

DIS

... when it comes to motion analysis

Meßsystem zur inertialen kinematischen Vermessung

Allgemeine Betriebsanleitung
für inertielle Meßsysteme der Serie DIS

Version 1.79 / August 1999

iMAR GmbH
Gesellschaft für inertielle Meß-,
Automatisierungs- und Regelsysteme

Schlackenbergstraße 41
D-66386 St. Ingbert
Germany

Tel.: +49-(0)6894-9657-0
Fax : +49-(0)6894-9657-22

Inhalt

Diese Dokumentation kann aus mehreren Einzeldokumenten bestehen. Der Inhalt ist aus der folgenden Aufstellung ersichtlich.

- Allgemeine Betriebsanweisung für Systeme der Baureihe DIS
- Kundenspezifische Erweiterungen
- Steckerbelegung
- Stützung inertialer Meßsysteme
- Struktur des INI-Files
- Struktur der Text- und Binär-Log-Dateien
- Struktur des iMAR-BIN-Files und des erweiterten iMAR-BIN-Files
- Postprocessing-Software DISHP6
- Installationsanweisungen unter MSDOS 6.22
- Terminalprogramm DISTERM
- InterLnk / InterSvr: Zugriff auf interne Dateien
- Software-Update, Laden/Sichern einer Konfiguration
- DGPS / INS - Interfaces
- RS232 - Interface
- IPX - Interface (Ethernet)
- IEC-Bus - Interface
- _____
- _____
- _____
- _____

Spezielle Hinweise

Systemnummer :

Kunde :

Systemkonfiguration :

Nordsucher-Eigenschaft : nein ja

Spannungsversorgung :

1 Systembeschreibung DIS

DIS beschreibt eine Serie inertialer Meßsysteme zur Durchführung dynamische Analysen von räumlichen Bewegungsvorgängen. Die Meßsysteme messen Beschleunigungen, Drehraten und die Lagewinkel eines bewegten Körpers. Die Beschleunigungen werden erdschwerekompensiert ausgegeben und die Lage wird bezogen auf den Horizont ermittelt. Die Geräte der Serie DIS sind in mehreren Varianten lieferbar:

1. DIS-F System mit Faserkreiseln und digitaler und / oder analoger Datenausgabe.
2. DIS-R System mit Ringlaserkreiseln und digitaler und optional analoger Datenausgabe.

Für die inertielle kinematische Vermessung werden drei schockunempfindliche optische Kreisel (engl. fiber optical gyros, FOGs; ring laser gyro, RLG) und drei in Luft- und Raumfahrt erprobte Beschleunigungsaufnehmer eingesetzt. Sensoren und Signalverarbeitung sind in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Optional sind Ausführungen lieferbar, bei denen das Sensor-Package vom Prozeßrechner räumlich getrennt ist. Die Sensorsignale werden auf dem integrierten Mikroprozessor mit speziellen Strapdown-Algorithmen verarbeitet und in Echtzeit analog oder digital ausgegeben. Hauptaufgabe der Algorithmen ist die Lösung der Transformations- und Bewegungsdifferentialgleichung inkl. Kompensation von Erddrehrate (15,04 °/h) und Erdschwerebeschleunigung (ca. 9,81 m/s²), die von den Sensoren neben der Nutzbeschleunigung und Nutzdrehrate ebenfalls sensiert werden.

Im Gegensatz zu herkömmlichen inertialen Meßsystemen in Plattform-Technik (sog. kardanisch gelagerte Plattformsysteme) zeichnen sich die in Strapdown-Technik realisierten Meßsysteme der Serie DIS durch ihre Robustheit und Wartungsfreiheit aus, da die Meßsysteme weder mechanisch empfindliche Rahmenlagerungen noch rotierende Kreiselmassen enthalten.

Die Ausgabe der Meßwerte (drei Drehraten, drei Beschleunigungen, drei Winkel) erfolgt analog (typisch ± 10 V, 12 Bit) und / oder digital auf Festplatte/MemCard. Optional sind verschiedene Interfaces (CAN, IEC-Bus, RS232, IPX etc.) verfügbar. Die Skalenfaktoren für die Analogausgabe der Meßdaten können vom Anwender für jeden Analogkanal einzeln frei eingestellt werden. Je nach Ausführung werden die Geräte über ein LCD-Terminal, einen Laptop oder eine Kommando-Schnittstelle bedient.

Optional kann die Datenerfassung auf ein externes Triggersignal synchronisiert werden (z.B. PPS-Signal eines GPS-Satellitenempfängers).

Hinweis: Bei den Geräten der Serie DIS handelt es sich um inertielle Präzisions-Meßinstrumente mit einem Meßbereich von bis zu über 7 Dekaden. Schockbelastungen von 250 g, 6 ms, 1/2 sinus für die Beschleunigungsaufnehmer und je nach Kreiseltechnologie und Schockmount-Konzept 23...100 g, 6 ms, 1/2 sinus sollen nicht überschritten werden

(vgl. Spezifikation). Ein Ausfall der Versorgungsspannung während der Messung führt im Gegensatz zu Systemen mit mechanischen Kreiseln **nicht** zu Schädigungen des Systems, da die Systeme durch den Einsatz von optischen Kreiseln keine empfindlichen Kardan- oder Rotorlagerungen enthalten.

Die Sensoren / Meßköpfe sind - wie alle Präzisionsmeßgeräte - vor Schock und Stößen zu schützen.

Hartes Aufsetzen auf eine Tischplatte oder der Fall aus wenigen Zentimetern Höhe auf eine Stahl- oder Granitplatte können z.B. bereits zu Schädigungen oder einer Zerstörung der Sensoren führen!

Auf diesen Sachverhalt ist das Bedienpersonal des Meßgerätes ausdrücklich hinzuweisen.

Es wird empfohlen, das Meßgerät gemäß den beim Anwender üblichen Verfahrensweisen zur Qualitätsüberwachung z.B. alle 12-18 Monate durch den Hersteller überprüfen / kalibrieren zu lassen.

2 Gebrauchsanleitung

2.1 Grundlagen

Alle inertialen Meßsysteme der Serie DIS können nach demselben Prinzip bedient werden. Im folgenden werden die den meisten Systemen gemeinsamen Eigenschaften zusammenfassend beschrieben.

Jedes inertielle Meßsystem (IMS, inertial measuring system; IMU, inertial measuring unit) benötigt vor Beginn der Mission Anfangsinformationen, da inertielle Meßsysteme aufgrund der physikalischen Randbedingungen nur *Bewegungsänderungen* erfassen können. Diese Startinformationen sind insbesondere:

- Startausrichtung (Roll, Pitch, Yaw)
- Anfangsposition
- Anfangsgeschwindigkeit

Je nach Genauigkeit der eingesetzten Sensoren (ein wesentliches Kriterium ist die Reproduzierbarkeit der absoluten Drift der eingesetzten Drehratensensoren) kann eine gewisse Anzahl dieser Informationen durch das Meßsystem selbst bestimmt werden.

Diese Bestimmung der Anfangswerte wird als Ausrichtung (engl. Alignment) bezeichnet. Wenn sich das Meßsystem in Ruhe befindet, können mit einem Meßsystem mit Nordsucher-Genauigkeit folgende Anfangswerte bestimmt werden:

Vorgaben:

- Längengrad (nur bei globaler Navigation)
- Breitengrad

Ergebnis der Ausrichtung:

- Wankwinkel (Roll)
- Nickwinkel (Pitch)
- Kurswinkel (Yaw)

Wenn das Meßsystem während der Ausrichtung absolut unbewegt ist, kann auch der Breitengrad autonom bestimmt werden.

Der Längengrad kann aufgrund der Symmetrie der Erde bzgl. der Nord-Süd-Achse nicht autonom bestimmt werden und muß extern oder z.B. durch Satellitenortung (GPS) zur Verfügung gestellt werden.

Bei Verwendung von Systemen, die aufgrund der Sensorspezifikation keine autonome Nordsuche durchführen können, muß vor Durchführung der Ausrichtung der Kurswinkel und der Breitengrad zur Verfügung stehen (z.B. durch GPS nach einer geradlinigen Bewegung des Fahrzeugs vor der Ausrichtung). Diese Systeme sind dann in der Lage, während der Ausrichtung die residualen Kreiseldriften (sog. day-to-day-drift) auf dem Roll- und Pitchkreisel und ggf. auch auf dem Yaw-Kreisel zu schätzen. Folgende Werte werden dann bestimmt:

Vorgaben:

- Kurswinkel (Nordwinkel)
- Breitengrad
- Längengrad (nur bei globaler Navigation)

Ergebnis der Ausrichtung:

- Wankwinkel
- Nickwinkel
- Kreiseldrift auf Nick- und Wankkreisel
- Kreiseldrift auf Kurskreisel (nur schätzbar, wenn das System während der Ausrichtung keinerlei Kurswinkeländerung durchführt; dies trifft i.d.R. für Fahrzeuge zu, deren Räder/Ketten/Kufen während der Ausrichtung unbewegt sind).

2.2 Bedienung

2.2.1 Allgemeines

Die Standardmeßsysteme der DIS-Serie zeichnen sich durch eine einfache und nahezu identische Bedienung aus, auch wenn es sich um Systeme völlig unterschiedlicher Genauigkeitsklassen oder Sensortechnologien handelt. Kundenspezifische Ergänzungen sind durch sog. Add-On realisiert, deren Bedienung dem jeweils applikationsspezifischen Manual zu entnehmen sind.

Eingaben von Tastatur werden stets mit <RETURN> abgeschlossen und Menus werden mit <ESC> oder <Shift><F1> beendet. Am LCD-Terminal wird ein negatives Vorzeichen mit <Shift> < . > eingegeben.

Zu Beginn kann - falls vorhanden - gewählt werden, ob eine Datenspeicherung für ein Post-Processing erfolgen oder ob in einer Kalibrierfahrt der Einbaufehler der IMU (Winkel zwischen Fahrzeuginnenachse und IMU-x-Achse) bestimmt werden soll. Anschließend können - falls vorhanden - die Skalenfaktoren für eine (analoge) Ausgabe der Meßergebnisse eingestellt werden.

Mit der Funktionstaste <F1> erreicht man das Eingabe-Menü, in dem die Ausrichtdauer, der aktuelle Breiten- und Längengrad sowie der aktuelle Kurswinkel eingetragen werden. Nachdem dieses Menü mit <ESC> oder <Shift><F1> verlassen wurde, kann die Ausrichtung mit der Funktionstaste <F2> gestartet werden.

2.2.2 Ausrichtung

Während der Ausrichtphase darf das Meßsystem nicht translatorisch und möglichst nicht rotatorisch bewegt werden. Bei der Ausrichtung werden vier Verfahren unterschieden:

- 1.1 Ausrichtung, die *absoluten* Stillstand erfordert: Hochgenaues Verfahren, daß es ermöglicht, die drei Kreiseloffsets während der Ausrichtung mitzuschätzen. Die Ausrichtdauer ist minimal. Nordsuche ist in diesem Modus nicht möglich. Der Anfangskurswinkel bei der Ausrichtung muß dem System mitgeteilt oder vorab durch eine Geradeausfahrt mit GPS bestimmt werden.
- 1.2 Ausrichtung, die einen Stillstand erfordert, wobei aber Roll- und Nickbewegungen zugelassen sind (z.B. durch Be- und Entladen eines Fahrzeugs oder durch Windkräfte). Hierbei werden die Kreiseloffsets während der Ausrichtung mitgeschätzt. Die Ausrichtdauer ist i.d.R. länger als beim Verfahren gemäß Punkt 1.1. Nordsuche ist in diesem Modus nicht möglich. Der Anfangskurswinkel bei der Ausrichtung muß dem System mitgeteilt oder vorab mit GPS bestimmt werden.
- 1.3 Ausrichtung, die einen Stillstand erfordert, wobei aber Roll-, Nick- und Gierbewegungen zugelassen sind (z.B. Bewegungen eines Schiffes vor Anker). Hierbei werden die Kreiseloffsetanteile der Horizontalachsen während der Ausrichtung mitgeschätzt, während der Kreiseloffset der Vertikalachse nicht beobachtbar ist. Nordsuche ist in diesem Modus nicht möglich. Der Anfangskurswinkel bei der Ausrichtung muß dem System mitgeteilt oder vorab durch Geradeausfahrt mit GPS bestimmt werden.
- 2.1 Ausrichtung mit einem nordsuchenden System, die einen Stillstand erfordert, wobei aber Roll-, Nick- und Gierbewegungen zugelassen sind (z.B. Bewegungen eines Schiffes vor Anker). Hierbei wird der Kurswinkel (Heading) bestimmt. Die Kreiseloffsets müssen vernachlässigbar klein sein und können nicht gleichzeitig mit dem Kurswinkel geschätzt werden.
- 2.2 Ausrichtung mit einem nordsuchenden System, die einen absoluten Stillstand erfordert. Hierbei werden Kurswinkel (Heading) und Breitengrad bestimmt. Die

Kreiseloffsets müssen vernachlässigbar klein sein und können nicht gleichzeitig mit dem Kurswinkel und Breitengrad geschätzt werden.

Die Güte der Ausrichtung kann durch eine Verlängerung der Ausrichtdauer verbessert werden. Ein Maß für die Güte ist bei Verfahren (1.1) die angezeigte zeitbezogene Standardabweichung der Drehrate während der Ausrichtung (in °/h) bzw. bei Verfahren (1.2), (1.3) die aktuell ermittelte verbleibende Kreisel drift (Restfehler). Näheres hierzu vgl. Anhang.

Wenn das Meßsystem mit einem GPS-Empfänger ausgerüstet ist und nicht nordsuchend ist, so kann der Anfangskurswinkel vor der Ausrichtung mit GPS bestimmt werden. Dazu muß das Fahrzeug vor der Ausrichtung mit hinreichender Geschwindigkeit möglichst auf konstantem Kurs mit einer Mindestgeschwindigkeit¹ bewegt werden. Über GPS kann dann der Kurswinkel automatisch bestimmt und zur Ausricht-Initialisierung verwendet werden.

2.2.3 Meßmodus

Nach Beendigung der Ausrichtphase geht das Meßsystem automatisch in einen Status über, in dem die Roll- und Pitchwinkel gewöhnlich über die Beschleunigungssensoren gestützt werden. Daher darf das System weiterhin nicht stark dynamisch bewegt werden (kleine Drehungen etc. sind jedoch nun zulässig). Mit Betätigung der Funktionstaste <F3> wird die eigentliche Messung gestartet und nun darf das Meßsystem gemäß seiner Spezifikation, d.h. innerhalb der spezifizierten Meßbereiche für Drehrate und Beschleunigung, bewegt werden. Gleichzeitig ist die Ausgabe oder/und Speicherung der Meßergebnisse aktiv.

Beendet wird die Messung durch erneutes Betätigen der Taste <F3>. Je nach Systemauslegung wird nun noch eine Endausrichtung durchgeführt, während der sich das Meßsystem ebenfalls in Ruhe befinden muß (z.B., wenn anschließend ein Post-processing mit den erfaßten Daten durchgeführt werden soll).

Bevor eine weitere Messung durchgeführt werden kann, muß erneut eine Anfangsausrichtung erfolgen. Alternativ reicht ein Stillstand von ca. 20 Sekunden seit Ende der letzten Messung aus, da der Stützalgorithmus im Stillstand die Lagewinkel automatisch korrigiert.

3 Nomenklatur der Ausgabegrößen

3.1 Koordinatensysteme

Die Meßgrößen werden bzgl. der in DIN 70.000 festgelegten üblichen Konvention berechnet.

¹ Der durch GPS bestimmbare Kurswinkel ist umso genauer, je höher die Geschwindigkeit ist, da GPS prinzipbedingt nur Positionen messen kann. Eine Geschwindigkeit > 30 km/h wird empfohlen.

- Weltkoordinatensystem (world frame, sog. ENU-Koordinaten):
 - x-Achse nach Osten (East)
 - y-Achse nach Norden (North)
 - z-Achse nach oben (Up)
- IMU-Koordinatensystem (Sensor-Package):
 - x-Achse gemäß Markierung ²⁾
 - y-Achse dto.
 - z-Achse dto.
- Fahrzeug-Koordinatensystem nach DIN 70.000 (body frame):
 - x-Achse in Fahrzeuginnenrichtung
 - y-Achse in Fahrzeugquerrichtung
 - z-Achse nach oben
- RPY-Winkel gemäß DIN 70.000 (body frame):
 - Roll ϕ (Wankwinkel): Winkel ϕ ("Phi") um die x-Achse des Sensorkoordinatensystems.
 - Pitch θ (Nickwinkel): Winkel θ ("Theta") um die y-Achse des um die z-Achse mit ψ gedrehten Weltkoordinatensystems (\approx Winkel um die y-Achse des Sensorkoordinatensystems für kleine Wankwinkel).
 - Yaw ψ (Gierwinkel): Winkel ψ ("Psi") um die z-Achse des Weltkoordinatensystems.

Der Gier- oder Kurswinkel ψ hat gewöhnlich einen Wertebereich von $-180\dots+180^\circ$. Optional kann aber auch ein Wertebereich von $0\dots360^\circ$ (Menüpunkt $\psi \geq 0$) oder die Ausgabe des Summenwinkels (akkumulierter Winkel mit Wertebereich $-99.999 \dots 99.999^\circ$, Menüpunkt $\Sigma\psi$) eingestellt werden.

Auf Wunsch können optional auch die Projektionswinkel oder anderweitig definierte Winkel ausgegeben werden. Bitte setzen Sie sich ggf. hierzu mit iMAR in Verbindung.

3.2 Nomenklatur des Kurswinkels (Yaw, ψ)

Der Kurswinkel ψ gibt die Richtung des Fahrzeugs im Weltkoordinatensystem an und ist nach DIN 70.000 definiert. Zeigt die x-Achse des Sensor-Koordinatensystems nach Osten, d.h. in Richtung der x-Achse des Weltkoordinatensystems, so entspricht dies einem Kurswinkel von $\psi = 0 \text{ deg}$. Eine mathematisch positive Drehung um die z-Achse (entgegen dem Uhrzeigersinn) führt auf einen anwachsenden Kurswinkel. Zeigt die x-Achse des Sensor-Koordinatensystems nach Norden, gilt entsprechend $\psi = 90 \text{ deg}$.

Analog kann man formulieren:

² wenn die Korrekturwinkel dR, dP, dY zu Null gesetzt sind (vgl. Abschnitt 3.3)

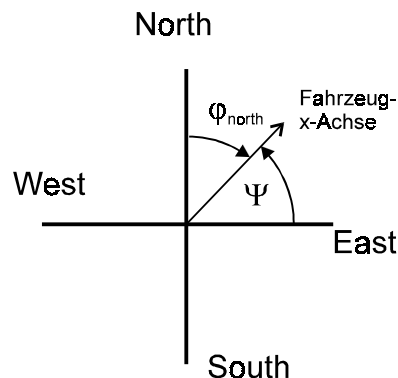
x in Richtung Osten:	$\psi = 0 \text{ deg}$
x in Richtung Norden:	$\psi = 90 \text{ deg}$
x in Richtung Westen:	$\psi = 180 \text{ deg}$
x in Richtung Süden:	$\psi = 270 \text{ deg}$

Um den Anfangskurswinkel mit einem Hand-Peilkompaß zu bestimmen, ist dieser in Richtung der y-Achse des Sensor-Packages auszurichten. Der abgelesene Wert φ_{Nord} ist mit negativem Vorzeichen zu verwenden! Wenn in x-Richtung gepilt wird (Fahrzeuglängsachse), ist vom Kompaßwert φ_{Nord} der Wert 90° zu subtrahieren und das Ergebnis negativ einzusetzen.

Allgemein gilt bei Peilung in Fahrzeuglängsrichtung:

$$\psi = 90^\circ - \varphi_{\text{Nord}}$$

Ursache dieses Sachverhaltes ist die Tatsache, das der mit einem Magnetkompaß bestimmte sog. rechtweisende Kurswinkel im Uhrzeigersinn anwächst (math. negative Drehung).



Darstellung von Gierwinkel ψ und rechtweisendem Kompaß-Nordwinkel φ_{Nord}

3.3 Einbaulage der IMU

Der Einbau des inertialen Sensorsystems im Fahrzeug kann nicht immer so erfolgen, daß die Achsen des Meßsystems mit den Achsen des Fahrzeugs in gewünschter Weise übereinstimmen. Daher wird dem Benutzer durch Eintrag entsprechender Parameter im Initialisierungsfile (DIS.INI) die Möglichkeit gegeben, die Montagewinkel zwischen IMU und Fahrzeug einzugeben, so daß diese durch die internen Algorithmen korrigiert werden können.

Eine ausführliche Beschreibung findet man in der Dokumentation des INI-Files. Der Einbaugierwinkelfehler kann optional auch automatisch bestimmt werden, wenn mit dem Fahrzeug eine Kalibrierfahrt durchgeführt wird, die möglichst kurvenfrei sein soll (vernachlässigbarer Schwimmwinkel). Dabei wird durch ein entsprechendes Post-Processing inertial der zurückgelegte Weg berechnet. Da Voraussetzung ist, daß exakt geradeaus gefahren wurde, ist die im Sensorkoordinatensystem koordinierte berechnete Querkomponente des Weges ein Maß für den Einbaugierwinkelfehler der IMU bzgl. der Fahrtrichtungsachse des Fahrzeugs.

Der Einbauwinkelfehler um die Roll(x)- und Pitch(y)-Achse kann nicht durch eine Kalibrierfahrt bestimmt werden. Wenn die Werte durch eine externe Vermessung bekannt sind, so können sie im INI-File unter [DIS] in der Zeile $RPY0 = \Delta roll, \Delta pitch, \Delta yaw$ eingetragen werden (in deg). Die Bestimmung erfolgt am besten auf einer Referenzfläche, auf der die Lage des Fahrzeugs zunächst mit DIS-FP bestimmt wird (mit $RPY0 = 0,0,0$). Die nun ablesbaren Abweichungen zu den Sollwinkeln werden entsprechend eingetragen. Ein positiver Wert von $\Delta roll$ bedeutet, daß das Sensor-Package um $+\Delta roll$ um die x-Achse gedreht werden müßte, um den Soll-Rollwinkel (Wankwinkel) zu erhalten³. Nach dem Eintragen der Werte in das INI-File ist das System zur Kontrolle nochmals auf der Referenzfläche zu starten und eine Ausrichtung durchzuführen. Nun müssen als Lagewinkel die Sollwinkel angezeigt werden, andernfalls sind die Vorzeichen des Eintrags im INI-File zu überprüfen.

Die aktuell verwendeten Korrekturwinkel werden für Systeme mit VGA-Anschluß auf der linken Bildschirmseite über den INS-Rohdaten dargestellt (dR, dP, dY). Außerdem wird der Winkel dY nach dem Start des Systems im Hauptfenster dargestellt.

Durch einmaliges Starten des Systems mit der Option DIS -r werden die Einbaukorrekturwinkel aus der INI-Datei in das System permanent übernommen und alle benutzerdefinierten Eingaben (Kalibrierwinkel, Breitengrad, Ausrichtdauer etc.) zurückgesetzt. Alternativ kann nach einer Veränderung der Eintragungen das File DIS.BUF gelöscht werden, damit die neuen Werte übernommen werden.

Wenn die IMU z.B. um 90° gedreht im Fahrzeug eingebaut ist (z.B. mit seiner x-Achse nach links querab resp. Backbord), so kann mit dem Eintrag $RPY0 = 0,0,-90$ erreicht werden, daß sich das System so verhält, als ob die x-Achse in Fahrtrichtung zeigt. Das auf dem Sensor-Package markierte Koordinatensystem ist dann ungültig und muß durch ein um 90° gedrehtes ersetzt werden! Somit ist auch der Anfangskurswinkel bezogen auf die **gedrehte** x-Achse einzugeben und auch ein optional angeschlossenes Odometer muß in Richtung der gedrehten x-Achse (welche ja gewöhnlich die Fahrzeuglängsachse ist) sensitiv sein. Der Eintrag RPY0 bewirkt eine Transformation der Sensordaten in ein gedrehtes Koordinatensystem; mit diesen transformierten Sensordaten werden dann alle weiteren Berechnungen durchgeführt.

3.4 Virtueller Meßpunkt

Der Einbau des inertialen Sensorsystems im Fahrzeug kann nicht immer so erfolgen, daß es sich an der Stelle im Fahrzeug befindet (z.B. im Schwerpunkt), an der Meßdaten erfaßt werden sollen. Optional wird daher dem Benutzer durch Eintrag entsprechender Parameter im Initialisierungsfile die Möglichkeit gegeben, die Positionsabweichung zwischen IMU und gewünschtem "virtuellen" Meßpunkt im Fahrzeug einzugeben (Koordinierung im Koordinatensystem des Sensorsystems), so daß die ermittelten Meßgrößen (insbesondere die Beschleunigungen) intern unter der Annahme, daß das Fahrzeug ein Starrkörper sei, in den virtuellen Meßpunkt transformiert und für diesen ausgegeben werden.

³ Zeigt die IMU nach der Ausrichtung auf einer exakt ebenen Fläche einen Rollwinkel von 1° und einen Nickwinkel von -2° an, so ist im INI-File das Wertepaar $RPY0 = -1.,2.,0$ einzutragen (für dY=0)

A1 Anhang zur Ausrichtung

Ist das Meßsystem während der Ausrichtung stärkeren Vibrationen ausgesetzt (z.B. laufender Dieselmotor eines Fahrzeugs), ist der Wert der Ausrichtdauer zu erhöhen. Für Verfahren (1.1) ist hierfür die im Menü einstellbare Ausrichtdauer maßgebend (z.B. 30 Sekunden oder 60 Sekunden), wobei der Ausrichtmode im INI-File auf den Wert -2 gesetzt sein soll (Bestimmung von Roll, Pitch, Kreisel-Offset). Für die Verfahren (1.2) und (1.3) ist die im Menü anzugebende Zeit auf etwa 10 Sekunden zu setzen. Der Ausrichtmode sollte dann -1 sein, d.h. Bestimmung von Roll, Pitch; die Schätzperiode der Biasschätzung kann im INI-File (Sektion [DIS GyroBias]) festgelegt werden.

Die angezeigte Standardabweichung sollte bei nicht-nordsuchenden Systemen nicht größer als etwa 10...50 °/h sein, der Restfehler soll je nach eingesetzter Kreiseltechnologie im Bereich von 0,1...30 °/h liegen.

Ist das Meßsystem mit nordsuchenden Kreiseln ausgestattet, so wird zur Nordsuche ein Kalmanfilter verwendet. Die Parameter sind im Koeffizientenfile DIS.KF1 dokumentiert. Ausrichtmode ist -3 oder -4.

A2 Anschlußbelegung Analogausgabe / Trigger / Tacho

Die Analogausgabe erfolgt (wenn vorhanden) mit einem Spannungsbereich von ± 10 V / 12 Bit. Die Ausgänge sind niederohmig ausgeführt. Die 25-polige SUB-D-Buchse am Sensor-Package ist wie folgt belegt:

Pin 1, 4, 7, 15, 18, 21:	Analog Ground	
Pin 14:	ax	(Kanal 0)
Pin 2:	ay	(Kanal 1)
Pin 3:	az	(Kanal 2)
Pin 16:	ω_x	(Kanal 3)
Pin 17:	ω_y	(Kanal 4)
Pin 5:	ω_z	(Kanal 5)
Pin 6:	ϕ , Roll	(Kanal 6)
Pin 19:	θ , Pitch	(Kanal 7)
Pin 20:	ψ , Yaw	(Kanal 8)
Pin 8:	$\Sigma\psi$	(Kanal 9)
Pin 13:	Sync-Input / PPS (P2.5, TTL, 10 k Ω Pull-Up)	
Pin 23:	Analog Input (optional, z.B. analoger Tachometer)	
Pin 12:	Special Purpose (P2.11, TTL)	
Pin 25:	Special Purpose Only	
Pin 11:	DGND	
Pin 9, 10, 24:	Inkrementalweggeber (Pin 9: A; Pin 10: B, Pin 24: Bezugsmasse)	

ax, ay, az: Beschleunigungen

ω_x , ω_y , ω_z : Drehraten

ϕ , θ , ψ : RPY-Winkel (Roll=Wank, Pitch=Nick, Yaw=Gier)

Inkrementalweggeber-Eingang: Signalpegel 5 V für internen Optokoppler mit interner Feldeffekt-Diode. Bezugsmasse ist Pin 24. Der Weggeber ist galvanisch vom System getrennt.

Achtung: Bei Signalen > 15 V Strom mit externem Vorwiderstand begrenzen (max. 25 mA ==> 390 Ω für 15 V)! Negative Spannungen sind nur bis - 2 V zulässig. Ggf. ist ein Vorwiderstand mit in Sperrichtung gepolter Diode vorzuschalten (z.B. dann, wenn der Weggeber ein differentielles Ausgangssignal ausgibt!).

Belegung des Power-Steckers:

Versorgungsspannung: 9...34 Volt DC (**Achtung:** Typenschild beachten!)
Bezugsmasse: PGND

Belegung der RS232-Buchse (9-polig Sub-D, COM1):

Pin 2: RXD (ASC0)

Pin 3: TXD

Pin 4: gebrückt mit Pin 6

Pin 5: GND

Pin 7: gebrückt mit Pin 8

Skalierung der Analogausgabe:

Die Empfindlichkeit der Analogausgabe kann i.d.R. vom Anwender vorgegeben werden. Bei einer Digitalisierung der Analogausgabe von 12 Bit und einem Ausgangsspannungsbereich von ± 10 V ergibt sich eine Auflösung von ca. 5 mV.

Bei der Ausgabe von Drehraten folgt damit, daß bei einem Meßbereich von ± 100 °/s eine analoge Auflösung der Ausgabe von 0,05 °/s möglich ist. Folgende Anhaltswerte gelten zur Wahl der Skalierung der Analogausgabe durch den Benutzer zur Erzielung der technisch sinnvollen maximalen Auflösung:

Sensorauflösung	technisch sinnvoller minimaler Meßbereich für Analogausgabe (12 Bit)
0,01 °/h	$\pm 0,05$ °/s
0,1 °/h	$\pm 0,05$ °/s
1 °/h	$\pm 0,5$ °/s
10 °/h	± 5 °/s
100 °/h ($\approx 0,03$ °/s)	± 50 °/s
0,1 mg ($\approx 0,001$ m/s ²)	$\pm 0,2$ g (≈ 2 m/s ²)
1 mg ($\approx 0,01$ m/s ²)	± 2 g (≈ 20 m/s ²)
0,0002°	$\pm 0,4$ °
0,001°	± 2 °
0,01°	± 20 °
0,05°	± 100 °

Für das DIS-FC/FP mit Closed-loop-Faserkreislern gelten z.B. folgende Spezifikationen:

Auflösung der Drehraten:	0,0005 °/s
Kreiseldrift nach Ausrichtung:	< 3 °/h
Auflösung Beschleunigungen:	0,05 mg
Meßunsicherheit Beschl.:	< 1 mg

Auflösung Winkel: 0,001 °
Meßunsicherheit Winkel (zeitabh.): 0,05 °

Für das DIS-RPA mit Laserkreiseln gelten z.B. folgende Spezifikationen:

Auflösung der Drehraten: < 0,00005 °/s
Kreisel drift: < 0,01 °/h
Auflösung Beschleunigungen: 0,001 mg
Meßunsicherheit Beschl.: < 0,1 mg
Auflösung Winkel: 0,00027 °
Meßunsicherheit Winkel (zeitabh.): 0,01 °

Es ist zu beachten, daß die volle Genauigkeit des DIS-RPA nicht durch eine Analogausgabe repräsentiert werden kann (standardmäßig digitale Datenspeicherung/-übertragung)