

Produkt	DC1/P4 - Tauch - und Navigationscomputer	Produkt-Nr.	10.009
Dokument	Anforderungsspezifikation	Erstfassung	04.05.2003
Bearbeiter	Norbert Köchli	Letzte Änderung	04.04.2006
Stand	Freigegeben	Aktuelle Version	1.3

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Verantwortlich</i>	<i>Änderung</i>
0.1	04.05.2003	Norbert Köchli	Erstfassung
0.2	12.11.2003	Norbert Köchli	Neue Erkenntnisse vom Prototyp P3/P3A
0.3	24.04.2004	Norbert Köchli	Neue Dokumentenstruktur nach IEEE Std 830-1998
0.4	16.07.2004	Norbert Köchli	Neuer Miniaturjoystick von Honeywell
0.5	18.01.2005	Norbert Köchli	Power Supply und Battery Management spezifiziert
0.6	19.05.2005	Norbert Köchli	Quellenverzeichnis und Vergleichstabelle eingefügt
0.7	26.05.2005	Norbert Köchli	Schnittstellen, Glossar und Inhaltsverzeichnis eingefügt
0.8	31.05.2005	Norbert Köchli	Eigenschaften erweitert und angepasst
0.9	06.06.2005	Norbert Köchli	Kapitel 1.3 in zentrales Glossar ausgelagert
1.0	11.06.2005	Norbert Köchli	Dokument nach Review freigegeben
1.1	02.08.2005	Norbert Köchli	Neue Erkenntnisse aus Design und Konstruktion
1.2	16.09.2005	Norbert Köchli	USB-Kommunikationsschnittstelle anstatt RS-232C
1.3	04.04.2006	Norbert Köchli	Neue Erkenntnisse nach Konstruktion und Versuchen

Zusammenfassung

Dieses Dokument spezifiziert in einer allgemein verständlichen Form die Anforderungen an einen modernen Tauch- und Navigationscomputer für Gerätetaucher. Es beschreibt die angestrebten Entwicklungsziele und dient als Grundlage für die Detailspezifikationen der verschiedenen Funktionseinheiten.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Motivation	3
1.2	Geltungsbereich	3
1.3	Definitionen, Akronyme und Abkürzungen	3
1.4	Quellenverzeichnis	3
2	Allgemeine Beschreibung	5
2.1	Umfeld	5
2.2	Produktfunktionalität	6
2.3	Allgemeine Einschränkungen	8
2.4	Annahmen und Abhängigkeiten	9
3	Spezifische Anforderungen	10
3.1	Funktionseinheiten.....	10
3.2	Funktionale Anforderungen.....	11
3.2.1	Power Supply	11
3.2.2	Processor Module	12
3.2.3	Display Module	13
3.2.4	Buzzer	14
3.2.5	Joystick.....	14
3.2.6	Pressure Sensor	15
3.2.7	Temperature Sensor.....	15
3.2.8	Salinity Sensor.....	16
3.2.9	Compass Module.....	16
3.2.10	USB-Bridge	17
3.2.11	Tankdata Transmitter	18
3.2.12	Tankdata Receiver	18
3.2.13	Ultrasonic Transmitter	19
3.2.14	Ultrasonic Receiver.....	19
3.3	Schnittstellen	20
3.3.1	Data Port.....	20
3.3.2	Power Port	20
3.3.3	Graphical User Interface	21
3.3.4	Bedienung.....	21
3.4	Leistungsanforderungen	22
3.5	Randbedingungen für den Entwurf.....	22
3.5.1	Übereinstimmung mit Normen.....	22
3.5.2	Einschränkungen bezüglich Hardware.....	22
3.6	Eigenschaften.....	23
3.6.1	Aufbau	23
3.6.2	Gehäuse	23
3.6.3	Sichtglas	23
3.6.4	Zuverlässigkeit	24
3.6.5	Sicherheit.....	24
3.6.6	Wartbarkeit.....	24

1 Einleitung

1.1 Motivation

Sport- und Berufstauchern steht heute eine Vielzahl unterschiedlicher Hilfsmittel und Geräte zur Tauchgangplanung und -durchführung sowie zur Unterwassernavigation zur Verfügung. Das Angebot reicht dabei von der einfachen Tauchtabelle bis zum komplexen Dekompressionscomputer. Jede dieser Hilfen hat aber gewisse Nachteile und zum Teil sogar erhebliche Mängel. Die Tauchgangberechnung mittels Tabellen einerseits ist aufwendig und fehleranfällig, Tauchcomputer andererseits liefern keinerlei Angaben über Richtung und Distanz zum Ausgangspunkt. Erst Entwicklungen wie der Digitalkompass oder die Sonarnavigation bieten eine moderne Alternative zum altgedienten Magnetkompass. Diese sind aber bis anhin nur als eigenständige Instrumente verfügbar.

Jean-Michel Cousteau umschreibt die aktuelle Situation in einem Interview sehr treffend: "Die Technik wird immer komplizierter! Ein Taucher sieht heute aus wie ein Weihnachtsbaum, überall hängt was runter. Und viele können nicht mit den Instrumenten umgehen!"

Diese Erkenntnisse, die Freude an der Unterwasserwelt und die steigende Beliebtheit des Tauchsports veranlassen uns, einen **Tauch- und Navigationscomputer** herzustellen, der alle positiven Eigenschaften herkömmlicher Tauchcomputer in sich vereint, aber zusätzliche Funktionen aufweist, welche die Sicherheit und die Orientierung unter Wasser erheblich verbessern.

1.2 Geltungsbereich

Diese Anforderungsspezifikation gilt für das Produkt DC1/P4.

Dieses Dokument wurde mit Microsoft Word 10.0 in Übereinstimmung mit der Norm IEEE Std 830-1998 erstellt. Die Abbildungen sind im GIF- oder JPG-Format eingebunden.

Dieses Dokument und sein Inhalt sind Eigentum der Firma *seanus systems gmbh* und dürfen ohne deren Einwilligung weder kopiert, vervielfältigt, weitergegeben noch zur Ausführung benutzt werden. Die darin enthaltenen Informationen sind vertraulich zu behandeln!

1.3 Definitionen, Akronyme und Abkürzungen

Definitionen, Akronyme und Abkürzungen sind im zentralen Glossar des Tauch- und Navigationscomputers DC1/P4 [1] zusammen gefasst.

1.4 Quellenverzeichnis

[1] A10.009-00-G12

Zentrales Glossar, Tauch- und Navigationscomputer DC1/P4, Vers. 1.2, seanus systems, CH-Zürich

[2] A10.009-00-X01

Datasheet QSA4S-3.5N-H1-G8, 4 Way Joystick, ITT Canon, CH-Wallisellen

[3] A10.009-00-X02

Datasheet TCN-4/16 Multitasking Computer, 04.2002, Wilke Technology GmbH, D-Aachen

[4] A10.009-00-X03

Datasheet NLC-128P128 Dot Matrix Liquid Crystal Display, Admatec AG, CH-Mägenwil

[5] A10.009-00-X04

Datasheet MS5535A Pressure Sensor Module, 09.09.2005, Intersema SA, CH-Bevaix

[6] A10.009-00-X05

Datasheet HMC6352 Digital Compass Solution, Rev. A, 07.2004, Honeywell AG, CH-Dielsdorf

[7] A10.009-00-X06

Datasheet TR30R150 Universal Switching Power Supply, Altrac AG, CH-Dietikon

[8] A10.009-00-X07

Datasheet MAX1757 Li+ Battery Charger, 2000, Maxim Integrated Products AG, CH-Glattbrugg

[9] A10.009-00-X08

Datasheet MAX1757 Evaluation Kit, 2000, Maxim Integrated Products AG, CH-Glattbrugg

[10] A10.009-00-X09

Internationale Netzspannungen und Steckertypen, 26.05.2005, seanus systems, CH-Zürich

[11] A10.009-00-X10

Datasheet ICR-18650J Lithium Ion Battery, 02.2005, E-One Moli Energy Ltd., CA-Maple Ridge

[12] A10.009-00-X11

Application Note AN240, Interfacing 3V and 5V Applications, 15.09.1995, Philips AG, CH-Zürich

[13] A10.009-00-X12

Produktinformation Borosilikatglas, Hecker Glastechnik GmbH & Co. KG, D-Dortmund

[14] A10.009-00-X13

Datasheet FT232R USB UART Interface, Vers. 1.04, 2005, FTDI Ltd., UK-Glasgow

2 Allgemeine Beschreibung

2.1 Umfeld

Der im Folgenden **DC1** genannte Tauch- und Navigationscomputer ist der erste Vertreter einer neuen Generation von Tauchinstrumenten, den so genannten *PIDI - Personal Integrated Dive Instruments*. Wie der Name schon andeutet, vereinigt dieser die bisher beim Tauchen verwendeten Instrumente in einer einzigen, multifunktionalen Einheit. Er ist eine ideale Kombination aus Dekompressionscomputer, Finimeter, Kompass und Sonar. Dieses erstmals in einem Tauchcomputer integrierte Navigationssystem berechnet die genaue Position unter Wasser und erlaubt so, unabhängig der vorherrschenden Sichtverhältnisse und ohne auftauchen zu müssen, jederzeit zum Ausgangspunkt zurück zu finden.

Der DC1 besitzt ausserdem die Möglichkeit der individuellen Programmierung, was eine einfache und rasche Anpassung an persönliche und örtliche Gegebenheiten erlaubt. Zusätzlich kann über eine normierte Datenschnittstelle mit einem Personal Computer kommuniziert werden. Einstellungen können so in den DC1 herunter geladen und die erfassten Tauchgangsdaten in den PC hochgeladen werden, wo sie mit der mitgelieferten Software weiterverarbeitet werden können.

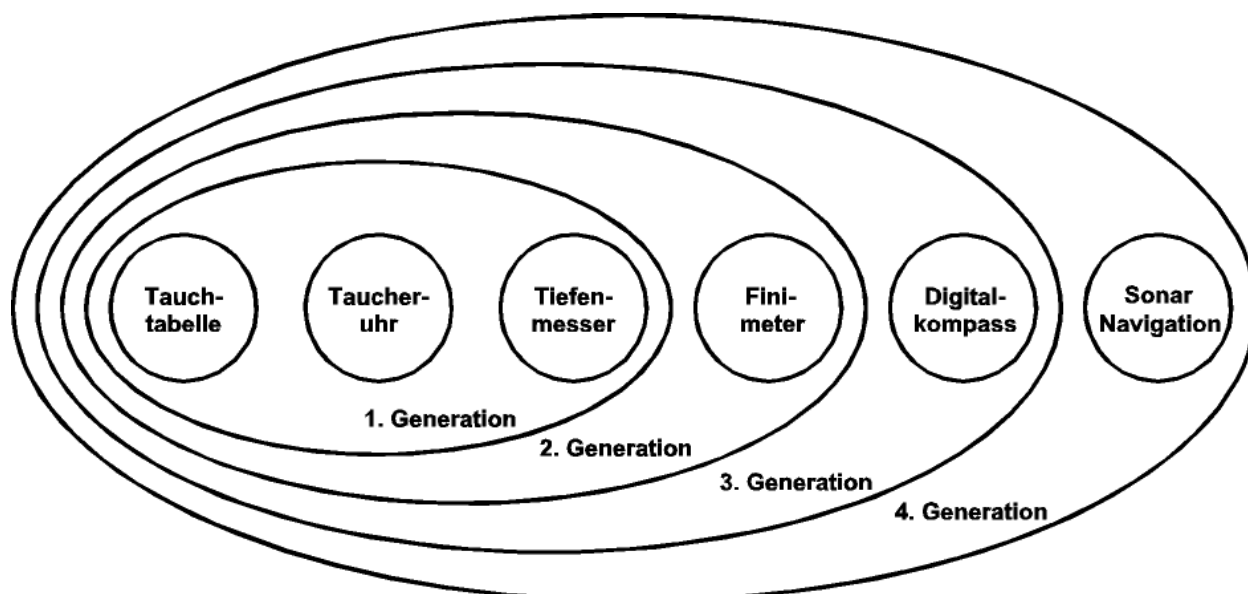


Abb. 1 - Tauchcomputergenerationen

Obige Abbildung zeigt, dass die erste Generation von Tauchcomputer bereits die Grundinstrumente des Tauchers - die Tauchtafel, die Taucheruhr und den Tiefenmesser - in einem Gerät vereinigt hat. Die nachfolgende, zur Zeit aktuelle Generation hat neben einigen funktionalen Verbesserungen die Anzeige des Atemgasvorrats mit integriert und so das Finimeter ersetzt. Einige Modelle benutzen dazu ein draht- und schlauchloses Sendeverfahren, um den Flaschendruck zum Rechner am Handgelenk zu übertragen. Das erste Modell der 3. Generation mit einem integrierten digitalen Kompass ist der Anfangs 2005 vorgestellte *D9* von *Suunto*.

Erst die nächste Generation von Tauchcomputer wie der DC1, werden neben weiteren technischen Verbesserungen auch die Dienste moderner Sonargeräte, wie sie im professionellen und militärischen Bereich bereits heute erfolgreich eingesetzt werden, bieten können.

2.2 Produktfunktionalität

Die untenstehende Tabelle zeigt die Funktionalitäten und Besonderheiten des DC1 im Vergleich mit den gängigsten Tauchcomputertypen der 2. und 3. Generation:

Hersteller	seanus	Cochran	Uwatec	Suunto	Oceanic
Modell	DC1	Commander	Pro Nitrox	Vyper	Atmos Pro
Technische Daten					
Anzahl gespeicherter Tauchgänge	255	100	37	9	5
Anzahl Kompartimente (Gewebe)	16	12	8	9	12
Anzahl Tauchdaten-Logs	64000	21600	600	6480	
Anzahl verschiedener Gasgemische	9	2	1	1	1
Batterielebensdauer (Std.)	2500	200	350	400	100
Displaygrösse (cm ²)	24.8	17.2	7.4	15.4	7.2
Garantie (Monate)	24	24	12	24	24
Log-Intervallzeit (s)	10...30	1...15	20	10...60	
Maximale Einsatzhöhe (m.M.)	6500	4600	4000	3000	4300
Rechenmodell	Bühlmann	Haldane	Bühlmann	Suunto	Haldane
Temperaturanzeige Auflösung (°C)	0.5	1		1.5	1
Temperaturanzeige Bereich (°C)	-20...60	-7...37		-22...50	
Temperaturanzeige Genauigkeit (%)	1	2		3.6	
Tiefenanzeige Auflösung (cm)	10	30	30	30	30
Tiefenanzeige Bereich (m)	200	99	99	79	99
Tiefenanzeige Genauigkeit (%)	1	1	1	1	1
Tiefste Dekostufe (m)	120	27	27	79	60
Besonderheiten					
Aufladbare Batterien	X				
Automatische Aktivierung	X	X	X	X	X
Automatische Höhenadaption	X	X	X		
Berücksichtigung der Arbeitsleistung	X		X		
Berücksichtigung persönlicher Daten	X				
Computer-Datenschnittstelle	X	X	X	X	X
Finger-Joystick für Dateneingabe	X				
Gewebesättigungs-Anzeige	X				
Hintergrundbeleuchtung	X	X	X	X	X
Integrierter Digitalkompass	X				
Kalender mit Mondphasen	X				
Manuelle Aktivierung	X		X		
Mehrsprachenunterstützung	X				
Menügesteuerte Benutzerführung	X				
Metrische / Imperiale Einheiten	X	X	X		X
Navigationssystem (Sonar)	X				
Programm-Updates ab Internet	X				
Schlauchlose Flaschendruckanzeige	X		X		
Signal- und Hinweistöne	X	X	X	X	
Stufenlose Höhenadaption	X	X			X
Süss- / Salzwasserkompensation	X	X			
Tauchdaten-Logbuch	X	X	X	X	X
Tauchgangplaner	X	X	X		X
Tauchgangsimulation	X				
Tauchprofil-Anzeige	X				
Temperaturkompensation	X	X	X		
Tiefenabhängige Aufstiegsrate	X	X	X		
Uhr mit Datum, Wochentag und Alarm	X				
Vollgrafikdisplay	X				

Angezeigte Daten	DC1	Commander	Pro Nitrox	Vyper	Atmos Pro
Adaptionszeit in der Höhe	X	X	X	X	X
Aktuelle Temperatur	X	X		X	X
Aktuelle Uhrzeit	X	X		X	X
Aktuelles Datum und Wochentag	X				
Aufstiegsgeschwindigkeit	X	X	X		
Batterie-Restkapazität	X	X			
Dekostop-Level (Ceiling)	X	X			
Dekostop-Tiefe	X	X	X	X	X
Dekostop-Zeit	X	X	X	X	X
Entsättigungszeit	X	X	X		
Flaschendruck	X		X		
Gasverbrauch	X		X		
Gewebesättigung	X				
Höhenbereich	X	X	X		
Luftdruck	X				
Maximaltiefe	X	X	X	X	X
Navigation (Entfernung zum Ziel)	X				
Navigation (Kompassrichtung)	X				
Navigation (Richtung zum Ziel)	X				
Nullzeit	X	X	X	X	X
Oberflächen-Intervall	X	X	X	X	
Sauerstoff-Dosis (CNS)	X	X	X	X	
Sauerstoff-Einheiten (OTU)	X	X		X	X
Sauerstoff-Partialdruck	X	X	X		
Tauchtiefe	X	X	X	X	X
Tauchzeit	X	X	X	X	X
Totale Aufstiegszeit	X	X	X		X
Verbleibende Flugverbotszeit	X	X	X	X	X
Verbleibende Grundzeit	X	X	X		X
Wasser-Salzgehalt	X	X			
Warnungen und Alarme					
Aufstiegsgeschwindigkeit	X	X	X	X	X
Batterie-Reserve	X			X	
Gasflaschen-Halbzeit	X	X	X		
Gasflaschen-Reserve	X	X	X	X	X
Sauerstoff-Dosis	X	X	X	X	X
Sauerstoff-Partialdruck	X	X	X		X
Temperatur-Grenzwert	X				
Tiefengrenzwert	X	X		X	
Einstellmöglichkeiten					
Aktivierungstiefe	X		X		
Aufstiegsgeschwindigkeits-Grenzwert	X	X			
Dekostufen und letzte Stufe	X				
Display-Helligkeit und -Kontrast	X	X			
Einheitensystem Metrisch / Imperial	X	X	X	X	X
Gasanteile (Sauerstoff / Stickstoff)	X	X	X	X	X
Logintervallzeit	X	X		X	
Persönliche Daten (Grösse, Gewicht...)	X				
Sauerstoff-Partialdruck-Grenzwert	X	X	X	X	X
Signalton an / ab	X	X	X	X	
Tiefengrenzwert	X	X		X	
Zeit, Datum und Alarm	X	X			X
Zeitformat / Sommerzeit	X				

Logbuch	DC1	Commander	Pro Nitrox	Vyper	Atmos Pro
Anzahl Deko-Tauchgänge	X	X	X		
Anzahl Tauchgänge	X	X	X	X	X
Anzahl Wiederholungstauchgänge	X		X		
Aufstiegsrate	X	X			
Deko-Level (Ceiling)	X	X			
Gesamten Deko-Zeit	X	X			
Gesamten Tauchzeit	X	X	X	X	
Luftdruck und -temperatur	X				
Sauerstoff-Dosis (CNS)	X	X			
Sauerstoff-Einheiten (OTU)	X	X			
Sauerstoff-Partialdruck	X	X			
Stickstoffsättigung aller Gewebe	X				
Tiefen- / Zeitprofil	X	X	X	X	X
Warnungen und Alarme	X	X	X		X
Wassertemperatur	X	X			X

2.3 Allgemeine Einschränkungen

Wegen des enormen Zeitdrucks werden im Prototyp P4 nicht alle ursprünglich vorgesehenen Funktionen realisiert. Es werden daher die folgende Restriktionen gemacht:

- Keine Unterstützung von Helium-Gasgemischen (Trimix, Heliox)
Es werden nur Sauerstoff-/Stickstoffgemische (Luft, Nitrox) bis 100% O₂ unterstützt
- Keine Gasgemischumschaltung (Gas Switching) während des Tauchgangs
Das Atemgasgemisch muss vor dem Tauchen manuell eingegeben werden
- Keine Messung des Sauerstoffgehaltes im Atemgas
Der Sauerstoffanteil kann manuell zwischen 21% und 100% eingegeben werden
- Keine automatische Tilt-Kompensation im Compass Module
Es wird ein 2-dimensionaler Magnetfeldsensor ohne Neigungsmessung verwendet
- Keine Auswahl der Sprachen Italienisch, Französisch und Spanisch
Es werden nur die Sprachen Deutsch und Englisch implementiert
- Keine Ausgabe von komplexen Tonfolgen, Geräuschen oder Sprachsequenzen
Die Tonausgabe zur akustischen Signalisierung erfolgt mit einem unifrequenten Summer
- Keine Lautstärkeregelung der Tonausgabe
Der Summer kann über das Bedienmenü nur ein- oder ausgeschaltet werden
- Keine Berechnung und Anzeige des Sonnenauf- und -untergangs im Kalender
Diese Berechnungen erfordern die Eingabe der geografischen Länge und Breite oder einer Auswahl des Aufenthaltsortes (Land, Region, Stadt)
- Keine externen Module - TTR und UTR werden im Gehäuse integriert
- Gefahr einer Patentverletzung für den drahtlosen Flaschendrucksender
Uwatec und *Suunto* befinden sich seit Anfangs 2005 in einem Rechtsstreit, wobei *Uwatec Suunto* beschuldigt, das Patent für den Flaschendrucksender verletzt zu haben. Unsere Entwicklung des TTR - Tankdata Transmitter / Receivers ist so lange eingestellt, bis feststeht, wie eine Patentverletzung verhindert oder umgangen werden kann.

2.4 Annahmen und Abhängigkeiten

Die Erkenntnisse aus der Entwicklung, der Realisierung und den Tests des Prototyps P3/P3A sind vollumfänglich in dieses Dokument eingeflossen. Gegenüber dem P3A sind folgende Verbesserungen bei den Hardwarekomponenten vorgesehen:

- Neuer digitaler Pressure Sensor mit integrierter Temperaturkompensation
- Temperature Sensor wird durch Temperaturmessung mit dem Drucksensor überflüssig
- Neues Compass Module mit serieller digitaler Schnittstelle und Softwarekompensation
- Display-Hintergrundbeleuchtung mit integriertem, digital einstellbarem Spannungs-Inverter
- Display Font Select (FS) und Chip Enable (CE) werden fest verdrahtet
- Optimierte Stromversorgung mit integrierten Spannungsreglern und individuellem Shutdown
- Universelles, externes Power Supply und intelligentes Battery Management On-Board
- Neuer, robuster 4-Way Joystick mit einer Gummihutze zum Abdichten
- Salinity Sensor auf Basis der Leitwertmessung des Wassers mit Wake-Up
- USB-Kommunikationsschnittstelle anstelle einer RS-232C
- Integration des Tankdata Receivers (TTR) im Gehäuse
- Integration des Ultrasonic Receivers (UTR) im Gehäuse
- Kunststoffgehäuse aus Glasfaser-verstärktem Polyamid in Lasersinter-Technik

Bei den Softwarekomponenten sind folgende Verbesserungen geplant:

- Neuer Compiler Wilke Tiger Basic Version 5.2
- Neue Softwarekomponenten für I2C- und SPI-Bus
- Neuer Serial Driver für SER1, SER2 kann für den SPI-Bus genutzt werden
- Test aller Software-Komponenten mit dem PC-Programm 'DiveComp-Simulator'

3 Spezifische Anforderungen

3.1 Funktionseinheiten

Der Tauch- und Navigationscomputer DC1 ist ein komplexes, interaktives System. Das Blockdiagramm zeigt die Unterteilung in seine wichtigsten Funktionseinheiten.

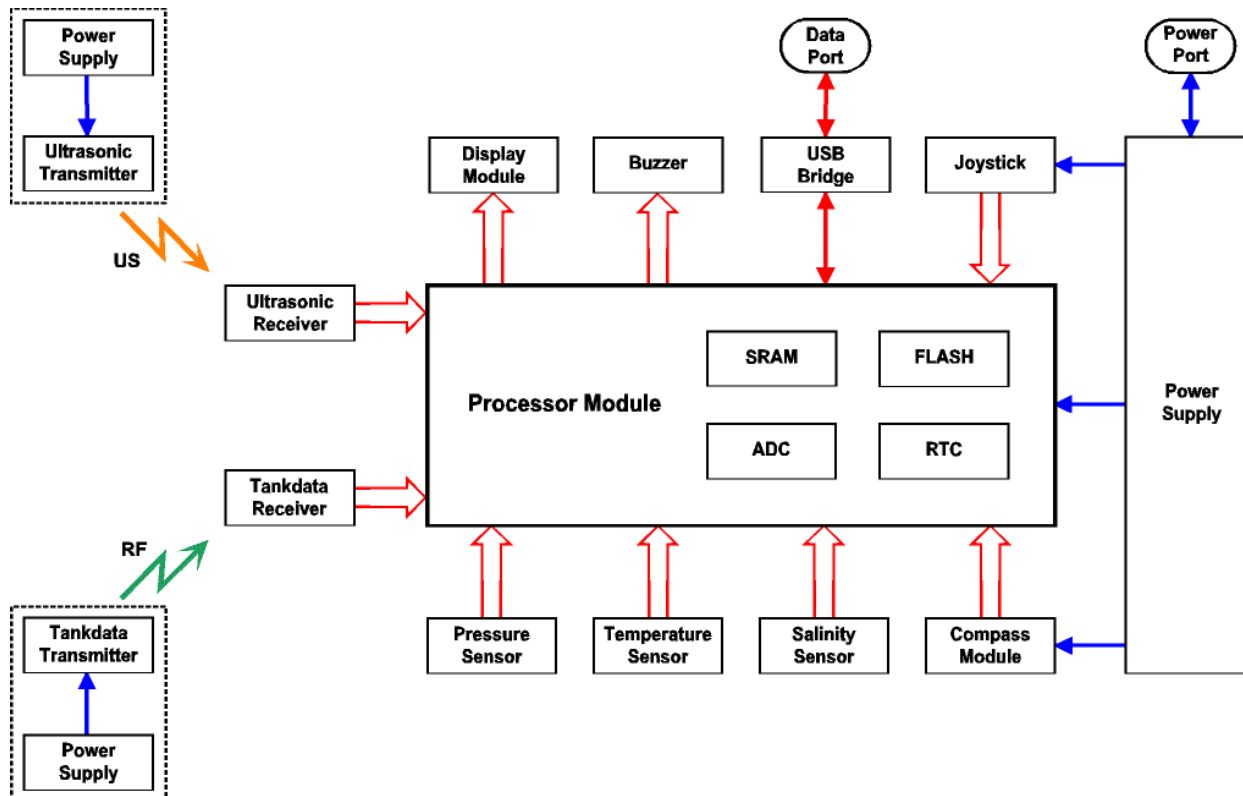


Abb. 2 - Blockschaltbild des DC1

Untenstehende Tabelle gibt eine Übersicht der Funktionseinheiten und eine kurze Umschreibung deren wichtigsten Funktionen. Auf diese wird dann in den folgenden Kapiteln genauer eingegangen.

Funktionseinheit	Kurze Umschreibung der wichtigsten Funktionen
Power Supply	Universelle Stromversorgung für die optimale Speisung aller Funktionseinheiten
Processor Module	Mikrocomputersystem mit integriertem Timer, SRAM, Flash, ADC und RTC
Display Module	Grafische Anzeige zur Ausgabe von Daten und Informationen für den Taucher
Buzzer	Akustischer Signalgeber für die Ausgabe von Hinweistönen für den Taucher
Joystick	Fingerjoystick zur Eingabe und Auswahl von Parameter durch den Taucher
USB-Bridge	Bidirektionaler UART zu USB-Schnittstellenkonverter für Up- und Downloads
Pressure Sensor	Drucksensor zur Erfassung des aktuellen Umgebungsdrucks
Temperature Sensor	Temperatursensor zur Erfassung der aktuellen Umgebungstemperatur
Salinity Sensor	Leitwertsensor zur Erfassung des Salzgehaltes des umgebenden Wassers
Compass Module	Elektronischer Kompass zur Bestimmung der magnetischen Nordrichtung
Tankdata Transmitter	Flaschendrucksender zur Übertragung des Atemgasdrucks per Funk
Tankdata Receiver	Empfänger und Decoder für die Funksignale des Tankdata Transmitter
Ultrasonic Transmitter	Navigationssender zur omnidirektionalen Ausstrahlung von Ultraschallimpulsen
Ultrasonic Receiver	Empfänger und Decoder für die Ultraschallsignale des Ultrasonic Transmitter
Data Port	Kommunikationsschnittstelle für PC-Anwendungen und Zusatzmodule
Power Port	Schnittstelle für externe Stromversorgung und Speisung von Zusatzmodulen

3.2 Funktionale Anforderungen

3.2.1 Power Supply

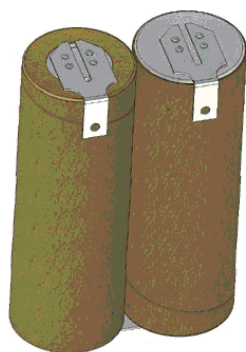


Abb. 3 - Akkupack

Das Power Supply dient der Stromversorgung aller Funktionseinheiten im DC1. Sämtliche intern verwendeten Spannungen müssen von einem wieder aufladbaren Akkupack abgeleitet und stabilisiert werden. Um die zur Verfügung stehende Energie optimal zu nutzen, ist es notwendig, dass einzelne Funktionseinheiten bei Nichtgebrauch von der Stromversorgung getrennt werden. Das Akkupack kann an Land mit einem externen Steckernetzteil wieder aufgeladen werden. Die Ladeschaltung ist im Power Supply zu integrieren. Die Restkapazität des Akkupacks wird laufend überwacht und kann dem Taucher angezeigt werden. Bei Unterschreitung einer minimalen Kapazität ist eine akustische Warnung auszugeben. Die Bauform der Akkus hängt sehr stark vom verfügbaren Platz und dem Design des Gehäuses ab. Die momentan grösste Energiedichte bieten Lithium-Ionen-Rundzellen. Dabei müssen die Sicherheitsbestimmungen unbedingt eingehalten und geeignete Schutzmassnahmen vorgesehen werden. Für die Stabilisierung der

einzelnen Versorgungsspannungen müssen Step-Down-Schaltregler mit dem bestmöglichen Wirkungsgrad und einer digitalen Shutdown-Möglichkeit vorgesehen werden.

Die Anforderungen an das Power Supply sind folgende:

Akkupack:	Li-Ion (Lithium Ionen), 2S1P, Schutzschaltung integriert, ca. 100g
Akkutyp:	E-One Moli, 3.75V, 2400mAh, ø18.3 x 65.2mm
Temperaturbereich:	-20...60°C
Nennkapazität:	> 2300mAh
Ausgangsspannung:	5.0...8.4V, Tauchverbot < 6.0V
Schutzschaltung:	2.3V...4.3V, im Akkupack integriert
Entladestrom:	< 200mA
Ladespannung:	4.2V +0/-0.05V (pro Zelle), 1C max., 0...45°C
Ladezeit:	< 1 Std. (80%), < 2 Std. (95% der Nennkapazität)
Ladezyklen:	> 500 (80% der ursprünglichen Kapazität)
Ladeschaltung:	Switch Mode, Input 6...14Vdc, 1C, Wirkungsgrad >85%, keine Erwärmung
Externe Speisung:	Universal Steckernetzteil 90...260Vac, 50/60Hz
Versorgung RAM / RTC:	2.7...4.5V, typ. 50uA, max. 300uA
Versorgung Prozessor:	5V ± 0.5%, typ. 50mA, max. 75mA (inkl. ADC)
Versorgung Display:	5V ± 5%, max. 10mA
Kontrast Display:	-15...-12V, typ. 4mA, digital einstellbar
Helligkeit Display:	2...5V, typ. 30mA, max. 70mA, digital einstellbar
Versorgung Kompass:	2.7...5.2V, typ. 2mA, max. 10mA
Versorgung Sensoren:	2.2...3.6V, typ. 5uA, max. 1mA
Versorgung Tankdata:	5V ± 5%, max. 100mA
Versorgung Ultrasonic:	5V ± 5%, max. 100mA

3.2.2 Processor Module

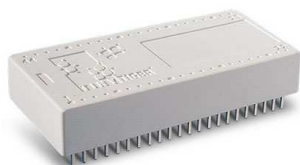


Abb. 4 - TCN-4/16

Das Processor Module ist ein kompaktes Multitasking Computersystem mit integriertem Mikrocontroller, Flash-Speicher, SRAM, Timer, Echtzeituhr, A/D-Wandler, zwei seriellen Schnittstellen und 24 universellen Data I/O's. Über die eine RS-232 Schnittstelle erfolgt der Programm-Download in den Flash-Speicher. Die Zweite kann zum Debuggen verwendet werden. Programmerstellung, Download und Source Level-Debugging erfolgen auf dem PC mit der mitgelieferten Hochsprachen-Entwicklungsumgebung. Die

vielen internen und externen Funktionseinheiten werden durch eine grosse Anzahl an Device-Treibern und Include-Dateien unterstützt und sind in mehreren Handbüchern umfassend beschrieben. Es fallen keine weiteren Kosten für Runtime-Lizenzen, Updates oder Support an.

Die Anforderungen an das Processor Module sind folgende:

Produkt:	Wilke Technology Tiny Tiger TCN-4/16, Version 1.06n
Programmiersprache:	Tiger Basic, Compiler Version 5.2
Gehäuse:	DIP 44 pin, 0.9"
Abmessungen:	28.1 x 59.8 x 10.7mm (B x L x H)
Gewicht:	28g
Temperaturbereich:	0...70°C
Speisung Digital:	5V ± 0.5%, 50...70mA
Speisung ADC:	5V ± 0.5%, typ. 1.5mA
Speisung SRAM / RTC:	2.7...4.5V, typ. 50uA, max. 300uA
Programmspeicher:	Flash, 2MB (32 Sektoren zu 64kB), 100'000 Löschzyklen garantiert
Datenspeicher:	SRAM, 512kB
Zeitbasis:	Integrierter Timer, ± 30ppm
Echtzeituhr:	Integrierter RTC, ± 20ppm, Alarm/Wake-Up Output pin
Datenleitungen:	24 pin I/O, 5V TTL, 1.6mA max.
A/D-Wandler	4-Kanal, 10bit (HW), 12bit (SW), 5.0Vref, 50kS/s, 1MΩ
Serielle Schnittstelle:	2-Kanal UART, gepuffert, RS-232C, TTL, 300...61440bps
PWM-Generator	2-Kanal PWM, 6bit/80kHz, 7bit/40kHz, 8bit/5kHz
Pulsgenerator	1-Kanal TTL, 0.4...50uS

3.2.3 Display Module



Abb. 5 - LMD76P026

Im Display Module werden alle benötigten Daten und Informationen für den Taucher angezeigt. Verwendet wird ein grafisches Dot Matrix LCD (Liquid Crystal Display - Flüssigkristallanzeige) mit integriertem Controller, welcher für die Ansteuerung der einzelnen Bildpunkte (Dots) und die Kommunikation mit dem Processor Module zuständig ist. Für eine gute Ablesbarkeit auch unter schlechten Lichtverhältnissen wird ein transflektives FSTN LCD mit regulierbarer Hintergrundbeleuchtung verwendet. Diese wird mit der integrierten Elektrolumineszenz-Folie und einen so genannten Spannungs-Inverter realisiert. Das Display Module muss auch statisch, d.h. ohne Kommunikation mit dem Processor Module betrieben werden können. Das setzt eine eigene und unabhängige Stromversorgung voraus, welche alle benötigten Spannungen erzeugt. Der Kontrast und die Helligkeit der Hintergrund-

beleuchtung müssen vom Benutzer eingestellt werden können. Das erfolgt über die Steuerung der entsprechenden Spannungen mit digitalen Potentiometern, welche ihre Einstellwerte vom Processor Module bekommen. Der aktuelle Widerstandswert wird intern im nicht flüchtigen Speicher gehalten.

Die Anforderungen an das Display Module sind folgende:

Produkt:	Nan Ya LMD76P026
Controller:	Toshiba T6963C
Bildpunkte:	128 x 128, 0.32 x 0.32mm, Abstand 0.03mm
Abmessungen:	72.4 x 69.9 x 9.5mm (B x L x H)
Sichtbereich:	49.0 x 49.0mm
Sichtwinkel:	6 Uhr, $\pm 30^\circ$ vertikal, 60° horizontal
Kontrast:	4...6 bei 25°C
Technologie:	FSTN (Film Super Twisted Nematic), transflektiv, positiv
Beleuchtung:	Elektrolumineszenz (EL-Folie), weiss, 30cm^2 , 20cd/m^2
Gewicht:	55g
Temperaturbereich:	$0...50^\circ\text{C}$, $-20...70^\circ\text{C}$ verfügbar
Speisung Digital:	$5\text{V} \pm 0.25\text{V}$, 9mA
Speisung Analog:	$-15...-12\text{V}$, 4mA, Kontrasteinstellung über Spannungsregulierung
Speisung EL-Folie:	110Vac, 400Hz, 5mA, Speisung über EL-Inverter
Speisung EL-Inverter:	$2...5\text{V}$, $20...70\text{mA}$, Helligkeitseinstellung über Spannungsregulierung
Schnittstellen:	Display Data an Port 6, Display Control an Port 8

3.2.4 Buzzer



Der Buzzer erzeugt alle akustischen Signale wie Hinweistöne und Alarme, die den Taucher auf Gefahren oder Grenzwertüberschreitungen aufmerksam machen sollen. Der erzeugte Schalldruck ist proportional zur Betriebsspannung, was eine einfache Lautstärkenregulierung ermöglicht.

Abb. 6 - F/UCW03

Die Anforderungen an den Buzzer sind folgende:

Produkt:	Digisound F/UCW03
Technologie:	Piezo-Summer mit integriertem Oszillator
Temperaturbereich:	-20...70°C
Abmasse:	< Ø12 x 7.5mm, 2g
Frequenz:	2400 ± 400Hz
Schalldruck:	82dB (10cm) max.
Betriebsspannung:	2...5V, Lautstärkeeinstellung über Spannungsregulierung
Stromaufnahme:	< 30mA
Schnittstelle:	Audio Output an Pin L85

3.2.5 Joystick



Abb. 7 - QSA4

Mit dem Joystick hat der Taucher die Möglichkeit, durch die Menüstruktur im Display Module zu navigieren und so Parameter einzugeben oder auszuwählen. Das GUI (Graphical User Interface) muss so ausgelegt werden, dass dafür vier Schaltzustände ausreichen. Da der Joystick auch unter Wasser benutzt werden kann, muss er absolut wasserdicht und druckfest ausgelegt sein und eine sichere Bedienung auch mit Tauchhandschuhen ermöglichen. Ein normaler Drucktaster mit einem Schalterpunkt von etwa 5N und einer Fläche von 20mm² würde bereits in einer Tiefe von 25m durchschalten! Eine Möglichkeit wäre ein Finger Joystick wie nebenan abgebildet, welcher mit einer Gummihutze abgedichtet wird.

Die Anforderungen an den Joystick sind folgende:

Produkt:	ITT Cannon QSA4 3.5N H1 G8
Temperaturbereich:	-20...70°C
Schaltzustände:	4 x ein (auf, ab, links, rechts)
Kontaktmaterial:	Gold
Belastbarkeit:	5V, > 10mA
Prellzeit:	< 2mS
Lebensdauer:	> 500000
Schnittstelle:	Key Input an Port 7

3.2.6 Pressure Sensor

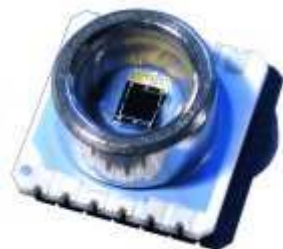


Abb. 8 - MS5535A

Der Pressure Sensor hat die Aufgabe, den Umgebungsdruck zu messen. Er muss über einen weiten Messbereich und eine genügend hohe Auflösung verfügen, um sowohl den Luftdruck an Land wie auch den Wasserdruck beim Tauchen zu erfassen. Da die Druckmessung von der Temperatur beeinflusst wird, muss in unmittelbarer Nähe des Drucksensors die Temperatur erfasst werden. Anhand dieser Temperaturwerte kann der gemessene Absolutdruck rechnerisch kompensiert werden. Im DC1 wird ein integrierter Drucksensor mit Temperaturkompensation, ADC und digitaler Schnittstelle verwendet. Die Temperaturwerte können ebenfalls ausgelesen werden, so dass ein zusätzlicher Temperatursensor hinfällig wird. Zudem können 6 interne Koeffizienten

ausgelesen werden, welche eine hochgenaue Software-Kalibrierung ermöglichen. Die dem Wasser ausgesetzte Messbrücke des Sensors muss mit Silikongel geschützt werden. Der Druckaufnehmer selbst wird nach dem Einbau mit Kunstharz wasser- und druckfest vergossen.

Die Anforderungen an den Pressure Sensor sind folgende:

Produkt:	Intersema MS5535A
Druckbereich:	0...14bar Absolutdruck, 30bar Überdruck
Material:	Rostfreier Stahl, gefüllt mit Silikongel
Speisung:	2.2...3.6V (typ. 3.3V)
Stromaufnahme:	< 1mA
Auflösung:	15bit, 1.2mbar, 4...8 Messungen gemittelt
Genauigkeit ADC:	± 2LSB typ, ± 7LSB max.
Genauigkeit absolut:	± 20mbar (< 5bar), -60mbar (< 10bar), -160mbar (< 14bar) zwischen 0...50°C
Konvertierungszeit:	< 35ms
Temperaturbereich:	-10...60°C
Schnittstelle:	SPI (MSB first), Logikpegel 3.3V

3.2.7 Temperature Sensor

Der Temperature Sensor misst die aktuelle Umgebungstemperatur. Diese dient einerseits zur Kompensation der Druck- und Salzgehaltmessungen und andererseits als Anzeige der Luft- oder Wassertemperatur. Im DC1/P4 wird der im Pressure Sensor integrierte Temperatursensor verwendet.

Die Anforderungen an den Temperature Sensor sind folgende:

Produkt:	Intersema MS5535A
Temperaturbereich:	-10...60°C
Auflösung:	0.015°C
Genauigkeit:	± 0.8°C bei 25°C

3.2.8 Salinity Sensor

Der Salinity Sensor muss feststellen, wann der DC1 mit dem Wasser in Berührung kommt. Dazu wird der elektrische Widerstand der Umgebung gemessen. Anhand des Leitwerts kann auch der Salzgehalt des Wassers bestimmt werden. Dieser Wert dient intern zu Kompensationszwecken und kann dem Taucher als Information angezeigt werden. Die Messzelle besteht aus zwei vergoldeten Elektroden mit genau festgelegter Fläche und Abstand. Die Messung erfolgt mit Wechselspannung, um eine einseitige Abnutzung der Elektroden zu vermeiden.

Die Anforderungen an den Salinity Sensor sind folgende:

Temperaturbereich:	0...30°C
Messbereich:	500uS/cm (Süsswasser)...50mS/cm (Salzwasser)
Genauigkeit:	< 20%
Speisung:	3.3V ± 5%
Stromaufnahme:	< 10mA
Frequenz:	400...1200Hz
Messzelle:	2 vergoldete Elektroden
Schnittstellen:	Measuring Input an Port 5 (ADC)

3.2.9 Compass Module



Abb. 9 - HMC6352

Das Compass Module misst die Richtung und Stärke des Erdmagnetfeldes und gibt den Winkel zum magnetischen Nordpol (Heading) aus. Dazu werden zwei rechtwinklig zueinander angeordnete magnetoresistive Sensoren verwendet, die eine zu den Magnetfeldlinien proportionale Spannung ausgeben, welche intern von einem Microcontroller digitalisiert und verrechnet werden. Es werden nur die X- und Y-Komponenten des Erdmagnetfeldes gemessen. Um Fehler der Z-Komponente auszuschliessen, muss das Compass Module während der Messung absolut waagrecht gehalten werden. Für eine softwaremässige Kalibrierung kann der DC1 langsam um 360° gedreht werden oder es werden zwei Messungen in einem Winkel von genau 180° durchgeführt.

Die Anforderungen an das Compass Module sind folgende:

Produkt:	Honeywell HMC6352
Temperaturbereich:	-20...70°C
Feldstärke:	0.1...0.75 Gauss
Speisung:	2.7...5.2V (typ. 5.0V)
Stromaufnahme:	2mA typ, 10mA max.
Messbereich:	0...360°
Auflösung:	0.3°
Genauigkeit:	6°
Adresse:	42h (write), 43h (read)
Schnittstellen:	I2C, Logikpegel 5V

3.2.10 USB-Bridge

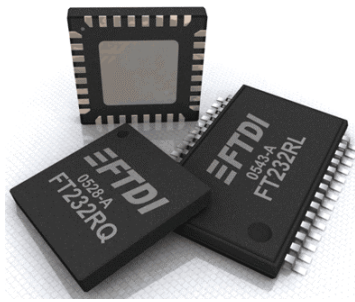


Abb. 10 - FT232R

(Downstream).

Die USB-Bridge ist ein hochintegrierter, bidirektionaler Schnittstellenwandler zwischen der internen RS-232C und dem externen USB-Data Port. Ein lizenzfreier, virtueller Gerätetreiber ermöglicht es, bestehende, COM-basierende Software unverändert weiter zu verwenden. Der interne UART-Port hat Logikpegel, damit entfällt ein zusätzlicher RS-232C-Pegelwandler. Der Baustein hat alle benötigten Komponenten wie Spannungsregler, Puffer, Oszillator und Transceiver integriert, so dass keine externen Bauteile benötigt werden. Zudem besteht die Möglichkeit, das interne EPROM und vier frei programmierbare Datenleitungen Applikations-spezifisch zu nutzen. Da die Kommunikation nur an Land benötigt wird, wird die USB-Bridge vom PC über das Data Port gespiesen

Die Anforderungen an die USB-Bridge sind folgende:

Produkt:	FTDI FT232RL
Temperaturbereich:	-20...70°C
Speisung:	4.0...5.2V (typ. 5.0V) vom PC (Downstream)
Spannungsausgang:	3.0...3.6V, 100mA max.
Stromaufnahme:	26mA typ.
USB Konformität:	USB 2.0, full speed (12Mbps)
USB Port:	Pos. Data (D+), Neg. Data (D-), Signal Ground (GND), Vbus (+5V)
Datenspeicher:	EPROM 1024 Byte, Programmierung der Vendor ID, Product ID, Serial Number, Release Number, Power Descriptor und Product Description
Datenleitungen:	4 GPIO, 5V-Logik über Pull-Up, LED für Kontroll- und Statusanzeige
Steuerleitung:	Mode (intern für PC, Run und Reset Signale)
UART Kommunikation:	Seriell, bidirektional, Halb-Duplex, kein Handshake
Übertragungsparameter:	8 Data bit, 1 Stop bit, no Parity
Datenrate:	38400bps
Datenleitungen:	Transmit Data (TXD), Receive Data (RXD), Signal Ground (GND)
Software:	Virtual COM Port Driver für Windows 98SE/2000/XP und MAC OS-9/X, USBXpress Direct USB Driver für Windows 98SE/2000/XP (DLL)

3.2.11 Tankdata Transmitter

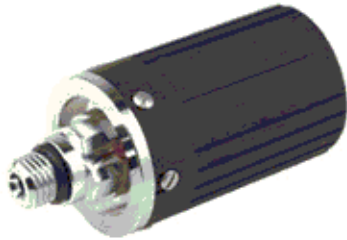


Abb. 10 - Flaschendrucksender

Der Tankdata Transmitter ist ein Flaschendrucksender, welcher den Druck in der Atemgasflasche eines Tauchers erfasst und per Funk übermittelt. Er wird direkt am Hochdruckausgang der 1. Stufe angeschlossen. Der aktuelle Druck wird in regelmässigen Abständen von einigen Sekunden gemessen, codiert und an den Empfänger im DC1 gesendet. Dort wird er decodiert, umgerechnet und angezeigt. Jeder Sender hat eine unabhängige Stromversorgung und eine einmalige Senderkennung (Adresse), die mit dem entsprechenden Empfänger gepaart werden muss. So können mehrere Sender im selben Tauchgebiet eingesetzt werden.

Die Anforderungen an den Tankdata Transmitter sind folgende:

Temperaturbereich:	-10...50°C
Druckfestigkeit:	30bar (300m Tauchtiefe) / absolut gas- und wasserdicht
Messbereich:	0...300bar, 450bar Überdruck
Montage:	Hochdruckausgang der 1. Stufe, 7/16" - 20 UNF
Abmasse:	< Ø40 x 80mm
Gewicht:	< 200g
Senderkennung:	16bit / 65536 Adressen (einmalige Seriennummer)
Frequenzband:	RF, international freigegeben, genehmigungs- und gebührenfrei
Reichweite:	3m an der Luft, 2m im Salzwasser (Salinität 35‰)
Datenrate:	> 1200bit/s
Stromversorgung:	Handelsübliche Batterie, auswechselbar
Batterielebensdauer:	1 Jahr Stand-by oder mind. 200 Tauchgänge zu 2 Std.

3.2.12 Tankdata Receiver

Der Tankdata Receiver empfängt die Flaschendruckdaten des Transmitters. Nach der Decodierung muss die Senderadresse überprüft werden. Stimmt diese mit der eigenen überein, wird der aktuelle Flaschendruck in bar oder PSI, der Gasverbrauch und die verbleibende Grundzeit berechnet und angezeigt.

Die Datenübertragung muss universell ausgelegt werden. Mit demselben Receiver sollen später auch andere Daten empfangen und decodiert werden können. Die Interpretation dieser Daten wird der Software überlassen. Mögliche Anwendungen sind beispielsweise ein GPS oder ein Sauerstoff-Analysator.

Die Anforderungen an den Tankdata Receiver sind folgende:

Temperaturbereich:	-10...50°C
Datenübertragung:	universell erweiterbar, unidirektional mit Fehlererkennung
Datenrate:	> 1200bps
Speisung:	3.0...5.0V
Stromaufnahme:	< 5mA typ., < 20mA max.
Betriebsmodi:	On Mode (Warten auf Signalempfang) und Stand-by Mode (Low Power)
Schnittstelle:	TODO (noch nicht definiert)

3.2.13 Ultrasonic Transmitter



Der Ultrasonic Transmitter strahlt in regelmässigen Intervallen kurze akustische Impulsgruppen rundum ins Wasser ab. Er wird einige Meter unter der Wasseroberfläche platziert und markiert so den Ausgangspunkt. Die von einem Taucher empfangenen Ultraschallsignale dienen dann der Richtungs- und Entfernungsbestimmung relativ zu diesem Punkt. Dieses Prinzip setzt im Sender wie auch im Empfänger zwei hochgenaue und synchron laufende Zeitgeber voraus. Dabei ist eine hohe Wiederholgenauigkeit des Sendeintervalls von enormer Wichtigkeit. Denn eine Abweichung der beiden Uhren von nur 1ms ergibt bereits einen Fehler von 1.5m. Um eine möglichst grosse Störunterdrückung durch Echos und Nachhall zu erreichen, sollte die Länge der Impulsgruppen (Bursts) klein sein. Das abgestrahlte Signal muss von den eigenen Empfängern sicher identifiziert werden können. Dazu sind etwa 4 wählbare Sendekanäle vorzusehen.

Die Anforderungen an den Ultrasonic Transmitter sind folgende:

Abb. 11 - US-Sender

Temperaturbereich:	-10...50°C
Druckfestigkeit:	5bar (40m)
Sendekanäle:	mind. 4
Sendefrequenz:	50...250kHz
Sendeintervall:	1...4s
Reichweite:	> 500m
Genauigkeit:	< ± 1ppm
Eingabe:	Power On/Off, Kanalwahl
Ausgabe:	Status LED, Batteriekapazität, Blitzlicht

3.2.14 Ultrasonic Receiver

Der Ultrasonic Receiver empfängt die vom Transmitter ausgesendeten Ultraschallsignale und kann damit die Richtung und Entfernung zum Ausgangspunkt bestimmen. Die Richtungsbestimmung erfolgt einerseits anhand der Signalstärke und andererseits anhand des Winkels der eintreffenden Schallwellen. Die Entfernung wird durch eine Laufzeitmessung der Schallimpulse im Wasser bestimmt. Diese Daten werden dem Taucher zusammen mit der Kompassrichtung im Display grafisch und numerisch angezeigt. Zu Beginn eines Tauchgangs ist es unablässig, dass die interne Uhr des Empfängers mit derjenigen des Senders synchronisiert wird. Die Distanz beträgt dann 0m. Zudem müssen Temperatur und Salzgehalt des Wassers, welche einen Einfluss auf die Schallausbreitungsgeschwindigkeit haben, kompensiert werden.

Die Anforderungen an den Ultrasonic Receiver sind folgende:

Temperaturbereich:	-10...50°C
Empfangsfrequenz:	50...250kHz
Genauigkeit:	< ± 2ppm
Speisung:	3.0...5.0V
Stromaufnahme:	< 5mA typ., < 20mA max.
Betriebsmodi:	On Mode (Warten auf Signalempfang) und Stand-by Mode (Low Power)
Schnittstelle:	TODO (noch nicht definiert)

3.3 Schnittstellen

3.3.1 Data Port

Das Data Port bildet die Schnittstelle zu einem externen Rechner. Sie dient der Datenübertragung von und zum Processor Module über den seriellen Kommunikationskanal. Damit werden Program Downloads, Data Uploads, Remote Control, Testing und Debugging möglich. Die Kommunikation erfolgt über eine 3-Drahtverbindung nach USB 2.0. Um eine sichere Datenübertragung zu gewährleisten, wird ein Paket-orientiertes Protokoll mit Checksumme und Quittierung verwendet. Es soll einfach und leicht erweiterbar sein und auf dem 8Bit ASCII-Zeichensatz aufsetzen. Die serielle Schnittstelle des Processor Modules liefert nur RS-232C-Signale mit TTL-Pegel. Um die USB 2.0-Konformität zu erfüllen, müssen diese mit einer USB-Bridge konvertiert werden.

Die elektrische Verbindung zur Aussenwelt muss absolut wasserdicht und kurzschlussfest ausgelegt sein. Ohne aufgestecktes Adapterkabel dürfen die Kontakte keine Spannung führen. Data Port und Power Port sind physikalisch in einer gemeinsamen Steckverbindung unter zu bringen.

Die Anforderungen an das Data Port sind folgende:

Schnittstelle:	USB 2.0, 3-Draht (D+, D-, GND)
Kommunikation:	Seriell, bidirektional, Halb-Duplex, kein Handshake
Übertragungsparameter:	8 Data bit, 1 Stop bit, no Parity
Datenrate:	38400bps
Datenpuffer:	Input 1kB, Output 1kB
Datenleitungen:	Transmit Data (TXD), Receive Data (RXD), Signal Ground (GND)
Steckverbindung:	Flanschbuchse, 8 pol, M9, 100V/1A pro Stift, mit Schutzkappe
Datenkabel:	3m max., verdreht, abgeschirmt, PC-seitig an Masse angeschlossen
PC-Anschluss:	USB 4 pol. Typ A (Downstream), Speisung (+5V/500mA) vom PC

3.3.2 Power Port



Abb. 13 - TR30R

Über das Power Port kann der DC1 extern gespeist und das Akkupack wieder aufgeladen werden. Die Versorgungsspannung kommt von einem universellen Steckernetzteil mit einem weiten Eingangsspannungsbereich und verschiedenen internationalen Steckertypen. Die elektrische Verbindung zur Aussenwelt muss absolut wasserdicht und kurzschlussfest ausgelegt sein. Ohne aufgestecktes Adapterkabel dürfen die Kontakte keine Spannung führen. Erst ein Signal von aussen aktiviert das Power Port. Data Port und Power Port sind physikalisch in einer gemeinsamen Steckverbindung unter zu bringen.

Die Anforderungen an das Power Port sind folgende:

Produkt:	Altrac TR30R120
Eingang:	90...264Vac, 50/60Hz, 700mA max.
Ausgang:	12Vdc \pm 2%, 2.5A, Restwelligkeit 1%, Wirkungsgrad 75% typ.
Primärsteckertyp:	Euro, USA, UK, Australien (leicht auswechselbar)
Zulassung:	UL, cUL, TÜF-GS, CE, FCC PSE, CB
EMV-Konformität:	CE 2004/108/EG, FCC Class B
Gewicht:	300g
Steckverbindung:	Flanschbuchse, 8 pol, M9, 100V/1A pro Stift, mit Schutzkappe
Farbe:	Signalblau RAL5005

3.3.3 Graphical User Interface



Abb. 14 - GUI

Das Graphical User Interface (GUI) bildet die visuelle Schnittstelle zum Benutzer. Als sichtbarer Teil des Softwaresystems muss es den heute gängigen ergonomischen und orthogonalen Anforderungen genügen. Es muss sich dem Benutzer gegenüber jederzeit freundlich verhalten und Vertrauen durch Qualität vermitteln.

Nebenstehende Abbildung zeigt eine Möglichkeit der Gestaltung des GUI mittels einer Fenster-orientierten Benutzerführung. Auf diese Art können je nach Tauchphase und Betriebsmodus die entsprechenden Fenster mit den benötigten Daten ein- und ausgeblendet werden. Wichtigere Informationen wie Hinweise, Alarme oder Warnungen werden - wie bei Windows - in einer Dialogbox im Vordergrund angezeigt. Das Ganze kann durch akustische

Signale unterstützt werden. Eingaben des Benutzers sind mit so genannten Pull-Down Menüs realisierbar. Auch diese werden beim Öffnen über den bestehenden Windows angezeigt. Die Navigation in der Menüstruktur erfolgt mit dem Joystick.

Das Graphical User Interface muss den folgenden Grundsätzen genügen:

- Einheitlicher Grundaufbau bei der Dialog- und Displaygestaltung
- Strukturierte Darstellung der Informationen ohne die Anzeige zu überladen
- Hinweise, Warnungen und Alarme optisch und akustisch hervorheben
- Führung des Benutzers mittels einer Menüstruktur bei der Dateneingabe
- Vorgabe von sinnvollen Standardwerten in den Eingabe- und Auswahlfeldern
- Klartextmeldungen in der gewählten Sprache des Benutzers
- Leichte Erlernbarkeit durch eine einfache, angenehme und fehlerarme Bedienung

3.3.4 Bedienung

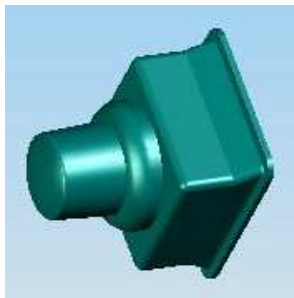


Abb. 15 - Joystick

Die Bedienung des DC1 erfolgt sowohl über- wie auch unterwasser mit dem Joystick. Er bildet die Eingabeschnittstelle des User Interfaces. Mit dem Joystick sind vier Schaltzustände realisierbar, welche dem Taucher erlauben, durch die Menüführung seine Eingaben zu tätigen. Da der Joystick mit der Umwelt in Kontakt sein muss, ist er auch den Drücken unter Wasser ausgesetzt. Das verlangt eine solide Abdichtung gegenüber der Aussenwelt, welche mit einer Gummihutze, die über den Joystick zu liegen kommt, erreicht wird. Die Gummihutze wird zusammen mit der Fronteinheit nach dem Einbau mit Epoxyharz vergossen und mit einer Kunststoffblende abgedeckt

Die Bedienung muss den folgenden Grundsätzen genügen:

- Robuster mechanischer Aufbau mit gut spürbarem Schalterpunkt
- Schalteranordnung senkrecht (auf/ab) und waagrecht (rechts/links)
- Einfache Bedienung auch mit Tauchhandschuhen
- Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse wie Salzwasser und Sonnenlicht
- Keine Zug- oder Druckbeanspruchung der Gummihutze beim Schalten

3.4 Leistungsanforderungen

In folgender Tabelle sind die Mindestanforderungen an das Gesamtsystem aufgeführt:

Betriebstemperatur:	-10...50°C
Luftdruck:	950...1050hPa
Wasserdruck:	20bar (entsprechend 200m Tauchtiefe)
Abmasse (BxLxH):	< 80 x 100 x 50mm
Gewicht:	< 800g
EMV-Konformität:	CE 2004/108/EG, FCC Class B
Lebensdauer (MTBF):	> 5000 Std.
Garantie:	24 Monate

3.5 Randbedingungen für den Entwurf

3.5.1 Übereinstimmung mit Normen

Sämtliche Herstellungsunterlagen müssen den internen Richtlinien von *seanus systems* genügen. Design, Konstruktion, Schema, Layout und Simulation sind auf modernen Software-Tools (CAD) zu erstellen.

Folgende Randbedingungen sind bei diesem Projekt vorgegeben:

- Die Software ist in einer gängigen Hochsprache auf dem PC zu entwickeln
- Die Software muss auf dem PC emuliert und getestet werden können. Dazu werden sämtliche Umgebungsparameter der Sensoren simuliert
- Es dürfen keine Softwarekomponenten eingesetzt werden, die entweder eine Lizenz benötigen, undokumentiert oder nur ohne Sourcecode verfügbar sind
- Internationale und länderspezifische Normen für die Datenübertragung per Funk und die entsprechenden Abnahmeverfahren sind einzuhalten. Die Konformität nach ETS 300 220 muss gewährleistet sein
- Die Europäischen Normen EN250 und PrEN 13319 für Tauchgeräte sind unbedingt zu beachten
- Eine EMV-Zertifizierung (CE-Zeichen) nach europäischen Normen (EN-5008X) ist anzustreben

3.5.2 Einschränkungen bezüglich Hardware

Untenstehenden Punkten ist bezüglich der Hardwareanforderungen besondere Beachtung zu schenken:

- Die Fabrikationsrichtlinien von *seanus systems* sind unbedingt einzuhalten
- Verwendung von handelsüblichen, gut erhältlichen Bauteilen und Komponenten
- Leiterplatten müssen maschinell bestückt werden können (SMD-Bauteile)
- Verwendung von standardisierten Hard- und Software-Schnittstellen
- Erweiterung und Ausbau des Systems müssen jederzeit einfach zu realisieren sein
- Portierung auf eine leistungsstärkere Hardware darf später keine Probleme bereiten
- Kapselung von hardwarenahen Funktionen in eigene Softwarekomponenten
- Schutz der Elektronik gegen Wärme, Vibration, Feuchtigkeit und Korrosion

3.6 Eigenschaften

3.6.1 Aufbau

Der DC1 soll bequem am Handgelenk des rechten oder linken Arms getragen und dort gut ablesbar und bedienbar sein. Es ist Wert auf ein robustes, stabiles Gehäuse und ein kratzfestes Sichtglas zu legen, welche den auftretenden Kräften unter Wasser standhalten. Intern sind keine Abgleich- oder Einstellelemente wie Potentiometer oder Schalter zugelassen.

3.6.2 Gehäuse



Das Gehäuse hat die Aufgabe, alle Komponenten des DC1 aufzunehmen und gegen äussere Einflüsse zu schützen. Um den hohen Drücken unter Wasser standzuhalten, muss es besonders stabil ausgelegt sein und aus einem geeigneten Kunststoff bestehen. Die Konstruktion muss so ausgelegt sein, dass es mit gängigen und erprobten Herstellungsverfahren sowohl im Prototypenbau, wie auch später in der Serienfertigung, kostengünstig fabriziert werden kann. Um Probleme mit der Dichtheit zu minimieren, soll es aus nur einer Schale bestehen. Lediglich das Sichtglas und die Hauptöffnung werden nach Einbau aller Teile und einem Funktionstest verklebt resp. vergossen.

Abb. 16 - Gehäusekonzept

Die Anforderungen an das Gehäuse sind folgende:

Material:	Glasfaser-verstärkter Kunststoff, Polyamid (Duraform GF)
Herstellungsverfahren:	Lasersinter-Technik (Prototyp), Spritzguss (Serie)
Konstruktion:	Einschalenprinzip mit konvexen Seiten, gut entformbar
Eigenschaften:	Hohe Festigkeit, geringe Wasseraufnahme, Gas- und Wasserdicht
Beständigkeit:	Süss- und Salzwasser, Alkohole, Benzine, Lösungs- und Reinigungsmittel, Epoxyharze, Silikone
Druckfestigkeit:	20bar (200m Tauchtiefe)
Vergussmasse:	Zweikomponenten-Epoxyharz, zähfliessend
Klebstoff:	Silikon, festelastisch
Abmasse (BxLxH):	< 80 x 100 x 50mm
Gewicht:	< 300g
Temperaturbereich:	-20...80°C

3.6.3 Sichtglas

Das Sichtglas schliesst das Gehäuse nach oben hin ab und soll dem Taucher einen freien Blick und eine gute Ablesbarkeit des Display Modules gewährleisten. Es wird bei der Endmontage im Gehäuseoberteil eingelegt und an anschliessend den Rändern spannungsfrei verklebt. Die Glasscheibe wird entweder von hinten bedruckt oder durch eine dünne Klebefolie von oben abgedeckt. Auf diese Weise lassen sich auch individuelle Farben und Beschriftungen realisieren.

Die Anforderungen an das Sichtglas sind folgende:

Material:	Gehärtetes Mineralglas (Borosilikat)
Dicke:	6.5mm
Eigenschaften:	Thermisch vorgespannt, Kanten geschliffen, Rand gesäumt, entspiegelt
Druckfestigkeit:	20bar (200m Tauchtiefe)
Temperaturbereich:	-20...80°C

3.6.4 Zuverlässigkeit

Als technisches System mit Sicherheitsverantwortung muss der DC1 stets in einem sicheren und stabilen Zustand gehalten werden und darf nie in eine unerwünschte oder gar gefährliche Situation gelangen. Dies setzt hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit, insbesondere an die Robustheit der Software, voraus. Folgende grundsätzlichen Eigenschaften werden gefordert:

- Das Dialogsystem des User Interface muss in jedem Fall bedienbar bleiben
- Die einzelnen Funktionseinheiten müssen in einem Selbsttest auf ihre Funktion überprüft werden
- Alle erdenklichen Fehlerbedingungen sind sicher abzufangen
- Im Fehlerfall sind möglichst verständliche Klartextmeldungen auszugeben
- Eingaben des Benutzers sind auf Plausibilität zu prüfen und Falscheingaben sind abzufangen

3.6.5 Sicherheit

Unter dem Begriff der Sicherheit fassen wir alle Eigenschaften zusammen, welche verhindern, dass das System in einen unkontrollierten Zustand gelangt oder dass jemand unbefugten Zugang zu Daten oder Teilen der Software erlangt. Dazu wird folgendes gefordert:

- Kritische Funktionen sind wenn möglich unabhängig und redundant auszuführen
- Massnahmen gegen unbefugten Zugriff auf Softwarekomponenten sind bereitzustellen
- Der Eigentümer muss sich vor der Benutzung eindeutig identifizieren können
- Gewisse Funktionen können durch ein Passwort geschützt (gesperrt) werden

Die Sicherheitsmassnahmen umfassen neben Eigenschaften der Software auch das organisatorische Umfeld. So sind während der Realisierungs- und Nutzungsphase geeignete Massnahmen zu ergreifen, welche die Qualität und Konfiguration der Softwarekomponenten sicherstellen:

- Sicherungskopien der aktuellsten Programmversionen sind regelmässig zu erstellen
- Richtlinien zur Identifikation und Verwaltung der Softwaremodule sind einzuhalten
- Die Dokumentation ist immer auf dem aktuellen Stand der Software zu halten

3.6.6 Wartbarkeit

Die Wartbarkeit ist abhängig von den Designeigenschaften eines Systems. Ein strukturiertes Konzept und einfache, klar definierte Schnittstellen sind die Voraussetzung dafür. Die folgenden Massnahmen sollen die Test- und Wartbarkeit erleichtern:

- Die Software muss in überschaubare, handhabbare Module gegliedert sein
- System- und Fehlermeldungen sind im Flash-Speicher für eine spätere Diagnose abzulegen
- Softwareversion und Konfiguration müssen aus dem Speicher ausgelesen werden können
- Richtlinien für die Erstellung, Prüfung und Wartung der Software sind einzuhalten
- Erstellen einer Test- und Wartungsdokumentation für die Servicetechniker der Händler
- Test- und Debuggingmöglichkeiten sind über einen Serviceport vorzusehen
- Veränderungen der Systemumgebung dürfen keine essentiellen Funktionen beeinflussen