

6D6

Seismic Datalogger



Benutzerhandbuch V1.4

Juni 2017



 K.U.M. GmbH

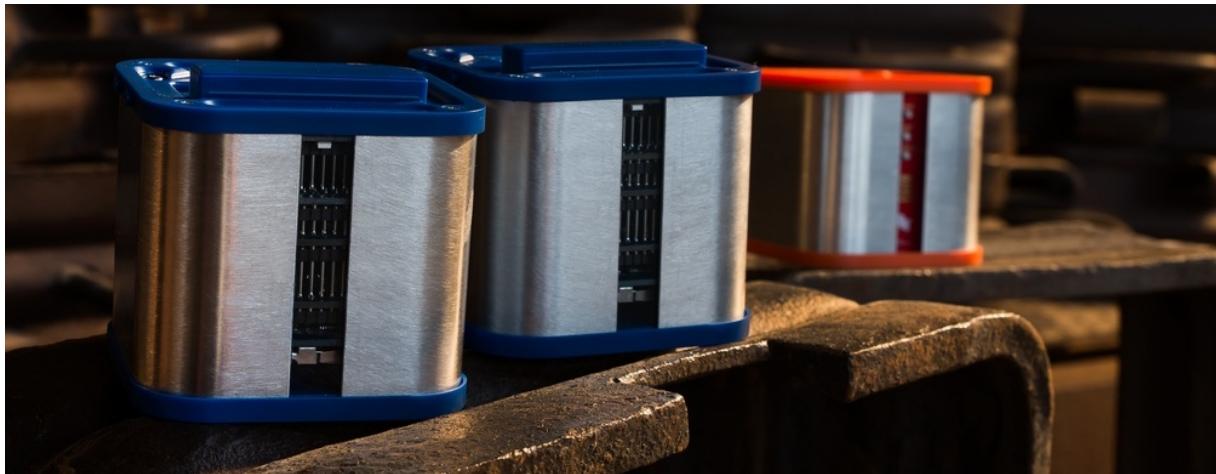
Wischhofstraße 1-3, Geb. 15
24148 Kiel
Fon +49-431-72092-20 Fax -44
www.kum-kiel.de
kum@kum-kiel.de

Inhaltsverzeichnis

1 Überblick Seismic Datalogger „6D6“	5
2 Anschließen und Bedienung des Rekorders	7
2.1 Anschließen	7
2.2 Webinterface	8
2.2.1 Status	9
2.2.2 Real Time Clock	9
2.2.3 Comment	10
2.2.4 Settings	11
2.2.5 Speicherbedarf	11
2.2.6 Storage	12
2.2.7 Recording	13
2.2.8 Continuous Recording	14
2.2.9 Skew	15
2.2.10 Liveview	16
2.2.11 System	17
2.2.12 Help	18
3 Download der Daten und Konvertierung	19
3.1 Installieren der Software	19
3.2 PQL II	22
4 Der Rekorder 6D6 im Detail	23
4.1 Die Uhr	23
4.2 Die Vorverstärker	23
4.2.1 Vorverstärker: Hydrophon (passiv)	23
4.2.2 Vorverstärker: Geophon (passiv)	24
4.2.3 Vorverstärker: Seismometer (aktiv)	24
4.3 FIR-Filter	25
4.4 Der Hauptprozessor	25
4.5 Der Speicher	27
5 Optionale Erweiterung	28
5.1 Zusätzliche Kanäle	28

5.2	Elektromagnetik – Magnetotellurik	28
5.3	Internes GPS und AIS	28
5.4	Kaffeemaschine	28
6	Zubehör	29
6.1	SD-Karten	29
6.2	Speicher StiK™	29
6.3	GPS UHURA	30
6.4	Auslesegerät DIRC in the box	31
6.5	Auslesegerät KIT	33
6.6	Koffer	34
7	Anhang	35
7.1	Steckerbelegung	35
7.2	Die Koeffizienten der FIR-Filter	38
7.2.1	Impulsantwort und Sprungantwort	42
7.2.2	Faltung zweier Filter	43
7.3	Frequently Asked Questions	45
7.4	Bedeutung der LED-Farben	47
Datasheet		48
Kurzanleitungen		48
8	WARNING – READ THIS FIRST!	51

1 Überblick Seismic Datalogger „6D6“



Modularer Basisrekorder, Leistungsaufnahme 125mW, 9 - 24 Volt¹

A/D-Wandler-Modul:

- Vier synchrone Kanäle, SNR besser 142dB SNR, 32 bit
- modulares System, Modultausch möglich
- FIR-Filter, Filter-Delay in den Rohdaten bereits korrigiert

Zeit- und Takt-Modul:

- Echtzeituhr 0.02 ppm batteriegepuffert, Synchronisierung bleibt dauerhaft erhalten
- Alternativ: CSAC Atomic Clock (**verdoppelt** aber den Energieverbrauch)

Datenspeicher-Modul:

- Speicherung auf Speicher StiK™ oder SDXC-Flash Karte
- StiK™ ohne Druckrohröffnung wechselbar

Prozessor-Modul:

- Ultra-Low-Power

¹Details siehe Seite 48 ff.

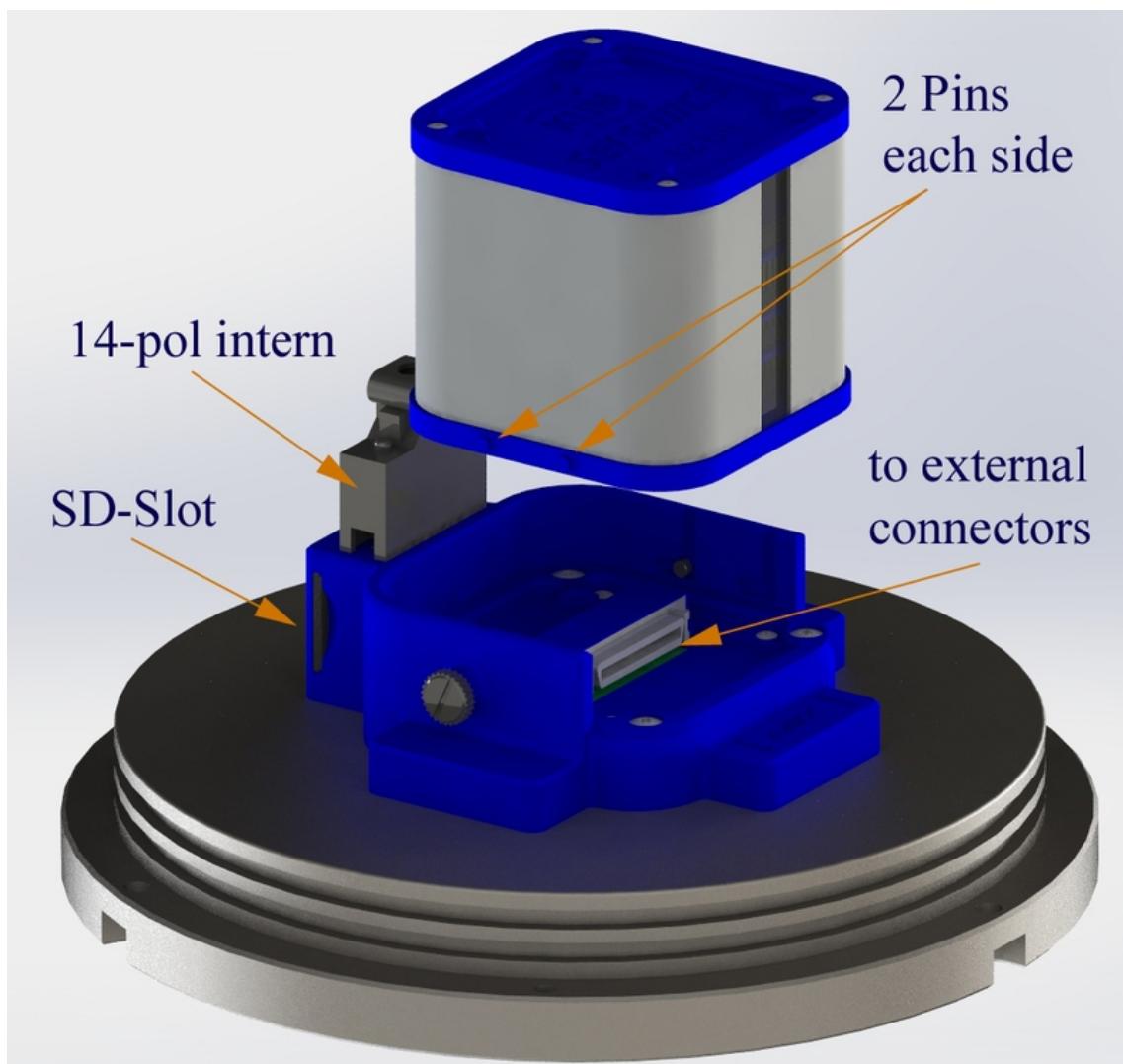
Command & Control-Modul:

- 700MHz ARM Cortex CPU, integrierter Webserver
- Programmierung des Rekorders per Browser
- Anzeige der Sensorfunktion in Echtzeit
- Update der Firmware über Browser

2 Anschließen und Bedienung des Rekorders

2.1 Anschließen

Für gewöhnlich ist die Betriebsspannung an die Aufnahme innen am Druckrohrdeckel angeschlossen. Vier kleine Stifte an der Oberseite des Rekorders passen in Aussparungen des Gegenstücks und führen den Stecker in die Buchse. Gesichert wird der Rekorder durch zwei Rändelschrauben, die sanft angezogen werden. Der Rekorder ist nun betriebsbereit.



Rekorder und Befestigung

2.2 Webinterface

Die Basisversion des Rekorders „6D6“ hat einen Webserver integriert und „DIRC in the box“ einen Access Point – das heißt, in Verbindung mit DIRC wird nur ein WLAN-fähiger Rechner oder ein Tablet benötigt. Der Bootvorgang des Webservers dauert etwa 30 Sekunden; sobald die LED permanent leuchtet steht ein WLAN-Netz zur Verfügung. Der Name des Netzes beginnt stets mit „6D6“, die genaue Bezeichnung findet sich auf dem Typenschild des Rekorders. Das Default-Passwort lautet „seismics“. Loggen Sie sich mit Ihrem Rechner (PC, Laptop, Tablet oder Smartphone) ins WLAN ein und geben Sie im Browser die IP-Adresse des Rekorders an (die IP-Adresse des Rekorders lautet *immer* 10.0.0.1). Folgende Webseite erscheint:

The screenshot displays the main interface of the Recorder 6D6 webserver. At the top, there's a navigation bar with links for Recording, Liveview, System, and Help. Below the navigation, the main content area is organized into several sections:

- Status:** Shows the recorder ID **1506006**. It indicates that the recorder is **Not ready!** and provides buttons for **Start Recording** and **Continuous Mode**.
- Real Time Clock:** Displays the current time as **2015-07-09 09:01:59 UTC** and the synchronization time as **2015-05-21 09:25:52 UTC**. A button labeled **Synchronize now** is present.
- Settings:** Allows setting the sample rate to **4000 SPS**.
- Channels:** Shows four channels (H, X, Y, Z) each with a gain setting of **1.0**.
- Storage:** States that no storage is available.
- Info:** Provides sensor readings: Temperature at **33 °C**, Relative Humidity at **39%**, Battery Voltage at **9.95 V**, and RTC Voltage at **3.59 V**.
- Comment:** A text input field containing **Rauschtest** and an **Edit** button.

Die Homepage des „6D6“

2.2.1 Status

Im Beispiel auf der vorigen Seite kann ein Recording noch nicht gestartet werden, weil kein Speicher angesteckt ist – sowohl die magentafarbene LED im Sichtfenster des Rekorders als auch der rote Punkt zeigen dies an; im Bereich „Status“ heißt es „Not Ready!“.

2.2.2 Real Time Clock

Im Bereich „Real Time Clock“ sieht man, dass die Uhr bereits synchronisiert ist. Wenn zusätzlich ein GPS angeschlossen ist, können Sie die Uhr erneut synchronisieren (müssen Sie aber nicht).

Wichtig: im Gegensatz zu anderen Rekordern besitzt der „6D6“ eine batteriegepufferte Uhr. Es ist also nicht unbedingt nötig, *direkt vor* dem Einsatz die Uhr zu synchronisieren oder *direkt nach* dem Einsatz die Zeitabweichung zu bestimmen – beides kann in Ruhe im Labor an Land erfolgen, auch Monate vorher oder nachher.

Zum Synchronisieren benutzen Sie das GPS-System „UHURA“ (siehe Seite 30). Wenn ein gültiges GPS-Signal anliegt, reicht ein Klick auf den Knopf „Synchronize now“. Der Datenlogger kommentiert den Prozeß der Synchronisation durch Kommentare im farbigen Balken.

The screenshot shows the Recorder 6D6 status page. At the top, there are tabs for Recording, Liveview, System, and Help. Below the tabs, a blue bar says "Check GPS secondpulse ...". The main area has a green header "Status" with a red circle icon and a "Not Ready" message. It also displays "This is recorder 1506006.", "Ready for recording", and a "Start Recording" button. To the right, under "Real Time Clock", it shows "Time: 2015-07-09 10:52:24 UTC" and "Synchronization Time: 2015-05-21 09:25:52 UTC". A "Cancel" button is also present.

The screenshot shows the Recorder 6D6 status page after synchronization. The "Status" section now says "Synchronized" with a green circle icon. A green bar at the top says "Deviation well in range.". The "Real Time Clock" section remains the same as in the previous screenshot.

Bemerkung: wenn kein GPS angeschlossen ist, scheitert natürlich die Synchronisierung. In diesem Fall bleibt die ältere Synchronisierung erhalten!

2.2.3 Comment

Kommentare zum Experiment (bis zu 360 Byte Zeichen) können Sie durch die Taste „Edit“ einpflegen:



Wenn bereits eine Messung läuft können Sie keine Kommentare mehr verändern.

2.2.4 Settings

Im Bereich „Settings“, können Sie die Einstellungen des Rekorders steuern, außer Verstärkung, Auswahl der Kanäle und Samplerate müssen Sie nichts weiter auswählen:



2.2.5 Speicherbedarf

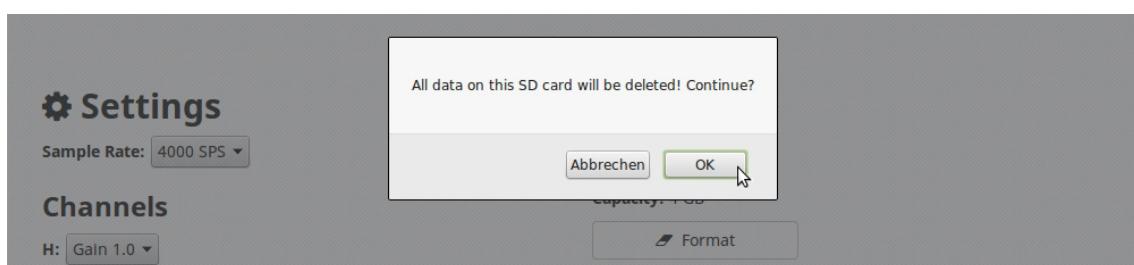
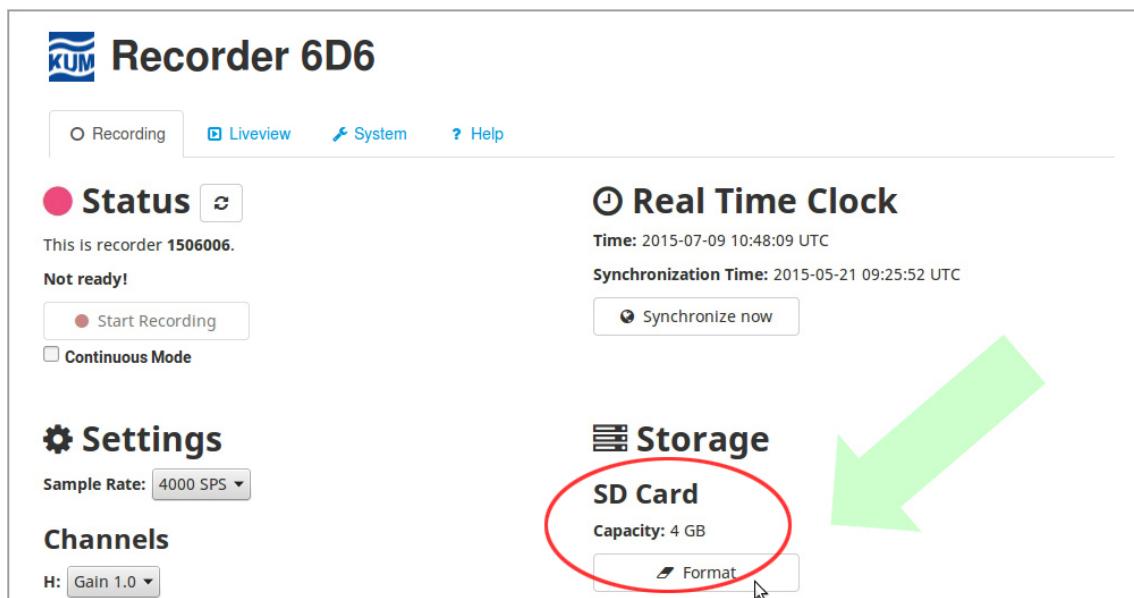
Die Wahl der Samplerate und der Aufzeichnungsdauer bestimmen den benötigten Speicher. Da der Recorder Daten mit 32 bit (= 4 Byte) aufzeichnet, lautet die Berechnung des benötigten Speichers: $M = 4 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 30 = 10,5 \text{ MB}$ pro Kanal pro Monat pro sps.

Bei 4 Kanälen und einer Samplerate von 250 sps ergibt sich also ein monatlicher Speicherbedarf von $4 \cdot 250 \cdot 10,5 \text{ MB} = 10,5 \text{ GB}$.

2.2.6 Storage

Nachdem ein Speicher angesteckt ist, muss ein *neuer* Speicher zunächst formatiert werden (im Beispiel eine 4GB-Karte). Bereits benutzte Karten werden vor dem Recording gelöscht. Wie üblich hier der Hinweis: Überprüfen Sie vor dem Formatieren, ob Sie die Daten noch brauchen.

Es sind zwei verschiedene Speichermedien möglich: eine SD-Karte, die in die Aufnahme innen am Deckel eingesteckt wird, und optional ein Speicherstick, der von außen an das Druckrohr angesteckt wird. Eine SD-Karte meldet sich im Bereich „Storage“ mit dem Titel „SD Card“, während sich der druckfeste Speicherstick mit „StiK™“ meldet. **Wenn zwei Medien gleichzeitig angesteckt sind, hat der externe StiK Vorrang.**



Formatieren einer SD-Karte

2.2.7 Recording

Nach dem Formatieren ist der Rekorder bereit zum Aufzeichnen und signalisiert das durch einen grünen Punkt (und durch grünes Leuchten der LED im Recorder).

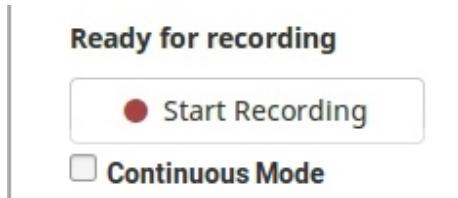
The screenshot shows the Recorder 6D6 software interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: Recording (selected), Liveview, System, and Help. Below the navigation bar, the left side features a green circular icon labeled "Status" with a refresh symbol. A tooltip below it says "This is recorder 1506006." and "Ready for recording". There are two buttons: "Start Recording" (with a red dot) and "Continuous Mode". A large green arrow points from the "Start Recording" button towards the "Real Time Clock" section. The right side of the interface displays the "Real Time Clock" section with a clock icon. It shows the current time as "2015-07-09 10:48:53 UTC" and the synchronization time as "2015-05-21 09:25:52 UTC". A "Synchronize now" button is also present.

Ein Klick auf „Start Recording“ beginnt eine Aufzeichnung. Sollten sich auf dem Speichermedium noch Daten befinden, werden diese Daten vor dem Recording gelöscht. Während des Recording blinkt die LED am 6D6 ein paar Minuten grün-türkis und schaltet sich dann ab, um Batterien zu sparen. Durch Klicken auf den „Refresh“-Knopf können Sie beobachten, wie der benutzte Speicherplatz ansteigt.

The screenshot shows the Recorder 6D6 software interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: Recording (selected), Liveview, System, and Help. Below the navigation bar, the left side features a green circular icon labeled "Status" with a refresh symbol, which has a cursor pointing at it. A tooltip below it says "This is recorder 1506006." and "Recording". There are two buttons: "Stop Recording" (with a black square) and "Recording since: 2015-07-09 10:49:10 UTC" and "Duration: 0:00:01:54". The right side of the interface displays the "Real Time Clock" section with a clock icon. It shows the current time as "2015-07-09 10:51:04 UTC" and the synchronization time as "2015-05-21 09:25:52 UTC". Below the real-time clock is the "Settings" section with a gear icon, showing "Sample Rate: 4000 SPS". The "Channels" section lists "H: Gain 1.0", "X: Gain 1.0", and "Y: Gain 1.0". The right side also includes a "Storage" section with a disk icon, showing "SD Card Capacity: 4 GB", "Used Space: 5.2 MB", and "Free Space: 4 GB". A large green arrow points from the "Recording" status in the Status section towards the "Storage" section.

2.2.8 Continuous Recording

Eine weitere Besonderheit des „6D6“ ist das sogenannte „continuous recording“.



Das Anwählen der Checkbox schaltet den Continuous Mode an. Eine Warnung erscheint, dass *jeder* Speicher 30 Sekunden nach dem Anstecken formatiert wird. Nach Klicken auf den „Start Recording“-Button wird,

- wenn bereits ein Speicher angesteckt ist: das Seismometer mit Power versorgt und ein Recording gestartet. Sobald der Speicher abgezogen wird, wird das Seismometer vom Power getrennt und der Recorder legt sich schlafen.
- wenn *kein* Speicher angesteckt ist: das Seismometer *nicht* mit Power versorgt und der Recorder legt sich schlafen. Sobald ein Speicher angesteckt wird, wacht der Recorder auf, versorgt das Seismometer mit Strom und beginnt das Recording. *Bemerkung: der Level-Countdown des Seismometers wird dabei neu gestartet.*

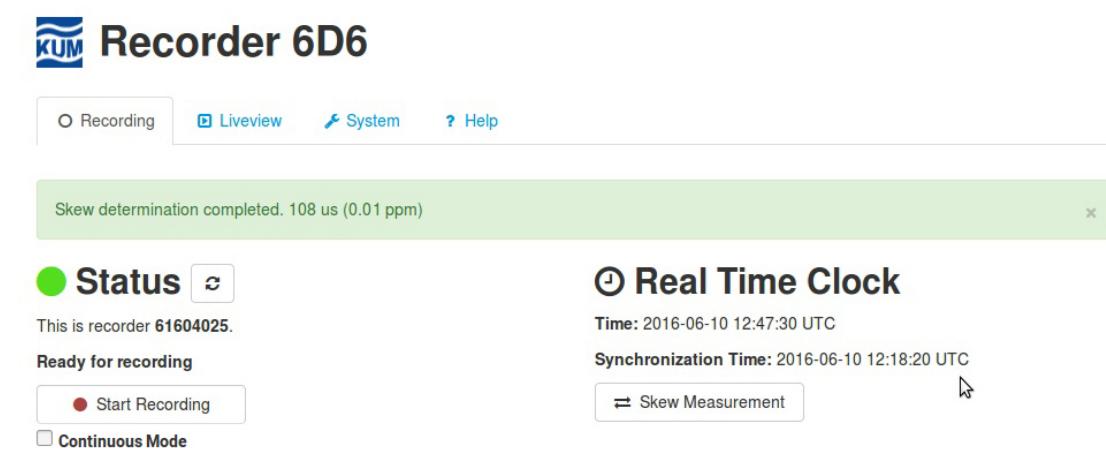
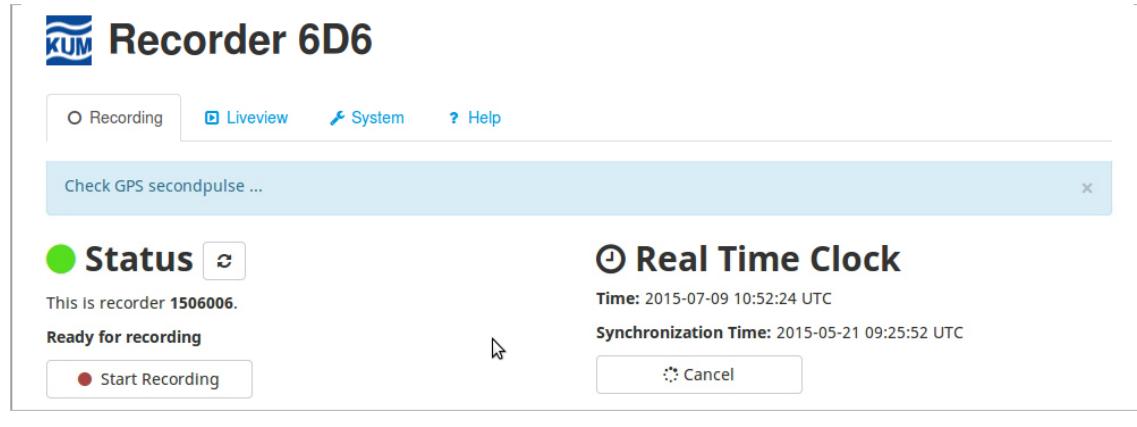
Dieses Einschlafen und Aufwachen kann beliebig wiederholt werden, ohne dass ein Neustart über das Webinterface notwendig ist. Da regelmäßig Zeitmarken in den Datenstrom eingeflochten werden, kann man die Geräte blitzschnell neu einsetzen: Gerät einholen, Speicher abziehen, neuen Speicher anstecken, wieder aussetzen, fertig. *Bemerkung: Eine zweite Synchronisation ist auch nachträglich bei bereits entfernten Speichermedien möglich.*

Der 6D6 ist robust gegen kurzfristigen Abfall der Batteriespannung. Sollte während der Aufzeichnung versehentlich die Batteriespannung *kurzfristig* abfallen, analysiert der 6D6 die Daten auf dem Speicher und fährt – bei unterbrochenem Recording – mit der Aufzeichnung fort. In den Daten entsteht lediglich ein kleiner Gap.

Im „continuous mode“ wird ebenfalls mit der Aufzeichnung fortgefahrene *ohne* den Speicher zu löschen. Nur wenn kein Speicher angesteckt ist, fällt der 6D6 in den Idle-modus – wird dann eine Karte angesteckt, wird sie formatiert und sofort das Recording gestartet.

2.2.9 Skew

Nach dem Recording kann die Uhr zum Feststellen einer eventuellen Drift ein zweites Mal mit dem GPS synchronisiert werden, ein farbiger Balken informiert über den Fortschritt – in diesem Beispiel eine Abweichung von $108 \mu\text{s}$.



2.2.10 Liveview

Ein Klick auf den Reiter „Liveview“ wechselt zu einem Fenster mit der Darstellung aller eingeschalteter Kanäle:



Bitte bedenken Sie, dass die sichtbaren Signale nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Signal zeigen; selbst auf einen Monitor mit 2200 Zeilen passen nun einmal keine viermal 32bit Daten...

2.2.11 System

Ein Klick auf den Reiter „System“ führt zu einer Seite, in der SSID und Passwort des Rekorders neu vergeben werden können. Wir empfehlen, das nur mit gutem Grund zu tun.²

Weiter können Sie etwaige Updates der Rekorder-Firmware hier laden und auf den Rekorder übertragen.

The screenshot shows the 'System' configuration page of the KUM Recorder 6D6. At the top, there is a navigation bar with tabs: Recording, Liveview, System (which is selected and highlighted in blue), and Help. Below the navigation bar, there are two sections: WiFi and Firmware.

WiFi

SSID: KUM 6D6 61601001

Password: seismics

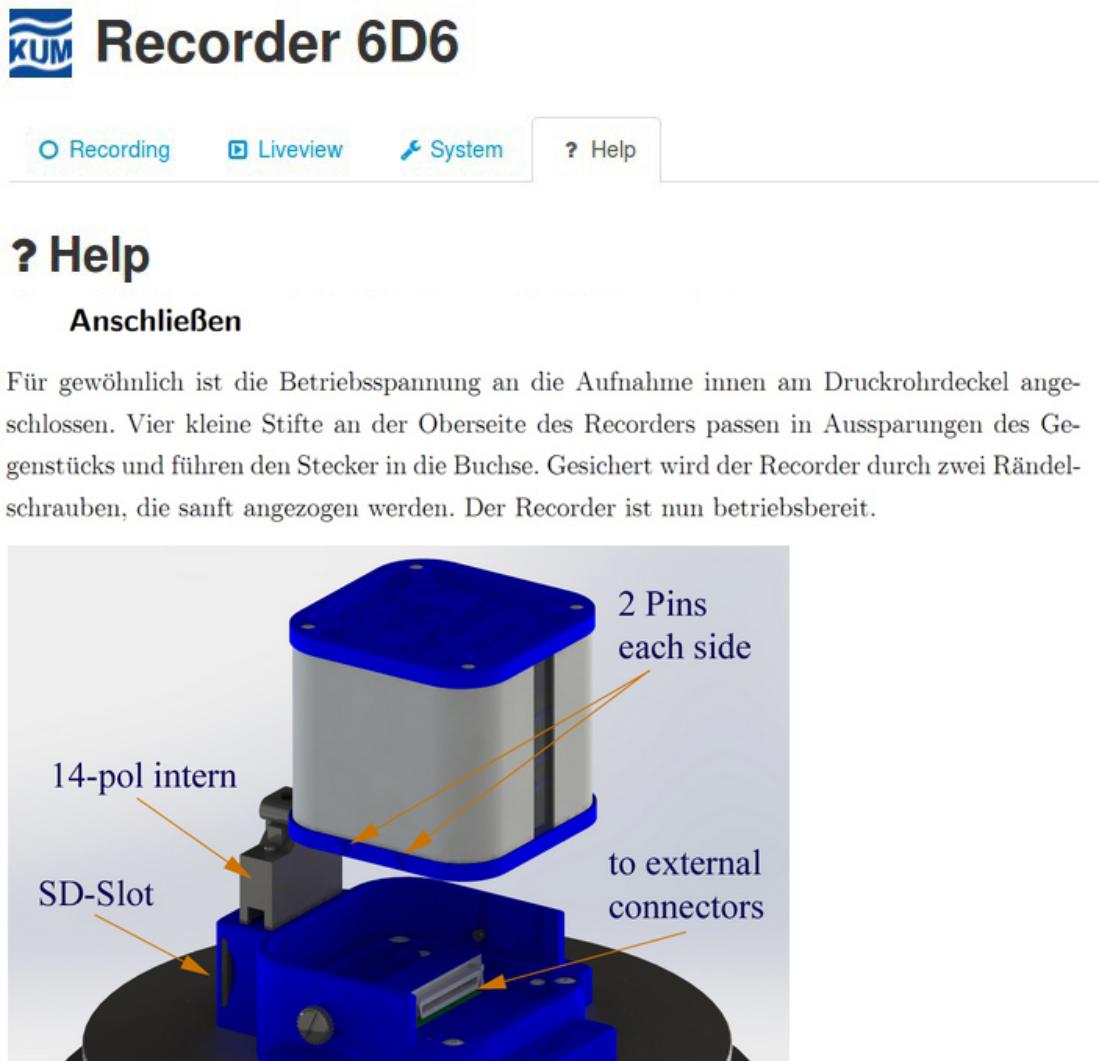
Firmware

This recorder is running firmware version 1.2.2 (2017-01-27). You may upload a newer firmware image below.

²Sollten Sie das Passwort vergessen haben, können Sie den Rekorder über DIRC und eine Ethernet-Verbindung direkt anschließen. SSID und Paßwort können Sie dann im Klartext auf dieser Webseite einsehen.

2.2.12 Help

Unter diesem Reiter finden Sie eine HTML-Version dieses Kapitels.



3 Download der Daten und Konvertierung

3.1 Installieren der Software

Zum Auslesen und Konvertieren der Daten benötigen Sie die Software `6d6-compat`, die unter nahezu jedem Linux-System lauffähig ist. Es handelt sich um eine Open-Source-Software, und jede Mitarbeit ist ausdrücklich erwünscht. Sie finden die Software unter der Adresse

<https://github.com/KUM-Kiel/6d6-compat/releases>.

Bitte beachten Sie: zur Programmierung des Rekorders eignet sich jeder Rechner mit einem Browser³, sei es PC, Laptop, Tablet oder Smartphone; Windows, Linux oder OS X. Zum Download der Daten und zur Konvertierung wird jedoch ein Linux-Betriebssystem vorausgesetzt.

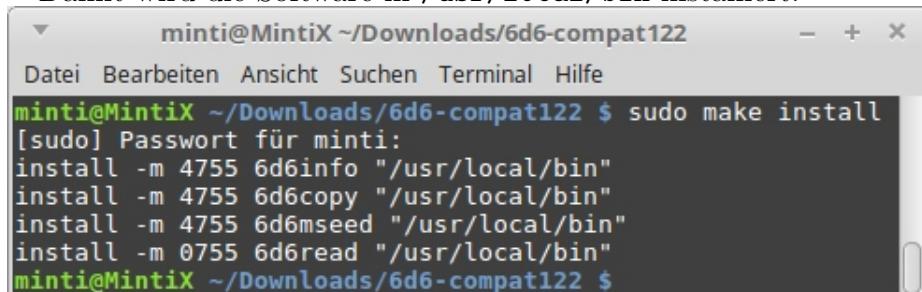
Für die Installation der Sourcen laden Sie sich bitte die Zip-Datei unter
<https://github.com/KUM-Kiel/6d6-compat/releases/download vX.X.X/6d6-compat-yyyy-mm-dd-X.X.X-linux-i386.tar.gz> herunter.

Installation der Binaries

Die Datei, die Sie herunterladen, heißt `6d6-compat-yyyy-mm-dd-X.X.X-linux-i386.tar.gz`

Zum Installieren geben Sie im terminal ein: `sudo make install`

Damit wird die Software in `/usr/local/bin` installiert:



A screenshot of a terminal window titled "minti@MintiX ~/Downloads/6d6-compat122". The window has standard Linux-style window controls at the top. Below the title bar is a menu bar with items: Datei, Bearbeiten, Ansicht, Suchen, Terminal, Hilfe. The main area of the terminal shows the command "sudo make install" being run. The output of the command is displayed, showing the installation of four files: 6d6info, 6d6copy, 6d6mseed, and 6d6read, all with mode 4755 and destination paths in /usr/local/bin. The terminal prompt "minti@MintiX ~/Downloads/6d6-compat122 \$" is visible at the bottom.

```
minti@MintiX ~/Downloads/6d6-compat122 $ sudo make install
[sudo] Passwort für minti:
install -m 4755 6d6info "/usr/local/bin"
install -m 4755 6d6copy "/usr/local/bin"
install -m 4755 6d6mseed "/usr/local/bin"
install -m 0755 6d6read "/usr/local/bin"
minti@MintiX ~/Downloads/6d6-compat122 $
```

³Getestet mit Firefox, Chrome, Safari, Opera und Internet Explorer 11

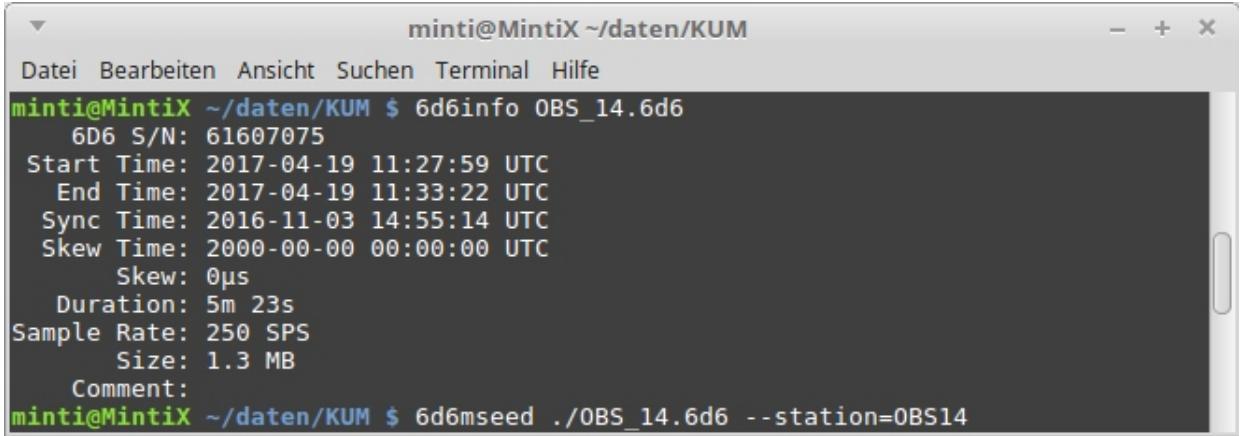
6d6compat: Kommandos

Nach dem Neustart des Terminalfensters stehen Ihnen nun folgende Kommandos zur Verfügung:

6d6info Gibt die Information über den StiKTM, die SD-Karte oder die .6D6-Datei aus.

Die Eingabe sieht so aus: `6d6info /dev/sdX1`

Ausgegeben werden Eckwerte der Aufnahme wie Startzeit, Aufnahmedauer und Seriennummer des Recorders:



```
minti@MintiX ~/daten/KUM
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
minti@MintiX ~/daten/KUM $ 6d6info OBS_14.6d6
 6D6 S/N: 61607075
  Start Time: 2017-04-19 11:27:59 UTC
    End Time: 2017-04-19 11:33:22 UTC
    Sync Time: 2016-11-03 14:55:14 UTC
    Skew Time: 2000-00-00 00:00:00 UTC
        Skew: 0µs
    Duration: 5m 23s
  Sample Rate: 250 SPS
      Size: 1.3 MB
    Comment:
minti@MintiX ~/daten/KUM $ 6d6mseed ./OBS_14.6d6 --station=OBS14
```

6d6copy Erzeugt einen Klon der SD-Karte auf auf dem Rechner.

Die Eingabe sieht so aus: `6d6copy /dev/sdX1 file.6d6`

Der Inhalt von `/dev/sdX1` wird in die Datei `file.6d6` kopiert, `sdX1` ist durch den entsprechenden Device-Namen zu ersetzen. Bei einigen Systemen werden SD-Karten auch als `/dev/mmcblk0p1` oder ähnlich eingebunden. Aufschluss darüber wo die Karte eingebunden wird gibt die Datei `syslog`, die mit `sudo tail -f /var/log/syslog` angeschaut werden kann.

6d6mseed Konvertiert eine .6d6-Datei zu MiniSEED.

Die Eingabe sieht so aus: `6d6mseed --station=CODE file.6d6`. Dabei werden automatisch Tagesfiles erzeugt, die – mit Ausnahme des ersten und des letzten Tages – von Mitternacht bis Mitternacht verlaufen. Durch die Option `--cut=3600` können Files mit einer Länge von 3600 Sekunden erzeugt werden (und analog andere Längen).

Ein neuer Unterordner mit den MiniSEED Tagesfiles wird erzeugt. Das Programm `6d6mseed` erzeugt aus den Daten auf der SD-Karte mSEED-Dateien. Der Anhang `--help` gibt eine kurze Hilfe aus:

```

minti@MintiX ~/daten/KUM
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
minti@MintiX ~/daten/KUM $ 6d6mseed --help
Version 1.2.2 (2017-04-24)
Usage: 6d6mseed [options] input.6d6

The program '6d6mseed' is used to convert raw data from the 6D6 datalogger
into the MiniSEED format.

Options
-----
--station=CODE
    Set the MiniSEED station code to CODE. The station code is required for
    MiniSEED generation. It can contain between one and five ASCII characters.

--location=CODE
    Set the location to CODE. This should usually be a two character code.

--network=CODE
    Set the network code to CODE. This is a two character code assigned by IRIS.

--output=FILENAME_TEMPLATE
    Set a template for output files. The template string may contain the following
    placeholders:

        %y - Year
        %m - Month
        %d - Day
        %h - Hour
        %i - Minute
        %s - Second
        %S - Station Code
        %L - Location
        %C - Channel
        %N - Network

    The default value is 'out/%S/%y-%m-%d-%C.mseed'.

Examples
-----
Convert the file 'ST007.6d6' to MiniSEED using default values.
$ 6d6mseed --station=ST007 ST007.6d6

Convert the file 'ST007.6d6' specifying everything.
$ 6d6mseed ST007.6d6 \
    --station=ST007 \
    --location=DE \
    --network=XX \
    --output=%N/%S/%y-%m-%d-%C.mseed

minti@MintiX ~/daten/KUM $ 
```

Der Fortschritt der Konvertierung wird kontinuierlich angezeigt:

```

minti@MintiX ~/daten/KUM
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
minti@MintiX ~/daten/KUM $ 6d6mseed ./OBS_14.6d6 --station=OBS14
Processing './OBS_14.6d6'.
=====
  6D6 ID: 61607075
  RTC ID: 16089
  Size: 1.3MB
Start Time: 2017-04-19 11:28:00 UTC
End Time: 2017-04-19 11:33:22 UTC
Duration: 5m 22s
Comment:
=====
Created file 'out/OBS14/2017-04-19-H.mseed'.
Created file 'out/OBS14/2017-04-19-X.mseed'.
Created file 'out/OBS14/2017-04-19-Y.mseed'.
Created file 'out/OBS14/2017-04-19-Z.mseed'.
100%   1.3MB
minti@MintiX ~/daten/KUM $ 
```

Sobald die Konvertierung abgeschlossen ist, können die Daten (zum Beispiel mit PQL II, siehe dort) weiter verarbeitet werden.

6d6read Konvertiert eine .6d6 Datei zu einer .s2x-Datei.

Die Eingabe sieht so aus: `6d6read < in.6d6 > out.s2x`

Beachten Sie die Klammern, diese sind zwingend erforderlich! Wenn die Daten im .s2x-Format vorliegen, können die Send2X-tools benutzt werden. Achtung: den Skew müssen Sie in diesem Fall von Hand eintragen!

Update

Falls nötig, können Sie die jeweils aktuellste Version von **6d6-compat** herunterladen und installieren: ein einfaches `sudo make install` bringt die Software auf aktuellen Stand.

3.2 PQL II

Die Software PQL II wird vom **IRIS PASSCAL Instrument Center** kostenlos zur Verfügung gestellt. Auf der Webseite www.passcal.nmt.edu/ftp/software/pql/ können die Sourcen je nach Betriebssystem heruntergeladen werden. Für Linux-User stehen lediglich Pakete im `rpm`-Format zur Verfügung, Ubuntu-Nutzer können diese mittels `alien` konvertieren.

4 Der Rekorder 6D6 im Detail

Der Recorder „6D6“ wurde von Grund neu entwickelt. Es sind dabei 20 Jahre Erfahrung im Design von seismischen Rekordern in die Entwicklung eingeflossen, die Hardware ist jedoch radikal neu und frei von Altlasten. Unser Hauptaugenmerk lag auf höchster Signaltreue bei niedrigstem Energieverbrauch, fast ebenso wichtig ist uns aber eine unkomplizierte, fehlerfreie Bedienung sowohl im Labor als auch an Deck. Der externe StiK™, die batteriegepufferte Uhr und die Bedienung und Updatefunktion per Browser sind nur einige Merkmale dieser Philosophie.

4.1 Die Uhr

- 0.02 ppm / 0.65 sec per year / 1.7 ms per day
- 5 Jahre Backup-Batterie
- -10 bis +80° linear
- CSAC möglich (**verdoppelt** aber den Energieverbrauch)

4.2 Die Vorverstärker

Die Vorverstärker für die AD-Wandler sind so aufgebaut, dass sie problemlos und nach Belieben ausgetauscht werden können. So ist man nicht mehr daran gebunden, einen bestimmten Kanal für einen bestimmten Sensor zu verwenden. Ganz nach seinen eigenen Vorstellungen kann man sich die Vorverstärker konfigurieren und den Rekorder entsprechend bestücken lassen. Zur Zeit sind drei Standard-Vorverstärker erhältlich.

4.2.1 Vorverstärker: Hydrophon (passiv)

Der Hydrophon-Vorverstärker ist hardwareseitig mit einem Hochpass ausgerüstet, der Signale bis 10 mHz (100 s) durchlässt. Zusätzlich wird der Eingang schon standardmäßig um den Faktor vier verstärkt.

- Eingangsspannungsbereich: 1250 mV_{pp} / ± 625mV
- Empfindlichkeit: 3436 counts per nanoVolt (0.291 nanoVolt per count)
- Signal-Rausch-Abstand: besser 120 dB

4.2.2 Vorverstärker: Geophon (passiv)

Beim Geophon-Vorverstärker ist hardwareseitig kein Hoch- oder Tiefpass integriert. Auch hier wird standardmäßig um den Faktor vier vorverstärkt.

- Eingangsspannungsbereich: $1250 \text{ mV}_{pp} / \pm 625\text{mV}$
- Empfindlichkeit: 3436 counts per nanoVolt (0.291 nanoVolt per count)
- Signal-Rausch-Abstand: besser 120 dB

4.2.3 Vorverstärker: Seismometer (aktiv)

Der Seismometer-Vorverstärker kann für jedes aktive Seismometer angepasst werden. Die Vorverstärker werden auf der Hybrid Electronic Integration Node Platine angebracht.

Aktuell sind Vorverstärker für das Trillium Compact von Nanometrics und für das Güralp CMG-40T erhältlich.

Vorverstärker Trillium Compact:

- Eingangsspannungsbereich: $40\text{V}_{pp} / \pm 20\text{V}$
- Empfindlichkeit: 107.37 counts per μVolt (9.313 nanoVolt per count)
- Signal-Rausch-Abstand: besser 142 dB

Vorverstärker CMG-40T:

- Eingangsspannungsbereich: $20\text{V}_{pp} / \pm 10\text{V}$
- Empfindlichkeit: 214.75 counts per μVolt (4.657 nanoVolt per count)
- Signal-Rausch-Abstand: besser 142 dB

4.3 FIR-Filter

Der Datenlogger verwendet ausschließlich das FIR-Filter mit linearer Phase⁴. Dadurch ist das Filter-Delay unabhängig von der abgetasteten Frequenz und wird schon beim Aufzeichnen der Daten berücksichtigt.

Bei allen Sampleraten kommt nach dem Sinc-Filter der gleiche vierstufige FIR-Filter zum Einsatz, bei den Sampleraten 50 und 100 zusätzlich noch eine fünfte Stufe. Entsprechend ergeben sich auch unterschiedliche Filterdelays: für die Sampleraten 50 und 100 ergibt sich ein Filterdelay von

$$\frac{1847}{32 \cdot f_s}$$

und für alle höheren Sampleraten von

$$\frac{983}{32 \cdot f_s}$$

Bei allen aufgezeichneten Daten ist der Filter-Delay bereits im Rekorder berücksichtigt, eine nachfolgende Korrektur ist überflüssig.

Die FIR-Filter generieren aus dem Input v nach folgender Formel den Output y :

$$y[i] = \sum_{n=0}^{N-1} h_n \cdot v[i - n]$$

Die Koeffizienten finden sich im Anhang auf Seite 38.

4.4 Der Hauptprozessor

Der Hauptprozessor befindet sich auf der Processing and Interfacing Terminal Platine. Seine Hauptaufgaben sind folgende:

- Verwalten der AD-Wandler
 - Konfigurierung
 - Synchronisierung
 - Abfrage und Speichern der Daten
- Synchronisieren und Konfigurieren der Uhr

⁴Wenn ein Minimalphasiger Filter gewünscht wird, kann man die aufgezeichneten Daten immer noch im Nachhinein mit einem Minimalphasigen Filter falten. Das Ergebnis ist zwar nicht mit dem reinen Mininalphasigem Filter identisch, kommt dem aber sehr nahe (siehe dazu die Grafik auf Seite 43).

- Abfrage und Speichern der Engineeringdaten
 - Temperatur
 - Luftfeuchtigkeit
 - Batteriespannung
 - Batteriespannung der Pufferbatterie der Uhr
- Initialisierung und Verwaltung der SD-Karte bzw. StiKTM
- Kommunikation mit dem Userinterface (Command and Control Platine)

4.5 Der Speicher



Der Rekorder kann auf zwei Arten mit Speicher bestückt werden: erste Wahl ist der K.U.M. StiK™. Der StiK™ ist druckfest bis 1200 bar und in verschiedenen Kapazitäten bis 200 GB erhältlich. Der StiK™ wird von aussen am Druckkörper befestigt, ein Öffnen des Druckbehälters ist nicht mehr notwendig.

Alternativ können intern am Deckel SD-Karten eingesteckt werden, aktuell (2016) sind Karten bis 512 GB erhältlich, der Rekorder unterstützt Karten bis 2 TB.

Es sind ausschließlich getestete SD-Karten von K.U.M. zu verwenden – **sämtliche Berechnungen zur Batterielaufzeit sind ansonsten hinfällig!** SD-Karten verschiedener Hersteller unterscheiden sich enorm in ihrem Energiehunger!

Es können gleichzeitig beide Speichermedien mit dem Rekorder verbunden sein. Dabei gibt es klare Hierarchien:

1. Wird bereits aufgezeichnet, so werden nachträglich angesteckte Speicher ignoriert.
2. StiK™ wird bevorzugt behandelt. Ist StiK™ angesteckt, wird die SD-Karte in jedem Fall ignoriert.
 - a) Steckt bereits eine SD-Karte und wird dann StiK™ angesteckt, wechselt der Rekorder zu StiK™.
 - b) Beim Abziehen von StiK™ wird zurück auf die SD-Karte gewechselt.

5 Optionale Erweiterung

Durch den komplett modularen Aufbau können nach Belieben Kanäle hinzugefügt oder die Charakteristik geändert werden. Ebenso ist eine höhere Abtastrate als 4000 sps möglich. In den folgenden Abschnitten sind kurz die aktuell verfügbaren Erweiterungen beschrieben – bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie eigene Ideen zur Erweiterung unseres Rekorders haben!

5.1 Zusätzliche Kanäle

Der Basisrekorder besitzt eine Platine mit 4 Kanälen, deren Samplerate bis zu 4000Hz bei 32bit betragen kann. Durch einfaches Hinzufügen einer zweiten Platine kann der Rekorder auf 8 Kanäle erweitert werden.

5.2 Elektromagnetik – Magnetotellurik

Im Bereich der Geophysik gewinnt die marine Elektromagnetik immer mehr an Bedeutung. Der Rekorder „6D6“ ist deshalb zur Umrüstung auf diese Technik vorbereitet, lediglich 4 AD-Wandler-Module auf der entsprechenden Platine müssen ausgetauscht werden – oder man fügt eine zweite 4-Kanalplatine hinzu und erhält einen kombinierten Seismik-Elektromagnetik-Rekorder.

5.3 Internes GPS und AIS

Trotz der hohen Zuverlässigkeit und geringen Drift unserer OBS-Systeme war das Bergen der OBS bislang ein zeitaufwändiger Vorgang. Um die Bergezeiten deutlich zu verkürzen kann der Rekorder zusätzlich mit einem kombinierten GPS/AIS ausgerüstet werden: sofort wenn das OBS an der Wasseroberfläche auftaucht, sucht der Rekorder nach GPS-Satelliten. Sobald ein GPS-Fix vorliegt, kann automatisch der Skew der Uhr bestimmt werden und gleichzeitig sendet das AIS die genaue Position des OBS über AIS an die Brücke. Der AIS-Empfänger, der in jedem Schiff eingebaut ist, zeigt dann die Position des OBS auf der Seekarte an – so kann das OBS viel schneller geborgen werden und die Daten sind beim Bergen bereits ein zweites Mal synchronisiert.

5.4 Kaffeemaschine

Ist zwar momentan nicht vorgesehen, aber auf Kundenwunsch kann unser Rekorder auch mikrosekundengenau mit exakter Temperatur Ihren Kaffee kochen. Und Ihre Socken waschen.

6 Zubehör

6.1 SD-Karten

Während der Entwicklung des Rekorders haben wir intensiv Karten verschiedener Kapazität und verschiedener Hersteller getestet und dabei festgestellt, dass die Leistungsaufnahme teilweise um den Faktor 5 variiert! Erneut der Hinweis: wir empfehlen daher dringend, ausschließlich getestete SD-Karten von K.U.M. zu verwenden – sämtliche Berechnungen zur Batterilaufzeit sind ansonsten hinfällig!

6.2 Speicher StiK™



StiK™ ist ein daumengroßer externer Speicher im eigenen Druckgehäuse mit bis zu 200GB Kapazität. Der Einsatz und das Bergen der Geräte wird damit so einfach wie nie zuvor: Nach dem Bergen des OBS wird das Gerät kurz mit Frischwasser abgespült, dann wird der StiK™ abgezogen und die Daten am PC ausgelesen. Das Druckrohr braucht nicht geöffnet zu werden und kann am Gerät verbleiben, noch muss an Deck mit Kabel und Laptop hantiert werden.

Für aufeinanderfolgende Einsätze wird der Gewinn noch deutlicher: wenn der Rekorder mit der Option „continuous“ programmiert wird, braucht der Rekorder nicht extra gestartet werden, sondern nimmt immer dann auf, sobald ein Speicher vorhanden ist. Also Speicher anstecken, die Aufzeichnung startet automatisch, und das Gerät ausbringen. Nach dem Bergen Speicher abziehen (Rekorder geht in Standby), neuer Speicher aufstecken (Rekorder startet neue Aufzeichnung) und das Gerät ist sofort wieder einsatzbereit!

StiK™ ist bis 12000 m Wassertiefe ausgelegt.



6.3 GPS UHURA

Der GPS-Empfänger „UHURA“ ist mit Kabellängen von 20m, 50m und 100m erhältlich. Das wasserdichte Gehäuse ist mit einer Schelle zur Befestigung an einer Reeling ausgestattet, die Glocke sollte möglichst freie Sicht auf den Himmel haben.

„UHURA“ empfängt nicht nur Daten der (US-amerikanischen) GPS-Satelliten, sondern auch Daten des russischen GLONASS-Systems. Sobald das europäische Galileo und das chinesische Beidou einsatzfähig sind, werden auch diese ausgewertet – eine Unterstützung aller vier Systeme ist bereits eingepflegt.

„UHURA“ sollte nach dem GPS-Fix mindestens 15 Minuten laufen, bevor Rekorder synchronisiert werden. Grund dafür ist die Anzahl der Schaltsekunden, die vom GPS-System nur alle 15 Minuten übermittelt wird. Während die GPS-Zeit kontinuierlich weiterläuft, werden bei UTC Schaltsekunden eingerechnet. Aktuell eilt die GPS-Zeit der UTC-Zeit um 17 Sekunden voraus. Wenn also UHURA die genaue Anzahl der Schaltsekunden nicht kennt, kann die ausgegebene UTC-Zeit um ganzzahlige Sekundenwerte abweichen.

„UHURA“ übermittelt die NMEA-string parallel mit 4800 und 9600 baud. Zusätzlich wird der Sekundenpuls übermittelt, auf den eine DCF77-Kodierung aufmoduliert wurde.⁵

⁵Zusätzlich zum 6D6 können – ein entsprechendes Kabel vorausgesetzt – ebenfalls die Rekorder der Firma SEND synchronisiert werden (MBS, MLS, MES, MTS und MCS).

6.4 Auslesegerät DIRC in the box



Funktionsweise

Zur Kommunikation mit dem Datenlogger benötigt man „DIRC in the box“. Verbindet man PC und Datenlogger mit „DIRC“, so bootet der Webserver des „6D6“ und stellt nach 30 Sekunden seine Webseiten bereit. Die Kommunikation verläuft wie in Abschnitt 2.2 beschrieben.

Der USB-Anschluß des PC reicht aus, um parallel die Kommunikation mit dem Datenlogger, das GPS-System „UHURA“ (siehe Seite 30) und die Schnittstellen zum Download der Daten zu versorgen. Soll zusätzlich der interne Akku aufgeladen werden oder eine externe Festplatte angeschlossen werden, muss das Netzteil benutzt werden. Der interne Akku kann „DIRC“ und „UHURA“ 8 Stunden betreiben, deswegen empfehlen wir, das Netzteil möglichst immer zu benutzen. Die LED „Battery“ zeigt an, ob der AKKU gerade belastet wird (rot) oder nicht (grün).

In „DIRC“ eingebaut befindet sich eine Ethernet-Schnittstelle, die Treiber für den Ethernet-Chip sind in jeder Linux-Distribution enthalten. Für Windows müssen sie nachinstalliert werden:

<http://www.microchip.com/SWLibraryWeb/productttc.aspx?product=OBJ-LAN95xx-WINDOWS>

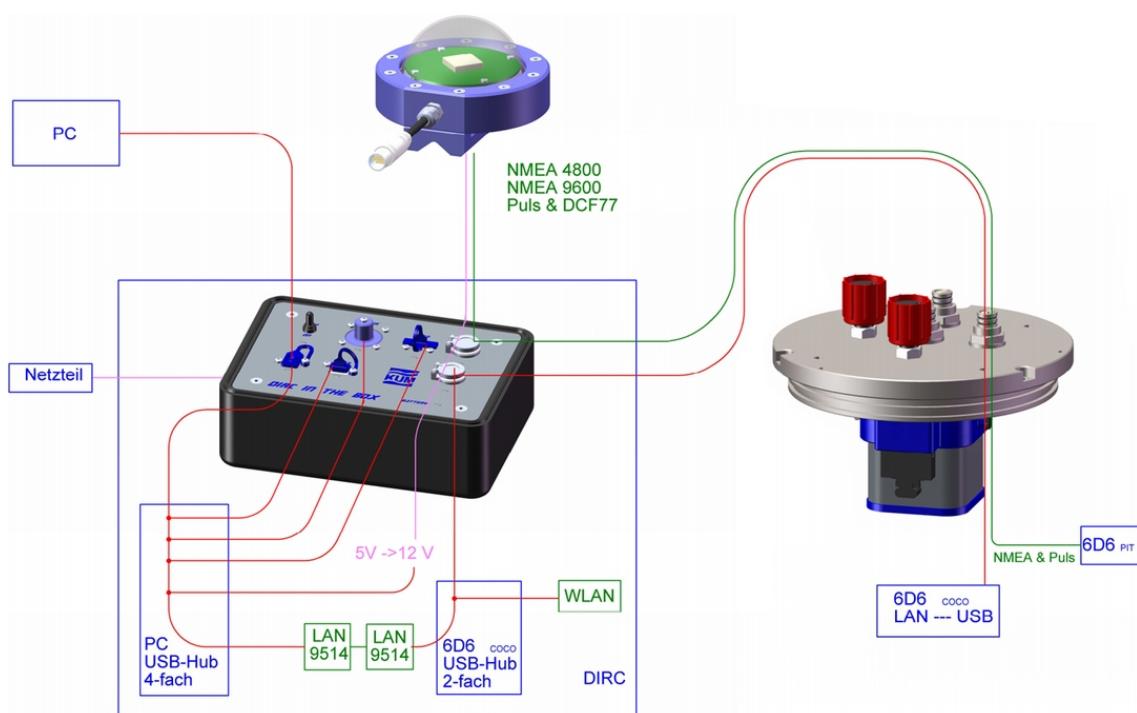
Zusätzlich baut der „DIRC“ einen WLAN-Accesspoint auf, Sie können also den Datenlogger auch ohne PC, nur mit einem Tablet oder Smartphone, programmieren und starten.

Zum Datenauslesen ist allerdings ein Linux-PC erforderlich. Stecken Sie den StiK™ oder die SD-Karte in die entsprechende Buchse und nutzen Sie die USB-Verbindung zum Download der

Daten – dazu brauchen Sie zwingend ein Linux-System und die freie Software „6d6-compat“, mit der Daten auch ins gewünschte Zielformat übersetzt werden.

Achtung: Wie bereits erwähnt kann es bei Verwendung eines Laptops oder eines zu langen USB-Kabels vorkommen, dass die USB-Spannung nicht ausreicht gleichzeitig „UHURA“ zu versorgen und den Pufferakku zu laden. Die LED's zeigen das durch Flimmern an. Benutzen Sie in dem Fall eine andere Buchse, ein anderes USB-Kabel oder zusätzlich das beiliegende Netzteil.

Daten und Anschlüsse



Die einzelnen Bestandteile von DIRC

DIRC hat mehrere Steckeranschlüsse und einen Schalter, der Schalter schaltet das Laden des Akkus und das WLAN ein. An die USB-B-Buchse wird der PC angeschlossen. Der PC liefert Strom für den internen Hub und darüber für die USB-Netzwerkkarte, die im DIRC verbaut ist. Über diese Netzwerkkarte kann der Rechner dann Kontakt zum 6D6 aufnehmen. Weiter gibt es einen Steckplatz für StiK zum Datenauslesen und einen für ein beliebiges USB-Gerät (z.B. USB-Stick). Wird zusätzlich das Netzteil angeschlossen, kann simultan der Akku geladen und UHURA und eine externe Festplatte versorgt werden. Das externe GPS UHURA wird über einen 8-poligen Stecker angeschlossen, die Daten werden per RS485 gesendet (4800 und 9600

baud), plus Sekundenpuls (DCF77-kodiert). Schließlich gibt es noch einen 16-poligen Steckplatz zur Kommunikation mit dem 6D6.

6.5 Auslesegerät KIT



KIT ist der kleine Bruder von DIRC. Im Prinzip nichts anderes als ein Adapter von USB auf SD-Karten nutzt man KIT zum Auslesen der Daten.

6.6 Koffer



Für den Datenlogger „6D6“ und sämtliches Zubehör passen wir robuste Outdoor-Koffer individuell an. Wenn Sie also einen Koffer für vier 6D6, zwei DIRC und sechzehn StiK™ brauchen – sprechen Sie uns an.

7 Anhang

7.1 Steckerbelegung

14-poliger Stecker des Rekorder-Sockets

Pin	Purpose	Description
1	X+	Pos. Trillium output
2	Y+	Pos. Trillium output
3	Z+	Pos. Trillium output
4	AGD	Trillium analogue GND
5	GND Trillium	Power GND Trillium
6	VCC Trillium	Power Trillium
7	V+	VDD Battery
8	X-	Neg. Trillium output
9	Y-	Neg. Trillium output
10	Z-	Neg. Trillium output
11	TX	TX Trillium ⁶
12	RX	RX Trillium
13	nb	unused
14	V-	VSS Battery

Achtung: Sobald das Seismometer an eine Spannungsquelle angeschlossen wird verbraucht es Energie. Der Verbrauch ist wesentlich höher, wenn das Seismometer noch nicht gelevelt ist oder nicht gelevelt werden kann (zum Beispiel an Bord). Wir empfehlen deshalb – bei laufendem Rekorder – längere Wartezeiten zu vermeiden. Beim Betreiben des Gerätes im „continuous mode“ stecken Sie bitte deshalb den Speicher erst kurz vor dem Aussetzen an oder, bei einem externen Seismometer, verbinden Sie das Seismometer erst kurz vor dem Aussetzen.

Bemerkung: Das Trillium wird über den 6D6 geschaltet. Wird der 6D6 entfernt, so wird das Trillium automatisch ausgeschaltet. Ab einer Spannung unter 9 Volt schaltet das Trillium automatisch ab.

⁶Das Trillium benötigt einen eigenen RS232-Anschluss um das Levelling zu programmieren

50-poliger Stecker

Pin	Function	Notes	Used in base system
1	VBAT +	battery pack plus	yes
2	GND -	battery pack minus	yes
3	NC01	nc	no
4	H+	hydrophone +	yes
5	H-	hydrophone -	yes
6	X+	geophone/seismometer X+	yes
7	X-	geophone/seismometer X-	yes
8	Y+	geophone/seismometer Y+	yes
9	Y-	geophone/seismometer Y-	yes
10	Z+	geophone/seismometer Z+	yes
11	Z-	geophone/seismometer Z-	yes
12	NC02	nc	no
13	1PPS	second pulse from external GPS, CMOS level	yes
14	NMEA	NMEA messages from ext. GPS, CMOS level	yes
15	NC03	nc	no
16	TX	transmit data serial RS232, regular level +/-10V	yes
17	RX	receive data serial RS232, regular level +/- 10V	yes
18	LEVEL	Trillium: Power supply on (FET)	yes
19	NC04	nc	no
20	Z1-	optional second 3 channel sensor	no
21	Z1+	optional second 3 channel sensor	no
22	Y1-	optional second 3 channel sensor	no
23	Y1+	optional second 3 channel sensor	no
24	X1-	optional second 3 channel sensor	no
25	X1+	optional second 3 channel sensor	no
26	SCLK-2	SPI clock signal for external SD card	yes
27	MISO-2	SPI receive data from ext. SD card	yes
28	MOSI-2	SPI transmit data to ext. SD card	yes
29	TX1	trillium RS232 transmit	yes
30	RX1	trillium RS232 receive	yes

Pin	Function	Notes	Used in base system
31	NC05	nc	no
32	RREQ	Request Releaser Status	no
33	RSTAT1	Releaser Status 1	no
34	RSTAT2	Releaser Status 2	no
35	AIS	turn AIS/GPS/IMU on (on release?)	no
36	RELEASE	I/O signal, request release from releaser	no
37	VUSB+	USB Power +	yes
38	DN	USB Data -	yes
39	DP	USB Data +	yes
40	VUSB-	USB Power -	yes
41	VCNC	Power for CNC board, externally switched	yes
42	NC11	nc	no
43	NC12	nc	no
44	DET1	SD card detect 1	yes
45	VCC3.3	VCC for SD card	yes
46	CSSD1	CS for SD card 1	yes
47	DET2	SD card detect 2	yes
48	CSSD2	CS for SD card 2	yes
49	AIN3	optional analog input	no
50	NC14	nc	no

7.2 Die Koeffizienten der FIR-Filter

Die Koeffizienten sind für jeden Rekorder gleich. Die FIR-Filter-Stufen 1 bis 4 werden bei allen Sampleraten angewendet, die zusätzliche Stufe 5 zusätzlich nur bei den Sampleraten 50 und 100.

Koeffizient Faktor	Stufe 1 1/512	Stufe 2 1/8388608	Stufe 3 1/134217728	Stufe 4 1/134217728	Stufe 5 1/65536
Dezimierung	2	2	4	2	5
h_0	3	-10944	0	-132	4
h_1	0	0	0	-432	-14
h_2	-25	103807	-73	-75	-46
h_3	0	0	-874	2481	-85
h_4	150	-507903	-4648	6692	-119
h_5	256	0	-16147	7419	-127
h_6	150	2512192	-41280	-266	-91
h_7	0	4194304	-80934	-10663	0
h_8	-25	2512192	-120064	-8280	141
h_9	0	0	-118690	10620	308
h_{10}	3	-507903	-18203	22008	455
h_{11}		0	224751	348	527
h_{12}		103807	580196	-34123	468
h_{13}		0	893263	-25549	243
h_{14}		-10944	891396	33460	-145
h_{15}			293598	61387	-644
h_{16}			-987253	-7546	-1150
h_{17}			-2635779	-94192	-1521
h_{18}			-3860322	-50629	-1601
h_{19}			-3572512	101135	-1255
h_{20}			-822573	134826	-400
h_{21}			4669054	-56626	961
h_{22}			12153698	-220104	2731
h_{23}			19911100	-56082	4722
h_{24}			25779390	263758	6681
h_{25}			27966862	231231	8335
h_{26}			25779390	-215231	9442

Koeffizient	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
h_{27}			19911100	-430178	9830
h_{28}			12153698	34715	9442
h_{29}			4669054	580424	8335
h_{30}			-822573	283878	6681
h_{31}			-3572512	-588382	4722
h_{32}			-3860322	-693209	2731
h_{33}			-2635779	366118	961
h_{34}			-987253	1084786	-400
h_{35}			293598	132893	-1255
h_{36}			891396	-1300087	-1601
h_{37}			893263	-878642	-1521
h_{38}			580196	1162189	-1150
h_{39}			224751	1741565	-644
h_{40}			-18203	-522533	-145
h_{41}			-118690	-2490395	243
h_{42}			-120064	-688945	468
h_{43}			-80934	2811738	527
h_{44}			-41280	2425494	455
h_{45}			-16147	-2338095	308
h_{46}			-4648	-4511116	141
h_{47}			-874	641555	0
h_{48}			-73	6661730	-91
h_{49}			0	2950811	-127
h_{50}			0	-8538057	-119
h_{51}			0	-10537298	-85
h_{52}				9818477	-46
h_{53}				41426374	-14
h_{54}				56835776	4
h_{55}				41426374	
h_{56}				9818477	
h_{57}				-10537298	
h_{58}				-8538057	
h_{59}				2950811	
h_{60}				6661730	

Koeffizient	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
h_{61}				641555	
h_{62}				-4511116	
h_{63}				-2338095	
h_{64}				2425494	
h_{65}				2811738	
h_{66}				-688945	
h_{67}				-2490395	
h_{68}				-522533	
h_{69}				1741565	
h_{70}				1162189	
h_{71}				-878642	
h_{72}				-1300087	
h_{73}				132893	
h_{74}				1084786	
h_{75}				366118	
h_{76}				-693209	
h_{77}				-588382	
h_{78}				283878	
h_{79}				580424	
h_{80}				34715	
h_{81}				-430178	
h_{82}				-215231	
h_{83}				231231	
h_{84}				263758	
h_{85}				-56082	
h_{86}				-220104	
h_{87}				-56626	
h_{88}				134826	
h_{89}				101135	
h_{90}				-50629	
h_{91}				-94192	
h_{92}				-7546	
h_{93}				61387	
h_{94}				33460	

Koeffizient	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
h_{95}				-25549	
h_{96}				-34123	
h_{97}				348	
h_{98}				22008	
h_{99}				10620	
h_{100}				-8280	
h_{101}				-10663	
h_{102}				-266	
h_{103}				7419	
h_{104}				6692	
h_{105}				2481	
h_{106}				-75	
h_{107}				-432	
h_{108}				-132	
h_{109}				0	

7.2.1 Impulsantwort und Sprungantwort

In der graphischen Darstellung sehen die Impulsantworten (Linearphasig gefiltert) für die höheren Sampleraten sowie für die Sampleraten 50 und 100 wie folgt aus:

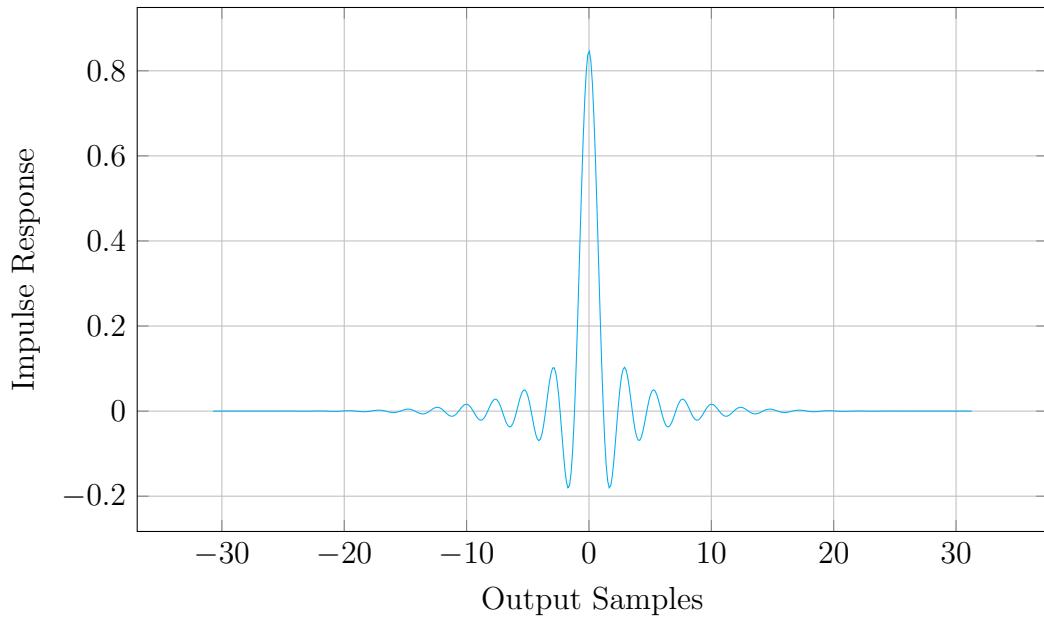


Abbildung 1: Impulsantwort bei Sampleraten ≥ 250 SPS

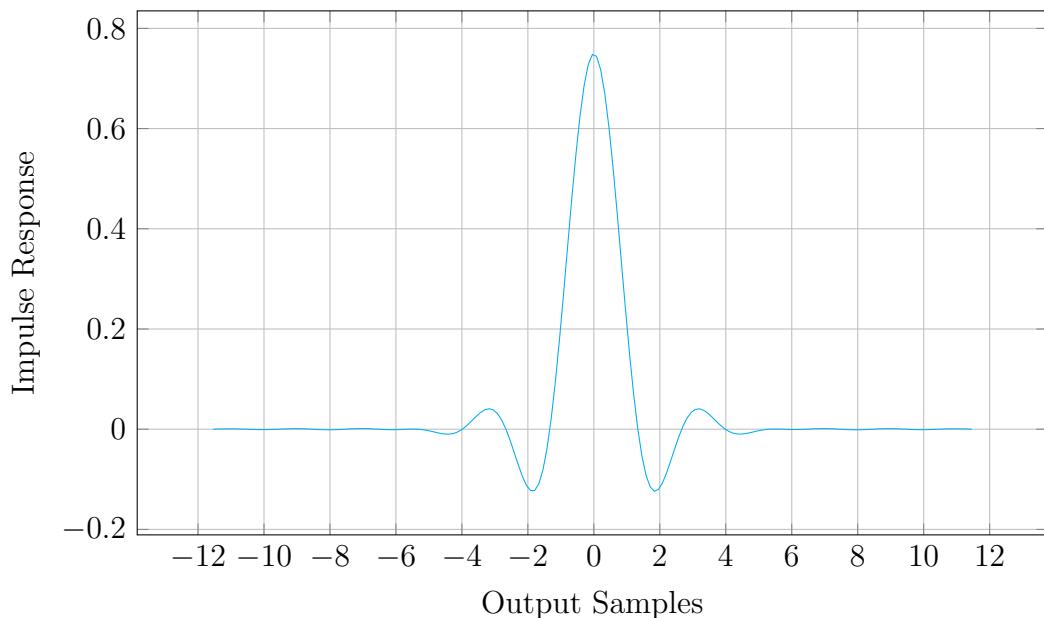


Abbildung 2: Impulsantwort bei Sampleraten < 250 SPS

7.2.2 Faltung zweier Filter

Im Bild die Darstellung die Impulsantwort des Linearphasigen Filters (in blau) und des Minimalphasigen Filters (in grün). Im Rekorder kommt ausschließlich der Linearphasige Filter zum Einsatz.

Wenn ein Minimalphasiger Filter gewünscht wird, kann man die aufgezeichneten Daten immer noch im Nachhinein mit einem Minimalphasigen Filter falten (im Bild grau). Das Ergebnis ist zwar nicht mit dem reinen Minimalphasigen Filter identisch, kommt dem aber sehr nahe.

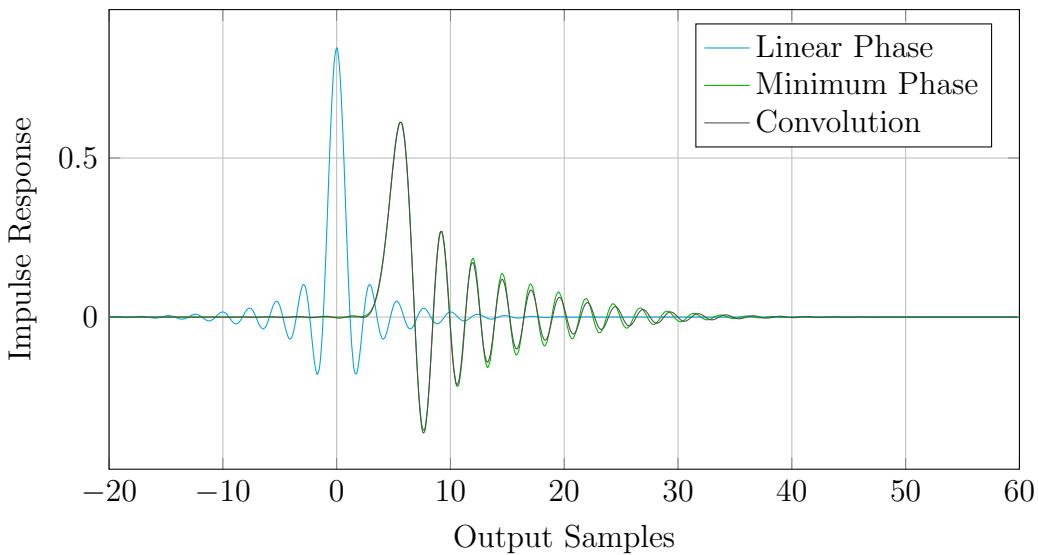


Abbildung 3: Faltung Impulsantwort Linearphasig und Minimalphasig

Nachfolgend die Sprungantwort des Linearphasigen (blau) und Minimalphasigen Filters (grün) sowie der Convolution beider Filter. Erneut ist die gute Übereinstimmung zwischen originalem Minimalphasigem Filter und der nachträglichen Faltung zu sehen.

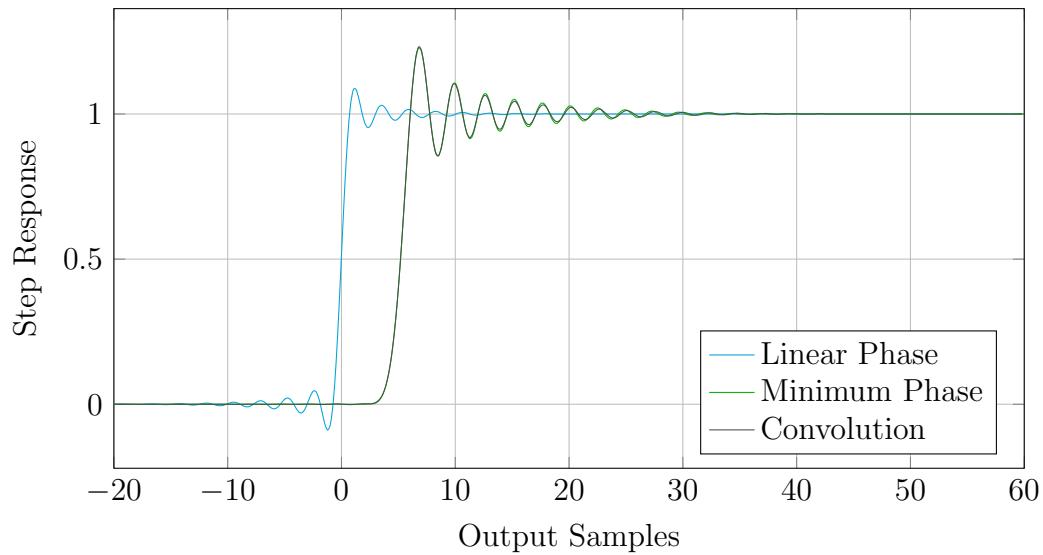


Abbildung 4: Faltung Sprungantwort Linearphasig und Minimalphasig

7.3 Frequently Asked Questions

Welche Software benötige ich? Sie benötigen 6d6-compat. Dieses Softwarepaket können Sie sich frei vom Git-Server herunterladen, siehe Seite 19. Mit dieser Software können Sie die Daten vom StiK oder SD-Karte herunterladen und in Ihr gewünschtes Zielformat konvertieren.

Welche Zielformate werden unterstützt? Momentan (16. April 2018) wird mSEED und Send2X unterstützt, SEED, SEG-Y und weitere Formate sind in Vorbereitung. Sollten Sie ein anderes Zielformat benötigen, sprechen Sie uns bitte an – wir möchten an dieser Stelle betonen, dass Ihre Mithilfe beim Open-Source-Paket „6d6-compat“ die Implementierung Ihres Wunschformates höchstwahrscheinlich beschleunigt...

Ich sehe unten rechts einen Stecker blinken - was heißt das? Der blinkende Stecker signalisiert, dass die Webseite nicht mehr aktualisiert wird, weil der Rekorder (oder der PC) nicht mehr im Netz ist: in diesem Fall müssen Sie die Netzwerkverbindung prüfen.



Leider ist beim Bergen des OBS die Batterie leer. Sind meine Daten futsch? Glücklicherweise nicht. Die Uhr des 6D6 ist mehrere Jahre batteriegepuffert und die Daten sind permanent mit Zeistempeln versehen. Sie können den 6D6 an eine Batterie anschließen, die Speicherplatte einlegen, GPS anschließen und im Nachhinein den Skew bestimmen.

Ich habe aus Versehen die SD-Karte formatiert. Sind meine Daten futsch? Ja.

Kann ich an einen Geophon-Vorverstärker ein Seismometer anschließen und umgekehrt? Ein klares Nein! Der Spannungsausgang eines Seismometers übersteigt den Eingangsspannungsbereich des Geophonvorverstärkers bei weitem. Andersherum erzeugt ein Geophon am Seismometereingang kaum sichtbare Daten.

Ich würde gerne Walgesänge / Eisgeräusche / Aliens aufzeichnen - geht das? Das wissen wir nicht. Wir können aber Vorverstärker-Platinen entwickeln, die Ihren Frequenzbereichen und Eingangsspannungen entsprechen.

Mein Sensor gibt die Daten per RS232 / SPI / Ethernet aus - geht das? Das kriegen wir hin.

Ich hätte gerne eine Atomuhr / CSAC – geht das? Ja, der Datenlogger ist modular aufgebaut, so dass wir auch CSAC unterstützen. Bedenken Sie aber, dass die CSAC alleine schon 125mW verbraucht, der Gesamtverbrauch sich also verdoppelt.

7.4 Bedeutung der LED-Farben

Grün Bereit zum Aufzeichnen.

Grün blinkend Betrieb im „continuous mode“, wartet auf Speichermedium.

Blaues Blinken Kommunikation läuft.

Grün-Magenta blinkend Recording läuft

Magenta Nicht bereit zum Recording (synchronisiert? Speichermedium? Betriebsspannung?)

Gelb blinkend Sollte Ihnen nicht begegnen. Während des Recordings kam es kurzfristig zu einem Ausfall (z.B. durch einen kurzen Spannungsabfall), der Datenlogger konnte aber mit der Aufzeichnung fortfahren. Schauen Sie in das Logfile.

Rot blinkend Sollte Ihnen nicht begegnen. Während des Recordings kam es zu einem schweren Fehler und die Aufzeichnung wurde nicht fortgeführt. Die Daten bis zum Auftreten des Fehlers wurden abgespeichert.

DATASHEET 6D6

POWER

Power system	Protected electronic resettable fuse design with low voltage disconnect and restart, reverse battery and short circuit protection, 9 to 24 Volt
Ultra-low power	125mW @ 4-channel continuous recording @ 1000sps 2.5W typical;
Communications	4-channel continuous recording @1000sps real-time Ethernet with data graphical displayed

SENSOR INPUTS

Channels	4, simultaneous sampling
Input Range	hydrophone/geophone: 1,25 Volt peak to peak
Sensitivity	seismometer: 40 V peak to peak 107,35 counts per μ V (2^{32} bit per 40 Volt)
Input Impedance	hydrophone: 50 M Ω geophone: 100 k Ω seismometer: 114,3 k Ω

TIMING

Timing system	Internal MCXO clock
Timing accuracy	0.02 ppm

DIGITIZER PERFORMANCE

Type	Proprietary sigma-delta
Filter type	Linear phase, shifted to Zero-Phase
FIR Filter delay	corrected in raw data
Dynamic Range	>142dB @ 100sps
Shorted input noise	140 nanoVolts RMS typical at 100sps
Sample rates	50, 100, 200, 250, 500, 1000, 2000, 4000 sps
Software gain	selectable 0.5 / 1 / 1.5 2 / 2.5 / 3 / 3.5 / 4
High Pass Filter	hydrophone only: 0.01Hz

INTERNAL DATA STORAGE

Standard	SDXC-Flash-card slot
External	StiK, pressure resistant to 12.000 m waterdepth

STORAGE CAPACITY

SD-card	up to 512GB (available in 2016, specified to 2TB)
StiK	up to 200GB (available in 2016, specified to 2TB)
Recording modes	start-stop or continuously triggered by storage hot-plugging
File system	proprietary

DATA RETRIEVAL

Data Download	media exchange
Media exchange	hot-plugging



CONFIGURATION

Communication	remotely using any web browser over WiFi or Ethernet
---------------	--

REAL-TIME DATA

Interfaces	Ethernet or WiFi
Data type	graphically displayed in web-browser

INTEGRATED USER INTERFACE

LED indicators	System status multi-colour LED
----------------	--------------------------------

CONNECTORS

Internal connector	14-pin for power and seismometer
External connector	50-pin for power, any type of sensors and communication

SENSOR SUPPORT

Sensor types	Broadband active and short period passive
Sensor power	Sensor power 9-25 V, switched on/off as required from recorder
Serial interface	Supports Nanometrics "Trillium compact"

ADDITIONAL LOGGING

Logged data	Power supply voltage Temperature GPS timing and channel parameters 16 housekeeping voltage inputs (10-bit) Configuration External Events
-------------	---

SOFTWARE

Operating system	Linux
Applications software	6d6-compat, open-source

ENVIRONMENTAL

Operating temp.	-10°C to +80°C
Storage temp.	-10°C to +80°C
Length	82 mm
Width	82 mm
Depth	80 mm
Weight	240 g

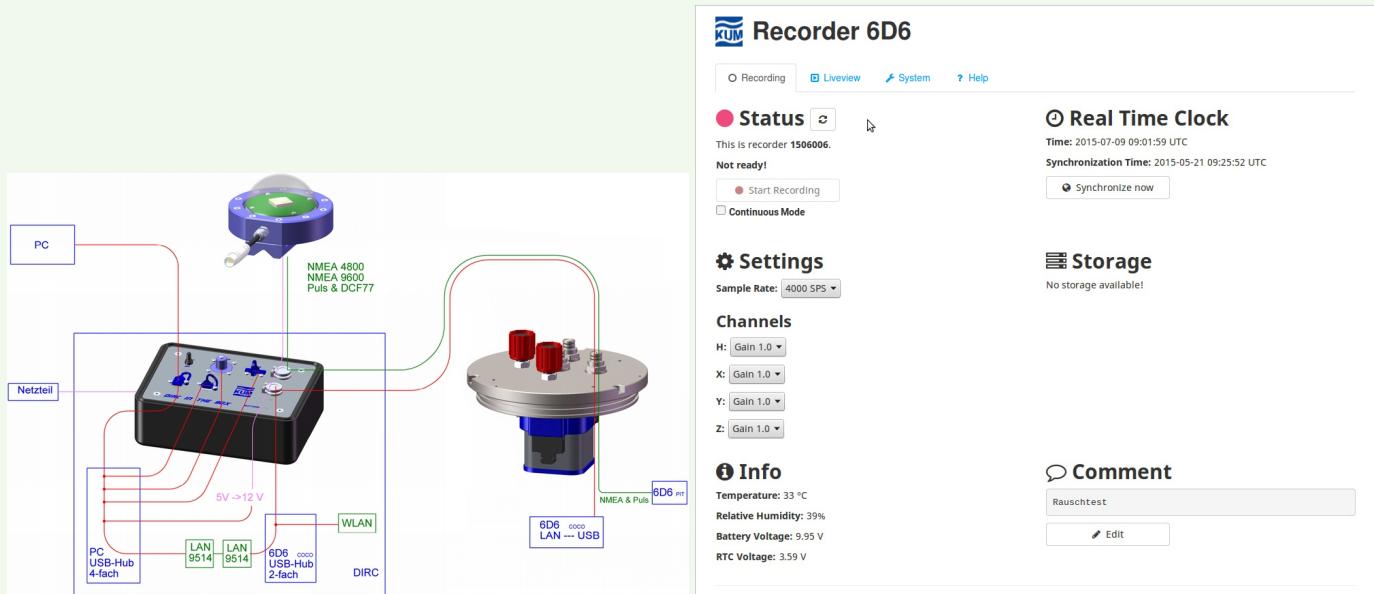
OPTIONS

channels upgradeable to multiples of 4
CSAC clock (but doubles power consumption)

Vor dem Einsatz

Kurzanleitung

Zur Beachtung: sollte das System anders reagieren als in dieser Kurzanleitung, brechen Sie ab und lesen Sie das Handbuch.

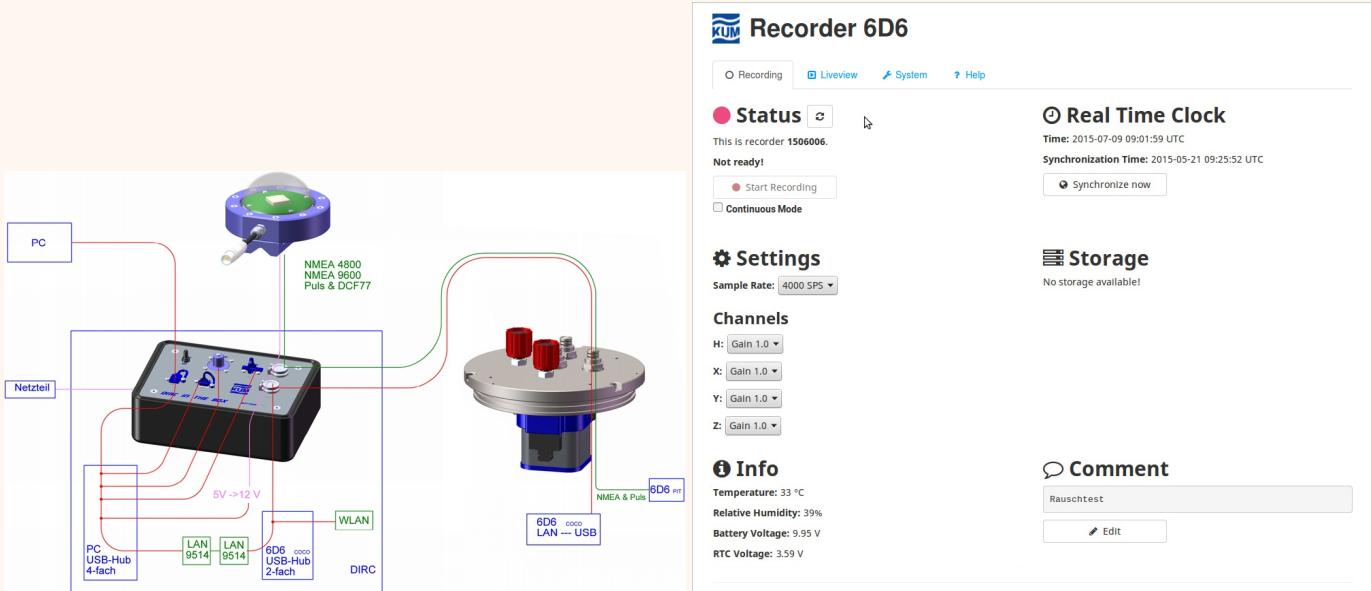


1. Schließen Sie UHURA an DIRC an.
2. Verbinden Sie DIRC über USB-B mit dem PC und schalten Sie DIRC ein. Das Netzteil zu DIRC ist nicht zwingend erforderlich.
3. Arretieren Sie den Datenlogger in der Aufnahme des Deckels.
4. Arretieren Sie über den internen 14-poligen Stecker die Batterie/das interne Seismometer.
5. Verbinden Sie den Druckrohrdeckel mit DIRC; Steckerbezeichnung "COM".
6. Nach ca. 30 Sekunden blinkt der Datenlogger kurz blau: der Webserver wurde gestartet und DIRC ist über einen USB-Ethernet-Adapter mit dem Datenlogger verbunden.
7. Der PC verbindet sich automatisch über Ethernet mit dem Webserver.
8. Starten Sie einen Browser und geben Sie die IP-Adresse „10.0.0.1“ ins Adressfeld ein. Sie sind nun mit dem Datenlogger verbunden.
9. Schließen Sie einen StiK oder eine SD-Karte an den Datenlogger an. Kapazität und eventuell vorhandene Daten werden im Bereich „Storage“ angezeigt.
10. Löschen Sie gegebenenfalls den Speicher und stellen Sie im Bereich „Settings“ Kanäle, Verstärkung und Samplerate ein.
11. Synchronisieren Sie den Datenlogger – achten Sie darauf, dass UHURA mindestens 15 min läuft.
12. Die „Status“-Anzeige steht jetzt auf grün. Falls nicht, brechen Sie ab und lesen Sie das Handbuch.
13. Sie können eine Aufzeichnung starten.
14. Überprüfen Sie, ob die Sensoren (Hydrophon und Seismometer) angeschlossen sind und funktionieren.

Nach dem Einsatz

Kurzanleitung

Zur Beachtung: sollte das System anders reagieren als in dieser Kurzanleitung, brechen Sie ab und lesen Sie das Handbuch.



1. Schließen Sie UHURA an DIRC an.
2. Verbinden Sie DIRC mit dem PC und schalten Sie DIRC ein. Das Netzeil zu DIRC ist nicht zwingend erforderlich.
3. Verbinden Sie den Druckrohrdeckel mit DIRC; Steckerbezeichnung“COM“.
4. Nach ca. 30 Sekunden blinkt der Datenlogger kurz blau: der Webserver wurde gestartet und DIRC ist über einen USB-Ethernet-Adapter mit dem Datenlogger verbunden.
5. Der PC verbindet sich automatisch über Ethernet mit dem Webserver.
6. Starten Sie einen Browser und geben Sie die IP-Adresse „10.0.0.1“ ins Adressfeld ein. Sie sind nun mit dem Datenlogger verbunden.
7. Kapazität und aufgezeichnete Daten werden im Bereich „Storage“ angezeigt, die „Status“-Anzeige blinkt.
8. Stoppen Sie die Aufzeichnung.
9. Synchronisieren Sie den Datenlogger – achten Sie darauf, dass UHURA mindestens 15 min läuft.
10. Entnehmen Sie den Speicher. Sie können den Datenlogger jetzt von DIRC trennen.
11. Schließen Sie den Speicher an DIRC an.
12. Starten Sie einen terminal und starten Sie „6d6copy“ um die Daten auf den PC zu laden.

8 WARNING – READ THIS FIRST!

All personnel involved with the installation, operation, or maintenance of the equipment described in this manual should read and understand the warnings and recommendations provided below.

WARNING

This manual is a reference book only. It does not claim completeness and refers to other literature in certain chapters. This manual cannot and shall not substitute an instrument introduction through an expert. Programming and deployment of an autonomous deep-sea instrument is an utmost complex affair and require the detailed know-how of all components and their composition in order to guarantee successful operation. That's why we expressly recommend that solely trained personnel shall operate and maintain the instruments.

Static Sensitive Devices

This equipment contains devices that are extremely sensitive to static electrical charges. Therefore extreme care should be taken when handling them, as static electricity may be present on the body and clothing. Normal handling precautions involve the use of anti-static protection materials and grounding straps for personnel.

High Voltages

High Voltage may be present in all parts of the Datalogger 6D6 . Use caution when the electronics are removed from their containers for servicing.

Improper Line Voltage

Operation with improper line voltage may cause serious damage to the equipment. Always ensure that the proper line voltage is used.

Hardware Variations and Compability

The Datalogger 6D6 contains both standard and proprietary hardware. At times K.U.M. may change the standard components due to their availability or performance improvements. Although the component manufacturers, along with their models and styles may change from unit to unit, replacement components will generally be interchangeable. K.U.M. will make every effort to see that replacement components are interchangeable. K.U.M. may also change certain hardware per customer requirements. Therefore, portions of this manual, such as parts lists and test features, are subject to change.

These sections should be used for reference only. When changes are made that affect Datalogger 6D6 operation, they will be explicitly noted.

Purpose of this Manual

The purpose of this manual is to provide the user with information on the setup, operation, care, and features of the Datalogger 6D6 . Although this manual encompasses the latest operational features of the Datalogger 6D6 , some features of the Datalogger 6D6 may be periodically upgraded. Therefore the information in this manual is subject to change and should be used for reference only.

Warnings, Cautions, and Notes

Where applicable, warnings, cautions, and notes are provided in this manual as follows:

WARNING!

Identifies a potential hazard that could cause personal injury or death to yourself or to others.

CAUTION!

Identifies a potential hazard that could be damaging to equipment or could result in the loss of data.

NOTE:

Recommendations or general information that is particular to the material being presented. It may also refer to another part of this manual or to another manual.

Liability

K.U.M. has made every effort to document the Datalogger 6D6 in this manual accurately and completely. However, K.U.M. assumes no liability for errors or for any damages that result from the use of this manual or the equipment it documents. K.U.M. reserves the right to upgrade features of this software and to make changes to this manual without notice at any time.

Warranty statement

All equipment manufactured by K.U.M. is warranted against defective components and workmanship for a period of one year after shipment. Warranty repair will be done by K.U.M. free of charge. Shipping costs are to be borne by the customer. Malfunction due to improper use is not covered in the warranty, and K.U.M. disclaims any liability for consequential damage resulting from defects in the performance of the equipment. No product is warranted as being fit for a particular purpose, and there is no warranty of merchantability. This warranty applies only if:

- The items are used solely under the operating conditions and in the manner recommended in Seller's instruction manual, specifications, or other literature.

- The items have not been misused or abused in any manner, nor have repairs been attempted thereon without the approval of K.U.M. Customer Service.
- Written notice of the failure within the warranty period is forwarded to Seller and the directions received for properly identifying items returned under warranty are followed.
- The return notice authorizes Seller to examine and disassemble returned products to the extent Seller deems necessary to ascertain the cause for failure.

The warranties expressed herein are exclusive. There are no other warranties, either expressed or implied, beyond those set forth herein, and Seller does not assume any other obligation or liability in connection with the sale or use of said products. Any product or service repaired under this warranty shall be warranted for the remaining portion of the original warranty period only.

Equipment not manufactured by K.U.M. is supported only to the extent of the original manufacturer's warranties.

Returned Material Authorization

Prior to returning any equipment to K.U.M., a Returned Material Authorization (RMA) number must be obtained. The RMA will help us identify your equipment when it arrives at our receiving dock and track the equipment while it is at our facility. The material should be shipped to the address provided in the K.U.M. Customer Service section. Please refer to the RMA number on all documents and correspondences as well. All returned material must be shipped prepaid. Freight collect shipments will not be accepted.

CAUTION! Never attempt to ship portable topside units in their storm case alone. Although rugged, these cases are not intended to be used as shipping containers, and the delicate internal components could be damaged if used in this manner.

All shipments must be accompanied by a copy of your proforma invoice, showing the value of the material and the reason for its return. When shipped from outside the European Union: If the reason is for repair, it must be clearly stated in order to move through customs quickly and without duties being charged. Whenever possible, please send copies of original export shipping documents with the consignment.

Final Disposal

The Datalogger 6D6 contains materials (especially batteries) that need proper disposal. Please contact customer service if your local disposal contractor is in doubt.

Customer Service

Customer service personnel at K.U.M. are always eager to hear from users of our products. Your feedback is welcome, and is a valuable source of information which we use to continually improve these products. Therefore we encourage you to contact K.U.M. Customer Service to offer any suggestions or to request technical support:

E-mail: office@kum-kiel.de

Mail: K.U.M. GmbH

Wischhofstr. 1-3, Geb. 15

24148 Kiel

Germany

Fon +49-431-72092-20 Fax -44

For more information please go to www.kum-kiel.de.