

Anmerkungen zum Multiplex Sensor Bus (MSB®)

von Helmut Stettmaier

Version 2.03, Stand: 15. Feb. 2012

Zusammenfassung

- 5 Dies ist eine Neufassung meiner Erkenntnisse und Anmerkungen zum Multiplex-Sensor-Bus (Erst-Veröffentlichung: 2010). Ich liefere Zusatzinformationen, Tipps sowie Hinweise, wo ich das beste Verbesserungspotential sehe. Sie finden ergänzende Erläuterungen zu diesem Bus aus der Sicht eines Informatikers, die dem Verständnis der aktuellen MSB-Spezifikation dienlich sein können. Ich werde die MSB-Spezifikation in diesem Aufsatz nicht wiederholen, bitte besorgen Sie sich dieses Dokument von Fa. Multiplex. Die vorliegende Version dieses Aufsatzes berücksichtigt eine erste Durchsicht der Version 2 der o.g. MSB-Spezifikation.
- 10 Ferner biete ich ein einfaches MSB-Analyse-Programm für den PC an.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Technische Beschreibung des MSB.....	2
	2.1 Physikalische Schicht.....	2
	2.2 Datenschicht.....	3
	2.2.1 Sensor-Seite	3
	2.2.1.1 Adressierung.....	3
	2.2.1.2 Datenblöcke.....	4
	2.2.1.3 Datenabfragezyklus.....	4
	2.2.1.4 Etc.....	4
	2.2.2 Anzeigen-Seite.....	4
	2.3 Logische Schicht.....	5
	2.3.1 Adressierung, Anzeige-Plätze.....	5
	2.3.2 Semantik der Daten.....	6
	2.3.2.1 Klassen (=Formate & Benennungen).....	6
	2.3.2.2 Auflösungen.....	6
	2.3.2.3 Benennungen.....	6
	2.3.2.4 Wertebereiche.....	7
	2.4 Anwendungsschicht.....	7
	2.4.1 Namen für Werte ("Symbolische" Adressen).....	7
	2.4.2 Alarme.....	7
	2.4.3 Nicht-numerische Anzeigen.....	7
	2.4.4 Wechselnde Anzeigen.....	8
	2.5 Vorschläge für Erweiterungen und Verbesserungen.....	8
	2.5.1 Verbesserungen im Sender.....	8
	2.5.2 Neue Sensoren.....	9
3	Anhänge.....	10
	3.1 kMSB - Ein Windows-Konsol-Programm für den MSB.....	10
	3.2 Literaturverzeichnis.....	12
	3.3 Copyright, Patentlage, Markenrecht.....	12
	3.4 Glossar.....	12

1 Einleitung

Eines möchte ich ganz am Anfang klar herausstellen: Es handelt sich um Kommentare eines zufriedenen MULTIPLEX-Kunden. Das heißt nicht, dass ich alles und jedes mir genau so und nicht anders wünsche wie es aus dieser RC-Schmiede kommt, aber insgesamt fühle ich mich als RC-Modellflieger bei dieser Firma bestens aufgehoben.

Mit diesem Bus werden im gesteuerten Modell (also "oben") Daten von den Sensoren zum M-Link-Em-

15 pfänger übertragen um von diesem dann "nach unten" gefunkt zu werden. Fa. Multiplex hat Anfang Dezember 09 eine erste Version seines M-LINK-Sensorbus veröffentlicht - ich finde das nützlich und gut. Anfang 2012 ist eine erweiterte Version dieser Spezifikation veröffentlicht worden.

Mit großer Befriedigung habe ich zur Kenntnis genommen, dass auch der Konkurrent ACT sich entschieden hat, "oben" für die Übertragung der Sensorwerte ebenfalls den MSB zu verwenden - eine richtige Entscheidung (sofern jemanden meine Meinung dazu interessiert...).

20 Derzeit werden heruntergefunktete Daten fast ausschließlich im Sender-Display numerisch angezeigt. Meine praktische Erfahrungen zeigen den geringen praktischen Wert solcher Anzeigen, sie müssen um praxisnähere Methoden ergänzt werden. Es ist der ausdrückliche Wunsch seitens Fa. Multiplex dass die Schnittstelle zwischen HF-Modul und Sender- μ Computer nicht offen gelegt wird. Ich finde das aus meiner Sicht natürlich bedauerlich, aber die Gründe bei Fa. Multiplex sind zu respektieren und ich werde hier fast nicht auf diese Schnittstelle eingehen. Das gleiche gilt für die (zweite) Schnittstelle, die Fa. Multiplex inzwischen auf dem

25 HFM-4 für die Ausgabe von Telemetriedaten eingerichtet hat: Die wird nicht offen gelegt und ich kümmere mich nicht darum (Die 3,3 V-Versorgung an dieser Schnittstelle wird vom Spannungsregler des HFM-4 geliefert - wenn da ein weiterer Verbraucher zu viel Strom zieht fällt ein Flugmodell runter).

Ich erlaube mir jedoch, Fragen zu stellen, Probleme aufzuzeigen und Ergänzungen bzw. Verbesserungsvorschläge anzubringen wenn ich glaube, sie könnten nützlich sein. Die Funkstrecke wird hier nicht beleuchtet.

30 Sehr oft wird angemerkt werden, dass Multiplex eine „einfache“ oder „die einfachste“ Methode zur Lösung irgendwelcher Aufgaben gewählt hat -dies ist auf keinen Fall abwertend zu verstehen, fast immer ist die einfachste auch die beste Lösung. Die Telemetrie, so wie sie in absehbarer Zeit im Modellbau betrieben wird, ist mit einfachsten Methoden durchführbar. Nur selten ist mir die MSB-Lösung „zu einfach“, wenn die Flexibilität darunter leidet. Darauf komme ich im Folgenden zurück.

35 Mir ist bekannt geworden, dass die MSB-Spec. erweitert werden soll, aber ich kenne noch keinerlei Details.

2 Technische Beschreibung des MSB

"Oben" im Modell (MSB) handelt es sich um einen Halbduplex-Eindraht-Bus; die Datenformate erlauben das Lesen von bis zu 16 Messwerten (im Klartext: Es sind 4 Bits für die Adresse eines Messwertes vorgesehen). Ein Sensor kann durchaus mehrere Werte abliefern und damit mehrere Adressen "verbrauchen". Das

40 Problem der Adressen-Zuteilung an Sensor-Werte und damit die Vermeidung der Kollision von Datenblöcken wird gelöst durch statische, manuelle Zuweisung: Der Benutzer muss mit einem Multimate[®] oder vom PC aus jedem zu übertragenen Sensorwert "seine" Adresse zuordnen wenn er aus irgendeinem Grund nicht mit den Voreinstellungen zurecht kommt. Dieses Verfahren ist simpel, leicht überschaubar, aber nicht "Plug'nPray".

45 Aktoren (Servos, ...) kann man mit diesem Bus nicht steuern.

Eine einfache Telemetrie-Übertragung für Modelle besteht, sehr vereinfacht dargestellt, aus 4 Schichten, die im Folgenden skizziert sind. Eine Zuordnung der Schichten zum OSI-Modell ist nicht beabsichtigt.

In den unteren Schichten sind Sensor- und Anzeige-Seite fein säuberlich getrennt, in der logischen Schicht jedoch wird das ganze System betrachtet, auf der einen Seite physikalische Werte, auf der anderen Seite der

50 Wunsch, sie darzustellen; hier müssen Werte/Anzeigen, Benennungen, Darstellungsformate zusammenpassen.

Der "natürlichen" Leseweise folgend sind die Datenübertragungen von "low" (physikalische Schicht) nach "high" beschrieben.

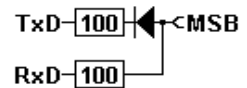
2.1 Physikalische Schicht

55 In dieser Schicht werden die physikalischen, elektrischen Eigenschaften des Übertragungsmediums und die Übertragung von Bytes beschrieben. Eine noch detailliertere Einteilung in Leitungs- und Bytes-Ebenen lohnt sich hier nicht.

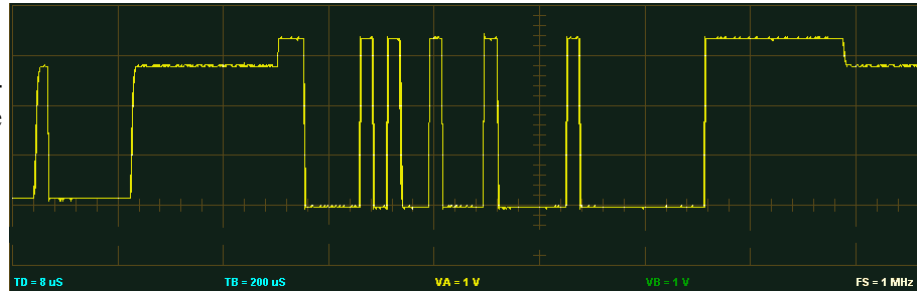
Sensor-Seite:

60 Im gesteuerten Modell werden die Sensoren mit dem M-LINK-Empfänger über eine 3-Adern-Leitung verbunden, dem "eigentlichen" MSB (nur eine Ader für die Signale, daher die Bezeichnung 1-Draht-Bus).

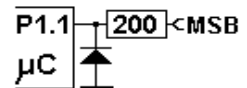
Die elektrischen Eigenschaften sind, soweit in der Spezifikation angegeben, unspektakulär. Auf welche Weise das gerade sendende Modul seine Bytes auf den Bus schreiben soll ist nicht spezifiziert. Die Open-Drain-Technik ist weit verbreitet; der USB-MSB-Adapter (#85149) hat als Bus-Interface die rechts angegebene, zur Open-Drain-Technik vergleichbare simple Schaltung, die einen VDD-Widerstand erfordert, der im Adapter nicht eingebaut ist. Dieser Widerstand ist in der Spezifikation nicht angegeben - er beeinflusst die maximal mögliche Leitungslänge und Datenrate. Es ist auch möglich, einen Push-Pull-Ausgang an den Bus anzuschließen - man muss halt darauf achten, dass er in den Sendepausen wirklich hochohmig ist, nicht einfach nur auf "high"-Level.



Das Oszillogramm zeigt, wie über den USB-MSB-Adapter eine Adresse auf den MSB ausgegeben wird (links, eine 2, die fallende Flanke des Start-Bits unterschlägt das Oszilloskop) und wie der Vario-Sensor dann mit der Höhe antwortet (Mitte und rechts, die Adresse 2 und die Klasse 8, dann den Wert 2 ohne Alarm).



Das Bild offenbart: Der Sensor benützt eine Push-Pull-Stufe, die er unmittelbar vor seiner Ausgabe ein- und kurz danach nach wieder hochohmig schaltet. Da der Adapter keinen Pullup-Widerstand hat muss der High-Pegel (2,8 V) aus dem Sensor kommen, die im benützten μ Controller verbauten Pullup-Widerstände sprechen dafür; vermutlich aktivieren alle Sensor- μ Controller ihre Pullup-Widerstände wenn sie passiv sind, das führt zu maximal 16 aktiven Pullup-Widerständen gegen die ein sendernder μ Controller einen Low-Pegel erzeugen muss.



Dies ist die Standard-Schutzbeschaltung des Spannungs-Sensors (die Diode könnte auch eine Z-Diode sein, das sieht man am geöffneten Gerät nicht):

Jeder μ Controller, der mit einen Hardware-UART auf den Bus schreibt, kriegt das eben Gesendete sofort wieder in seinen Receiver zurück, er kann also eine Datenkollision (mehrere Einheiten senden gleichzeitig) durch Vergleich erkennen. Ein anderes Modul als das gerade sendende, z.B. der Master, kann das nicht. Da die UARTs in den mir bekannten Sensoren mittels Software implementiert sind können sie das eventuell ebenfalls nicht. Es geht aus der Spezifikation nicht hervor, ob Übertragungsfehler "gesucht" werden. Da der Anwender z.B. durch fehlerhafte Adresszuteilungen Datenkollisionen herbeiführen kann muss er aufpassen. Die Schutzbeschaltungen verhindern zwar ein "Abrauchen" der Elektronik, aber ein Fehler durch Doppelbelegungen von Sensoradressen kann nur am "Datensalat" erkannt werden.

Ich hätte mir noch Angaben zu maximalen Längen, Leitungskapazitäten, Widerständen etc. in der Spezifikation gewünscht, aber vielleicht bin ich nur zu pingelig. In diesem Zusammenhang wundert mich auch, dass im Byte-Format keine Verprobung vorgesehen ist - umso mehr als es auch in der Datenschicht nichts derartiges gibt.

Die Bus-Topologie (ein Stern) ist anspruchslos - die Sensor-Einheiten werden linear verstöpselt, wenn das nicht passt kann man auch V-Kabel nehmen. Das ist einfach und flexibel.

2.2 Datenschicht

In dieser Schicht wird beschrieben, wie die einzelnen Bytes in Blöcken organisiert werden, die genug Informationen enthalten um eine vollständige Interpretation der Daten zu ermöglichen. Ebenso wird hier beschrieben, wie die Blöcke ausgetauscht werden.

2.2.1 Sensor-Seite

2.2.1.1 Adressierung

Egal wie die Datenblöcke ausgetauscht werden, stets muss für jeden Datenblock klar sein, wo er herkommt - dafür dient die "Adresse". Wo die Daten hingehen sollen ist beim MSB trivial, muss also nicht angegeben werden. Es gibt hierfür eine Reihe von Verfahren (auch ziemlich "schräge" 😊), Multiplex hat sich für das einfache, sichere Mit-Übertragen der Adresse in jedem Datenblock entschieden. Diese Adressen sind sowohl

auf der Sensor- als auch der Anzeigen-Seite in den Datenblöcken enthalten. Man hat 4 Bits für die Adresse vorgesehen, kann also bis zu 16 verschiedene Sensoren an den MSB anschließen - es ist möglich und üblich, mehrere Sensoren in jeweils ein Gerät einzubauen, das dann mehrere MSB-Adressen belegt. Heute erscheint das ausreichend, aber wer weiß, auf was für verrückte Ideen manche Anwender oder Sensor-Bauer kommen, so dass die 4 Bits eventuell knapp werden können.

Adressen müssen eindeutig sein, das liegt auf der Hand. Es gibt im IT-Bereich recht komplexe Verfahren (die, wenn sie mal wieder nicht funktionieren, so richtig Ärger machen...) um einem Gerät, das an einen Bus angeschlossen wird, eine Adresse zuzuteilen. Wenn dies beim Anschließen des Gerätes oder beim Einschalten des Busses oder sogar während des Betriebes passiert nennt man die Zuordnung "dynamisch"; wenn die Adressen auf irgendeine andere Weise außerhalb des eigentlichen Betriebes zugeordnet werden, und sich während des Betriebes nicht ändern, dann nennt man die Zuordnung "statisch". Beide Verfahrensarten haben Vor- und Nachteile: Das komfortable "Plug and Play" funktioniert nur mit dynamischer Zuteilung, die statische Zuteilung ist jedoch um Größenordnungen simpler. Beispiel: Früher, als ich noch jung war, das ist schon einige Zeit her, gab es für die statische Einstellung von Magnetband-Laufwerk-Adressen (!) kleine "DIP-Schalter" oder auch "Mäuseklaviere", mit denen man einem ausgeschalteten Gerät eine Adresse "verpassen" konnte - ein statisches Verfahren. Das waren noch Zeiten... Es gibt mindestens einen für den MSB entwickelten Sensor, der so (mit einem Drehschalter anstelle des Mäuseklaviers) funktioniert. Aufgrund der geringen Komplexität und dem recht einfachen Aufbau des MSB ist die Entscheidung von Fa. Multiplex für ein statisches Verfahren durchaus nachvollziehbar. Die statische Adressen-Zuordnung hat jedoch auch Nachteile:

- Der Benutzer muss sie explizit vornehmen wenn er mit den Fabrik-Voreinstellungen nicht zurecht kommt und er kann Fehler dabei machen - jetzt sag' ich's explizit: Es ist nicht vorgesehen dass man mehreren Sensoren die gleiche Adresse zuordnet, denn dann würden sie gleichzeitig auf den Bus geschrieben und die Daten dadurch verstümmelt werden. Und...
- man braucht (meistens) ein Konfigurations-Gerät dazu, ein Multimate (auf dem neuesten Stand) oder einen Windows-PC mit einem USB→MSB-Adapter oder aber einen guten Fachhändler der's macht.

2.2.1.2 Datenblöcke

Die Blöcke sind kurz (1 oder 3 Bytes), das Block-Trennzeichen ist die Pause, ein übliches Verfahren. In der aktuellen Version 2 der Spezifikation gibt es nur 1-Byte und 3-Byte-Blöcke. Eine Abfrage vom M-Link-Empfänger erfolgt mit einem 1-Byte-Block, die Antwort der Sensoren ist 3 Bytes lang. Sensoren müssen die Länge von Abfrage-Blöcken (1 Byte) auch zu prüfen.

In der aktuellen Version 2 der Spezifikation ist nun auch die minimale und maximale Länge dieser Pause („Idle Line Timeout“) angegeben; das Minimum ist 256 μ s (fast genau die Zeit in der ein Byte übertragen wird), aber die maximale Angabe ist mir nicht ohne weiteres verständlich: muss der Slave nach spätestens dieser Zeit (gut 2 Byte-Längen) mit der Antwort beginnen oder kann man erst nach dieser Zeit sicher sein, dass ein Idle Line Ereignis vorliegt. Vielleicht hab' nur ich's nicht verstanden.

2.2.1.3 Datenabfragezyklus

Der M-LINK-Empfänger fragt ca. alle 6 ms einen Sensorwert ab; es werden stets auch solche Sensoradressen abgefragt für die gar kein Sensor angeschlossen ist. Damit wird jeder Sensor etwa alle 90..100 ms abgefragt (10 mal pro Sekunde → Abfragerate \approx 160 Werte/s, je Sensor \approx 10 Werte/s).

2.2.1.4 Etc.

Mir ist nicht bekannt, was passiert, wenn 2 M-LINK-Empfänger gemeinsam betrieben werden und an jeden der beiden Empfänger Sensoren angeschlossen werden. In der MSB-Spezifikation steht dazu nichts.

2.2.2 Anzeigen-Seite

Aktualisierungsrate: Überraschend ist, dass "unten" die Pausen zwischen den Datenblöcken deutlich größer sind als "oben". Das HFM4 sendet ca. 40 Werte/s zur Anzeige (das ist die Aktualisierungsrate) - vergleichen Sie dies mit der Abfragerate von ca. 160 Werte/s. Ich habe beobachtet, dass selbst wenn "oben" nur 4 Sensorwerte erzeugt werden (2 im M-LINK-Empfänger und 2 vom Spannungs-Sensor) "unten" nicht alle Daten

160 vom HFM4-Modul ausgegeben werden, auch wenn dies bei der Aktualisierungsrate noch möglich wäre: Es kommen immer noch "Null-Blöcke" ohne Daten aus dem HFM4 heraus.

165 Solange die Messwerte im Display landen und höchstens das Vario in seiner ganz besonderen Art und Weise piepst wird man die verringerte Aktualisierungsrate kaum bemerken. Wer jedoch eigene Geräte (Sensoren, Anzeigen) entwickeln will muss hier unbedingt beachten, dass *keinesfalls alle* Daten, die über den MSB gehen, auch "unten" ankommen, auch nicht bei fehlerfreier Funkstrecke. Lange Datenblöcke können also nicht so einfach sequenziell aufgeteilt übertragen werden. Wenn man bei eigenen Sensoren/Anzeigen eine hohe Aktualisierungsrate braucht kann man sich evtl. mit einem ganz besonders fiesen Trick behelfen und den (Eigenbau-) Sensor seinen Wert über mehrere Adressen auf den Bus senden lassen und hoffen, dass er dann auch öfter übertragen wird (das macht natürlich nur Sinn wenn der Wert nicht auf dem Display abgelesen werden soll). Nun gut, inzwischen kann man *einen* Kanal priorisieren, der wird dann bevorzugt übertragen.

170 2.3 Logische Schicht

In der logischen Schicht des Protokolls kommt es darauf an, wie die von einem Sensor gelieferten Daten korrekt angezeigt werden. Es muss also festgelegt werden wie ein Sensor "sagt, was er misst" und die Anzeige "weiß, wie sie damit umzugehen hat".

2.3.1 Adressierung, Anzeige-Plätze

175 Aus der Datenschicht ist die vergebene Adresse eines Sensors bekannt. Es ist zwar nicht die reine, wahre Lehre, aber diese Information wird bei Multiplex dazu verwandt, die Stelle im Display festzulegen, an der der Wert dargestellt wird (Sensor n auf Anzeigeplatz n). Es werden jeweils bis zu 3 Werte gleichzeitig auf bis zu 5 "Seiten" angezeigt und es liegt beim Benutzer, durch geschickte Adressenzuteilung die bestmögliche Aufteilung zu finden. Einen Anzeigeplatz für den Sensor mit Adresse 15 gibt es nicht - damit ist die Anzahl der *sinnvoll* anschließbaren Sensoren auf 15 beschränkt. Wer Telemetrie mit dem Cockpit-SX-Sender betreibt kann nur 8 Sensor-Adressen benützen (0..7) und zu jeder Zeit nur einen anzeigen.

185 Schon einfachste Beispiele zeigen, dass solche Adressen-Verteilungen Modell-spezifisch sind, damit muss man umgehen. Die meisten Sensoren sind mehr oder weniger fest in ein bestimmtes Modell eingebaut und können daher auch modellspezifisch parametrisiert werden (z.B. Adressenzuteilung). Lediglich teure Sensoren, wie der M-LINK-Empfänger selbst oder das Vario, werden öfters umgebaut und sind dann evtl. nicht optimal mit Adressen versehen.

Das mag jetzt weit hergeholt klingen, daher will ich ein Beispiel angeben:

190 Meine beiden kleineren Segler haben eine einfache Stromversorgung und folgende Anordnung der Adressen liegt nahe: 0: Empfängerspannung, 1: LQI, 2: Höhe (das sind die Werte, die ich gelegentlich *ablese*, die anderen Werte lasse ich mir auf andere Weise anzeigen). Der Flamingo hat jedoch eine doppelte Stromversorgung und die Empfängerspannung des M-LINK-Empfängers wird unwichtig und durch 2 Werte eines Spannungssensors ersetzt. Also: U_1 auf 0, U_2 auf 1 und auf 2 kommt die Höhe oder der LQI. Man muss also den Empfänger umparametrisieren. Weiterhin sollte man beachten, dass man während des Fluges sicherlich nicht ohne weiteres Display-Seiten umschalten kann denn da schaut man zu lange vom Modell weg, dass also die

195 3 als wichtig erachteten Werte gemeinsam angezeigt werden müssen.

Das Umparametrisieren ist nicht optimal, über mehrere Display-Seiten verteilte „wichtige“ Anzeigen auch nicht. Natürlich wünscht man sich beim Sender die Möglichkeit, die Verteilung der Werte auf die Anzeigenplätze Modell-spezifisch zu beeinflussen - dazu später mehr.

200 Es kursierte schon die erste Liste im Internet, in der die Messwerte fein säuberlich nach Anzeigeplätzen sortiert aufgezählt/empfohlen werden - für alle Modelle. Ein Sensor-Gerät (nicht von Multiplex) soll's sogar geben, bei dem man angeblich die Adressen gar nicht umstellen *kann!*

205 Hallo! Geht's noch? Das kann's doch nicht sein! Ich such' doch nicht auf 5 Display-Seiten nach den wichtigsten Werten weil ich die Flexibilität, die M-LINK bei der Anzeige bietet, vergeudet habe! Nochmal: Die 3 mir als wichtigste erscheinenden Werte kommen auf Seite 1 (Adressen/Anzeigeplätze 0..2). Nur die lese ich (selten) ab. Was anders dargestellt wird (derzeit nur das Vario) brauch' ich nicht *ablesen*, das kommt woanders hin. Mehr noch: Werte, die mich erst interessieren, wenn's einen Alarm gibt, brauch' ich doch nicht auf Seite 1, oder? Die ROYALpro schaltet die Anzeige um wenn ein Alarm kommt. Diesen Komfort muss man *ausnutzen* und solche Werte auf Seite 2^{ff} "legen".

210 Wenn es möglich wäre, die Verteilung der angezeigten Werte auf die Anzeigenplätze im Sender zu beeinflus-
sen (wohl gemerkt: Modell-spezifisch), dann könnte man sich solche Listen erlauben - mehrere Listen je
nach Model-Art: Für Segler gäbe es sinnvolle Adressen-Verteilungen (evtl. sogar die feste Verteilung im
WSTech-Vario), für E-Motormodelle oder Turbinen-Modelle andere. Aber der Benutzer ist in der Lage, für
jedes Modell sich die ihn am meisten interessierenden Daten auf Seite 0 zu „legen“.
215 Ok, das geht nicht, damit muss man leben, dann aber bitte nicht die verbleibende Flexibilität leichtfertig
vergeuden indem man für einen komplexen Sensor keine Möglichkeit zum Adressen-Wechsel vorsieht!

2.3.2 Semantik der Daten

220 Zwischen Sensor und Anzeige muss vereinbart werden welche Bedeutung ein gemessener und übertragener
Wert hat; auch hier gibt es statische und dynamische Vorgehensweisen. Die allereinfachste Methode wäre,
die Semantik durch *Verabredung* festzulegen: Im Datenblatt des Sensors steht "Das Ding misst die Steigrate
in m/s" und dies wird für die Anzeige dann "irgendwie" manuell eingetragen - oder es wird gar nichts ge-
macht und der Benutzer muss sich das einfach *merken*.

Oder es wird mit dem Wert ein Code übertragen, der die Semantik des gemessenen Wertes spezifiziert.

225 Multiplex hat sich zum Teil für die einfachste statische Methode entschieden: Ein Code definiert physikali-
sche Einheit und das Format des gemessenen Wertes, aber *das was* gemessen wird muss sich der Benutzer
merken. Dies ist leider nicht besonders flexibel: Es gibt nur die von Multiplex definierten Datenarten und
-Formate (siehe "Klassen" im Anschluss), es bleibt wenig Raum für eigene Überlegungen, die nicht mehr
oder weniger zufällig in das Multiplex-Schema passen. Ein paar mehr Details dazu:

2.3.2.1 Klassen (=Formate & Benennungen)

230 Das für den (fixen) Semantik-Code vorgesehene Feld ist 4 Bits groß und wird *immer* zusammen mit den
Daten übertragen. Die 4 Bits erlauben bis zu 16 Werte - "Klassen", wie man bei Multiplex sagt (die 0 ist
anders vergeben, also sind's nur noch 15). Eine Klassendefinition legt die 2 wichtigsten Komponenten einer
Messwert-Semantik fest: Physikalische Benennung und Auflösung/Zahlenformat. 13 der Klassen sind schon
definiert, 2 können noch festgelegt werden. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt wirklich (und nur) in
der Einfachheit: Man muss im Sender nichts tun und kriegt alles angezeigt.

235 Die Klassen und damit auch die Auswahl an Werten und die zugehörigen Anzeigeformate sind zwischen
Sensor und Anzeige fest verabredet. Das klingt trivial, aber die Betonung liegt auf dem Wörtchen "fest":
Man kann sie nicht ändern. Wenn eine der beiden letzten freien Klassen definiert wird, wohl aufgrund der
Einführung eines neuen Sensors, braucht's einen Update des Senders; dynamisch änderbare Klassen würden
ein gehöriges Plus an Flexibilität bringen. Über dynamisch änderbare Klassen denkt man aller spätestens
240 nach, wenn die beiden letzten Klassen-Codes verbraucht sind und der Wunsch nach mehr aufkommt. Und
das kann eher passieren als einem lieb ist.

2.3.2.2 Auflösungen

245 Leider hat man insbesondere bei der Festlegung der meisten Auflösungen offensichtlich nur an eine be-
stimmte Anwendung gedacht und die Universalität zu sehr vernachlässigt: Spannungen sollen oft mit wesent-
lich feinerer Auflösung als 0,1V gemessen werden, wenn's nicht gerade der Antriebsakku ist. Ebenso
wünscht man sich auch beim Strom oft eine feinere Auflösung als 0,1A, z.B. in kleineren Segelflugmodellen.
Mit Auflösungen im 10mV- und 10mA-Bereich wäre mehr zu erreichen, zumal die dann noch möglichen
Wertebereiche von ± 160 V bzw. A nach heutigem Ermessen auf jeden Fall ausreichen. Allerdings wurde mir
entgegengehalten, dass (mit preiswerten Sensoren) keine genaueren Auflösungen erreichbar sind.

250 In diesem Zusammenhang ist interessant, dass für die Klasse 11, den "Stromverbrauch", mit 1 mA/h eine
recht gute Auflösung definiert wurde. Dies erlaubt auch einen optimalen Wertebereich von gut ± 16 Ah. Aus
meiner Sicht gibt es exzellente und wichtige Anwendungsmöglichkeiten dafür.

2.3.2.3 Benennungen

255 Derzeit ist für jede Klasse die Benennung der Messgröße unveränderlich festgelegt; Beispiel Geschwindig-
keit (Klasse 4) in km/h. Die derzeitige Implementierung im Sender lässt keine Lokalisierung zu, also bei-
spielsweise einen km/h-Wert in mph umzurechnen und so anzuzeigen.

2.3.2.4 Wertebereiche

260 In der Spezifikation ist für jede Werteklasse auch festgelegt, in welchen Bereichen sich die zu übertragenden
Werte bewegen dürfen. Die Wertebereiche sind nicht auf das mögliche sondern auf ganz bestimmte Sensoren
ausgerichtet (Beispiel: Klasse 7, Richtung: 0..360°). Dies hat natürlich nichts mit einer Datenübertragung zu
tun - es ist lediglich eine technische Eigenschaft der verwendeten Sensoren. Nun ist es glücklicherweise so
dass weder die Datenübertragung noch die Anzeige im Sender diese Einschränkungen erzwingen - die Anga-
ben in der MSB-Spezifikation sind dort schlichtweg überflüssig. Ich kann also z.B. die Klasse 7 durchaus
265 auch zur Übertragung eines Schiebewinkels im Bereich von $\pm 20^\circ$ verwenden obwohl laut Spezifikation nur
0-360° erlaubt sind.

2.4 Anwendungsschicht

2.4.1 Namen für Werte ("Symbolische" Adressen)

Wie in den bisherigen Ausführungen zu erkennen ist gibt es keine Möglichkeit festzulegen, *was* für eine phy-
sikalische Größe gemessen und übertragen wird, nur welcher Art sie ist. Nochmals als Beispiel: Eine Ge-
270 schwindigkeit kann eine IAS, TAS, GroundSpeed oder etwas anderes sein, an das man heute noch gar nicht
denkt. Selbst wenn man meint, eine Angabe "km/h" sei selbsterklärend: Sehr viele Größen im Flugmodell
kann man mehrfach messen und die (Modell-spezifische) Zuordnung ist nicht trivial. An der Definition von
Klassen für ganz bestimmte individuelle Messgrößen lese ich ab, dass die Unklarheit bei Multiplex vielleicht
nicht so klar gesehen wird: Klasse 10 ist alleine für den LQI vorgesehen und Klasse 3 alleine für das Vario.
275 Es gibt aber potentiell viele Stellen, an denen Spannungen, Ströme, UPMs, Temperaturen, Tank-Füllstände
oder Ladungsmengen gemessen werden. Natürlich will man diese "unten" abzulesenden Daten nicht unbe-
dingt anhand ihres Anzeige-Platzes identifizieren, da kann es zu Verwechslungen kommen.

Nützlich wäre es, jeden Anzeigeplatz mit einem Namen zu versehen, der die Bedeutung des angezeigten
Wertes deutlich macht (z.B. "B1" und "B2" für die 2 Empfängerbatterien). Dies ist jedoch beim aktuellen
280 ROYALpro-Sender nicht vorgesehen. Wenn man bedenkt, dass alleine ein Spannungssensor bis zu 4 Span-
nungen ausgeben kann und der M-LINK-Empfänger zusätzlich eine fünfte, wird man verstehen, dass das
nicht immer optimal ist - es muss alleine aufgrund des Anzeigeplatzes zwischen verschiedenen Größen mit
gleicher Benennung unterschieden werden. In extremen Fällen wird es dann dazu kommen, dass Zettel an
das Display gepappt werden...(vielleicht etwas spitz 😊 formuliert). Der neue „PROFI TX 16“, von dem
285 Bilder zu sehen sind, wird dies offensichtlich können (Es ist mir nicht bekannt, ob diese Texte Modell-
spezifisch definiert werden können, aber ich gehe davon aus).

Meistens ist in der Anzeige rechts neben dem (erfreulich groß dargestellten) Wert und Benennung ausrei-
chend viel Platz für eine kurze Identifikation des Wertes; →*beim LQI hat man das ja schon so gemacht*. Bei
den anderen Werten kann das der Hersteller natürlich nicht vorherbestimmen, da sollte der Benutzer beim
290 Sender-Einstellen nachhelfen können. Is' nicht so, schade.

2.4.2 Alarme

Für (fast?) alle Sensorwerte kann man *in den Sensoren* Alarmschwellen angeben, bei deren Über- oder Un-
terschreitung der Sensor ein Alarmbit setzt, das dann "unten" für Radau und invertierte Anzeige sorgt. Sehr
gut finde ich, dass bei Alarm das Display automatisch auf die Seite umgestellt wird, in der der alarmierende
295 Wert steht - und nach einer gewissen Zeit auch wieder zurück schaltet.

Man könnte sich natürlich auch wünschen, diese Alarmschwellen "unten" im Sender - modellspezifisch - ein-
zustellen und auch abzuschalten, dann könnte man sie leichter ändern. Auf jedem Anzeigeplatz kann man ge-
nau einen Alarm darstellen, dies erfolgt durch inverse Darstellung und einen Ton. Ein einzelner Sensor kann
nicht verschiedene Alarme erzeugen - das mag theoretisch klingen, aber diese Anforderung wird kommen.

300 2.4.3 Nicht-numerische Anzeigen

Bei Multiplex hat man einen vorhandenen Sender mit einem umfangreichen Software-Update "aufgebohrt",
so dass er Telemetrie-Daten im vorhandenen Display anzeigen kann; Vario-Werte werden als einzige
wahlweise auch akustisch mit dem Sender-Piepser, nicht mit einem extra Ohrstöpsel, dargestellt.

305 Nebenbemerkung: Das Vario fiepst gottserbärmlich und wer Freundschaften am
Hang nicht gefährden will sollte für eine Lautstärkenregulierung sorgen (siehe Bild
rechts 😊). Und ich weiß wirklich nicht, ob es die allebeste Idee ist, den Vario-Ton
mit dem Lehrer/Schüler-Schalter ein/auszuschalten - hat man wirklich keinen
neuen, extra für das Vario zuständigen virtuellen Schalter kreieren können? Sowa
zähle ich zu den "Unglücken" - ganz genau so wie das Pfeifkonzert, das entsteht
310 wenn man das Vario auch einen Optionswert senden lässt...



Das alles ist eine berechnete Methode, ohne jede Hardware-Änderung am Sender schnell auf den Markt zu
kommen, ideal ist es aber natürlich nicht und ich gehe sehr davon aus, dass man das bei Multiplex auch so
sieht und auf Änderungen und Ergänzungen sinnt (diese Anmerkung wurde das erste mal formuliert als das
neue Display noch nicht versprochen war). Andere Hersteller summen da ja schon ganz geheimnisvoll im
315 Internet (und haben bis Anfang '12 auch nicht allzu viel auf die Beine gestellt) und ich selbst habe inzwi-
schen mit 2 Servos eine haptische Anzeige in den Sender integriert.

Auf diesem Gebiet wird sich ganz bestimmt was tun! (und heute füge ich ganz ungehörig an: *aber wann?*)

Multiplex bietet nun eine autonome Sprachausgabe mit Ohrhörer an der hier bestens weiterhilft, aber das ist
jetzt nicht Gegenstand dieses Aufsatzes.

320 2.4.4 Wechselnde Anzeigen

Das Konzept verbietet nicht dass ein vielleicht etwas komplexerer Sensor zeitlich gestaffelt verschiedene
Daten, sogar aus verschiedenen Klassen, unter einer einzigen Adresse überträgt. Dies wird derzeit jedoch
nicht genutzt. Es könnte sinnvoll sein, "normale" Messungen gemeinsam mit Ausnahme-Messungen und
Alarmen zu kombinieren und dabei nur einen Anzeigeplatz zu "verbrauchen". Es kommt mir dabei nicht so
325 sehr auf die eingesparte Adresse an, vielmehr wird es möglich auch komplexere Vorgänge zur Anzeige zu
bringen ohne dass der Modellpilot zwischen Displayseiten blättern muss.

2.5 Vorschläge für Erweiterungen und Verbesserungen

Die obigen Ausführungen zeigen, dass ich - sicherlich nicht unbegründet - mehrere Details des MSB und des
Gegenstücks "unten" bemängle. Vielleicht bin ich ein wenig pingelig mit Multiplex umgegangen; ich muss
330 mir von Freunden öfters sagen lassen, ich sei oft überdeutlich mit meiner Kritik. Daher möchte ich ausdrück-
lich festhalten: Mit dem augenblicklich angebotenen System braucht Multiplex vor NIEMANDEM den Hut
ziehen, der Sender ist auch für anspruchsvolle Modellflieger mit den richtigen Funktionen versehen. Ich hab'
mich gut an den Sender gewöhnt und gehe gerne damit zum Modellfliegen. In einer Diskussion von Ange-
sicht zu Angesicht könnten die Multiplex-Ingenieure mir auch sicher genau sagen, warum sie die eine oder
335 andere Entscheidung so getroffen haben und nicht so wie ich das will, das muss ich natürlich zugestehen.

Andererseits steht außer Zweifel, dass das aktuelle System weiterentwickelt werden kann und muss. Der
Cockpit-SX-Sender bleibt bei diesen Betrachtungen jetzt außen vor.

Der MSB ist *sehr* einfach gehalten, daraus ergeben sich manche Einschränkungen, die dem ambitionierten
Bastler 😊 engere Grenzen setzen als ihm lieb ist. Damit wird auch die Versorgung des Anwenders mit spe-
340 ziellen, weiter entwickelten (evtl. auch nur für wenige Leute wirklich interessanten) Sensoren und Anzeigen
geringer ausfallen als gewünscht.

2.5.1 Verbesserungen im Sender

Die "Bodenstation" der Telemetrie ist auf den ROYALpro aufgesetzt und erweist sich in der aktuellen Form
als nicht ausreichend. Es wird bestimmt 2 Wege geben, hier Fortschritte zu erzielen:

- 345 • Weitere Updates für die ROYALpro-Sender: Multiplex hat ja in vorbildlicher Weise stets an die Käu-
fer der früheren Anlagen gedacht und mit Updates wesentliches geleistet um diese Anlagen up to
date zu halten. Die augenblickliche Top-Anlage ROYALpro wurde ja explizit als Telemetrie-Alage
erneut vermarktet - und das war ja auch für mich ein Kaufgrund. Die Kunden erwarten selbstver-
ständlich, dass das im möglichen Rahmen weitergeführt wird, d.h. dass die Anlage ohne oder mit
350 minimalen Hardware-Änderungen die neuesten Tricks so weit wie möglich über Software-Updates
"mitkriegt". Ich beschränke mich weitestgehend auf diese Variante der Produktpflege.

- ...sowie natürlich die Entwicklung eines neuen Senders, darauf will ich in diesem Aufsatz aber nicht ausführlich eingehen, denn ich weiß noch fast gar nichts über den neuen Profi-TX.

Im Einzelnen:

- 355
- Die Möglichkeiten der Anzeige von Telemetrie-Werten "unten" für den Piloten sollten dringend erweitert werden. Die Vielfalt der Anzeigen kann sehr groß werden und es ist möglich, dass es Sonderformen in geringen Stückzahlen geben wird, z.B. für Behinderte. Dies spricht dafür, dass auch "unten" am Sendergehäuse eine öffentlich gemachte Schnittstelle geschaffen wird. Die DIN-Buchse an der Unterseite des Sendergehäuses bietet dies derzeit nicht, könnte aber prädestiniert für so eine Funktionalität sein (evtl. wäre nur ein Software-Update erforderlich). Ein sehr einfaches Beispiel für so eine "externe" Anzeige ist die akustische Vario-Ausgabe (die später ganz sicher mit einer Sprachausgabe für weitere Werte ergänzt wird). Schade, dass Fa. Multiplex dies anders sieht.
- 360
- Vergabe von **Namen für Messwerte** und **freie Positionierung** in der Anzeige: Im Sender sollte es möglich werden, für jeden Sensorwert einen Namen zu vergeben und den Anzeigeplatz zu wählen (Modell-spezifisch). Der neue Profi-TX kann das, jedenfalls suggeriert ein Bild im neuen Prospekt diese Annahme..
- 365
- Etwas weitergesponnen wird man möglicherweise den Wunsch haben, auch andere Daten (Stoppuhr?) mit Telemetrie-Daten gemeinsam auf einer Display-Seite anzuzeigen. Beispiel (wieder mein MiniMach): 0 U_{Batt} , 1 Stoppuhr, 2 Höhe; dann brauch ich keine Display-Seiten zu blättern. Man hat mir gesagt, ein echtes Problem bei der Realisierung einer Lösung ist der Bedarf an weiterem Speicherplatz an einer Stelle, an der keiner mehr übrig ist...
- 370
- Eine **Priorisierung** als "zeitkritisch" erachteter Daten: Dies hat Fa. Multiplex inzwischen geliefert. Allerdings bin ich offensichtlich nie zufrieden und wünsche mir die Möglichkeit, mehrere Sensorwerte (2 oder 3, mehr hat keinen Sinn) priorisieren zu können.
- 375
- Man möchte **Alarmschwellen** auch "unten" einstellen und Alarme auch "unten" abstellen können.
 - Dinge wie **graphische Anzeigen** sind hübsch, aber man muss sich hier schon kritisch nach der wirklichen Verbesserung im Gebrauchswert fragen - andere werden das sicherlich anders sehen wie ich, da bin ich ein wenig eigen. Selbstverständlich sind Graphiken meistens gut, aber nicht in einem relativ kleinen, monochromen und mit geringen Kontrasten gesegneten Display. Eine besondere Form der graphischen Darstellung wäre z.B. das Lauflicht, als Vario-Anzeige einsetzbar.
- 380
- Kleinigkeit: Es wird Geräte/Sensoren geben, die zur Erfüllung ihrer Aufgabe auch die Werte von anderen Sensoren am MSB lesen - da spricht ja nichts dagegen (siehe auch das Logging weiter unten). Nur müssen dann auch alle Werte tatsächlich auf dem Bus verfügbar sein, auch die, die der M-LINK-Empfänger selbst akquiriert und derzeit nicht auf den MSB ausgibt: U_{Rx} und auch der LQI.
- 385
- Ich habe meine Vorstellungen von dynamischen (flexibleren) Klassendefinitionen aus dieser Liste wieder herausgenommen - es genügt der Hinweis, dass der Vorrat an möglichen weiteren Klassen auslaufen wird (nur noch 2, dann ist Sense) und dann keine Sensoren für ganz neue physikalische Werte mehr entwickelt werden können. Da muss man was tun.

2.5.2 Neue Sensoren

- 390
- Bei Multiplex hat man ganz offensichtlich schon eine ziemlich umfangreiche Palette von Sensoren zumindest "in der Pipeline", es wird sicherlich nicht so einfach gelingen, hier noch wesentlich neues für den "Mainstream" zu bringen. Sehr vorteilhaft wird sich auswirken, dass auch ACT MSB-Sensoren auf den Markt bringen will. Ich mag es sehr, wenn Leute ihre Grübel-Organen effizient einsetzen... Natürlich darf man neugierig sein, wie sich diese Sensoren hier einfügen werden. Hier nun meine Vorstellungen:
- 395
- **Energie-Monitoring:** Wenig spektakulär, aber sehr nützlich. Da es während des Jahres 2011 keine Neuigkeiten diese Funktion betreffend gegeben hat bin ich selbst ans Programmieren gegangen. Bitte drücken Sie mir den Daumen...
 - Etwas, auf das die E-Flieger hoffentlich nicht allzu lange warten müssen. Als ich diese Formulierung das erste mal geschrieben hatte, war ihre Bedeutung noch etwas anders - „wann wird sich jemand dieses Gerätes annehmen“. Die Bedeutung hat sich gewandelt in „Wann wird das versprochene Gerät endlich fertig sein und in die Läden kommen?“
- 400
- Wer weiß am genauesten Bescheid über die Spannung am Antriebs-Akku, den Strom im Antriebsstrang und die Drehzahl? ...und kann daraus abzuleitende Werte (Leistung, Last) am besten ausrech-

- 405 nen? Richtig, der **Drehzahlsteller**. Ich bin ganz sicher, dass es Drehzahlsteller geben wird, die solche Werte auf den MSB ausgeben. Multiplex selbst ist prädestiniert, diesen Baustein mit absolutem <WOW!>-Effekt herauszubringen und die Vorteile der integrierten Telemetrie aus einer Hand überzeugend hervorzuheben. Natürlich hat schon jemand an sowas gedacht und mit einem Logging-Adapter für den Jive-Regler eine erste Referenz geschaffen.
- 410 Multiplex hat so eine Drehzahl-Steller-Famielie angekündigt, ich warte sehnsüchtig auf „mein“ Exemplar. Auf einem Flugtag im Sommer 2011 hat mir ein Robbe-Vertreter gesagt, robbe hätte sowas schon, aber bisher gibt's den auch nicht.
- **Speed-Sensor**... wieso? Den gibt's doch mit der GPS-Maus? Na, so wie ich das bisher sehe ist das eher ein Ding zum Angeben - ein großes Display vor dem Zuschauerareal zeigt 220km/h an... toll. Aber was brauchen wir wirklich? Ich will, wenn mein Modell kaum noch sichtbar in der Thermik rumeiert ("eiern" stimmt durchaus, und manchmal komm' auch ich so weit rauf... 😊) ausreichend genau wissen, ob ich knapp am Stall bin oder v_{vz_min} oder v_{e_max} längst hinter mich gelassen habe; dann fall' ich nicht so oft aus der Thermik raus und so weiter. Hier ist eine IAS-Angabe (*nicht* Ground-Speed) im Bereich 8..20 m/s mit $\pm 2\%$ Genauigkeit erforderlich - natürlich mit einer entsprechenden Anzeige, eine Zahl im Display hilft da nicht weiter. Ich weiß, das ist kaum (oder gar nicht) erfüllbar.
 - 420 Ein GPS-Sensor wird diese Anforderung ganz sicher nicht erfüllen können. Dieser Sensor-Wert ist auch ein ganz sicherer Kandidat für weitere Priorisierung und alternative Anzeigen.
 - **g-Messung**: Das Lastvielfache wird immer wieder gerne bestaunt. Das ist mindestens so wertvoll wie der "Kilometerzähler" der GPS-Maus. Mal im Ernst: Manchmal will man *wissen*, ob ein bestimmtes Manöver den Holm arg oder nicht ganz so arg strapaziert („schätzen war gestern“). Hierfür ist dann auch eine neue Werteklasse (die vorletzte!) erforderlich.
 - 425 • Das ist zwar kein Sensor, aber es wird bestimmt jemand kommen, der's macht: **Logging**, die Black Box. Das macht man "oben", nicht im Sender, denn wenn die Verbindung futsch ist soll ja gerade das weitere Geschehen geloggt werden. So ein Gerät hat ACT jetzt angekündigt. Ich weiß, das Unilog gibt's inzwischen auch für den MSB, aber das meine ich nicht - alle Daten, die über den MSB kommen, sollen geloggt werden, nicht nur die selbst erzeugten. Es gibt bereits Bastellösungen.
 - 430

3 Anhänge

3.1 kMSB - Ein Windows-Konsol-Programm für den MSB

- Dieses kleine Programm kann, wie im Titel schon angegeben, den Datenverkehr am MSB mitlesen und anzeigen/aufzeichnen (Logging) und Sensoren simulieren, indem es - konstante - Werte auf den Bus ausgibt.
- 435 Die Schnittstelle zwischen PC und dem MSB ist der Multiplex-USB-Adapter #85149. Da nur der VCP-Treiber zum Einsatz kommt könnte möglicherweise auch ein anderer USB-Seriell-Wandler mit geeigneter Beschaltung verwendet werden, aber das hab' ich noch nicht ausprobiert.
- Ohne Kenntnis der Spezifikation des MSB von Fa. Multiplex ist das Programm wertlos.
- 440 Das Programm ist für die Win32-Schnittstelle programmiert, sollte also auf allen gebräuchlichen Windows®-Systemen laufen. Aufgrund seiner geringen Funktionalität ist es ein blitzblankes Konsolprogramm, vielleicht erbartet sich mal jemand (der's kann) und macht eine GUI dafür...
- Das Programm spricht den USB-Adapter über die "virtuelle COM-Port-Schnittstelle" an, die muss man also rauskriegen. Das geht unter WinXP mit dem Geräte-Manager: Start / Einstellungen / Systemsteuerung / System wählen, dann den Hardware-Reiter aufmachen und auf Geräte-Manager klicken. Wenn Sie als ordentlicher Mensch mit Nicht-Admin-Rechten unterwegs sind wird Ihnen das der Geräte-Manager jetzt auch sagen, das macht aber nichts, denn Sie wollen ja nur was anschauen. Klicken Sie auf das '+' bei "Anschlüsse (COM und LPT)", dann finden Sie den Anschluss aufgrund des Textes "MPX PC Interface..." - wenn nicht, dann schließen Sie das Ding halt an, wie soll er's denn sonst finden... Wie's bei Windows7 und Vista geht weiß ich nicht. Bei mir heißt der Anschluss "COM2" und das werde ich in den folgenden Beispielen so verwenden.
- 445
- 450 Das Programm wird mit folgendem Kommando aufgerufen (es macht Sinn, das Kommando in eine Batchdatei zu schreiben; es macht jedoch keinen Sinn, das Kommando in eine Verknüpfung zu schreiben, denn da kann man keine Log-Datei anschließen):

```
kMSB -comn [-verbose] [-raw] ( Sensorkommando )0..15 [>Logdatei ]
```

-comn ist der COM-Port-Anschluss, über den der USP-Adapter angesteuert wird; anstelle des *n* müssen Sie

455 natürlich die richtige Zahl des COM-Ports angeben
 Wenn Sie "-verbose" angeben gibt das Programm Zwischenmeldungen aus, die ein irgendwie besseres Karma ausstrahlen als wenn es absolut stumm bleibt.
 Wenn Sie "-raw" angeben kriegen Sie die Daten nicht formatiert sondern roh, in binärer Darstellung.
Sensorkommandos sehen so aus:

460 `-sensor adr/format=nummer[!]` ...ohne jeden Zwischenraum.

adr ist die Adresse des zu simulierenden Sensors, eine ganze Zahl zwischen 0 und 15.

format ist die Klasse (das Format) des vom simulierten Sensor ausgegebenen Wertes, eine Zahl zwischen 1 und 15.

nummer ist der Wert zwischen -16384 und +16383 und '!', wenn angegeben, setzt das Alarmbit.

465 Jede Änderung eines Sensorwertes wird im Log angezeigt. Wenn eine Logdatei (mit vorangestelltem Umleitungszeichen '>') angegeben ist geht das Log in diese Datei, sonst ins Konsolenfenster.



Da Windows kein Echtzeit-Betriebssystem ist dürfen keine hohen Ansprüche an die zeitliche Genauigkeit der ausgegebenen Signale gestellt werden, aber bei einem halbwegs aktuellen PC, am besten einem Doppelkern-Prozessor, reicht's aus.

470 Das Program kann mit Ctrl-C angehalten und beendet werden, nach frühestens einer Stunde hält es von selbst an.

Hier 2 Aufrufbeispiele und die zugehörigen Logs (es ist ein Spannungssensor angeschlossen, der auf den Adressen 3,4, 6 und 7 Werte ausgibt und der M-LINK-Empfänger sendet seine Versorgungsspannung und den LQI nach "unten", daher fragt er die Sensoradressen 0 und 1 nicht ab):



Aufruf (*eine* Zeile):

```
kMSB.exe -com2 -verbose -sensor2/7=-180
>MSB1.log
```

Aufruf (*eine* Zeile):

```
kMSB.exe -com2 -raw
-sensor2/7=-180 >MSB2.log
```

```
kMSB V1.0
2 -18.0 °
3 -.- V
4 -.- V
6 -.- V
7 -.- V
3 5.4 V !
4 5.4 V !
6 5.4 V
7 5.4 V
```

Letzter Stand der Sensordaten:

```
0
1
2 -18.0 °
3 5.4 V !
4 5.4 V !
5
6 5.4 V
7 5.4 V
8
9
10
11
12
13
14
15
kMSB beendet.
```

```
kMSB V1.0
2 2798fe >
3 310080
4 410080
6 610080
7 710080
3 316d00
4 416d00
6 616c00
7 716c00
```

Letzter Stand der Sensordaten:

```
0 000000
1 000000
2 2798fe >
3 316d00
4 416d00
5 000000
6 616c00
7 716c00
8 000000
9 000000
a 000000
b 000000
c 000000
d 000000
e 000000
f 000000
kMSB beendet.
```

Links: Die Ausgaben werden so formatiert wie's im Sender auch gemacht wird. Das "-.-" bedeutet: Der Sensor hat den Wert -16384 (undef) ausgegeben; dies erfolgte zu Beginn als der Sensor noch nicht initialisiert war. Das '!' bedeutet, dass das Alarmbit gesetzt ist.

Rechts: Die Daten werden binär angegeben weil im Aufruf "-raw" steht. Das '>' bedeutet: Diese Daten wurden von kMSB auf den MSB geschrieben.

480 Zum Schluss werden alle gespeicherten Daten zu den einzelnen Sensoren noch einmal ausgegeben; daraus ist z.B. zu erkennen, dass keine Sensor-Daten zu den Adressen 0, 1, 5 und 8-15 auf dem MSB übertragen wurden. Die Spannungswerte wirken etwas eintönig, aber ich hatte gerade nur eine Spannungsquelle zur Verfügung.

Die -verbose-Angaben stehen nicht im Log sondern zieren das Konsolfenster.

Installation: Zuerst den Multiplex-PC-Adapter korrekt installieren, dann einfach das Programm (kMSB.exe) auspacken und irgendwohin speichern und dort aufrufen.

...und hier ist es: [▶kMSB.exe.zip](#) Viel Spaß und Erfolg damit!

485 Ja, ich habe eine Version gemacht, die auch als Master die Adressen durchzählen kann, aber das Timing unter Windows ist so mies, dass ich diese Version nicht veröffentliche.

Das Kleingedruckte: Ich gebe keine Garantie für irgendwas und übernehme keinerlei Haftung aus irgendwelchen Schäden, die Sie mit dem Programm oder den zugehörigen Anweisungen und Tips erleiden oder verursachen. Download, Speicherung, Nutzung und Weitergabe kostenfrei erlaubt - sonst nichts.

490 3.2 Literaturverzeichnis

[MSB] MSB - Multiplex Sensor Bus, Beschreibung. Multiplex Modellsport GmbH & Co KG, www.multiplexrc.de

3.3 Copyright, Patentlage, Markenrecht

495 Copyright© 2011, 2012 by Helmut Stettmaier. Etliche der wiedergegebenen Ideen stammen aus einer Diskussion mit Ingo Stahl. Autor: www.stettmaier.de, helmut@stettmaier.de

Die Patentlage zu den hier besprochenen Themen ist nicht bekannt. Die Informationen werden nur für den persönlichen Gebrauch weitergegeben.

Registrierte Markennamen etc.:

500 MSB®, M-Link® Multiplex Sensor Bus: Registrierte Markenname von Fa. Multiplex GmbH
Windows® Registrierter Markenname von Fa. Microsoft Corp., U.S.A.

3.4 Glossar

MSB Multiplex Sensor Bus der Fa. Multiplex GmbH