

# Betriebsanleitung

*CanSat - Team Ad Astra*



*Version 18.04.2021*



**Sehr geehrtes CanSat-Start-Team,**

wir freuen uns, dass Sie den CanSat des Teams Ad Astras erhalten haben.

Um die Leistungsfähigkeit des CanSats voll ausnutzen zu können, lesen Sie bitte vor dem Einschalten und der Inbetriebnahme diese Betriebsanleitung sorgfältig durch und bedienen Sie den CanSat den Anweisungen entsprechend.



Bitte stellen Sie sicher, dass alle Personen, die den CanSat bedienen, die Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben.

**Bewahren Sie die Betriebsanleitung an einem sicheren Ort auf, um im Bedarfsfall jederzeit darauf zurückgreifen zu können.**

**Anschrift:**

Marcus Dancker  
Elisabeth-Gymnasium  
Murmansk Str. 14  
06130 Halle (Saale)  
Deutschland

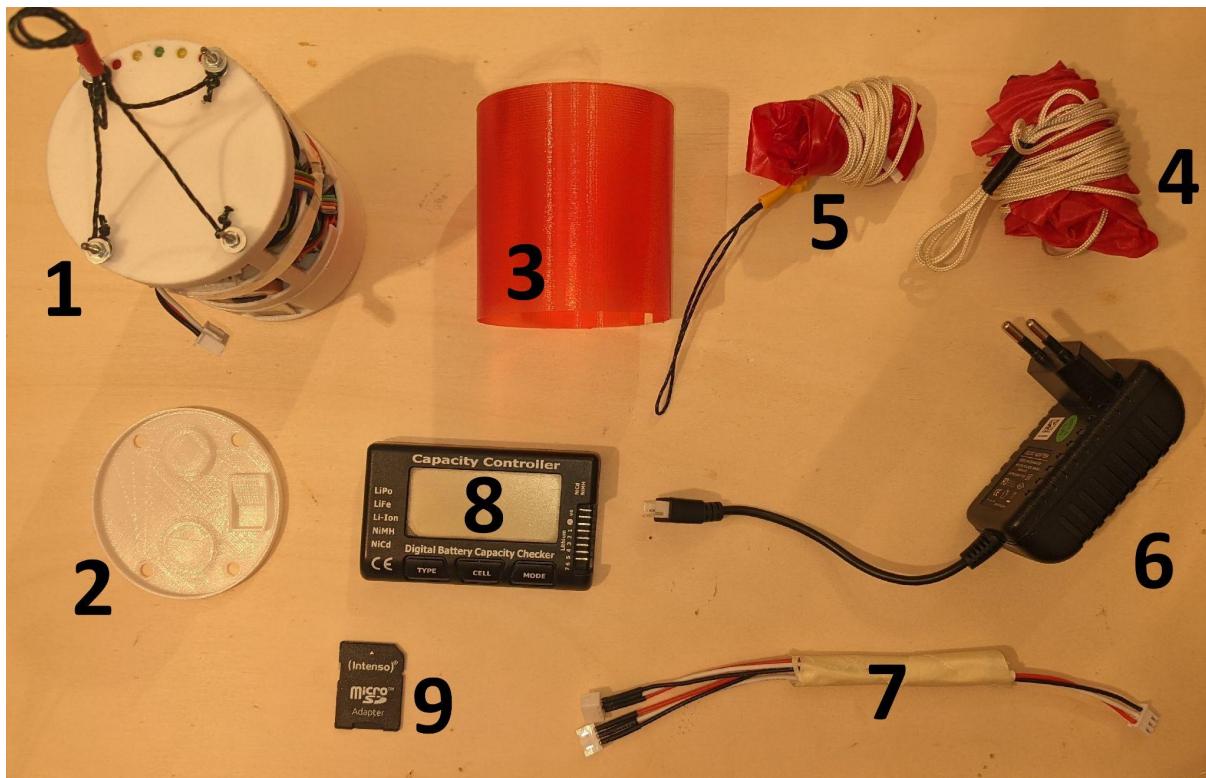
E-mail: [team@cadastra.de](mailto:team@cadastra.de)

URL: <https://cadastra.de>

## *Inhaltsverzeichnis*

<b>Lieferumfang</b>	<b>4</b>
Benötigtes Zubehör	4
<b>Wo darf der CanSat nicht angefasst werden?</b>	<b>5</b>
<b>Grundsätzlicher Aufbau</b>	<b>6</b>
Auflistung aller Bauteile der zwei redundanten Systeme:	7
<b>Auflistung aller Signale (Troubleshooting)</b>	<b>7</b>
Erläuterung von Aktionen am CanSat	9
Einschalten	9
Ausschalten	9
Neustarten	9
Schutzhülle entfernen	9
Schutzhülle anbringen	9
SD-Karte einsetzen	9
SD-Karte rausnehmen	10
Akkustand prüfen	10
Akkus auladen	10
Bergungssystem wechseln	11
Hauptschalterschutz anbringen	11
CanSat einpacken/auspacken	11
<b>Checklisten</b>	<b>12</b>
T-6:00:00	12
Inbetriebnahme	12
Nach dem Raketenstart	12
Datensicherung	13
Versandvorbereitung	13
<b>Verifikationsliste des Teams AdAstra</b>	<b>14</b>
Preise und Funktion aller Hardwarekomponenten	16

## Lieferumfang



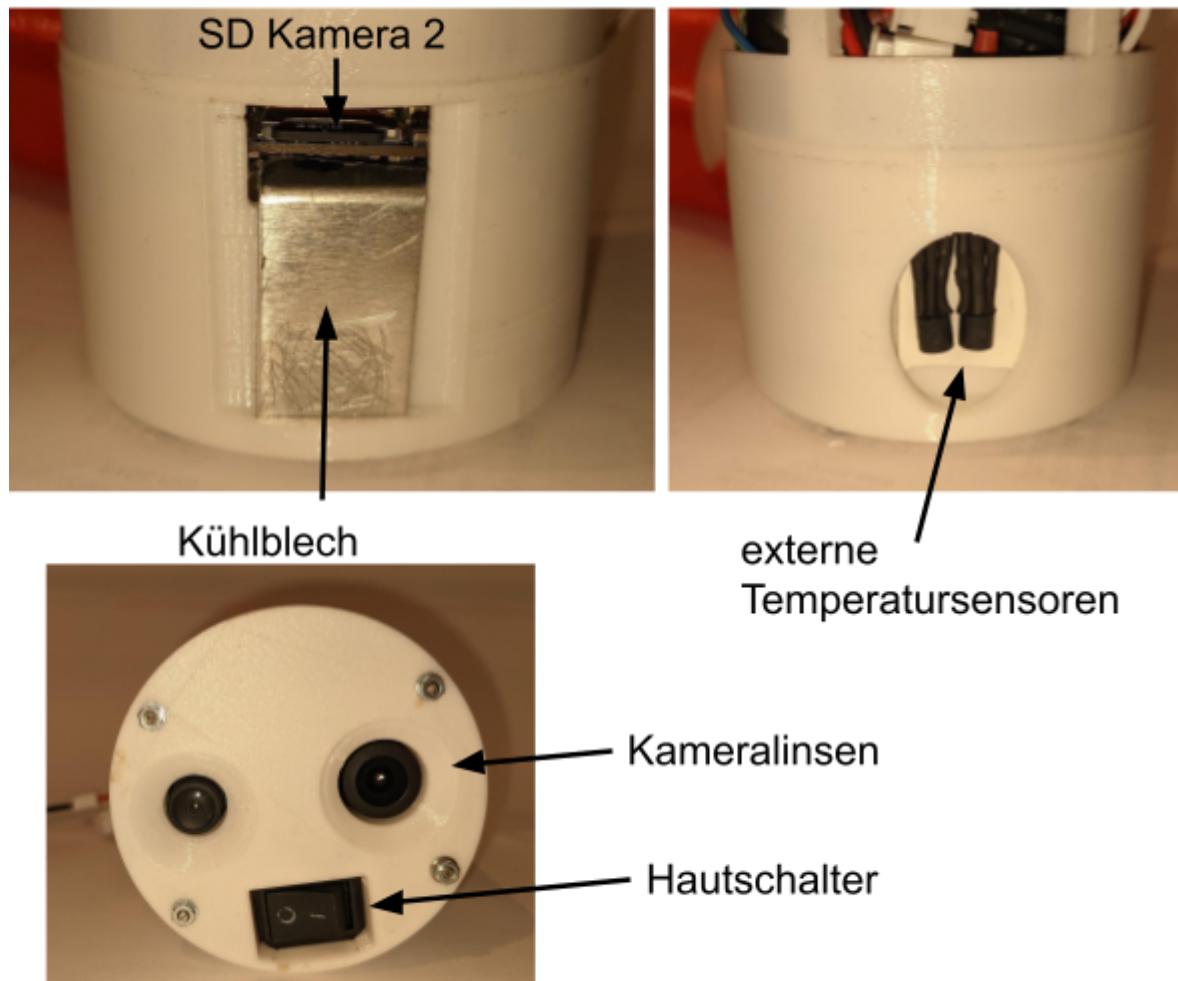
	1 CanSat
	2 Schutzkappe
	3 Schutzhülle
	4 Bergungssystem für 11 m/s
	5 Bergungssystem für 15 m/s
	6 Ladegerät
	7 Auflade Adapterkabel
	8 Capacity Controller
	9 4x Micro SD Adapter (Transport beim Rückversand)
	10 Hauptschalterschutz

## Benötigtes Zubehör

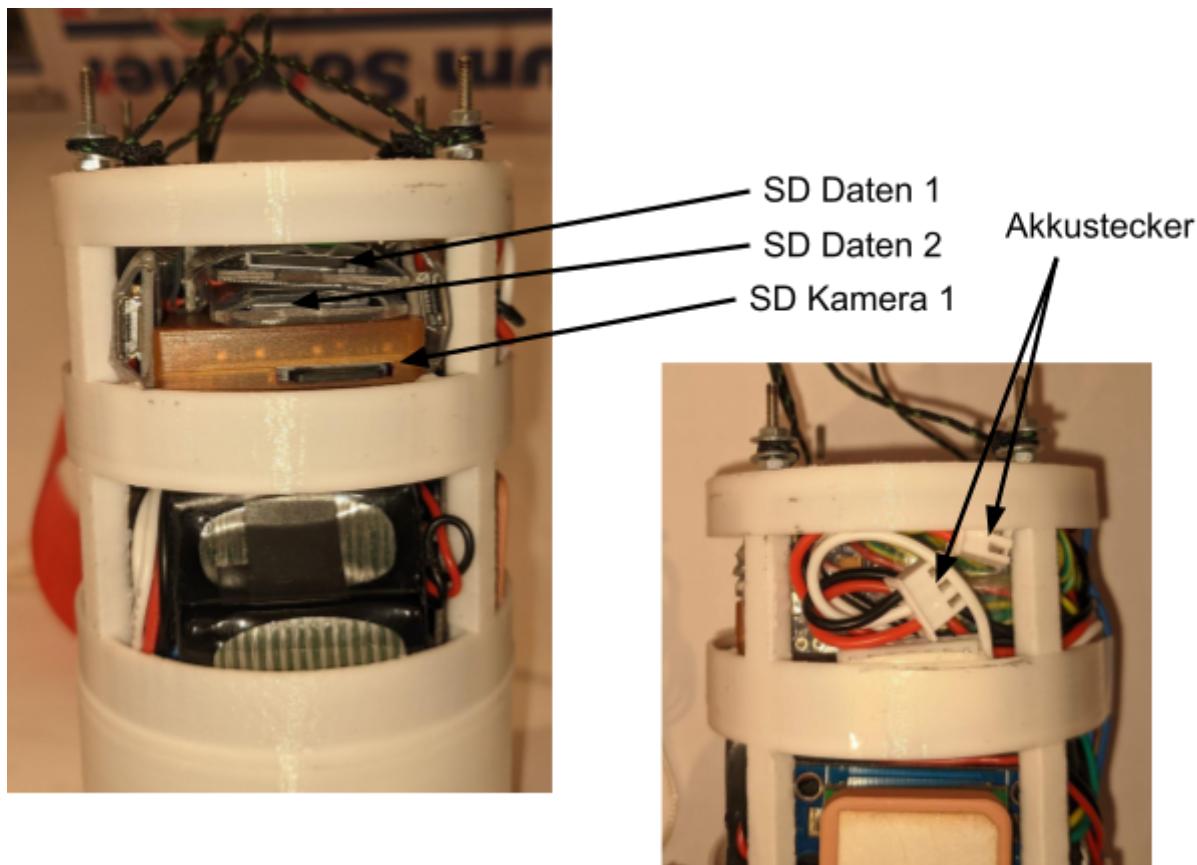
- Schere
- Computer zur Datensicherung
- Adapter microSD → Computer
- Thermometer

## Wo darf der CanSat nicht angefasst werden?

Bei dem Umgang mit dem CanSat ist darauf zu achten, dass die Kameralinsen, das Kühlblech, die externen Temperatursensoren und bei geöffneten CanSat die inneren Bauteile nicht berührt werden.



## Grundsätzlicher Aufbau



Der CanSat besteht aus einem segmentweisen 3D gedruckten Grundgerüst aus PLA. Diese Segmente werden durch vier Gewindestangen verbunden, die gleichzeitig als Anschluss für das Bergungssystem dienen und die Betriebskräfte im gesamten CanSat verteilen. Da die oberen Segmente geöffnet sind, ist von oben eine Schutzhülle übergeschoben. Diese muss zur Datensicherung (Entnahme der SD-Karten) entfernt werden. Zum Schutz der Kameralinsen dient die beigelegte Abdeckkappe.

Der CanSat arbeitet mit zwei Spannungen. Einmal die Akkuspannung (8,4 V - 6,4V) und eine geregelte Spannung von 5 Volt. Ein Kamerasytem arbeitet mit der Akkuspannung die andere mit 5V wie auch die restlichen Sensoren und Mikroprozessoren. Mit dem Hauptschalter wird die Stromversorgung direkt von den Akkus getrennt. Der Hauptschalter befindet sich unten am CanSat. Über die Akkustecker kann der CanSat geladen werden.

Die primäre Mission, sowie die Bilderfassung sind redundant ausgelegt. Das heißt es sind unterschiedliche Luftdruck und Temperatur Sensoren verbaut, die Sensordaten werden auf getrennten Arduinos verarbeitet und auf getrennten SD-Karten gespeichert. Zusätzlich sind zwei unterschiedliche Kamerasyteme verbaut die jeweils von einem Arduino angesteuert werden. Insgesamt ergibt das vier SD-Karten (2x Sensordaten, 2x Bilddaten). Weitere Sensoren wie der Beschleunigungssensor, das Gyroskop und das GPS Modul sind nur einfach ausgelegt.

### Auflistung aller Bauteile der zwei redundanten Systeme:

(andere Bauteile sind fett)

	System 1	System 2
Mikrocontroller	Arduino Pro Micro	Arduino Pro Micro
Sensordaten speichern	SD-Karten-Modul	SD-Karten-Modul
Kameras ein/aus	MOSFET	MOSFET
Luftdruck + Temperatur	<b>BMP180</b>	<b>BMP390</b>
Temperatur (außen)	TMP36	TMP36
Kamera	<b>EACHINE 1000TVL (analog)</b>	<b>RunCam Split 4 (digital)</b>
Bildspeicherung	<b>EACHINE Pro DVR</b>	<b>RunCam Split 4</b>
Beschleunigungssensor	/	MPU6050
Gyroskop	/	MPU6050
GNSS	GPS-Modul u-blox NEO-6M	/
visuelles Signal	LEDs	LEDs
akustisches Signal	Piper	/

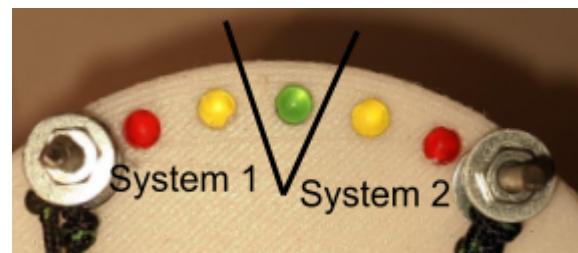
### Auflistung aller Signale (Troubleshooting)

Der CanSat verfügt über visuelle Signale mittels LEDs und ein akustisches Signal über einen Piper.

Die fünf relevanten LED Signale für das Bodenpersonal befinden sich oben auf dem CanSat.

Interne LEDs müssen nicht beachtet werden.

Die roten und gelben LEDs sind dem entsprechenden System zugeordnet.  
Erforderliche Aktionen sind nur mit diesem durchzuführen.



Signal	Bedeutung	mögliche Lösung
<b>nach dem Einschalten:</b>		
kurzes Piepen beim Einschalten	Piper bekommt Strom und ist scharf gestellt	
anhaltendes Piepen nach Einschalten	Fehler beim Triggern des "sei leise Funktion" vom Arduino	wenn nach CanSat Neustart der Fehler immernoch auftritt, Ohren zuhalten und CanSat starten ;)
alle LEDs leuchten kurz auf	Funktionstest aller LEDs	
nicht alle LEDs leuchten auf	hoffentlich nur die entsprechende LED kaputt	trotzdem starten
grüne LED blinkt	CanSat startklar	
gelbe LED leuchtet	CanSat hat Raketenstart erkannt und die Kameras werden eingeschaltet, falls dies am Boden passiert war die Ursache eine starke Luftdruckschwankung	falls am Boden gesehen, CanSat neustarten und vermerken, dass die gelben LEDs geleuchtet haben
rote LED leuchtet	Fehler beim schreiben auf der SD-Karte	entsprechende SD-Karte entfernen und wieder einlegen, falls gleicher Fehler immer noch, trotzdem starten
<b>nach dem Raketenstart:</b>		
anhaltendes Piepen	Ortungssignal	
nur grüne LED leuchtet dauerhaft	alle Daten gesichert CanSat kann abgeschaltet werden	
gelbe LEDs leuchten	Kameras sind noch aktiviert	<b>nicht ausschalten!, warten</b>
gelbe LEDs leuchten auch noch 8 Minuten nach dem Raketenstart	Fehler beim deaktivieren der Kameras	CanSat ausschalten

## Erläuterung von Aktionen am CanSat

### Einschalten

Betätigen Sie den Hauptschalter am Boden des CanSats.  
Das Symbol **I** muss hineingedrückt werden.

### Ausschalten

Betätigen Sie den Hauptschalter am Boden des CanSats.  
Das Symbol **O** muss hineingedrückt werden.

### Neustarten

schalten Sie den CanSat aus und wieder ein.

### Schutzkappe entfernen

Entfernen Sie vorsichtig das Klebeband, welches die Schutzkappe fixiert und nehmen Sie die Schutzkappe ab.

**ACHTUNG: Temperatursensoren und Kühlblech nicht berühren.**

### Schutzkappe anbringen

Setzen Sie die Schutzkappe passend auf, und drehen Sie sie leicht bis eingerastet ist. Dann fixieren Sie die Schutzkappe mit lösbarer Klebeband an den Seiten, wo kein Kühlblech und Temperatursensoren sind.

**Verwenden Sie immer neues Klebeband!**

**ACHTUNG: Temperatursensoren und Kühlblech nicht berühren.**

### Schutzhülle entfernen

Entfernen Sie vorsichtig das Klebeband, welches die Schutzhülle fixiert und ziehen Sie die Schutzhülle nach oben ab.

**ACHTUNG: Temperatursensoren und Kühlblech nicht berühren.**

### Schutzhülle anbringen

Schieben Sie vorsichtig die Schutzhülle von oben auf den CanSat. Achten Sie darauf, dass keine Kabel rausgucken. Dann fixieren Sie die Schutzkappe mit lösbarer Klebeband an den Seiten, wo kein Kühlblech und Temperatursensoren sind.

**Verwenden Sie immer neues Klebeband!**

**ACHTUNG: Temperatursensoren und Kühlblech nicht berühren.**

### SD-Karte einsetzen

Die entsprechende SD-Karte, unter Beachtung der Einstekrichtung, vorsichtig hineindrücken, bis ein Klicken zu hören ist und die SD-Karte einrastet.

#### Einstekrichtung der SD-Karten:

Daten System 1: Schrift nach oben

Daten System 2: Schrift nach oben

Kamera System 1: Schrift nach unten

Kamera System 2: Schrift nach oben

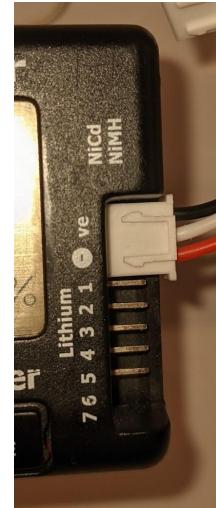
## SD-Karte rausnehmen

Die entsprechende SD-Karte vorsichtig hineindrücken. Dann drückt eine Feder die SD-Karte ein Stück raus. Jetzt kann die SD-Karte vorsichtig herausgezogen werden.

## Akkustand prüfen

Nehmen Sie vorsichtig die zwei dreiaadrigen Akkukabel aus dem CanSat. Stecken Sie ein dreiaadriges Kabel an den Capacity Controller, sodass das schwarze Kabel am ersten Pin angeschlossen wird.  
(Widerhaken zeigen nach oben)

- Der Capacity Controller piepst.
- Notieren Sie die in der Skizze angegebenen Werte.
- Drücken Sie **CELL** → oben ändert sich die Akkuzellennummer  
(Achten Sie darauf, dass die richtige Zellennummer angezeigt wird.)
- Notieren Sie die in der Skizze angegebenen Werte.
- Drücken Sie **CELL** → oben ändert sich die Akkuzellennummer  
(Achten Sie darauf, dass die richtige Zellennummer angezeigt wird.)



Wiederholen Sie das für den anderen Akku. (Akunummer steht auf Stecker)

Beispiel:



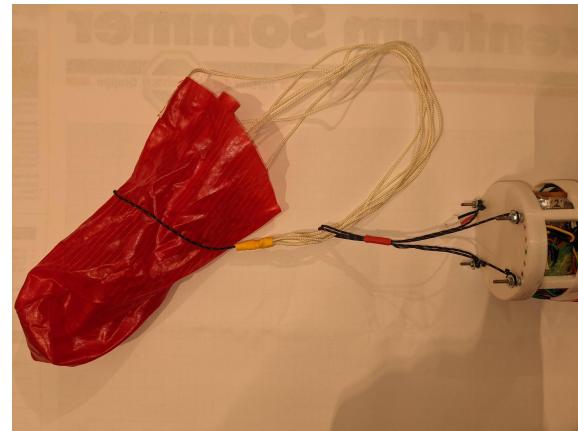
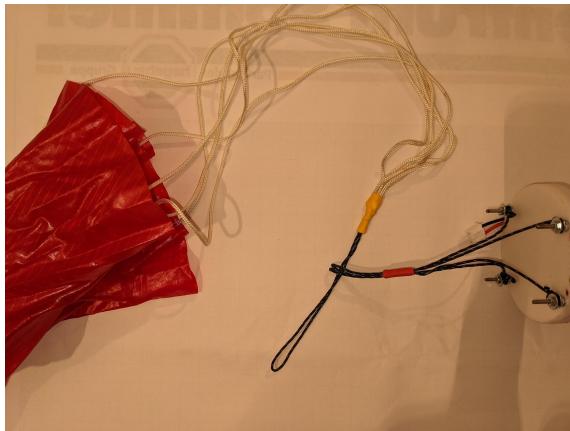
Spannung: 8,39 V  
 Zelle 1: 3,793 V  
 Zelle 2: 3,733

## Akkus aufladen

- Überprüfen Sie den Akkustand
- Verbinden Sie die **beiden** Akkukabel mit dem Auflade-Adapter-Kabel.
- Verbinden Sie das Auflade-Adapter-Kabel mit dem Ladegerät
- Stecken Sie das Ladegerät in die 220V Steckdose.
- LED am Ladegerät leuchtet rot: Akku lädt
- LED am Ladegerät leuchtet grün: Akku geladen (Ladezeit ca. 2 Stunden)
- Trennen Sie das Auflade-Adapter-Kabel vom Ladegerät
- ziehen Sie das Ladegerät aus der 220V Steckdose
- entfernen Sie das Auflade-Adapter-Kabel von den zwei Akkukabeln
- verstauen Sie die beiden Akkukabel im CanSat

### Bergungssystem wechseln

- Schlaufe vom Fallschirm über der rot markierten Stelle größer ziehen, bis man den Fallschirm durchziehen kann.
- anderen Fallschirm auf gleicher Weise einbinden



### Hauptschalterschutz anbringen

Kappe auf den Hauptschalter stecken und an der Außenseite mit Klebeband fixieren.

**ACHTUNG: Kameralinsen nicht berühren oder kleben.**

**ACHTUNG: Temperatursensoren und Kühlblech nicht berühren.**

### CanSat einpacken/auspacken

CanSat in den CanSat-Koffer packen, der Fallschirm kommt darüber.

## Checklisten

(nähere Erläuterung unter "Erläuterung von Aktionen am CanSat")

### T-6:00:00

- CanSat auspacken
- Schutzhülle entfernen
- Akkustand prüfen
  - Akku 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
  - Akku 2: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
- Akku aufladen, wenn Zellen unter 4 V
- CanSat einpacken

### Inbetriebnahme

- CanSat auspacken
- Wenn nötig Bergungssystem austauschen
- Akkustand prüfen
  - Akku 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
  - Akku 2: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
- überprüfen ob alle Speicherkarten eingelegt sind
- Schutzhülle anbringen
- Schutzkappe entfernen
- Einschalten
- auf Signale achten
  - CanSat piept
  - alle LEDs leuchten kurz auf
  - grüne LED blinkt
- auf ebene Fläche stellen (10 Sekunden)
- Umgebungstemperatur messen: \_\_\_\_\_ °C
- Hauptschalterschutz anbringen
- CanSat in die Rakete legen
- Bergungssystem über CanSat in Rakete legen
- Rakete starten

### Nach dem Raketenstart

- auf Signale achten
  - CanSat finden (mit Hilfe des Piepens)
  - warten bis gelbe LEDs nicht leuchten
  - warten bis grüne LED leuchtet
- Hauptschalterschutz entfernen
- CanSat ausschalten
- Schutzkappe anbringen
- CanSat einpacken

## Datensicherung

- Schutzhülle entfernen
- SD-Karte Daten System 1 rausnehmen
- Daten auf PC überspielen, Ordner: "Daten System 1"
- SD-Karte Daten System 2 rausnehmen
- Daten auf PC überspielen, Ordner: "Daten System 2"
- SD-Karte Kamera System 1 rausnehmen
- Daten auf PC überspielen, Ordner: "Kamera System 1"
- SD-Karte Kamera System 2 rausnehmen
- Daten auf PC überspielen, Ordner: "Kamera System 2"
- alle SD-Karte in Transportadapter stecken
- Akkustand prüfen
  - Akku 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
  - Akku 2: \_\_\_\_\_ V, Zelle 1: \_\_\_\_\_ V, Zelle 2: \_\_\_\_\_ V
- Schutzhülle anbringen

## Versandvorbereitung

- Vollständigkeit aller Teile anhand der Liste Lieferumfang überprüfen
- CanSat einpacken
- CanSat zurückschicken

### **Version 18.04.2021:**

*Aufgrund von Optimierungen kann es noch zu Anpassungen kommen,  
die beim CanSat mitgeliefert werden und zu beachten sind.*

## Verifikationsliste des Teams AdAstra

Stand: 18.04.2021		
#	Anforderung	Verifikation
01	Der CanSat hält die vorgegebenen Abmessungen (Höhe mind. 110 bis max. 115 mm, Durchmesser mind. 64 bis max. 66 mm) ein (ohne Bergungssystem).	d = 66mm, h = 113mm
02	Das Bergungssystem befindet sich innerhalb eines virtuellen Volumens (Höhe max. 45 mm, Durchmesser max. 66 mm).	ja, 65mm x 43mm
03	Das Gesamtgewicht des flugbereiten CanSats beträgt mind. 340 g und max. 350 g.	ja, 345g
04	Es werden keine explosiven Materialien, keine leicht entflammbaren oder anderweitig gefährliche Bauteile verwendet.	ja
05	Der CanSat verfügt über eine unabhängige Stromversorgung.	2x zwei Zellen Lipo (8,4 Volt)
06	Die unabhängige Stromversorgung ermöglicht einen Dauerbetrieb von mind. 4 Stunden.	1700 mAh Kapazität (1300 mAh Nutzbar) 100 mA im Standby 1000mA während des Flugs  ↳ 1x Flug a 5 min : 100 mAh ↳ pro Stunde Standby: 100 mAh ↳ Rund 12 Stunden Betriebszeit
07	Alle Schnittstellen (Ladeschnittstelle, Datenaustausch-Schnittstelle etc.) sind leicht erreichbar.	ja, siehe Bild grundsätzlicher Aufbau
08	Bei einer erfolgreichen Inbetriebnahme gibt der CanSat ein optisches und/oder akustisches Signal von sich.	ja, siehe Auflistung aller Signale
09	Der CanSat verfügt über einen akustischen Signalgeber, welcher beim Auswurf aus der Rakete aktiviert wird.	ja, wird 5 Minuten nach erreichen einer Höhe von 200m aktiviert. Tonfrequenz: 2790 Hz
10	Der CanSat verfügt über ein wiederverwendbares Bergungssystem.	ja, wiederverwendbarer einstufiger Fallschirm
11	Das Bergungssystem ist solide am CanSat befestigt.	ja, eine Schnur hält 25 DaN

12	Der verschickte CanSat verfügt über zwei Bergungssysteme (eines für eine Fallgeschwindigkeit von 11 m/s und eines für eine Fallgeschwindigkeit von 15 m/s), welche sich schnell und einfach auswechseln lassen.	Ja, zwei Fallschirme (11 m/s und 15 m/s). Berechnungen siehe Designbericht
13	Auf der Außenhülle des CanSats findet sich in deutlicher Form der Teamname sowie die Adresse und die Telefonnummer eines Teammitgliedes, eines Betreuenden oder der Schule.	ja, Marcus Dancker +49 1520 4714507 Elisabeth-Gymnasium Murmansk Str. 14 06130 Halle (Saale) Deutschland
14	Der CanSat und sein Bergungssystem sind farblich so gestaltet, dass eine gute Sichtbarkeit des CanSats während des Falls gewährleistet werden kann.	Ja, Hülle und Fallschirm in roter Farbe
15	Die gesammelten Daten werden auf mind. zwei redundanten Speichermedien gesichert.	ja, siehe Abschnitt redundante Systeme
16	Der CanSat kann Luftdruck und Temperatur messen.	ja, siehe Abschnitt "Auflistung aller Bauteile der zwei redundanten Systeme"
17	Der CanSat verfügt über Hardware zur Ausführung der in Abschnitt 2.1 der Richtlinien zum Deutschen CanSat Explorer Wettbewerb 2020/21 beschriebenen Mission.	ja, Auflistung der Hardware-Komponenten siehe unten.
18	Die Hardware zur Entdeckung der Objekte wird erst aktiviert, wenn die Rakete ihren höchsten Punkt erreicht hat.	ja, ab einer Höhe von 200m bekommen die Kameras Strom und schalten sich während des Steigflugs ein. Kurz vor dem Auswurf beginnt somit die Aufzeichnung. Test erfolgte in selbstgebauter wasserbasierender Unterdruckkammer.
19	Die Kosten für alle Bestandteile des CanSats betragen max. 300 Euro.	Ja, 287,38 €

## Preise und Funktion aller Hardwarekomponenten

Komponente	Funktion	Preis
SD Karte 32 GB Class 10 (3x)	Speicherung der erhobenen Daten	11,97 €
SD Karte 132 GB U3 (1x)	Speicherung 4K Kamera	20,99 €
Arduino Pro Micro ATmega32U4 (2x)	Sensordaten erfassen und verarbeiten	12,66 €
RunCam Split 4 4K	Aufnahme	76,71 €
Eachine 1000TVL (Version 2018)	Aufnahme	9,99 €
EACHINE Pro DVR	Analoges Video abspeichern	24,90 €
Temperatursensor TMP36	Messung der Temperatur	1,39 €
2S JST-XH Verlängerungskabel top-digital-technik (x4)	Kabel verlängern	4,55 €
mini DC-DC Wandler	Stromversorgung 5 V	1,43 €
Ublox NEO6M GPS GY-GPS6MV2	Bestimmung der Höhe und der Koordinaten	9,90 €
GY-521 MPU-6050 Gyroskop	Feststellung der Neigung	2,75€
IRL3803 Mosfet N-LogL-MOSFET 30V 140A 200W TO220AB (2x)	Stromzufuhr für Kameras Ein- und Ausschalten	2,72 €
BMP390 - Precision Barometric	Zum Messen des Luftdruckes und somit zur Bestimmung der Höhe	9,42€
Piper	Piepton zur Ortung	4,15 €
SD-Kartenslot (x2)	Datenspeicherung	5,0 €
Akku	Stromversorgung	39,80 €
Gestell	Zusammenhalt	30 €
LEDs (5x)	Signalgeber	0,25€
Fallschirme (2x)	Flug abbremsen	18,80€