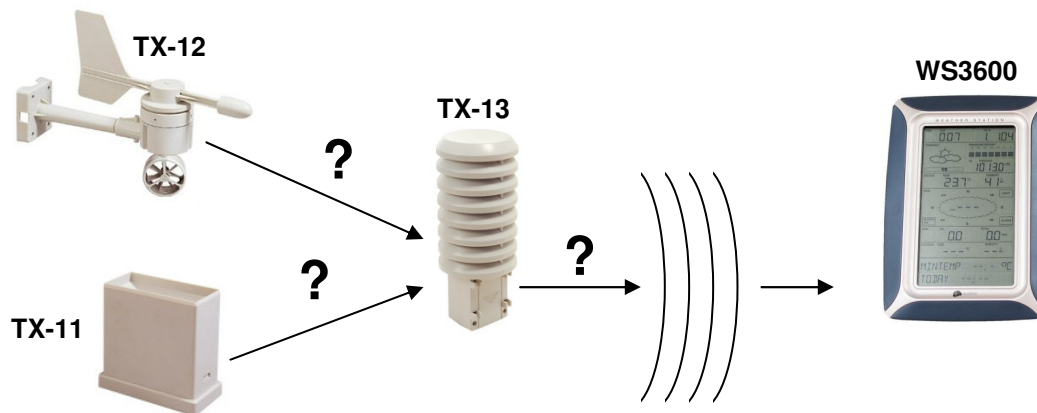


Analyse der Codierung der Datensignale vom Windsensor TX12 und vom Thermo-Hygro-Aussensensor TX13 zur Wetter-Basisstation WS3600



Die folgende Dokumentation entstand aus dem Umstand, dass die max. Windböen von der Wetterstation korrekt erfasst werden, jedoch nicht immer mit der richtigen Böenstärke zum PC übermittelt werden.

Beispiel: Wird der Ringspeicher der Basisstation WS3600 im 5-Minuten-Intervall betrieben, wird alle 5 Minuten derjenige Datensatz abgespeichert, welcher unmittelbar vorher von der Aussenstation empfangen worden ist. Wenn bei Windgeschwindigkeiten $\geq 10\text{km/h}$ die Übertragung alle 32 Sekunden stattfindet, aber nur alle 5 Minuten wird der Ringspeicher mit dem zuletzt empfangenen Datensatz gefüttert, so wird nur ca. jede neunte Messung berücksichtigt. Es müsste eigentlich die stärkste Windböe der letzten 5 Minuten in den Ringspeicher abgelegt werden! Doch dem ist eben nicht so! Der Windsensor TX12 wird bei Windstärken $\geq 10\text{km/h}$ alle ca. 2s abgefragt. Die stärkste Windböe während den 32 Sekunden wird dann zur WS3600 übertragen. Somit wird die stärkste Windböe korrekt erfasst und auch am Display der WS3600 angezeigt.

Die Windstärke wird ebenfalls nicht ganz korrekt ermittelt. Die Windstärke ist meteorologisch so definiert, dass der Durchschnitt der letzten 10 Minuten bestimmt wird. Dies ist bei der WS3600 ebenfalls nicht der Fall.

Um obige Probleme zu lösen, analysierte ich die Codierung der Signale vom Windsensor und die Signale des Aussensors. Ziel dieser Analyse ist es, eine eigene Sensorelektronik zu entwickeln und zu bauen, welche die oben aufgeführten Probleme beseitigt und natürlich kompatibel zur Basisstation WS3600 ist. Ein nicht ganz ungewollter Nebeneffekt ist der, dass damit auch Sensoren anderer Hersteller mit einem geeigneten selbstgebauten Interface an der WS3600 betrieben werden können.

Achtung! Alle Angaben sind ohne Gewähr. Die Analysen wurden teilweise bereits mittels Messversuchen nachgebildet und bestätigt – eine komplette Überprüfung fehlt bis zum heutigen Datum.

Fragen, Anregungen, Korrekturen oder Ergänzungen sind mir willkommen und werden in einer neueren Version berücksichtigt.

7. Dezember 2007 Daniel Ehrenmann info@wetter-bassersdorf.ch

Inhalt

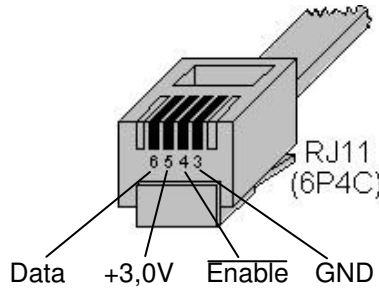
1.	Analyse des Datensignals vom Windsensor TX12.....	3
1.1	Anschlussbelegung Stecker	3
1.2	Beschreibung der Signale	3
1.3	Stromaufnahme	4
1.4	Analyse Datenpaket vom Windsensor	4
1.4.1	Start	4
1.4.2	Richtung.....	4
1.4.3	Geschwindigkeit.....	5
1.4.4	Reserve.....	5
1.4.5	Summe.....	5
1.4.6	Inverse Richtung.....	5
1.4.7	Inverse Geschwindigkeit.....	5
1.4.8	Inverse Reserve.....	5
2.	Analyse des Datensignals vom Regensensor TX11	6
2.1	Anschlussbelegung Stecker	6
2.2	Beschreibung der Signale	6
2.3	Verwendung anderer Niederschlagssensoren	6
3.	Analyse des Datenfunksignales Aussensensor TX13 zur Wetterstation WS3600.....	7
3.1	Stromaufnahme ohne Windsensor	7
3.2	Grundsätzliches	7
3.2.1	Einrichtmodus	7
3.2.2	Normalbetrieb	7
3.3	Struktur Datenpaket.....	8
3.4	Codierung des Datenpaketes	9
3.4.1	Temperatur	10
3.4.2	Rel. Luftfeuchtigkeit	10
3.4.3	Niederschlag	11
3.4.4	Wind.....	12
3.4.5	Windböe.....	12
3.5	Datenbezeichner	13
3.6	PacketCode	13
3.7	Einrichtungsmodus-Bits & Nutzdatenbit	14
4.	Hilfsmittel	15



1. Analyse des Datensignals vom Windsensor TX12

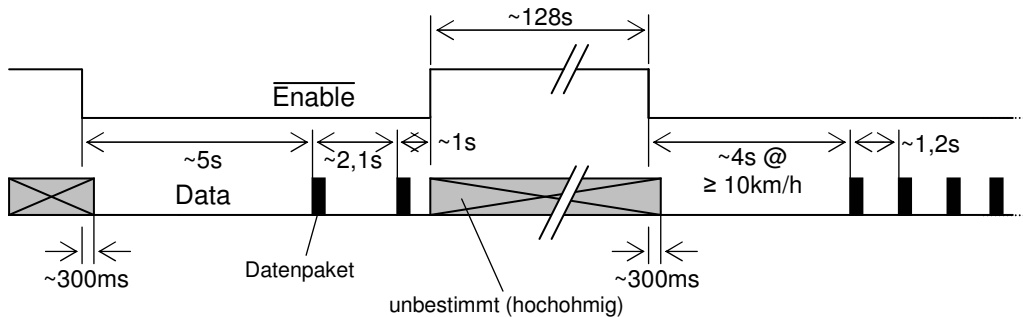
1.1 Anschlussbelegung Stecker

Der elektrische Anschluss am FCC-Stecker RJ11 (6P4C) vom Windsensor ist wie folgt:



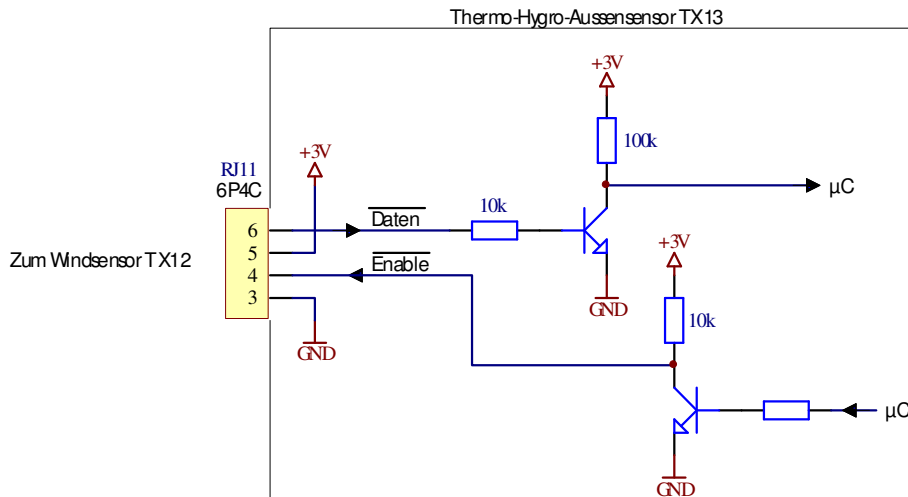
1.2 Beschreibung der Signale

Die Windmessung wird gestartet, indem die Enable-Leitung auf 0 gesetzt wird. Nach ca. 4...5s werden Windrichtung und Windstärke gemäss untenstehender Codierung ausgesendet.



Alle 128s wird *Enable* vom TH-Aussensensor TX13 für eine Messung gegen *GND* (0) geschaltet. Nach ca. 300ms wird *Data* vom Windsensor gegen *GND* geschaltet. Nach weiteren ca. 4...5s wird das erste Datenpaket der ersten Messung gesendet. Die Messungen und auch die Sendung des Datenpaketes wird bei Windgeschwindigkeiten $< 2,8 \text{ m/s}$ ($< 10 \text{ km/h}$) nach ca. 2,1s wiederholt. Nach 2 gesendeten Datenpaketen wechselt der TX13 das *Enable* wieder auf 1. Es erfolgt bis zur nächsten Abfrage in 128s keine Messung mehr. (Minimierung des Stromverbrauchs bei kleinen Windgeschwindigkeiten.)

Wird bei einer späteren Messung eine Windstärke von $\geq 2,8 \text{ m/s}$ ($\geq 10 \text{ km/h}$) gemessen, so wird die Messung alle 1,2s wiederholt und der TX13 hält *Enable* dauerhaft auf 0. Erst wenn die Windstärke länger als 48s $< 2,8 \text{ m/s}$ beträgt, wird *Enable* wieder auf 1 gesetzt.



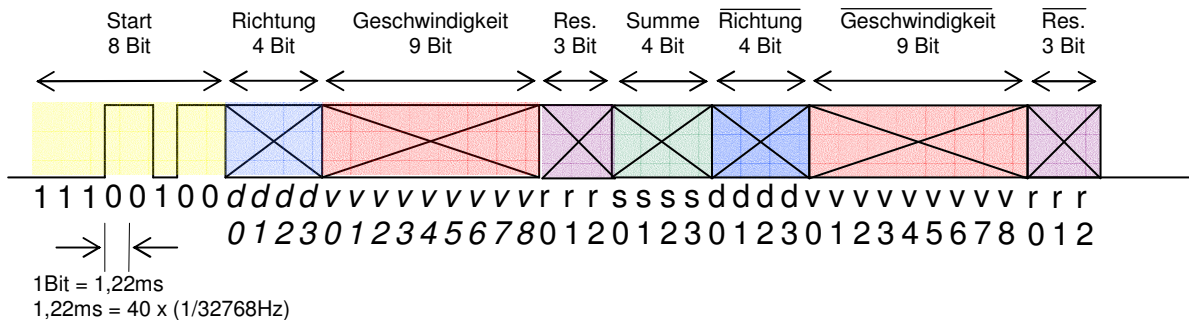
1.3 Stromaufnahme

Standby Aufnahme Strom @ 3,0V beträgt 0µA (*Enable* = 1)

Während der Messung (*Enable* = 0) beträgt der Aufnahme Strom ca. 240µA wobei für den optischen Encoder der Richtungsmessung für die LED vier mal hintereinander (12ms Pause) kurzzeitig für 3ms max. 2mA benötigt wird. Auch wenn alle 1,2s gemessen wird kann mit einem mittleren Stromverbrauch des Windsensors von ca. 265µA gerechnet werden.

1.4 Analyse Datenpaket vom Windsensor

Das Datenpaket vom Windsensor TX12 ist wie folgt codiert. Ein High-Pegel entspricht einer 0 und ein Low-Pegel einer 1.



1.4.1 Start

Die ersten 8 Startbits kommen immer in der Folge 11100100

1.4.2 Richtung

Die Windrichtung aus der der Wind kommt wird mit 4 Bit gemäss untenstehender Tabelle codiert. Das erste Bit ist das LSB und das vierte das MSB.

Richtung aus der der Wind kommt		L S B			M S B		Hex
		d 0	d 1	d 2	d 3		
N	0°	0	0	0	0	0	
N-NO	22,5°	1	0	0	0	1	
NO	45°	0	1	0	0	2	
O-NO	67,5°	1	1	0	0	3	
O	90°	0	0	1	0	4	
O-SO	112,5°	1	0	1	0	5	
SO	135°	0	1	1	0	6	
S-SO	157,5°	1	1	1	0	7	
S	180°	0	0	0	1	8	
S-SW	202,5°	1	0	0	1	9	
SW	225°	0	1	0	1	A	
W-SW	247,5°	1	1	0	1	B	
W	270°	0	0	1	1	C	
W-NW	292,5°	1	0	1	1	D	
NW	315°	0	1	1	1	E	
N-NW	337,5°	1	1	1	1	F	



1.4.3 Geschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit wird linear mit 9 Bit codiert.

Das erste Bit (v_0) ist das LSB und das neunte (v_8) das MSB.

1 LSB = 0,1m/s = 0,36km/h

Die somit maximal übertragbare Windgeschwindigkeit beträgt mit 9 Bits:

$$(2^9 - 1) \times 0,1 \text{ m/s} = 51,1 \text{ m/s} = 183,96 \text{ km/h}$$

wobei:

51,0m/s auf der WS3600 mit - - - angezeigt wird. -> Wird dazu verwendet um bei der WS3600 Winböen <10km/h bei der Anzeige zu unterdrücken

51,1m/s auf der WS3600 mit OVL angezeigt wird. -> Überlast, Wind \geq 51m/s

1.4.4 Reserve

Die Reserve besteht aus 3 Bits mit der Folge 000. Eine Funktion konnte nicht ermittelt werden.

1.4.5 Summe

Die Summe (4Bit) berechnet sich wie folgt:

Nibble Richtung + Nibble Geschwindigkeit

<i>Nibble</i>	<i>Bits</i>
Richtung	d3, d2, d1, d0
Geschwindigkeit low	v3, v2, v1, v0
Geschwindigkeit middle	V7, v6, v5, v4
Reserve & Geschw. high	r2, r1, r0, v8
Summe	s3, s2, s1, s0

Das higher-Nibble der Summe wird nicht verwendet.

Bei der Berechnung der Summe muss berücksichtigt werden, dass die Nibble (links ist LSB und rechts ist MSB) gegenüber der üblichen Schreibweise verkehrt sind. Vor der addition sind die entsprechenden Nibbles zu drehen. Nach der Addition muss das Ergebnis (nur lower Nibble wird verwendet) ebenfalls wieder gedreht werden.

1.4.6 Inverse Richtung

4 Bit die invers zur Richtung sind.

1.4.7 Inverse Geschwindigkeit

9 Bit die invers zur Geschwindigkeit sind.

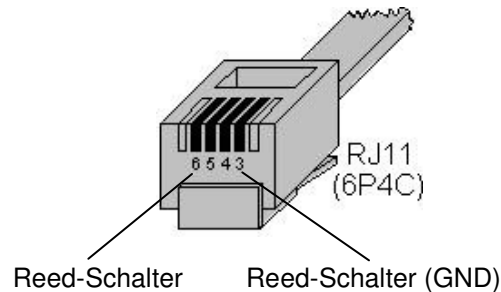
1.4.8 Inverse Reserve

3 Bit die invers zur Reserve sind.

2. Analyse des Datensignals vom Regensensor TX11

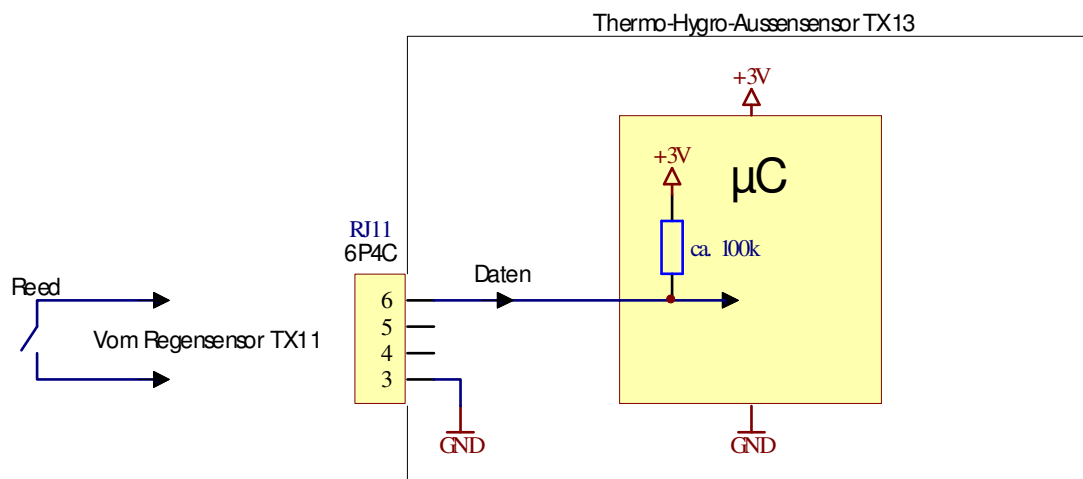
2.1 Anschlussbelegung Stecker

Der elektrische Anschluss am FCC-Stecker RJ11 (6P4C) vom Regensensor ist wie folgt:



2.2 Beschreibung der Signale

Im Regensensor ist eine Kipplöffelwaage, welche bei jeder Kippbewegung, berührungslos mittels eines Magneten, einen Reed-Schalter kurzzeitig betätigt. Der Reedkontakt wird über eine lange 10m-Leitung direkt an einem Microcontroller-Eingangspin angeschlossen! Selbstverständlich ungefiltert und mit einem sehr hohen Pull-Up-Widerstand! Der Kontaktstrom beträgt nur ca. $30\mu\text{A}$. Wird zeitweise Niederschlag gemessen, obwohl es nicht regnet, könnte dies ein möglicher Grund dafür sein - verursacht durch Elektrosmog!



Der Reedschalter muss bei der Kippbewegung während mindestens 5ms geschlossen werden. Kürzere Zeiten im Bereich 2...4ms werden nur teilweise erfasst. Pulszeiten von $<2\text{ms}$ werden nie gezählt.

2.3 Verwendung anderer Niederschlagssensoren

Die WS3600 erhöht den Niederschlagsmengenähler nach jedem Kontaktschluss um 0,518mm. Möchte man andere Sensoren mit einer anderen Auflösung verwenden, stimmt die Anzeige an der WS3600 natürlich nicht mehr. Werden die Daten aber z.B. per PC-Software WsWin ausgelesen, kann bei der Software WsWin ein Kalibrierfaktor eingegeben werden. Somit werden die Daten wenigstens auf dem PC wieder richtig angezeigt. Daher lassen sich auch andere Niederschlagssensoren betreiben, welche 0,2mm oder auch 0,1mm Auflösung besitzen.

3. Analyse des Datenfunktions Thermo-Hygro-Aussensensor TX13 zur Wetterstation WS3600

3.1 Stromaufnahme ohne Windsensor

Standby Aufnahmestrom @ 3,0V beträgt ca. 8µA.

Während der Sendung (2...3s) beträgt der Aufnahmestrom im Mittel ca. 1,6mA, wobei kurzzeitig während den Sendeimpulsen von max. 1,5ms Länge ca. 20mA benötigt wird.

Werden alle 32s die Daten zur Basisstation gesendet, kann mit einem mittleren Aufnahmestrom von 116µA gerechnet werden. Bei 128s sogar mit 31µA

3.2 Grundsätzliches

Die Daten werden auf 433,92 MHz in AM übertragen.

Nach dem Einlegen der Batterie befindet sich der Aussensensor TX13 einige Minuten im Einrichtmodus. In dieser Zeit werden immer alle Daten in einem sehr kurzen Zeitintervall gesendet. Im normalen Betrieb, wird versucht den Stromverbrauch zu minimieren, indem das Übertragungsintervall wenn möglich verlängert wird und zudem nicht immer alle Daten übertragen werden.

3.2.1 Einrichtmodus

Wird die Spannungsversorgung unterbrochen, bzw. die Batterie neu eingelegt, wird eine neue TX-Adresse generiert und der Aussensensor TX13 befindet sich während 15 Minuten im Einrichtmodus.

Die TX-Adresse wird vermutlich aus den Temperatur/Feuchte-Messwerten gebildet. Der genaue Algorithmus konnte nicht eruiert werden. Dies ist auch nicht so wichtig, denn man kann die TX-Adresse auch sonst wie bilden. Diese TX-Adresse bleibt solange unverändert, bis die Spannungsversorgung unterbrochen wird. Nach dem Einlegen der Batterie muss daher die Basisstation WS3600 diese neue TX-Adresse erlernen, indem die *Relearn*-Funktion aufgerufen wird. Während dem Einrichtmodus werden immer alle Daten in einem kurzen Intervall von 8s übertragen. Die Reihenfolge der Daten ist **T, H, R, W&D, G&D** (Temperature, Humidity, Rain, Wind&Direction, Gust& Direction) und wird immer 1x wiederholt gesendet.

Ein komplettes Datenpaket besitzt also folgende Struktur: T,H,R,W&D,G&D, T,H,R,W&D,G&D.

Im Einrichtmodus werden Windböen welche <10km/h sind ebenfalls übertragen. Bereits bei der letzten Datenübertragung im Einrichtmodus wird bei Windböen <10km/h der Wert 51,0m/s (Siehe 1.4.3) gesendet.

Während der gesamten Zeitdauer des Einrichtmodus werden zwei spezielle Einrichtmodus-Bits auf 1 gesetzt. (Siehe Kapitel 3.7)

3.2.2 Normalbetrieb

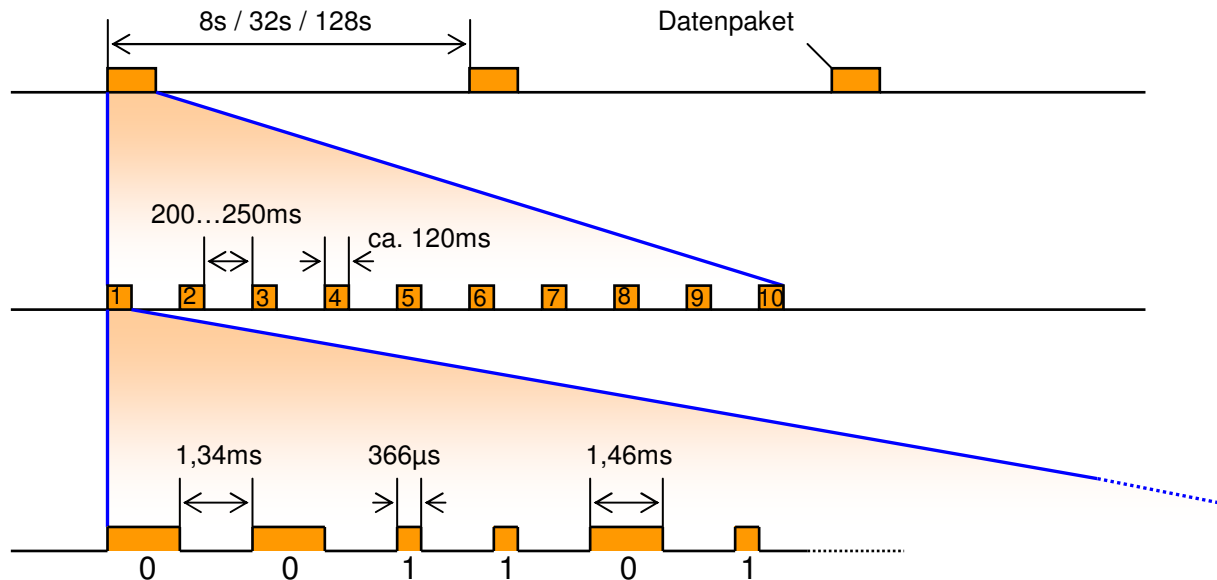
Der Einrichtmodus wird beendet, indem die zwei Einrichtmodus-Bits (Siehe Kapitel 3.7) auf 0 gesetzt werden. Dies signalisiert den Normalbetrieb.

Bei Windböenstärken unter 2,8m/s (10km/h) werden die Datenpakete alle 32s gesendet.

Bei Windböenstärken von 2,8m/s (10km/h) oder höher werden die Datenpakete alle 128s gesendet. Zudem werden wenn möglich nicht immer alle Daten gesendet. Welche Daten in einem Datenpaket gesendet werden, wird in einem PaketCode festgelegt, welcher zusammen mit jedem einzelnen Teilpaket mit gesendet wird. (Siehe Kapitel 3.6)

3.3 Struktur Datenpaket

Dargestellt wird hier ein Datenpaket mit dem PaketCode F_{1h} , welches aus den Teilpaketen T, F, R, W&D, G&D, T, F, R, W&D, G&D besteht, also 2x5 Teilpaketen, welches wiederum aus je 26 Bit besteht.



Das unterste Signal ist das Modulations-Signal, mit welchem der AM-HF-Sender getastet wird. 0V entspricht *Sender aus* und 3,3V entspricht *Sender ein*. Die digitale Nutzinformation ist in der Pulslänge codiert. Eine lange Pulsdauer von 1,46ms entspricht einer 0 und eine kurze Pulsdauer von 366µs entspricht einer 1.

Hinweis: Die hier abgebildete Bit-Kombination 001101... wurde nur zur Illustration verwendet und entspricht nicht dem tatsächlichen Code.

Der Microcontroller wird wegen Minimierung Stromverbrauch mit einer kleiner Taktfrequenz von 32768Hz betrieben. Daraus abgeleitet ergeben sich folgende „genaue“ Pulszeiten:

- Pausenzeit = $44 \times 1/32768\text{Hz} = 1,3427\text{ms}$
- Log 0 = $48 \times 1/32768\text{Hz} = 1,4648\text{ms}$
- Log 1 = $12 \times 1/32768\text{Hz} = 366,2\mu\text{s}$

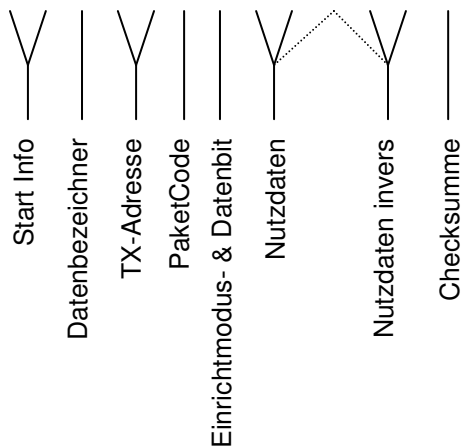
3.4 Codierung des Datenpaketes

Untenstehende Tabelle zeigt die Aufzeichnung eines Datenpaketes im Einrichtmodus in HEX-Darstellung. Jede Zeile ist ein Teilpaket bestehend aus 6½ Byte (13 Nibbles). Das Datenpaket besteht aus 5 Teilpaketen, wobei diese gleich zweimal hintereinander gesendet werden.

0	6	4	6	3	F	8	6	5	1	9	A	9	Temperatur (25,1 °C)
0	6	1	6	3	F	8	4	1	C	B	E	1	Rel. Luftfeuchtigkeit (41%)
0	6	6	6	3	F	8	3	F	C	C	0	6	Niederschlagszähler (1020)
0	6	7	6	3	F	8	5	C	9	A	3	4	Wind (9,2m/s, S-SW)
0	6	F	6	3	F	9	0	E	A	F	1	E	Windböe (27,0m/s, W)
0	6	4	6	3	F	8	6	5	1	9	A	9	Temperatur (25,1 °C)
0	6	1	6	3	F	8	4	1	C	B	E	1	Rel. Luftfeuchtigkeit (41%)
0	6	6	6	3	F	8	3	F	C	C	0	6	Niederschlagszähler (1020)
0	6	7	6	3	F	8	5	C	9	A	3	4	Wind (9,2m/s, S-SW)
0	6	F	6	3	F	9	0	E	A	F	1	E	Windböe (27,0m/s, SW)

Erste fünf Teilpakete
T,H,R,W&D,G&D

Wiederholung:
Zweite fünf Teilpakete
sind identisch zu den
ersten fünf Teilpaketen



- Die Startinfo ist immer 06_h
- Der Datenbezeichner legt fest, welche Grösse (T,H,R...) in diesem Teilpaket übertragen wird. Details dazu siehe Kapitel 3.5
- TX-Adresse bleibt immer unverändert nach Einlegen der Batterie.
- PaketCode definiert aus welchen Grössen das gesamte Datenpaket besteht. Details dazu siehe Kapitel 3.6
- Die beiden Einrichtung-Modus-Bit und ein zusätzliches Nutzdatenbit sind hier untergebracht. Details dazu siehe Kapitel 3.7
- Nutzdaten bestehen aus 8...12Bit
- Inverse Nutzdaten bestehen aus 12...8Bit
- Checksumme über alle Nibbles vom Teilpaket - nur das lowest Nibble wird verwendet.

3.4.1 Temperatur

Die Temperatur im ersten Teilpaket wird direkt BCD-codiert gesendet. Wobei der Bereich von 000_{BCD} bis 999_{BCD} einem Temperaturbereich von $-40,0^{\circ}\text{C}$ bis $59,9^{\circ}\text{C}$ entspricht. In der Zehnerstelle ist somit auch das Vorzeichen enthalten.

0 6 4 6 3 F 8 6 5 1 9 A 9 Temperatur (25,1°C)

0000'0110'0100'0110'0011'1111'1000'0110'0101'0000'1001'1010'1001

- 0 Start-Info, immer Fix 0_h
- 6 Start-Info, immer Fix 6_h
- 4 Datenbezeichner für Temperatur, immer 0_h oder 4_h (Siehe Kapitel 3.5)
- 6 TX-Adresse 1. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- 3 TX-Adresse 2. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- F Im Einrichtmodus immer F_h , im Normalbetrieb F_h , D_h , 7_h oder 5_h (Siehe Kapitel 3.6)
- 8 Im Einrichtmodus immer E_h , im Normalbetrieb immer 8_h (Siehe Kapitel 3.7)
- 6 Temp Zehnerstelle (BCD), für Anzeige und Vorzeichen: muss noch 4_h subtrahiert werden.
- 5 Temp Einerstelle (BCD)
- 1 Temp 0,1er-Stelle (BCD)
- 9 Inverse Zehnerstelle Temperatur
- A Inverse Einerstelle Temperatur
- 9 Checksumme über alle Nibbles, aber nur das lowest Nibble wird verwendet.

3.4.2 Rel. Luftfeuchtigkeit

Die Rel. Feuchte im zweiten Teilpaket wird direkt BCD-codiert gesendet. Wobei der Bereich von 00_{BCD} bis 99_{BCD} direkt der rel. Feuchte von 00% bis 99% entspricht.

0 6 1 6 3 F 8 4 1 C B E 1 Rel. Luftfeuchtigkeit (41%)

0000'0110'0001'0110'0011'1111'1000'0100'0001'1100'1011'1110'0001

- 0 Start-Info, immer Fix 0_h
- 6 Start-Info, immer Fix 6_h
- 1 Datenbezeichner für Feuchte, immer 1_h oder 5_h (Siehe Kapitel 3.5)
- 6 TX-Adresse 1. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- 3 TX-Adresse 2. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- F Im Einrichtmodus immer F_h , im Normalbetrieb F_h , D_h , 7_h oder 5_h (Siehe Kapitel 3.6)
- 8 Im Einrichtmodus immer E_h , im Normalbetrieb immer 8_h (Siehe Kapitel 3.7)
- 4 Feuchte Zehnerstelle (BCD)
- 1 Feuchte Einerstelle (BCD)
- C Inverse TX-Adresse 2. Nibble
- B Inverse Zehnerstelle Feuchte
- E Inverse Einerstelle Feuchte
- 1 Checksumme über alle Nibbles, aber nur das lowest Nibble wird verwendet.



3.4.3 Niederschlag

Das dritte Teilpaket enthält die relative Niederschlagsmenge. Im Einrichtmodus wird dieses Teilpaket immer gesendet. Im Normalbetrieb wird dieses Packet erst dann gesendet, wenn der Niederschlagszähler verändert worden ist.

Ändert sich der Niederschlagszähler nicht, so wird 4x kein Teilpaket Niederschlag gesendet und dann 1x mit Teilpaket Niederschlag.

Der Niederschlagszähler ist binär codiert und besitzt 12Bit (3 Nibbles). Er beginnt bei 000_h zu zählen bis FFF_h und beginnt dann wieder bei 000_h .

Eine Zählerstandserhöhung (LSB) entspricht einer Niederschlagsmengenzunahme von 0,518 mm.

Hier im Beispiel ist der Zählerstand auf $3FC_h = 1020_d \rightarrow 1020_d \times 0,518\text{mm} = 528,4\text{ mm}$

0 6 6 6 3 F 8 3 F C C 0 6 Niederschlagszähler (1020)

0000'0110'0110'0110'0011'1111'1000'0011'1111'1100'1100'0000'0110

- 0 Start-Info, immer Fix 0_h
- 6 Start-Info, immer Fix 6_h
- 6 Datenbezeichner für Niederschlagszähler, immer 2_h oder 6_h (Siehe Kapitel 3.5)
- 6 TX-Adresse 1. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- 3 TX-Adresse 2. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- F Im Einrichtmodus immer F_h , im Normalbetrieb F_h , D_h , 7_h oder 5_h (Siehe Kapitel 3.6)
- 8 Im Einrichtmodus immer E_h , im Normalbetrieb immer 8_h (Siehe Kapitel 3.7)
- 3 Niederschlagszähler Highest-Nibble (binär)
- F Niederschlagszähler Middle-Nibble (binär)
- C Niederschlagszähler Lowest-Nibble (binär)
- C Inverses Highest-Nibble Niederschlagszähler
- 0 Inverses Middle-Nibble Niederschlagszähler
- 6 Checksumme über alle Nibbles, aber nur das lowest Nibble wird verwendet.

3.4.4 Wind

Das vierte Teilpaket enthält die Information zum Wind in Geschwindigkeit und der Richtung. Der Wind ist eine Mittelwert-Bildung aus mehreren Messungen. Jedoch nur aus einem rel. kleinen Zeitintervall. Da die Windstärke in 0,1m/s aufgelöst wird und bis 50,9m/s betragen kann, reichen 8 Bit nicht aus. Das Neunte Bit (MSB) wird in einem bisher unbenutzten Nibble untergebracht. Siehe auch Beispiel bei der Windböe und im Kapitel 3.7. Die Windrichtung ist gemäss nebenstehender Tabelle codiert. Im Beispiel unten beträgt die Windgeschwindigkeit $05C_h = 92_d = 9,2\text{m/s} = 33,1\text{km/h}$ und die Windrichtung $9_h = \text{Süd-SüdWest}$.

0 6 7 6 3 F 8 5 C 9 A 3 4 Wind (9,2m/s, S-SW)

0000'0110'0111'0110'0011'1111'1000'0101'1100'1001'1010'0011'0100

- 0 Start-Info, immer Fix 0_h
- 6 Start-Info, immer Fix 6_h
- 7 Datenbezeichner für Wind, immer 3_h oder 7_h (Siehe Kapitel 3.5)
- 6 TX-Adresse 1. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- 3 TX-Adresse 2. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- F Im Einrichtmodus immer F_h , im Normalbetrieb $F_h, D_h, 7_h$ oder 5_h
- 8 Im Einrichtmodus E_h , od. F_h , im Betrieb 8_h bzw. 9_h (Siehe Kapitel 3.7)
- 5 Windgeschwindigkeit Higher-Nibble (binär)
- C Windgeschwindigkeit Lower-Nibble (binär)
- 9 Windrichtung (codierung siehe Tabelle)
- A Inverses Higher-Nibble Windgeschwindigkeit
- 3 Inverses Lower-Nibble Windgeschwindigkeit
- 4 Checksumme über alle Nibbles, aber nur das lowest Nibble wird verwendet.

HEX	Richtung
0	N
1	N-NO
2	NO
3	O-NO
4	O
5	O-SO
6	SO
7	S-SO
8	S
9	S-SW
A	SW
B	W-SW
C	W
D	W-NW
E	NW
F	N-NW

3.4.5 Windböe

Das fünfte Teilpaket enthält die Information zu Windböe in Geschwindigkeit und der Richtung. Im Einrichtmodus wird dieses Teilpaket immer gesendet. Im Normalbetrieb wird dieses Packet nur gesendet, wenn die Windböe $\geq 10\text{km/h}$ ist. Die Windböe ist die höchste gemessene Windgeschwindigkeit seit der letzten Paketübertragung. Da die Windböe in 0,1m/s aufgelöst wird und bis 50,9m/s betragen kann, reichen 8 Bit nicht aus. Das Neunte Bit (MSB) wird in einem bisher unbenutzten Nibble untergebracht. Siehe dazu Kapitel 3.7. Die Windböenrichtung ist gemäss nebenstehender Tabelle codiert. Im Beispiel unten beträgt die Windböengeschwindigkeit $10E_h = 270_d = 27,0\text{m/s} = 97,2\text{km/h}$ und die Windböenrichtung $A_h = \text{West}$.

0 6 F 6 3 F 9 0 E A F 1 E Windböe (27,0m/s, SW)

0000'0110'1111'0110'00110'1111'1001'0000'1110'1010'1111'0001'1110

- 0 Start-Info, immer Fix 0_h
- 6 Start-Info, immer Fix 6_h
- F Datenbezeichner für Windböe, immer B_h oder F_h (Siehe Kapitel 3.5)
- 6 TX-Adresse 1. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- 3 TX-Adresse 2. Nibble (bleibt nach Batterieeinlegen immer gleich)
- F Im Einrichtmodus immer F_h , im Normalbetrieb $F_h, D_h, 7_h$ oder 5_h
- 9 Im Einrichtmodus E_h , od. F_h , im Betrieb 8_h bzw. 9_h (Siehe Kapitel 3.7)
- 0 Windböengeschwindigkeit Higher-Nibble (binär)
- E Windböengeschwindigkeit Lower-Nibble (binär)
- A Windböenrichtung (codierung siehe Tabelle)
- F Inverses Higher-Nibble Windböengeschwindigkeit
- 1 Inverses Lower-Nibble Windböengeschwindigkeit
- E Checksumme über alle Nibbles, aber nur das lowest Nibble wird verwendet.

HEX	Richtung
0	N
1	N-NO
2	NO
3	O-NO
4	O
5	O-SO
6	SO
7	S-SO
8	S
9	S-SW
A	SW
B	W-SW
C	W
D	W-NW
E	NW
F	N-NW



3.7 Einrichtmodus-Bits & Nutzdatenbit

Das 7. Nibble jedes Teildatenpaketes hat gemischte Funktionen. Einerseits wird hier der Basisstation WS3600 mitgeteilt, ob der Einrichtmodus stattfindet und andererseits werden hier teilweise noch Nutzdaten untergebracht.

Bit-Nr.	Funktion
3	Immer 1
2	Im Normalbetrieb 0 und im Einrichtmodus 1
1	Im Normalbetrieb 0 und im Einrichtmodus 1
0	9. Datenbit von Windgeschw. Und Windböengeschw. Bei T,H und R ist es immer 0



4. Hilfsmittel

Folgende Hilfsmittel wurden für diese Analyse verwendet:

- Windsensor TX-12
- Thermo-Hygro-Aussensensor TX13 als Bindeglied zur WS-3600 Basisstation.
- WS-3600 Basisstation zur Überprüfung der Analyse.
- 2-Kanal 100MHz KO zur zeitlichen Signalanalyse
- Signalgenerator 1Hz....10kHz mit Spule 1mH zur Stimulation des Hall-Sensors vom Windsensor TX12.
- Selbstbebauter Windsimulator auf Basis eines PIC-Microcontrollers zur Simulation des Windsensors TX12
- Selbstbebauter Windsensor-Decoder auf Basis eines PIC-Microcontrollers zur Konvertierung des seriellen Datenstromes vom Windsensor TX12 in gruppierte HEX-Zeichen auf RS232
- Selbstbebauter HF-Modulations-Signaldecoder auf Basis eines PIC-Microcontrollers zur Konvertierung des seriellen Datenstromes, vom Thermo-Hygro-Aussensensor TX13, mit welchem der HF-Sender moduliert wird, in gruppierte HEX-Zeichen auf RS232
- PC mit RS232-Schnittstelle zum Empfang der decodierten HEX-Zeichen.
- Monitorprogramm *occonsole.exe* zur Darstellung und Aufzeichnung der Daten
- Tabellenkalkulationsprogramm Excel zur Analyse der Daten
- 433MHZ AM Sender von Conrad-Electronic.
- 433MHZ AM Empfänger von Conrad-Electronic.

