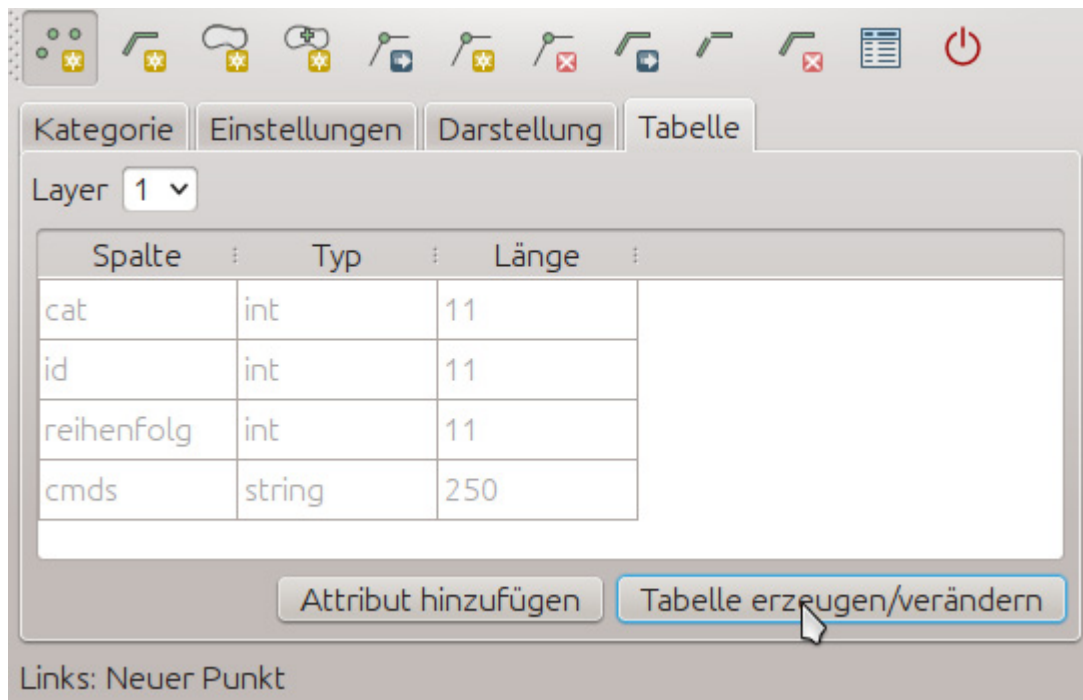


Abb. 30 Änderungen an der Attributtabelle übernehmen.

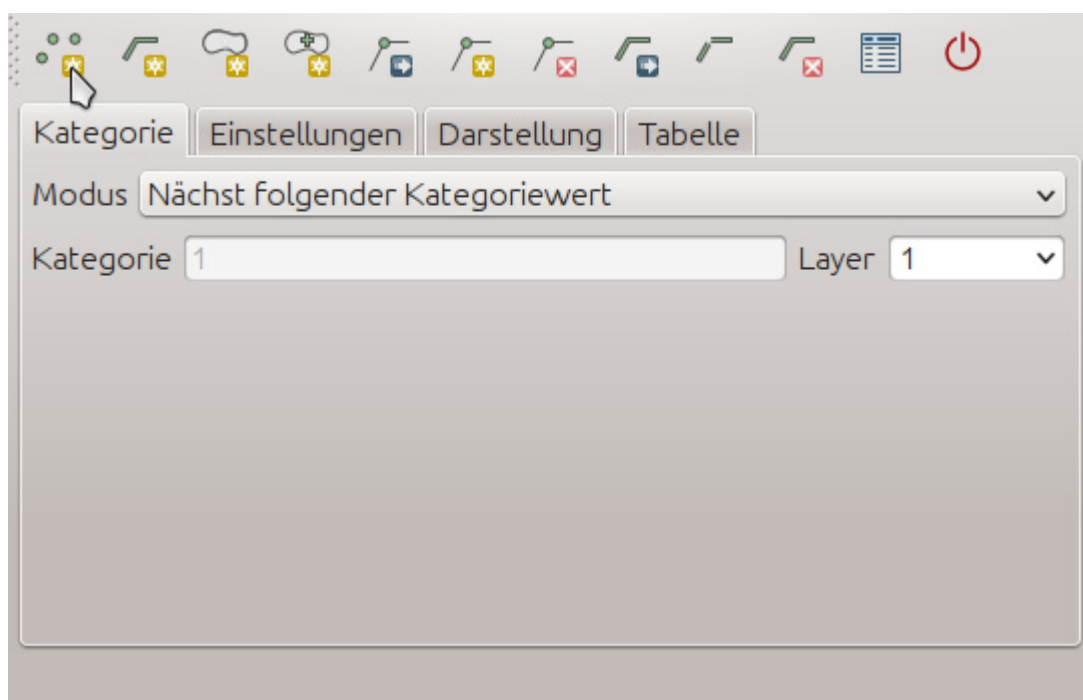


Abb. 31 In den Bearbeitungsmodus zur Erzeugung einzelner Punkte wechseln.

Zur Erzeugung von Anfahrtpunkten wird der Bearbeitungsmodus *Neuer Punkt* (s. Mauszeiger, Abb. 31) gewählt. Anschließend kann ein neuer Punkt auf der Karte/dem Luftbild mit dem Fadenkreuz gesetzt werden (Abb. 32).

**Hinweis: Punkte werden auf direktem Weg angefahren,  
Hindernisse beachten!**

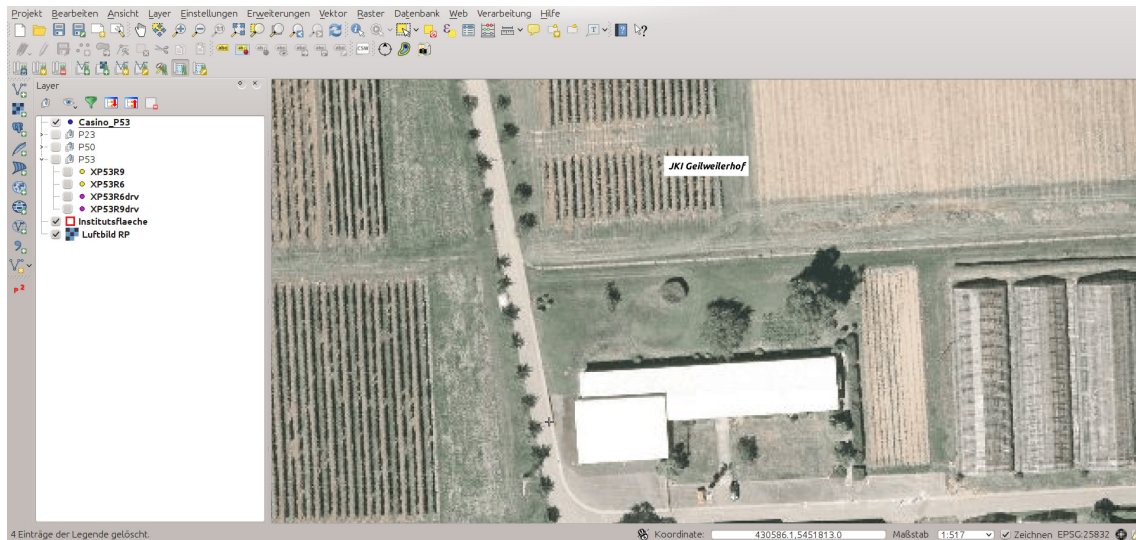


Abb. 32 Einen Punkt setzen.

1:2

Spalte	Wert	Typ
Layer	1	
cat	2	
id	2	int
reihenfolg	2	int
cmds	drvTo,20	string

< >

Aktualisieren Neu Löschen

Abb. 33 Werte für id, reihenfolg und cmds eingeben, dann Aktualisieren.

Nach Setzen des Punktes öffnet sich ein Dialog mit Editiermöglichkeit der Attributtabelle. Hier werden die entsprechenden Werte zu `reihenfolg` und `id` eingegeben. Grundsätzlich ist es auch möglich, der Spalte `id` den Datentyp `varchar` mit einer Feldlänge von 250 zuzuordnen, um Texteingaben als `id` weiterzugeben. Im Feld `cmds` wird der Fahrbefehl eingegeben (Abb. 33). Bei Anfahrten wird in der Regel lediglich das Kommando `drvTo` mit Angabe der Geschwindigkeit verwendet. In schwierigem Gelände, bzw. vor Hindernissen oder Kreuzungen sollte die Geschwindigkeit maximal 10-20 % betragen. Zur Erhöhung der Laufleistung sollte ein Wert von 40 % nicht überschritten werden. Die optimale Einstellung beträgt 30 %. Die Leistungselektronik arbeitet vor allem im Teillastbereich mit mittlerer Geschwindigkeit besonders effektiv.

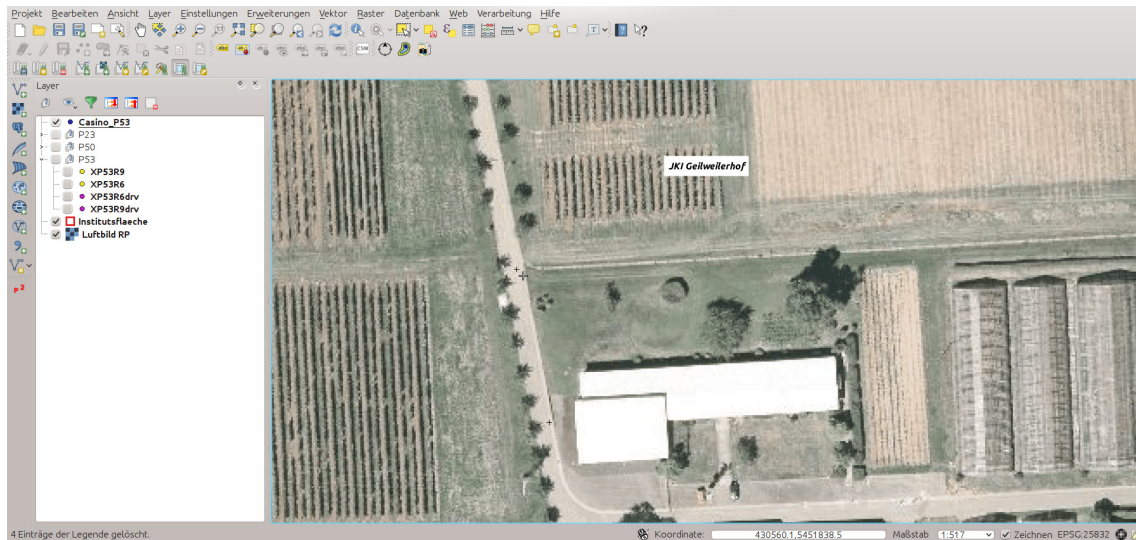


Abb. 34 Wiederholen für beliebig viele Punkte, immer auf gerade Verbindungslinien (auf Befahrbarkeit achten).

Der Vorgang kann für beliebig viele Punkte wiederholt werden (Abb. 34), wobei auf die Festlegung der Reihenfolge mit dem Parameter `reihenfolg` geachtet werden muss. Dieser legt die Abarbeitungsrichtung fest. Sollte ein Punkt in eine bestehende Punktekette eingefügt werden, muss dies bei `reihenfolg` berücksichtigt werden. Daher kann es vorteilhaft sein Zehnerwerte (z.B. 10, 20, 30, usw.) für `reihenfolg` zu wählen um bei Bedarf noch Zwischenwerte (z.B. 11, 12, 21, 22, usw.) setzen zu können. Ist die Bearbeitung abgeschlossen, kann der Digitizer-Dialog über die rote Schaltfläche geschlossen werden (Abb. 31).

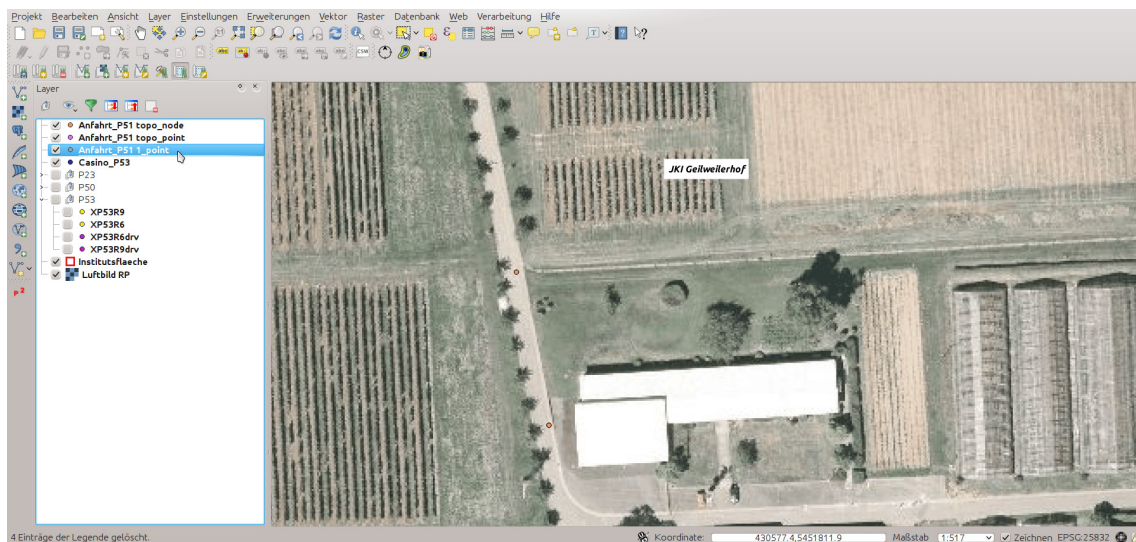


Abb. 35 Die neue Vektorkarte in der Layerübersicht. Der Zusatz "1\_point" wird nur programmintern hinzugefügt.

Danach ist die neue Vektorkarte in der Layerübersicht auf der linken Programmseite unter dem gewählten Name zu sehen (Abb. 35). Der Zusatz „1\_point“ verdeutlicht lediglich programmintern den Typ der Vektorkarte.



Bei der weiteren Verarbeitung ist immer nur der vorher gewählte Name relevant.



Abb. 36 Zur Erstellung einer neuen Jobdatei aus der Karte "Anfahrt\_P51", das Skript Kartenexport aufrufen.

Um nun aus der erstellten Vektorkarte eine lesbare Jobdatei zu erzeugen, wird das Skript *PHENmapOut Kartenexport* auf dem Desktop gestartet. Dazu muss vorher QGIS geschlossen werden. Die Vorgehensweise ist äquivalent zur Erzeugung der regulären Joblisten und kann anhand der Abb. 37 bis Abb. 43 nachvollzogen werden.

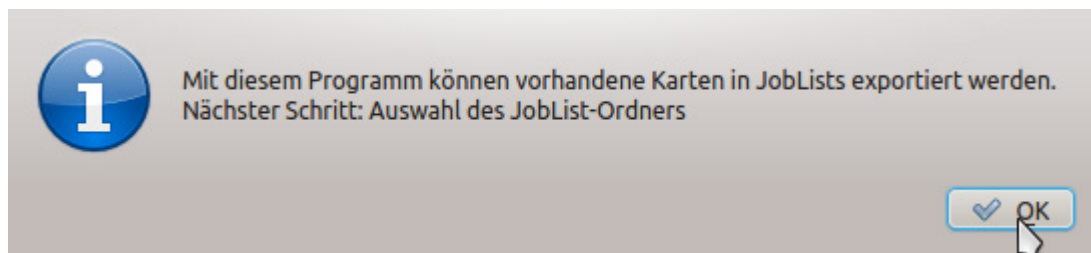


Abb. 37 Beschreibungsdialog bestätigen.

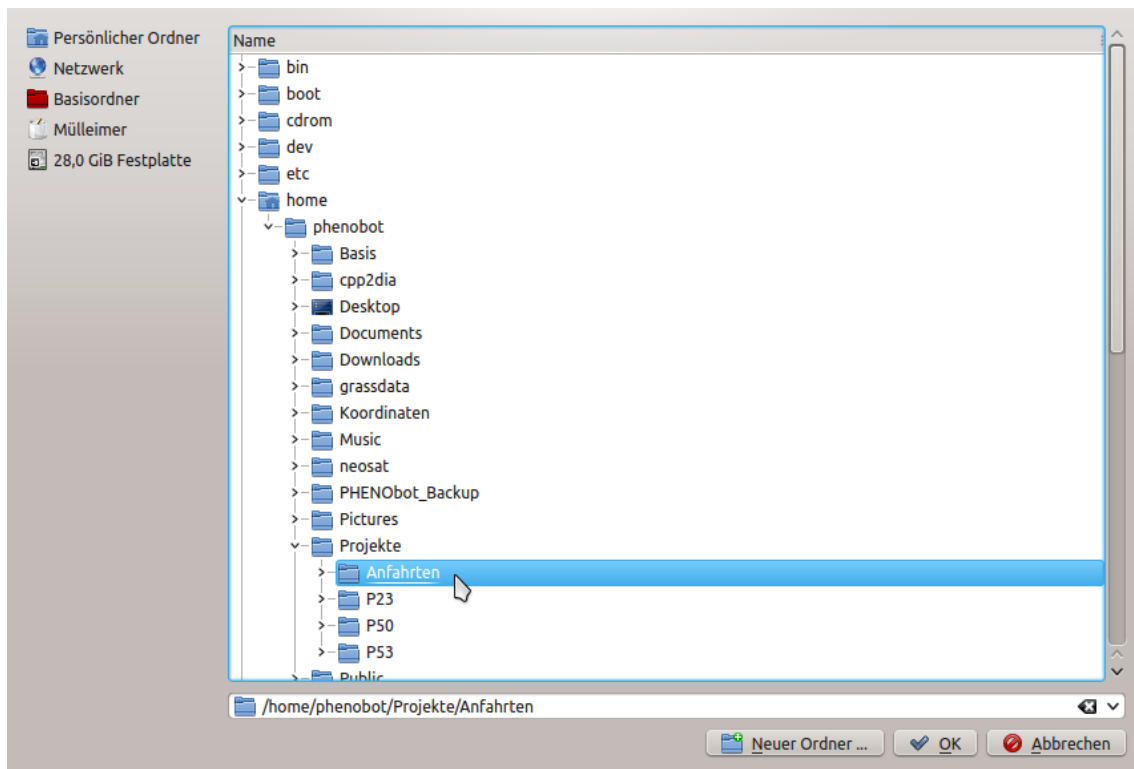


Abb. 38 Zielordner wählen.

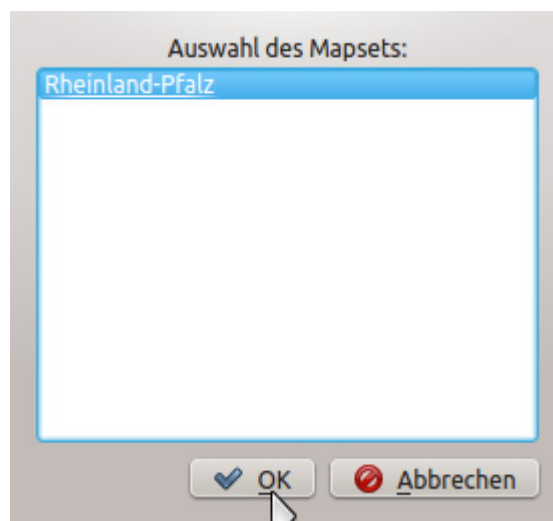


Abb. 39 Mapset wählen.

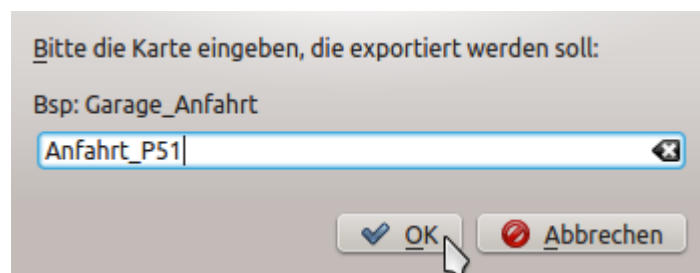


Abb. 40 Den Namen (unbedingt auf die richtige Schreibweise achten!) der Vektorkarte eingeben.



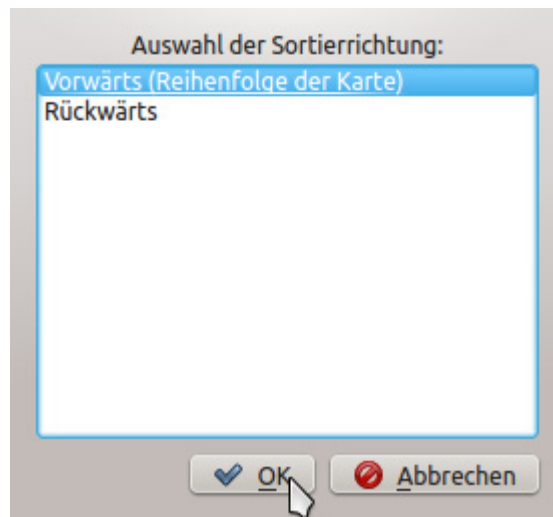


Abb. 41 Reihenfolge (Fahrtrichtung) wählen. Reihenfolge vorwärts entspricht der Anlegereihenfolge der Punkte in QGIS.

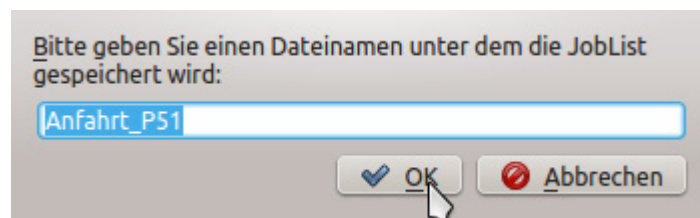


Abb. 42 Es wird als Dateiname automatisch der Name der Vektorkarte vorgeschlagen.

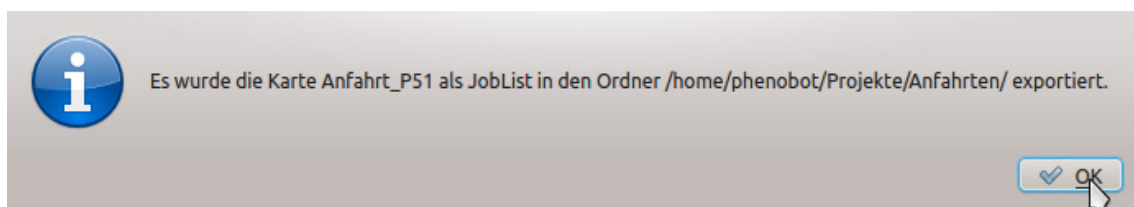


Abb. 43 Bestätigungsdialog

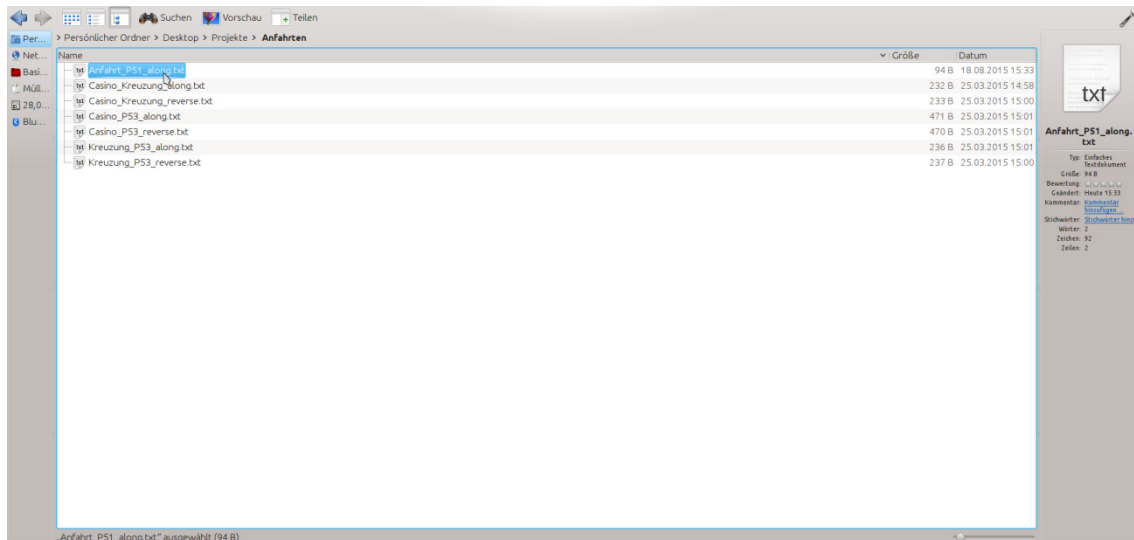


Abb. 44 Jobdatei im gewählten Ordner, bei Reihenfolge vorwärts wird "along", bei rückwärts "reverse" an den Dateinamen angehängt.

Nach Beendigung des Skriptes ist die erzeugte Jobdatei im gewählten Ordner zu finden und kann verwendet werden (Abb. 44). Es ist auch, wie oben beschrieben, eine Einbindung in eine Projektdatdatei möglich.

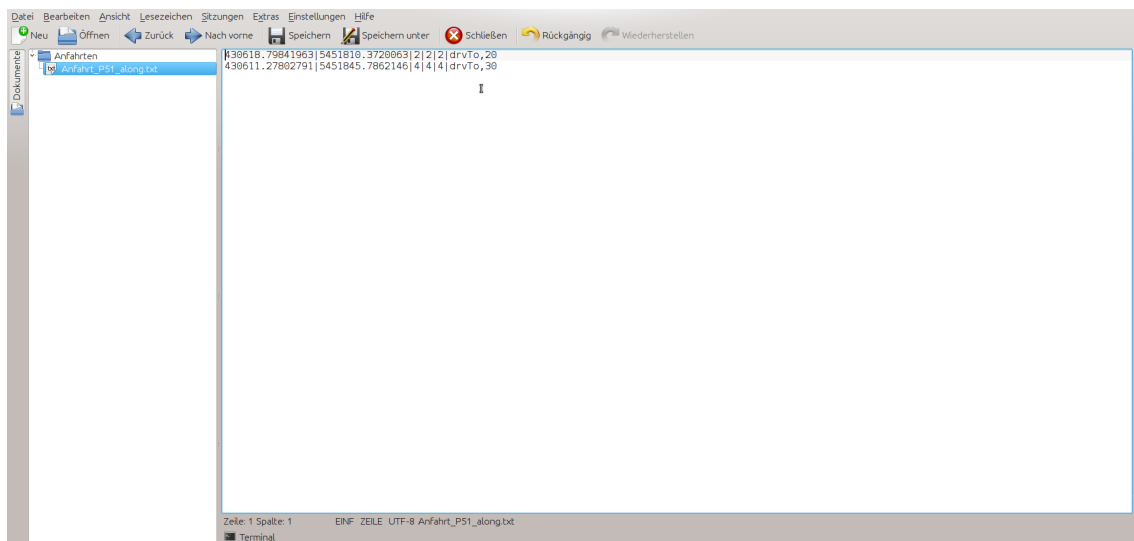


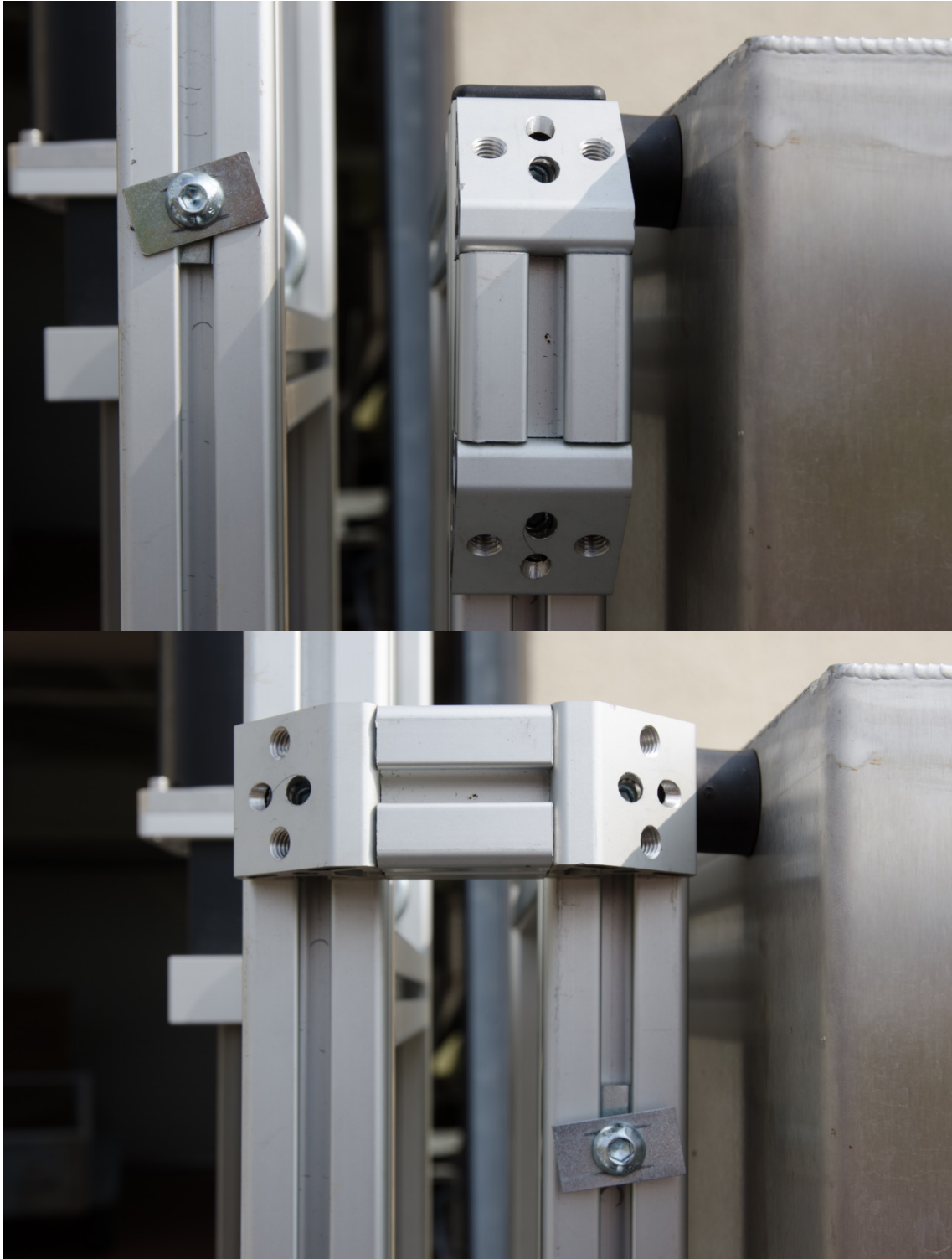
Abb. 45 Inhalt der Jobdatei: Koordinaten, cat, id, reihenfolg und cmds.

In die Jobdatei werden die Koordinaten, sowie die Spalten cat, id, reihenfolg und cmds übernommen (Abb. 45). PHENObotControl 1.0 erwartet die Spalte mit den Kommandos stets an 6. Stelle, andernfalls wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

### 3 Transport

Der PHENObot kann kurze Distanzen ( $< 500$  m) selbstständig zurücklegen. Für größere Strecken ist der Transport per Anhänger am sinnvollsten um Batteriekapazität zu sparen. Der Anhänger sollte den Ausmaßen des PHENObots und dessen Gewicht (660 kg) genügen. Die Steigung der Auf-fahrrampen sollte nicht größer als 15 % sein, um ein Kippen zu vermeiden.

Die Bedieneinheit verfügt über eine Stabilisierungsverbindung zum Grund-rahmen der Kameralageregelung (Abb. 46). Dazu wird das Kameralagerege-lungssystem über den Drehschalter eingeschaltet und in den Handmodus versetzt. Der Grundrahmen wird über das Steuerkreuz horizontal in Flucht mit der Verbindungslasche gebracht. Die Verbindungsschrauben werden mit einem Innensechskantschlüssel verschraubt. Die Kameralageregelung muss danach ausgeschaltet werden.



*Abb. 46 Stabilisierungsverbindung; oben: nicht verbunden; unten: verbunden (MKS darf nicht bewegt werden!)*



**Hinweis: Solange Grundrahmen und Bedieneinheit mechanisch miteinander verbunden sind darf auf keinen Fall die Kameralageregelung in den Automatikmodus geschaltet werden. Hierbei könnte bei der Referenzierung der Horizontalachse eine Antriebsüberlastung auftreten!**

Zur Ladungssicherung sind geeignete Spanngurte zu verwenden. Die Anbringung wird in den Abb. 47, Abb. 48, Abb. 49 und Abb. 50 gezeigt.



Abb. 47 Abspannen des PHENObot auf Anhänger



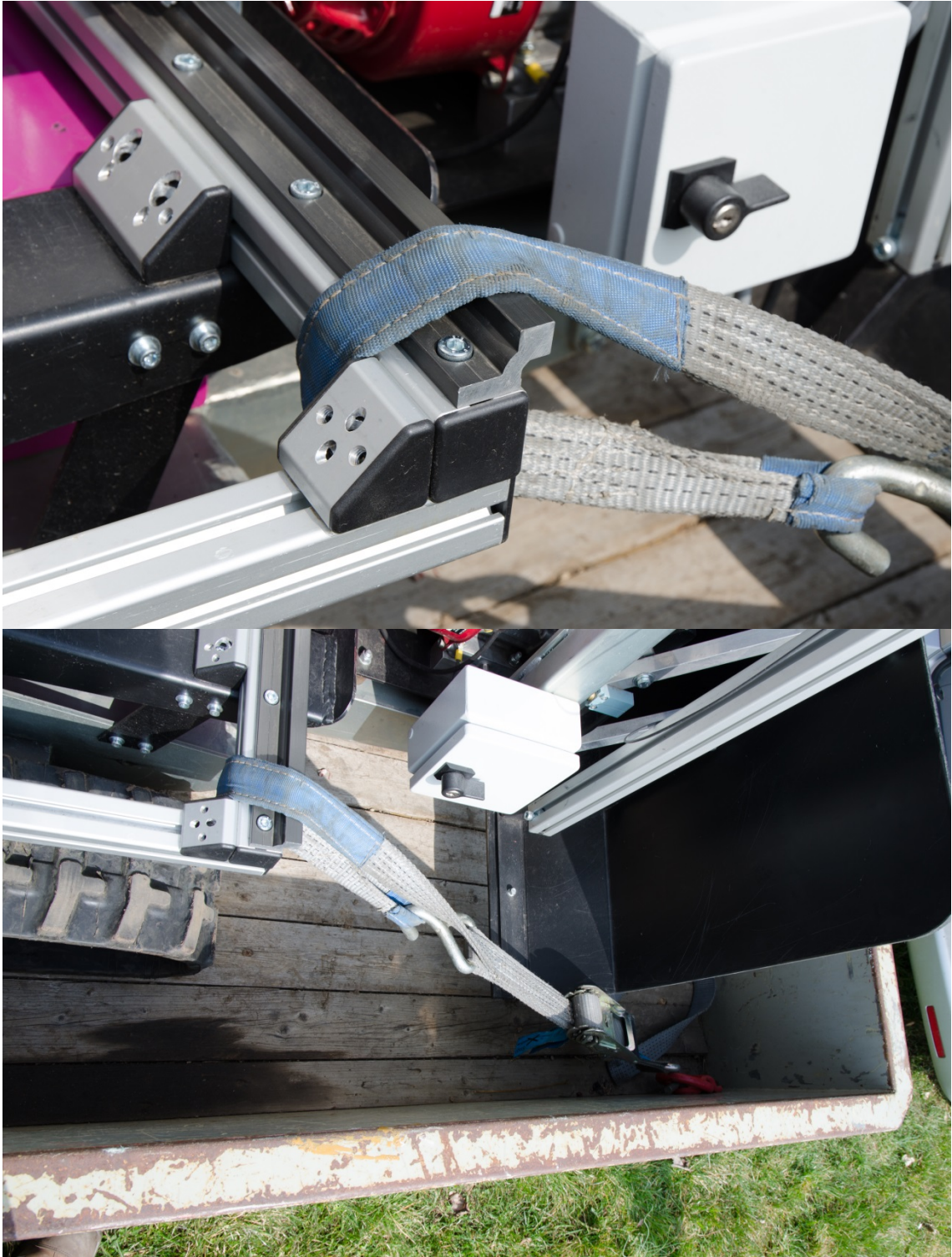
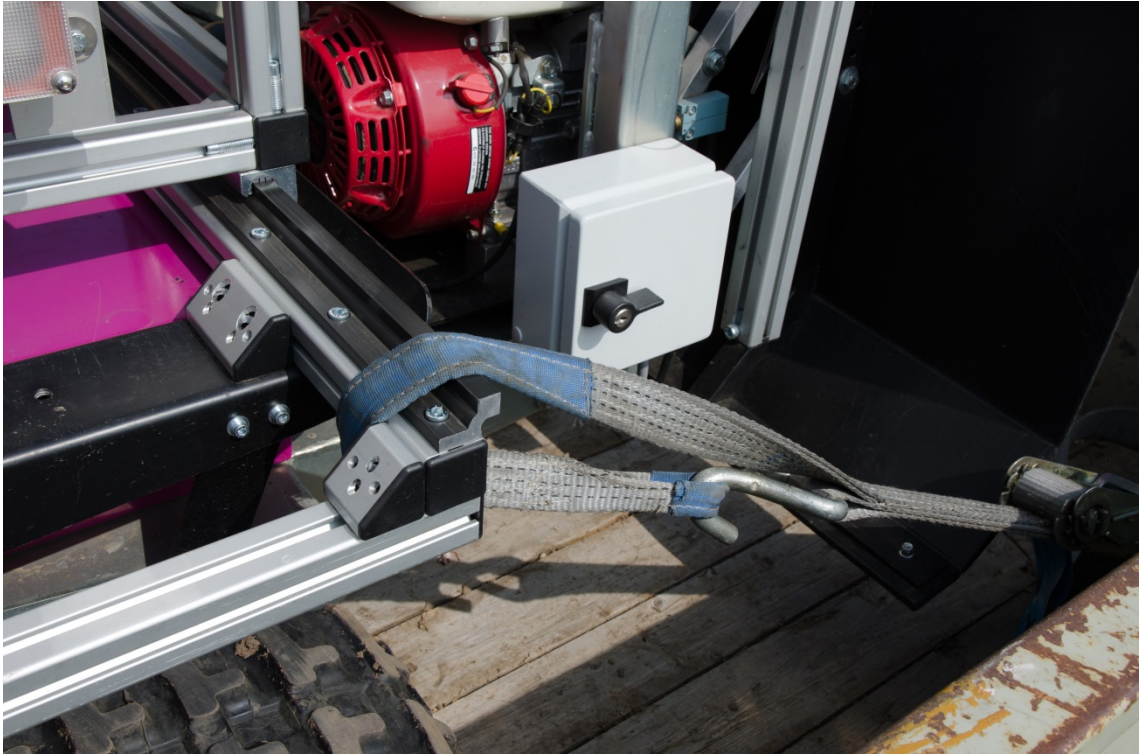


Abb. 48 Abspannen des PHENObot auf Anhänger





*Abb. 49 Abspannen des PHENObot auf Anhänger*



*Abb. 50 Abspannen des PHENObot auf Anhänger*



## 4 Wartung

Im Folgenden werden routinemäßige Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dargestellt.

### 4.1 Kameralageregelung

Die Kameralageregelung ist weitgehend wartungsfrei. Es sind nicht notwendig Lager und Gleitschienen zu schmieren. Ein Abschmieren würde zum Anhaften von Schmutz führen und **muss deshalb unbedingt unterbleiben**. Jegliche Verschraubungen sind regelmäßig auf festen Sitz zu überprüfen. Die Vorspannung der Antriebsriemen sollte gewährleistet sein.

#### Absetzen der Kameralageregelung:

Das abgesetzte Kameralageregelungssystem kann mit vier Stützen versehen werden.

#### Benötigte Geräte und Werkzeuge:

- Gabelstapler
- Gabelverlängerungen
- Hubwagen aus Weinkeller oben
- Imbusschlüssel mit Quergriff (Innensechskant SW 6 mm)

Zur Demontage wird das gesamte Fahrzeug mit einem Gabelhubwagen angehoben. An den vier Befestigungspunkten werden jeweils zwei Schrauben gelöst. Nach der Trennung der Kabelverbindungen (2 im vorderen und 4 im hinteren Bereich s. Abb. 51 und Abb. 54) wird bis auf die Stützfüße abgelassen, das Fahrgestell ist hierbei immer noch in der Schwebelage und kann mit dem Hubwagen ganz herausgefahren werden. Alternativ kann das Kameralageregelungssystem komplett mit einem Gabelstapler (Gabellänge beachten!) angehoben werden. Vor dem Anheben sind die Befestigungsschrauben zu lösen. (Abb. 52, Abb. 53, Abb. 54, Abb. 55).

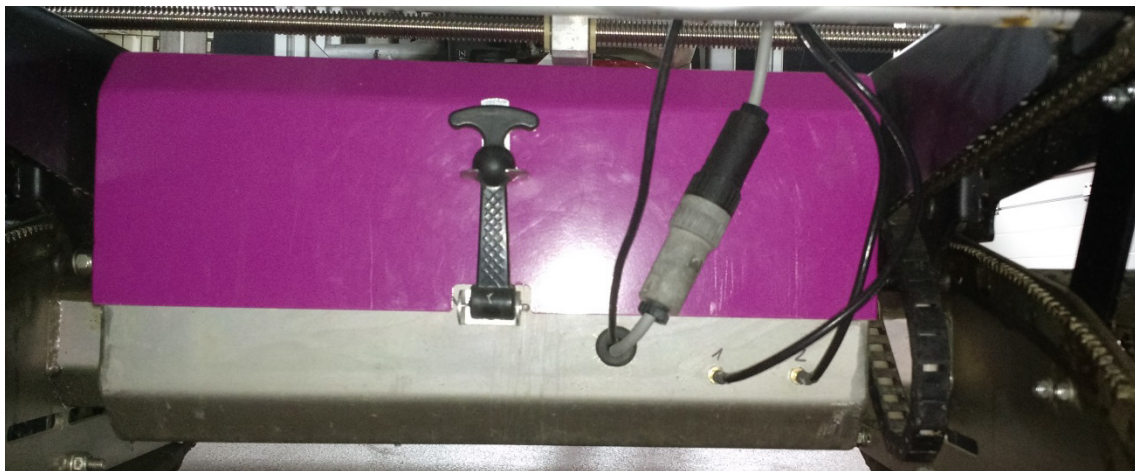


Abb. 51 Zu trennende Kabelverbindungen zwischen Fahrgestell und Kameralageregelungssystem: USB-Verbindung (Stecker im Bild nicht zu sehen; Unterseite Schaltschrank), Steck-/Schraubverbindung Notausschalter, 2 Antennenkabel.

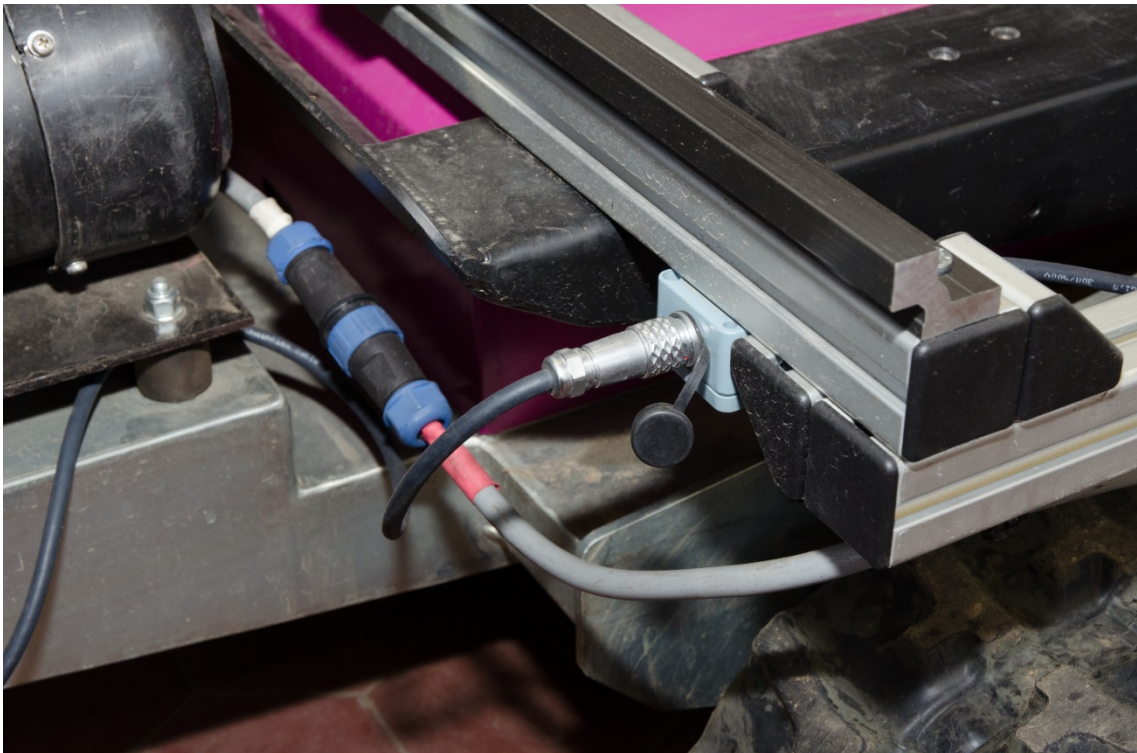


Abb. 52 Demontage des Kameralageregelungssystems; Anheben mit Gabelstapler.





*Abb. 53 Einer der vier Montagepunkte des Kameralagerungssystems.*



*Abb. 54 Steckverbindungen (Hauptversorgung Schaltschrank blau-schwarz; Versorgung Frontscheinwerfer silber); Trennen vor Demontage.*



*Abb. 55 Demontage des Kameralagerungsregelungssystems; Anheben und Herausfahren mit Hubwagen*





Abb. 56 Abgesetztes Kameralagerungssystem auf Stützen.

## 4.2 Akkumulatoren

Durch regelmäßiges Laden der Akkumulatoren reduziert sich der Säurestand. Mindestens zweimal pro Anwendungssaison muss dieser überprüft werden. Bei Bedarf ist Aqua dest. nachzufüllen. In diesem Zuge sind die Pole der Akkumulatoren auf Verschmutzung zu prüfen und ggf. mit Polfett zu versehen. Nach jeder Benutzung ist der PHENObot mit dem mitgelieferten Ladegerät zu verbinden. Der Ladevorgang wird automatisch beendet, wenn die Akkumulatoren vollgeladen sind. Die untenstehende Reihenfolge ist unbedingt zu beachten!

### Ladevorgang (Anleitung auch auf Ladebox):

1. PHENObot ausschalten!!!  
Schlüssel abziehen
2. Ladebox aufschließen
3. Ladegerät mit Ladeanschlussbuchse verbinden
4. Netzstecker Ladegerät einstecken
5. Ladevorgang beginnt, LED leuchtet rot
6. Nach Abschluss (LED grün, Lüfter aus) Netzstecker ziehen
7. Ladegerät von Ladeanschlussbuchse trennen
8. Ladebox abschließen!!!
9. Schlüssel wieder in Zündschloss PHENObot stecken
10. PHENObot ist fahrbereit



Abb. 57 Ladebox mit angeschlossenem Ladestecker



### 4.3 Antriebssystem

Die Spannung der Antriebsketten ist einmal jährlich zu überprüfen. Im angehobenen Zustand sollte sich die Kette im unteren Bereich nicht senken (Abb. 58). Wird der obere Teil der Kette (Fahrzeug steht auf dem Boden) nach oben gezogen, sollte die Kette nur 3-4 cm angehoben werden können. Ansonsten ist die Spannvorrichtung (Abb. 58) durch lösen der Sicherungsschrauben und spannen der horizontalen Spannschraube zu betätigen.

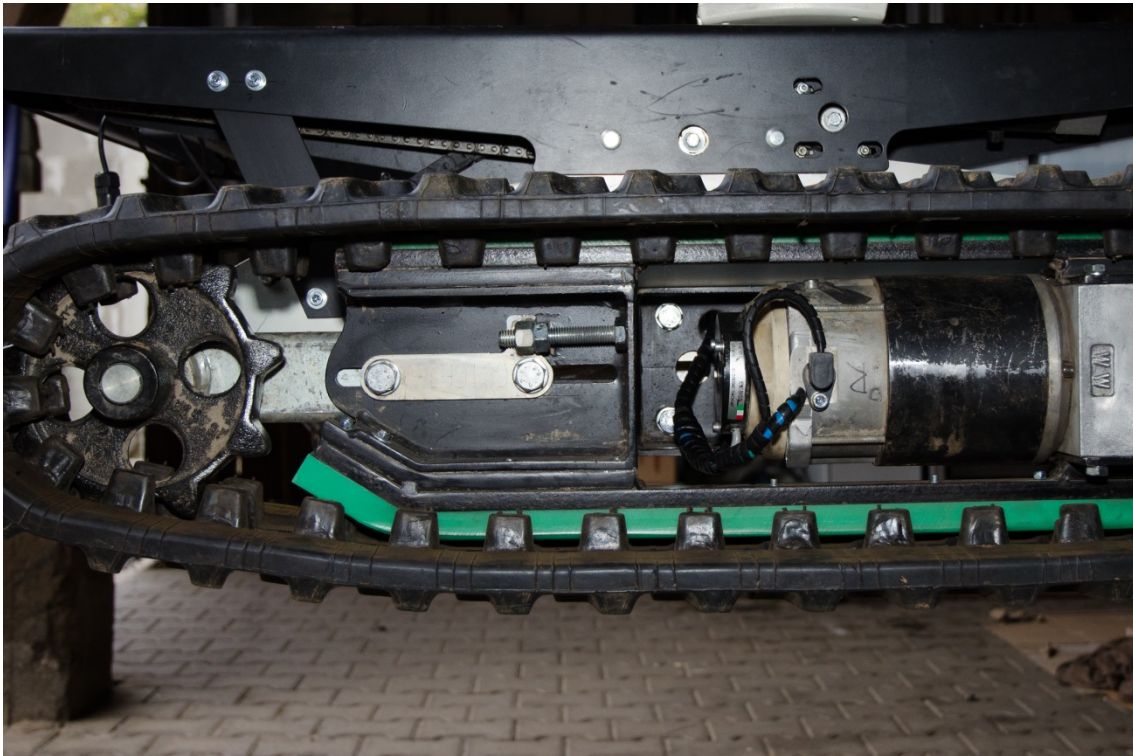
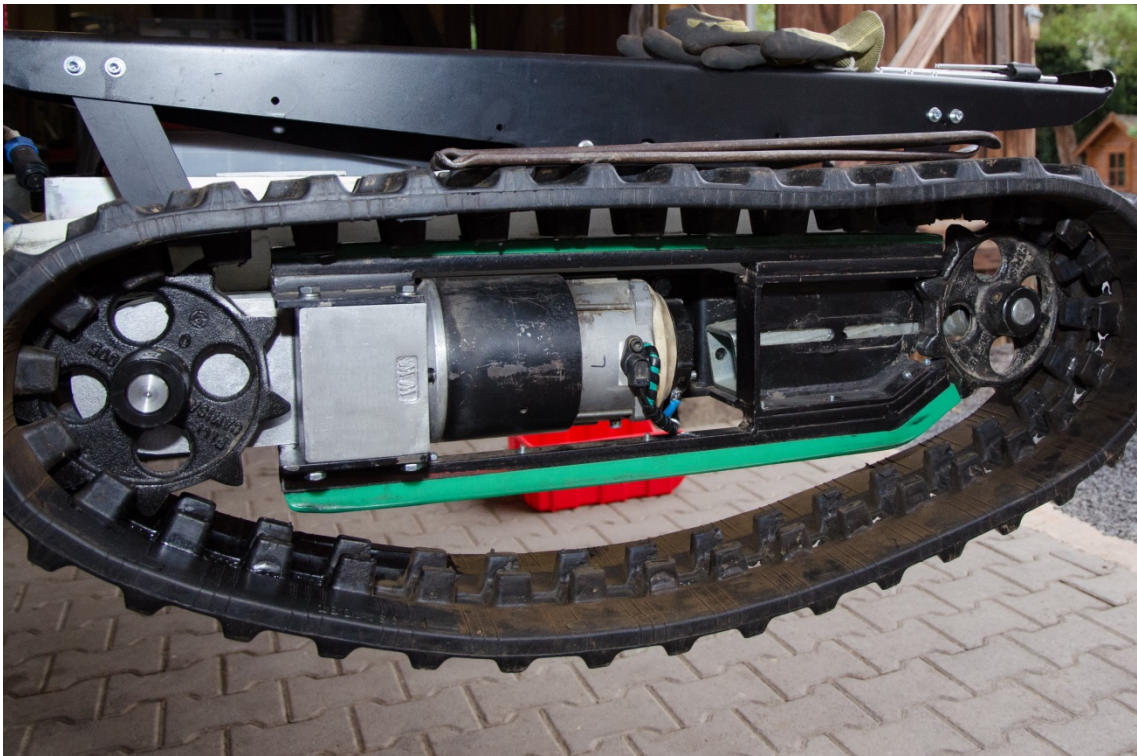


Abb. 58 Antriebskette

Zur Demontage der Laufkette ist die Spannvorrichtung komplett zu entfernen und die Kette mit zwei Montiereisen gemäß der Abb. 59, Abb. 60, Abb. 61, Abb. 62 und Abb. 63 von den Sternrädern abzuhebeln. Die Montage erfolgt in entgegengesetzter Reihenfolge, zur Erleichterung kann bei Bedarf das Antriebsrad mit der Fernbedienung in langsamster Geschwindigkeit gedreht werden. Die Ketten werden vorzugsweise im angehobenen Zustand demontiert. Ist hierbei das Kameralageregelungssystem abgesetzt und die Kabelverbindung der beiden Notausschalter (graues Kabel mit schwarzer Steck-/Schraubverbindung) getrennt lassen sich die Ketten nicht drehen, da die Steuerung von einem betätigten Notausschalter ausgeht. Dazu kann ein Blindstecker mit kurzschließender Funktion aufgesetzt werden.





*Abb. 59 Entfernen der Spannvorrichtung, Kette ist lose*



*Abb. 60 Abhebeln der Kette*





*Abb. 61 Abhebeln der Kette*



*Abb. 62 Abhebeln der Kette*



*Abb. 63 Kette ist vom Sternrad runtergesprungen und kann komplett abgenommen werden*



#### 4.4 Generator

Der Antriebsmotor des Generators (Abb. 64) wird mit Ottokraftstoff (ROZ 95) betrieben. Der Handgashebel ist auf Maximum einzustellen, der Choke-Hebel kann stets in Betriebsstellung verbleiben. Der Ein-Ausschalter ist ohne Funktion. Der Luftfilter ist einmal jährlich durch Ausklopfen zu reinigen. Das Motoröl ist alle 100 Betriebsstunden zu wechseln. Hierzu ist gegebenenfalls das Anfahrtschild zu demontieren, falls der Bauraum nicht ausreicht. Zum Schutz des Motors ist eine automatische Abschaltung bei zu niedrigem Motorölstand vorhanden. Sollte sich der Generator unvermittelt ausschalten ist der Motorölstand zu überprüfen. Ansonsten ist die Betriebsanleitung des Verbrennungsmotors (s. Anhang) zu beachten!



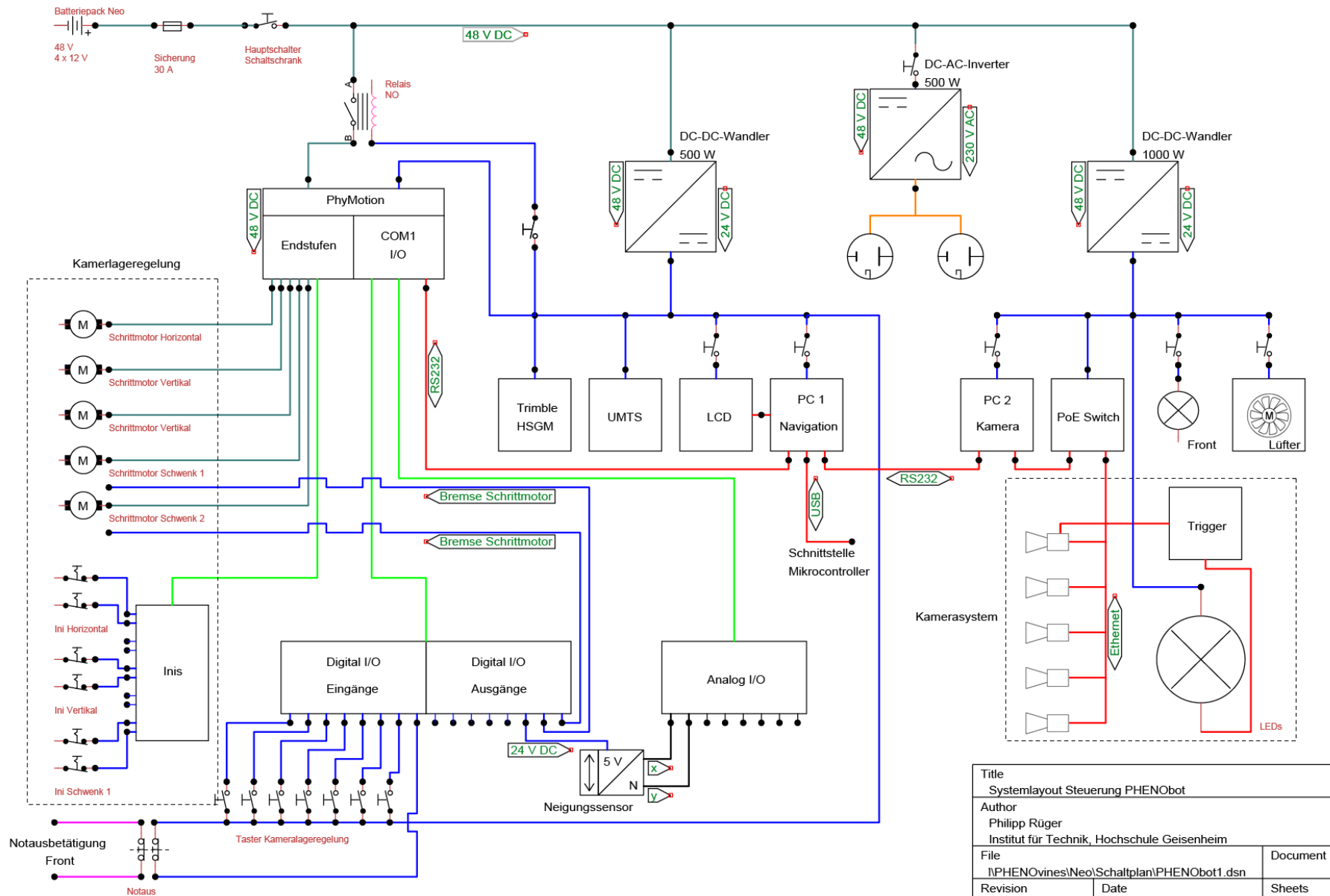
Abb. 64 Generator

## 5 Ansprechpartner

Komponente	Ansprechpartner	Firma	Telefon	Email
Trägerfahrgestell	Stefan Schiefer	Windegger	+39 346 666 8008	<a href="mailto:stefan.schiefer@windegger.eu">stefan.schiefer@windegger.eu</a>
Navigation, RTK-Basisstation	Andreas Kofler	KMS Mechatronics	+39 0471 187 1020	<a href="mailto:info@kms-mechatronics.net">info@kms-mechatronics.net</a>
PHENObotControl	David Brunner	HS Geisenheim	+49 6722 502 362	<a href="mailto:david.brunner@hs-gm.de">david.brunner@hs-gm.de</a>
Schrittmotoren, phyMOTION	Meinolf Mester	Phytron	+49 6068 4785672	<a href="mailto:m.mester@phytron.de">m.mester@phytron.de</a>
Mechanische Komponenten Kameralageregelung	Marko Scholz	Igus	+49 173 5303058	<a href="mailto:mscholz@igus.de">mscholz@igus.de</a>
Gesamtsystem, Implementierung	Philipp Rüger			<a href="mailto:phenovines@gmail.com">phenovines@gmail.com</a>



## 6 Systemlayout



## 7 Glossar

### **Azimut**

Ausrichtung der Reihe als Differenz zur Nordrichtung in Dezimalgrad.

### **Bildrechner**

Rechner zur Bedienung des Multikamerasystems und Ablage der Bilder.

### **Bootloader**

Initialisierung und Startvorgang mit Laden der Firmware.

### **Datumsformat**

Geodätisches Datum. Lagerung des Referenzellipsoids im Erdkörper/Geoid unter Berücksichtigung der Orientierung und des Maßstabes. Beispiele ETRS89 und WGS84.

### **Elevationsmaske**

Nur Satelliten oberhalb dieser Maske werden bei der Positionsbestimmung berücksichtigt.

### **ETRS89**

Geodätisches Datum des Amtlichen Vermessungswesen der BRD. Siehe auch Datumsformat.

### **Gierbewegung**

Drehende, schlingernde Fahrbewegung des PHENObots, hervorgerufen durch Ungenauigkeiten (GPS-Antenne nicht senkrecht gehalten) bei der Einmessung von Stockkoordinaten.

### **Joblisten**

Textdateien mit direkten Befehlen zur Abarbeitung in PHENObotControl 1.0.

### **Mikrocontroller**

Steuerungsplatine (fahrzeugseitig) auf der die Navigationsalgorithmen ausgeführt werden. Ist über USB mit dem Navigationsrechner verbunden. Auf dem Mikrocontroller befinden sich zudem die beiden GPS-Module. Einbauort ist unter der violetten Batterieabdeckung (Dort mit weißer Kunststoffabdeckung geschützt).

### **Motorcontroller**

Leistungs- und Steuerungselektronik zum Antrieb der Kettenlaufwerke. Direkt neben den Akkumulatoren verbaut.

## **Navigationsrechner**

Rechner (PC1) auf dem die Steuerungsapplikation PHENObotControl 1.0 ausgeführt wird. Hier werden alle Eingaben zur Fahrzeugbedienung, Navigation und Konfiguration des PHENObots gemacht. Der Navigationsrechner ist per USB-Schnittstelle mit dem Mikrocontroller und per serieller RS232 mit dem Bildrechner, sowie der Schrittmotorsteuerung (phyMOTION) verbunden.

## **NMEA**

Ein Standard der National Marine Electronics Association (NMEA), der elektrische Signale, Timing und Satzformate für die Übertragung von Navigationsdaten zwischen Marinenavigationsinstrumenten definiert. Ausgabestring der Kommunikation zwischen RTK-Basis und Rover.

## **Projektlisten**

Textdateien mit Pfadangaben zu Joblisten

## **RTK**

Real-Time-Kinematic (Echtzeitkinematisch). Bezeichnet ein Differenzialmessverfahren in der Satellitenortung, bei dem die Genauigkeit der Positionsmessung des Rovers mit einer Basisstation auf bekannter Position über ein Korrektursignal (Funk) erheblich gesteigert wird.

## **udev-Regel**

udev steht für userspace /dev (/dev steht für Gerätedatei) und ist ein Programm, mit welchem der Linux-Kernel Gerätedateien für die Datenein- und -ausgabe (Input/Output) verwaltet. Mit einer Regel wurde der UMTS-Stick dem System eindeutig und unveränderlich bekannt gemacht, um unabhängig von der Einsteckreihenfolge einzelner USB-Devices das Modem immer über die gleiche Schnittstelle ansprechen zu können. Eine vergleichbare Regel wurde auch für die Verbindung zum Mikrocontroller erstellt.

## **Undulation**

Höhenunterschied zwischen Geoid und Ellipsoid. Am Geilweilerhof zeigen die GPS-Systeme Ellipsoidhöhen (WGS84) von ca. 260 m an. Die tatsächliche (orthometrische) Höhe über NN liegt auf dem Dach des Tagungsgebäudes bei 216 m. Die Differenz wird als Undulation bezeichnet.

## **USSD**

Unstructured Supplementary Service Data, ein Übermittlungsdienst für GSM-Netze.

## **UTM**

Universale Transversale Mercatorprojektion. Amtliches Koordinatensystem der BRD. Verwendet 6° breite Meridianstreifen. Die BRD liegt in den Zonen 32U und 33U.

**Virtuelle Maschine**

Virtuelles Rechnersystem, hier auf Basis einer Linux-Distribution, zur Bearbeitung, Transformation und Herstellung von Koordinaten und Arbeitsaufträgen (Joblisten) für den PHENObot. Wird auf einem Arbeitsplatzrechner als Instanz von vmware player ([www.vmware.com/de](http://www.vmware.com/de)) bereitgehalten. Ein Backupsystem im Ausgangszustand befindet sich auf dem Navigationsrechner des PHENObot.

**WGS84**

World Geodetic System 1984. Koordinatenreferenzsystem und gleichzeitig ein Beispiel eines geodätischen Datums (siehe Datumsformat).