

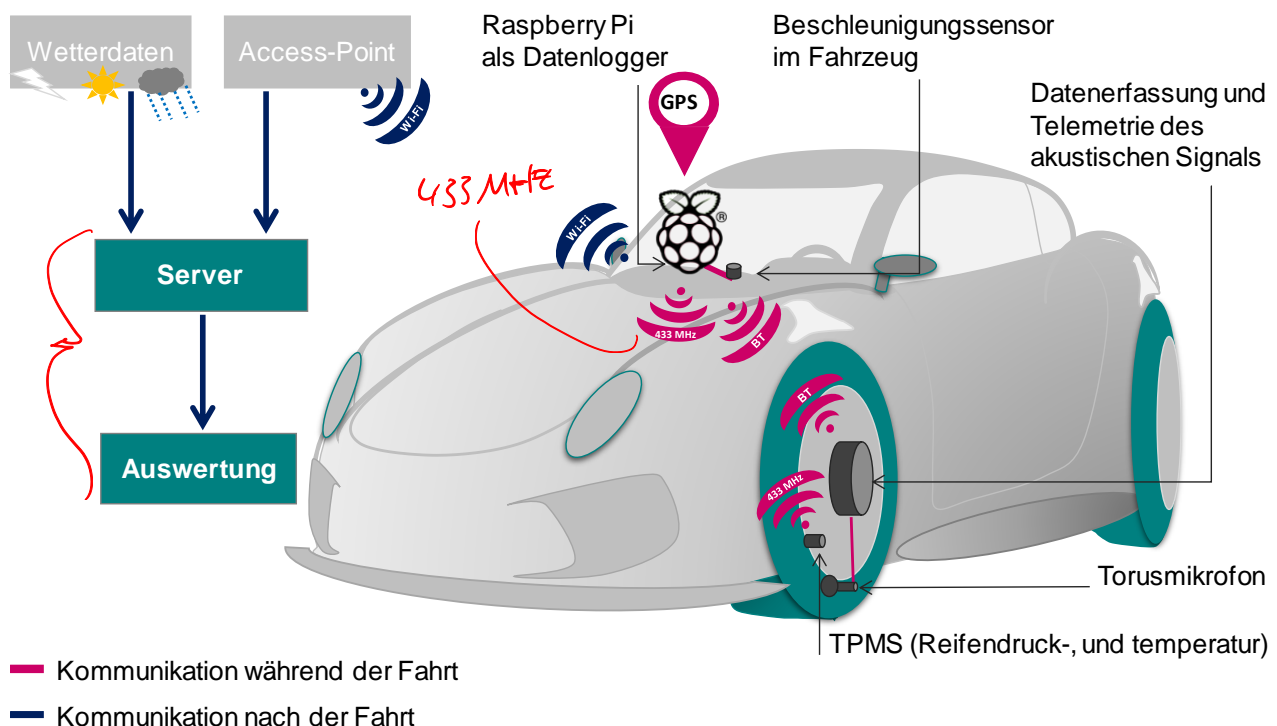
7 Anhang A: Aufbau und Inbetriebnahme der Messsysteme

1 Überblick

Der Aufbau der Messsysteme, welche in dieser Anleitung vorgestellt werden, sind Teil des entwickelten Gesamtkonzeptes zur Vermessung der Straßenverkehrsinfrastruktur (Abbildung 1). Insbesondere werden hier der Aufbau des Datenloggers und Beschleunigungssensors (Kapitel 2.2.1), sowie des Mikrofons und der Telemetrie (Kapitel 2.2.2), beschrieben. Eine Empfangsantenne für das TPMS kann nachgerüstet werden, die entsprechende Software ist auf dem Datenlogger integriert. Alternativ können die Daten mit einem externen Gerät aufgezeichnet oder abgelesen werden. Die Installation der Software des Datenloggers (Kapitel 3.1.1) erfolgt automatisch. Es müssen lediglich die Credentials für den Access-Point und den Server geändert werden.

Die Datenaufzeichnung des Datenloggers beginnt, sobald dieser mit Strom versorgt wird. Wird die Stromversorgung unterbrochen, startet die unterbrechungsfreie Stromversorgung und der Datenlogger versucht sich mit einem Access-Point zu verbinden, um die Daten zu übertragen. Ist dies nicht möglich oder ist die Übertragung beendet, fährt der Datenlogger herunter. Die akustische Messung startet, sobald sich das Rad dreht und wird automatisch beendet, sobald das Fahrzeug abgestellt wird.

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Gesamtkonzeptes



2 Hardware

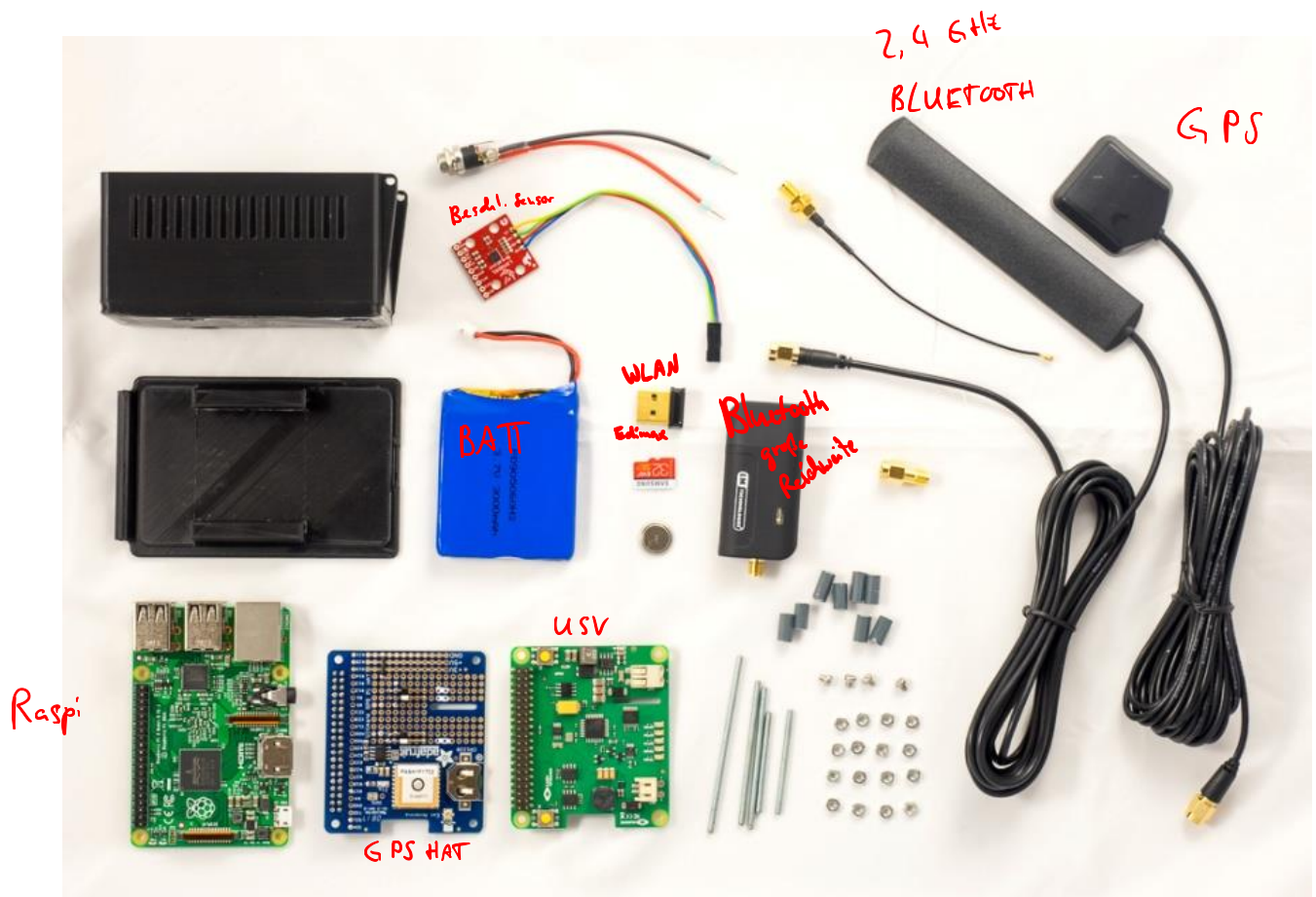
2.1 Teilliste

Links für eigenentwickelte Teile (3D Druck Gehäuse, Platine) sind verfügbar bis 30. April 2018, Passwort: uba_anleitung

2.1.1 Datenlogger und Inertialsensor

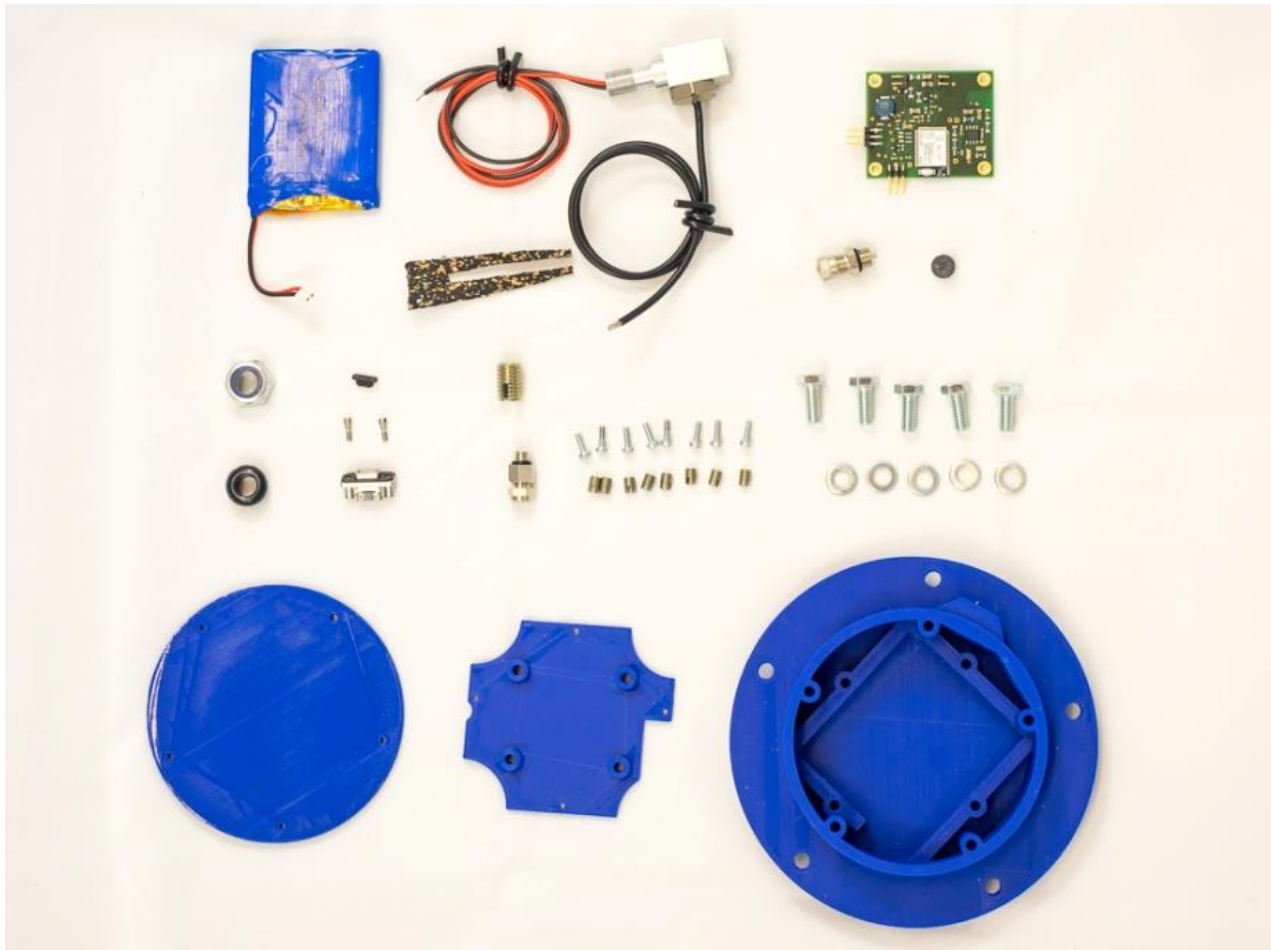
Bezeichnung	Modell	Link	Menge
3D Druck Gehäuse	[Eigenentwicklung]	https://bwsyncandshare.kit.edu/dlpw/fi5NkDY8UZdMZYJpSDTpmzq/PiGehaeuse_20171115.zip	1
Beschleunigungssensor	Sparkfun LMS9DS1	https://www.sparkfun.com/products/13284	1
Raspberry Pi	Pi 2 Model B V1.1	http://de.rs-online.com/web/p/entwicklungskits-prozessor-mikrocontroller/8326274/	1
-Wlan stick -	Edimax	http://de.rs-online.com/web/p/wireless-adapter/7603621/?sra=pmpn	1
Micro SD Karte	Samsung EVO Plus Micro SDHC 32GB	http://de.rs-online.com/web/p/sd-speicherkarten/1449017/	1
Akku	PD905060H2 3,7V 3000mAh	https://shop.olmatic.de/de/zubehoer/7-akku3000-4260434190043.html	1
DC Buchse	DC Buchse 2,1mm gerade Tafelmontage	http://de.rs-online.com/web/p/dc-buchsen/0487832/	1
Automotive Steckverbindung	Schwarz, 1-reihig	https://de.rs-online.com/web/p/automotive-steckverbinder/8146230/	1
USV	S.USV Pi Advanced	https://shop.olmatic.de/de/usv-raspberry-pi/2-susv-pi-advanced-4260434190029.html	1
GPS Hat	Adafruit Ultimate GPS HAT	https://www.adafruit.com/product/2324	1
GPS Antenne	RF Solutions GPS-Antenne ANT-GPSMG	http://de.rs-online.com/web/p/gps-antennen/7043464/	1
-Bluetooth Stick -	Bluetooth Adapter 2.1 Class 1 USB w/Ant	http://de.rs-online.com/web/p/bluetooth-adapter/1245558/	1
Bluetooth Antenne	DELOCK 88987 :: LTE Antenne, SMA	https://www.reichelt.de/LTE-UMTS-GPRS/DELOCK-88987/3/index.html?ACTION=3&GROUPID=3724&ARTICLE=160099	1
Adapter SMA	Adapter, SMA RP - SMA, 50Ω	http://de.rs-online.com/web/p/hf-und-koax-adapter/7620011/?sra=pmpn	1
Adapter UFL	RF Koaxialkabel, Buchse SMA auf UFL-Stecker	http://de.rs-online.com/web/p/koaxialkabel-konfektioniert/7942897/	1
Pinheader	Stiftleisten THT Raster 2,54mm	https://www.amazon.de/Pinheader-Stiftleisten-Raster-zweireihig-4-polig/dp/B00I3HA58E/ref=sr_1_cc_5?s=aps&ie=UTF8&qid=1510136861&sr=1-5-catcorr&keywords=Pinheader+4+polig	1
Pinheader	Buchsenstecker Raster 2,54mm zweireihig	https://www.amazon.de/Pinheader-Buchsenstecker-Raster-zweireihig-4-polig/dp/B0095HDZ42/ref=sr_1_4?s=computers&ie=UTF8&qid=1510136861&sr=1-4&keywords=Pinheader+4+polig	1
Kabel			
Aderendhülse	RS Pro Aderendhülse blau	http://de.rs-online.com/web/p/aderendhulsen/1571200/	1
Gewindestangen M2,5	2x52mm, 2x38mm, 1x 65mm		

Schrauben	M2,5x3mm		4
Muttern	M2,5 Innendurchmesser		16
Knopfzelle	Panasonic Knopfzelle, CR1220	http://de.rs-online.com/web/p/knopfzellen-batterien/4574713/	1
Beschleunigungssensor	Sparkfun LSM9DS1	https://www.sparkfun.com/products/13284	1
Abstandshalter	M2,5 x 10mm		8



2.1.2 Mikrofon und Telemetrie

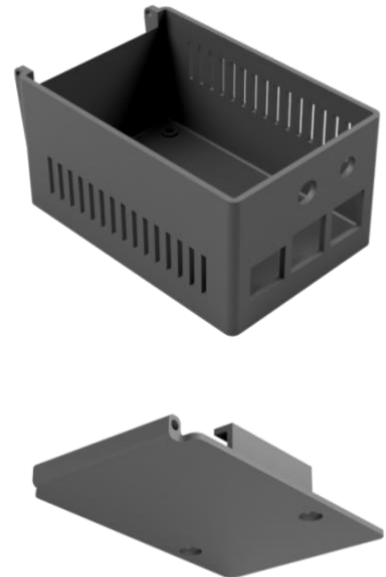
Bezeichnung	Modell	Link	Menge
3D Druck Gehäuse	[Eigenentwicklung]	https://bwsyncandshare.kit.edu/dlpw/fiXhdgBFMXdGx1jW2PL2iDmc/TelemetrieGehaeuse_20171115.zip	1
Platine	[Eigenentwicklung]	https://bwsyncandshare.kit.edu/dlpw/fiS5aB8VeV9HspSTxQ19kmtw/PlatineDateien_20170706.zip	
USB Buchse	USB-Stecker MICRO-AB USB RECEPT R/A	https://www.digikey.de/products/de?keywords=MUSBK15230	1
Cover USB	USB - MikroUSB B Abdeckung	https://www.digikey.de/products/de?keywords=732-4567	1
Schraub USB	Schraube, Sub-D	http://de.rs-online.com/web/p/pfosten-und-absperrezubehor/6126681/?sra=pmpn	1
Kabelverschraubung	SES M6 Kabelverschraubung	http://de.rs-online.com/web/p/kabelverschraubungen/3646924/?sra=pstk	1
Akku	PD905060H2 3,7V 3000mAh	https://shop.olmatic.de/de/zubehoer/7-akku3000-4260434190043.html	1
Mikrofon <i>immer noch abdruck?</i>	→ Electret Condenser Microphones	https://www.digikey.de/products/de?keywords=cma-4544pf-w	1
Ventil	Einschraubventil mit Dichtring	https://www.alligator-ventilfabrik.de/index.php?Einschraubventil-mit-Dichtring--900845	1
Leitungsdurchführung	druck-/vakuumdicht M12x1; 4-polig; Glas Stahl vernickelt	https://www.bartec.de/	1
Schrauben	M6x14mm		5
Schrauben	M2,5x8 mm		13
Mutter	M10x1 selbstsichernd		1
U-Scheibe	A6,4		5
Gewindeeinsätze	KerbKonus Ensats-S M2,5	http://www.kerbkonus.de/de/index.php	13
Gewindeeinsätze	Jäger Ensats Typ 302 M6	https://www.schrauben-jaeger.de/shop/de/gewindeeinsatze/	1
Alublock			1
Kabel zu Ventil	50 cm		1
Kabel zu Platine	Koaxialkabel (40cm)		1
Dichtung	BLRG9-T	http://www.buer-kg.de/	1
Dichtungspapier	elring Dichtungspapier "ABIL® N", 0,50 mm	https://www.tecparts.com/werkstatt-und-elektrik/werkstatt/dicht-und-klebemittel/dichtungspapier/elring-dichtungspapier-abil-n-p581436/elring-dichtungspapier-abil-n-050-m-581346/?fh_secondid=581346&fh_location=%252f%252fcatalog01%252fde_DE%252f%2524s%253d10591915&fh_modification=	



2.2 Beschreibung

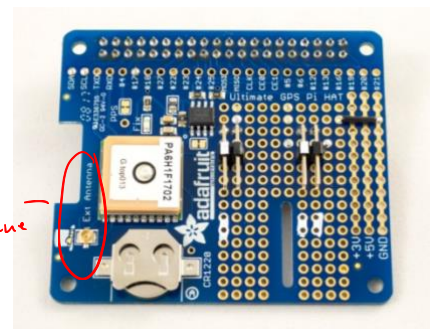
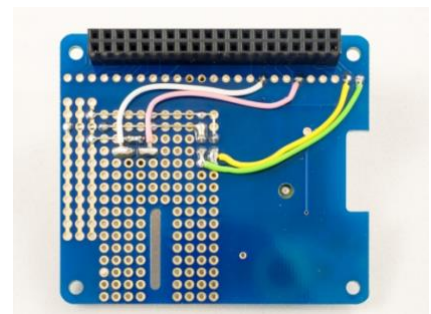
2.2.1 Datenlogger und Inertialsensor

1. 3D Gehäuse Drucken



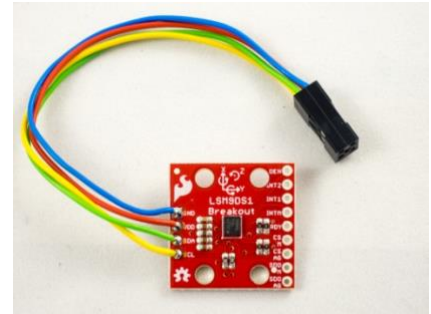
2. GPS Hat Löten, Batterie einsetzen (Hat, Kabel, Stecker, Batterie)

- Kabel zurechtschneiden (4x ca 5cm)
- Pin SDA an Stecker 1 (Grün)
- Pin SCL an Stecker 1 (Gelb)
- GND an Stecker 1
- 5V an Stecker 1
- Batterie einsetzen
- Optional für Taster:
 - Pin 17 (Pink) an Stecker 2
 - Pin 22 (Weiß) an Stecker 2
 - GND an Stecker 2



3. Inertialsensor löten

- Kabel an GND
- Kabel an VDD
- Kabel an SDA
- Kabel an SCL
- alle Kabel an Stecker Buchse (Belegung wie in Punkt 1)



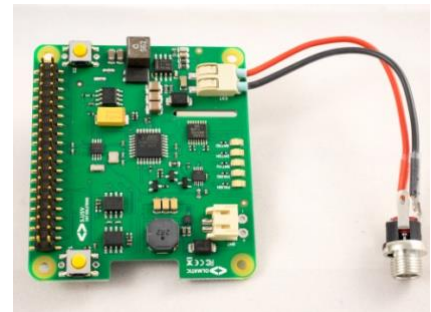
4. DC Stecker Löten (DC Buchse, Kabel, Aderendhülsen)

- 2x 10 cm Kabel
- Kabel an DC Buchse löten (rot innen, schwarz außen)
- Aderendhülsen an Kabel klemmen



5. USV DC Stecker anschließen (S.USV, DC Stecker)

- Polung beachten (rot + und schwarz -)



6. Inertialsensor festschrauben (Inertialsensor, 4x M2,5x3mm Schrauben)

- Kabelführung beachten



7. Schrauben vorbereiten (4x Gewindestangen, 4 Muttern)

- Muttern auf Gewindestangen drehen (siehe Bild)



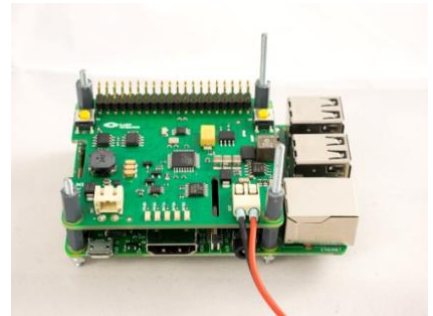
8. Gewindestangen an Raspberry (Raspberry, 4x Gewindestange, 4x Distanzstücke)

- Gewindestangen von unten in Raspberry einfädeln (Die 2 langen Gewindestangen müssen bei den USB und Ethernet Ports sein)
- Distanzstücke von oben auf die Gewindestangen



9. S.USV auf anbringen (Raspberry, S.USV, 4x Distanzstücke)

- S.USV von oben auf die Gewindestangen
- Distanzstücke von oben auf die Gewindestangen



10. GPS Hat anbringen (Raspberry, GPS Hat, 4x Muttern)

- GPS Hat von oben auf die Gewindestangen
- GPS Hat mit Muttern fixieren



11. Raspberry in Gehäuse Befestigen (Raspberry, Gehäuse, 4x Muttern)

- Bild: Ansicht von unten
- Raspberry inkl. Hats in Gehäuse einsetzen und von unten mit Muttern Festschrauben



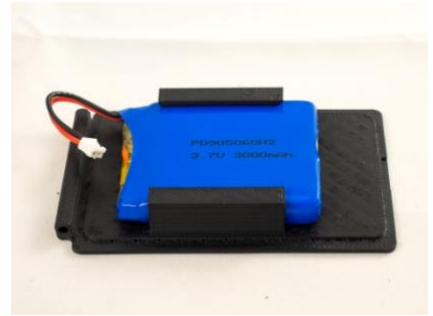
12. Buchsen Montieren (UFL Adapter, DC Buchse)

- DC Buchse festschrauben
- UFL Adapter festschrauben und an GPS Hat anschließen
- Inertialsensor an GPS Hat anschließen



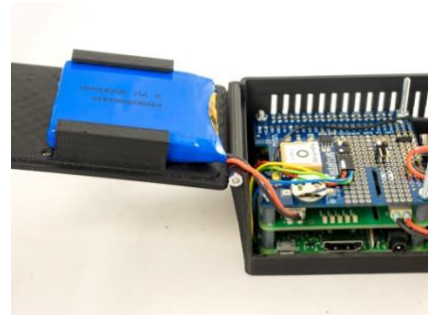
13. Batterie in Deckel schieben (Deckel, Batterie)

- Kabelrichtung beachten



14. Deckel an Gehäuse Schrauben (Gewindestange 65mm, 2x Muttern)

- Mit Gewindestange Deckel mit Gehäuse verbinden und mit 2 Muttern fixieren
- Batterie an S.USV anschließen



15. Deckel Befestigen (2x Muttern)

- Deckel schließen und mit 2 Muttern befestigen



16. Bluetooth und Wlan Stick anschließen (Bluetooth, Wlan)



17. SMA Adapter auf Bluetooth Stick schrauben

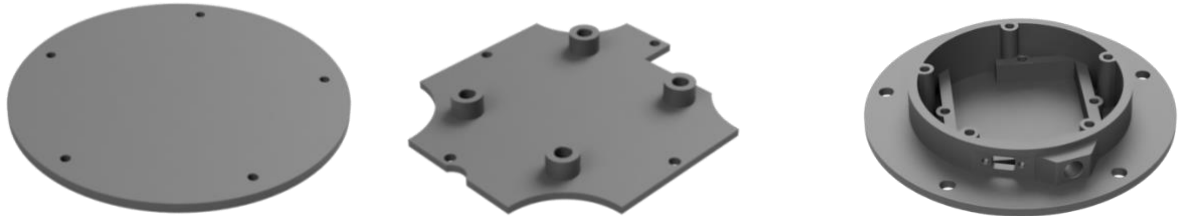


18. Bluetooth und GPS Antenne anschließen, Strom Anschließen
(WLAN und GPS Antenne, 12V DC)



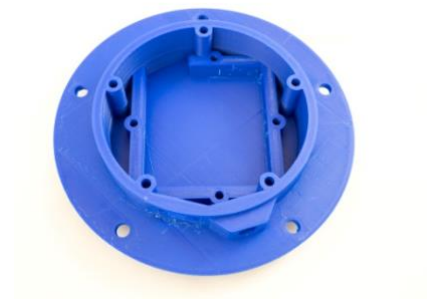
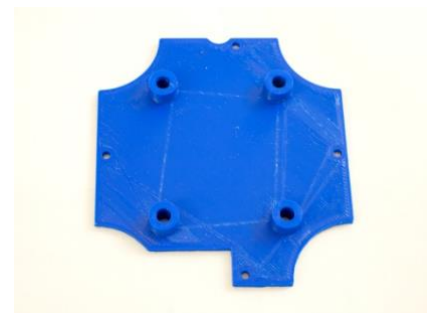
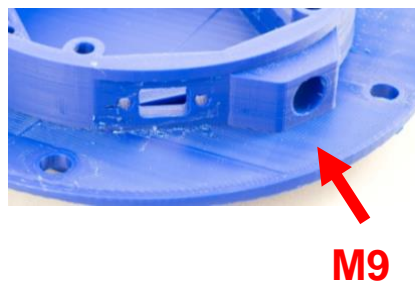
2.2.2 Mikrofon und Telemetrie

1. 3D Gehäuse drucken



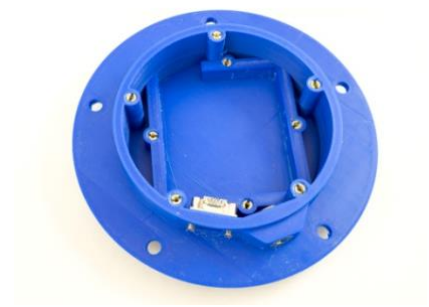
2. Löcher nachbohren (M4,3 Bohrer, M9 Bohrer, 3D Gehäuse, 3D Zwischenscheibe)

- 4x nachbohren in Zwischenscheibe mit M4,3 Bohrer
- 4x nachbohren Gehäuse (innen) mit M4,3 Bohrer
- 5x nachbohren Gehäuse (Mittelring) mit M4,3 Bohrer
- 1x nachbohren in Kabeldurchführung mit M9 Bohrer



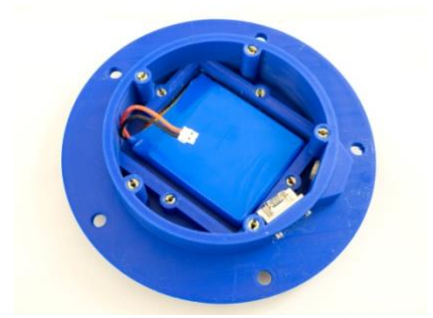
3. Gewindeeinsätze einschrauben (13x M2,5, 1x M6, Micro USB Buchse, Schrauben für Micro USB Buchse)

- 4x M2,5 Gewindeeinsatz in Zwischenscheibe
- 9x M2,5 Gewindeeinsatz in Gehäuse
- 1x M6 Gewindeeinsatz in Kabeldurchführung
- Micro USB Buchse festschrauben



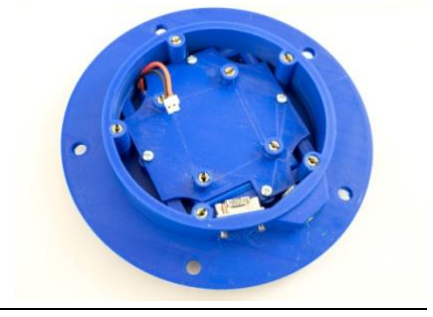
4. Akku einsetzen (Akku)

- Kabelführung beachten



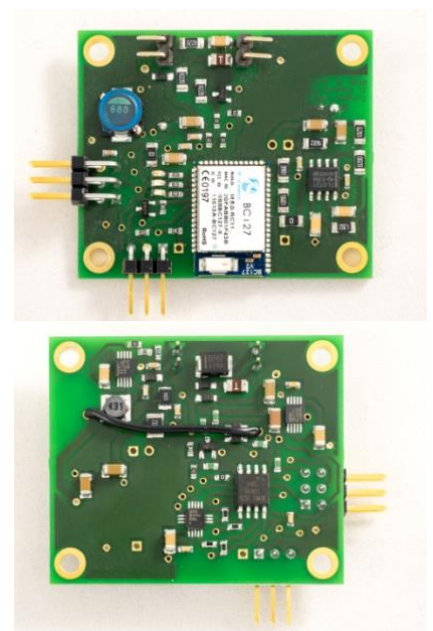
5. Zwischenscheibe einsetzen und festschrauben (4x M2,5 Schrauben)

- Platte mit 4x M2,5 Schrauben befestigen



6. Platine

- Bauteile und Platinenlayout sind in unter dem Link in der Teileliste zu finden
- Platine kann extern geätzt und bestückt werden

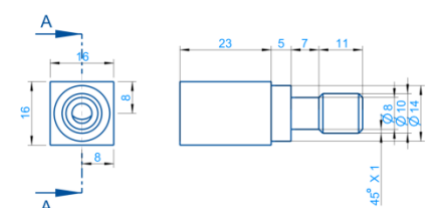


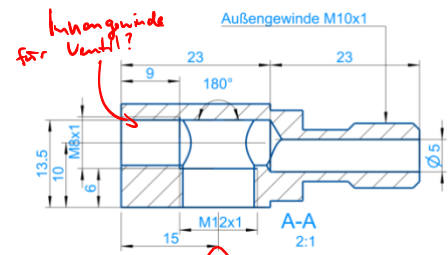
7. Platine einsetzen und festschrauben (4x M2,5 Schrauben, Platine)

- Platine mit 4xM2,5 Schrauben befestigen (Richtung beachten)



8. Y-Ventil herstellen (aus Aluminium Block 16x16x46mm)





9. Kabel an Leitungsdurchführung anlöten (Leitungsdurchführung, Kabel 40cm)

- 2x 40cm Kabel
- Nur 2 Kontakte werden benötigt



10. Leitungsdurchführung anschrauben (Leitungsdurchführung, Alu Block)

- Leitungsdurchführung in Alu Block schrauben



11. Kabel anlöten (Koaxialkabel, Alu Block inkl. Leitungsdurchführung, Reifenventil)

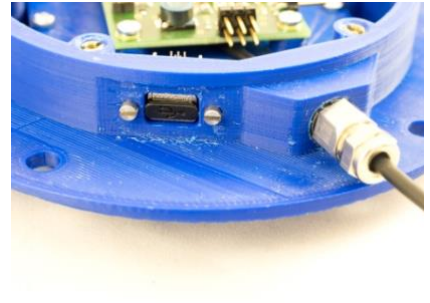
- 1x 40cm Koaxialkabel
- Koaxialkabel an Leitungsdurchführung anlöten und abdichten (nur 2 Kontakte werden benötigt siehe Punkt 9.)



- ## 12. Kabelverschraubung an Koaxialkabel anbringen

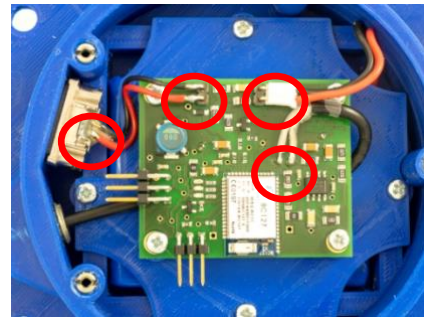


13. Kabelverschraubung in Gehäuse schrauben



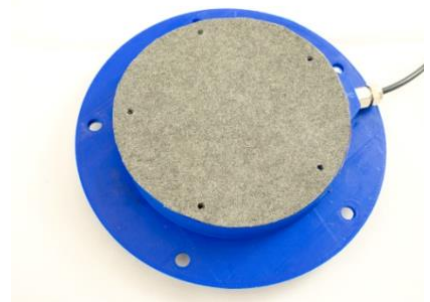
14. Kabel anlöten (Kabel)

- 3x 3cm Kabel
- Micro USB an Platine anlöten
- Koaxialkabel an Platine anlöten
- Batterie an Platine anschließen (Polung beachten)



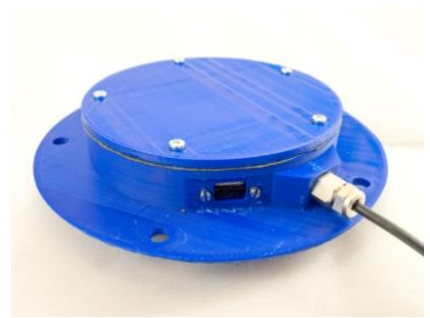
15. Dichtung anbringen (Dichtungspapier)

- Dichtungspapier passend zuschneiden
- Löcher vorstechen



16. Deckel anbringen (Deckel, 5x M2,5 Schrauben)

- Dichtungspapier zwischen Gehäuse und Deckel legen
- Deckel mit 5x M2,5 Schrauben befestigen

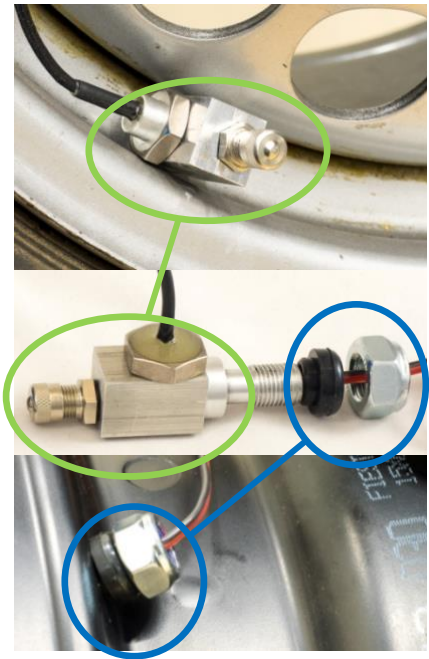


17. Gesamte Einheit an Felge anbringen (5x M6 Schrauben, 5x A6,4 Unterlagscheiben)

- Gewinde in Radschrauben schneiden
- Einheit mit 5x M6 Schrauben an Felge anbringen

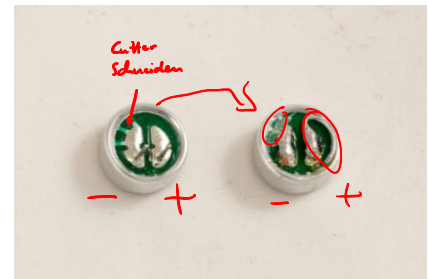


18. Ventil an die Felge anbringen (Dichtung BLRG9-T, Mutter M10)



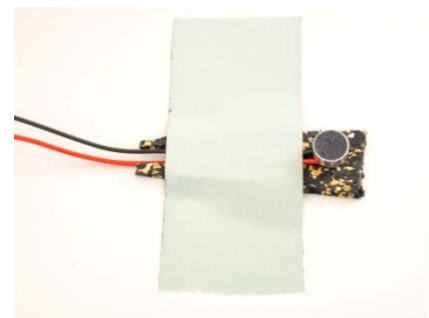
19. Mikrofon

- Die Polung des Mikrofons umkehren, dafür die Verbindung des ursprünglichen Minus-Pols mit dem Gehäuse unterbrechen und den ursprünglichen Plus-Pol mit dem Gehäuse verbinden.
- In der Abbildung wird das ursprüngliche Mikrofon (links) und das modifizierte Mikrofon (rechts) gezeigt



20. Mikrofon anbringen (Mikrofon, Dämmmaterial)

- Mikrofon anlöten
- Mikrofon an Felgeninnenseite mit Dämmmaterial festkleben



3 Software

3.1.1 Datenlogger und Inertialsensor

Damit die Installation der Software automatisch ablaufen kann, muss die SD-Karte für den Raspberry Pi mit einem selbst entwickelten Image analog zu einem normalen Raspian OS Image beschrieben werden. Das selbstentwickelte Image ist hier zu finden:

https://bwsyncandshare.kit.edu/dl/fiQtCFudRutZZX2ybFN59Yi6/InstallationPi_2017116.zip (Link aktiv bis: 30.04.2018, Passwort: uba_anleitung). Alternativ kann ein neues selbstentwickeltes Image mit dem Skript „kernel_img_push-to-SDCard.sh“, ebenfalls unter dem oben genannten Link verfügbar, unter Linux erstellt werden. Hierfür muss zunächst „qemu-user-static“, „debootstrap“, „curl“, und „bc“ installiert werden. evtl. nötig f. Rpi 3

Um die Software auf den Raspberry Pi zu laden und zu installieren, muss dieser per Lan Kabel mit dem Internet verbunden sein (die Software wird automatisch von einem GIT heruntergeladen bzw. ist hier zu finden: https://bwsyncandshare.kit.edu/dl/fi83BMMbeTCMmSc3WCAGVTRg/BitBucket_Software_20180314.zip (Link aktiv bis: 30.04.2018, Passwort: uba_anleitung)). Soll zusätzlich der Pi mit der Telemetrie gekoppelt und die Software auf dem Bluetooth-Modul der Platine installiert werden, muss die Bluetooth Antenne angeschlossen und der Pi mit der Telemetrie per UART verbunden werden (siehe Abbildung 2).

Die Credentials für den Access-Point und den Server können im Repository in der Datei „rpi_config.cfg“ in den Abschnitten „WLAN“ und „Samba“ angepasst werden.

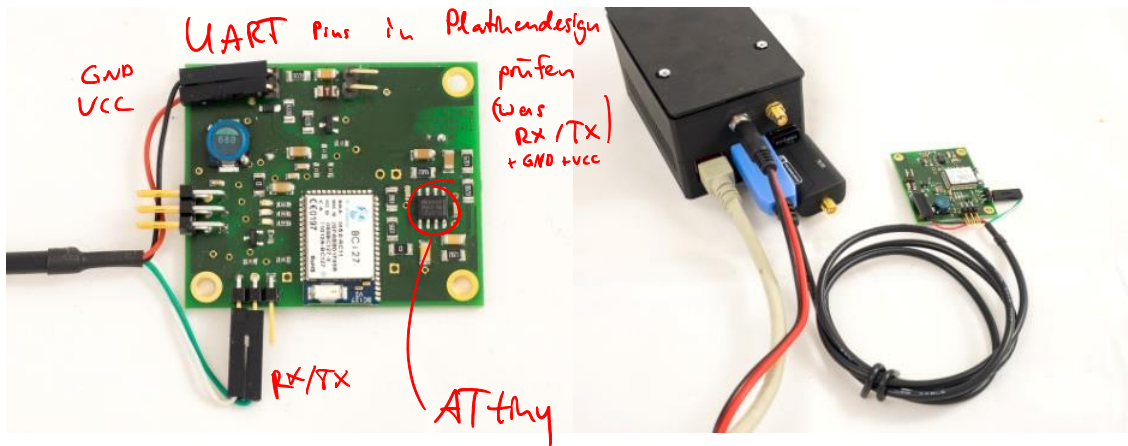


Abbildung 2: Installation des Pis und Kopplung mit der Telemetrie

3.1.2 Mikrofon und Telemetrie

Der ATtiny der Platine, der für die Aktivierung der Platine durch das Drehen der Fahrzeugräder zuständig ist, muss mit der „PowerManagement“ Software geflasht werden. Des Weiteren muss die Firmware des Bluetooth Moduls auf der Platine aktualisiert werden. Die dafür benötigten Dateien und Anleitung befindet sich hier: (Link aktiv bis: 30.04.2018, Passwort: uba_anleitung): https://bwsyncandshare.kit.edu/dlpw/fiS5aB8VeV9HspSTxQ19kmtw/PlatineDateien_20170706.zip

Die Software des Bluetooth-Moduls wird automatisch während der Installation des Pis installiert (siehe Kapitel 3.1.1).

Programmiergerät vorhanden?

4 Benutzung

Während der Datenaufzeichnung kann man sich mit dem Raspberry Pi per LAN verbinden, um die Aufzeichnung zu überwachen und ggfls. Daten zu sichern. Auf einem Windows PC eignen sich für die Verbindung die Programme „Putty“ und „WinSCP“. Die IP Adresse des Pis lautet 192.168.111.3, der Benutzername „pi“ und das Passwort ist „pipi1234“. Die Daten befinden sich im Ordner /home/pi/logging_data.