

DIN EN 16603-60-20

ICS 01.040.49; 49.140

Entwurf

Einsprüche bis 2020-05-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16603-60-20:2014-12

**Raumfahrttechnik –
Terminologie und Leistungsspezifikation für Sternensensoren;
Englische Fassung prEN 16603-60-20:2019**

Space engineering –
Star sensor terminology and performance specification;
English version prEN 16603-60-20:2019

Ingénierie spatiale –
Specification des performances et terminologie des senseurs stellaires;
Version anglaise prEN 16603-60-20:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-03-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 109 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16603-60-20:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/JTC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-06-02 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normungsausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Das Dokument wird EN 16603-60-20:2014 ersetzen.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von prEN 16603-60-20:2019.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16603-60-20:2014-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung von mehreren Definitionen in 3.2, einschließlich der Aktualisierung einiger Bilder;
- b) Aktualisierung der Liste der Abkürzungen in 3.3;
- c) Hinzufügen der Nomenklatur in 3.4;
- d) Hinzufügen eines Standardsatzes von Kernbefehlen und Telemetrie (oder funktionalen Schnittstellen), die im Rahmen der SAVOIR-Initiative in 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7 und Anhang I erstellt wurden;
- e) 5.1.1 wurde umgeschrieben;
- f) Hinzufügen eines neuen Abschnitts 5.13 „Robustheit gegenüber Strahlungsereignissen“, in dem Robustheit und Leistung bei Solarereignissen behandelt werden;
- g) Überschriften von 5.2, 5.2.3 und 5.4 aktualisiert;
- h) Hinzufügen von neuen Unterabschnitten:
 - 5.2.4 „Bestimmungen für die Prüfung“;
 - 5.9.4.1 „Wahrscheinlichkeit der korrekten Lagebestimmung“;
 - 5.9.4.2 „Wahrscheinlichkeit einer falschen Lagebestimmung“;
 - 5.9.4.3 „Wahrscheinlichkeit einer ungültigen Lagebestimmung“;
- i) Aktualisierung von Abschnitt 5 und Anhang B und Anhang G, um vollständig mit der Norm zur Steuerungsleistung ECSS-E-ST-60-10 übereinzustimmen und um unwichtige Doppelungen zu beseitigen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe

Die Benennungen der folgenden Begriffe sind identisch mit den Benennungen in der englischen Fassung.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

- a) Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01, ECSS-E-ST-60-10 und ECSS-E-ST-60-30.

ANMERKUNG Anhang B enthält zusätzliche Definitionen.

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1 Fähigkeiten

3.2.1.1

halbautomatische Bahnverfolgung

Fähigkeit der internen Verarbeitung des Sternensensors, Informationen aus einer externen Quelle hinzuzufügen

ANMERKUNG 1 Diese Fähigkeit gilt für Sternverfolgung, unabhängige Sternverfolgung und unabhängige Lageverfolgung.

ANMERKUNG 2 Z. B. AOCS (en: Attitude and Orbit Control System).

3.2.1.2

Messung der Winkelgeschwindigkeit

Fähigkeit, die momentanen Winkelgeschwindigkeiten des Sensors des Inertialsystem zu bestimmen

ANMERKUNG Die Winkelgeschwindigkeit kann anhand aufeinanderfolgender Sternpositionen berechnet werden, die vom Detektor oder von aufeinanderfolgenden absoluten Lagen (Ableitung aufeinanderfolgender Lagen) erhalten werden.

3.2.1.3

unabhängige Lagebestimmung

Fähigkeit, die absolute Ausrichtung eines Sensor-Bezugssystems im Hinblick auf ein festgelegtes Inertialsystem zu bestimmen, ohne die Verwendung von Angaben über Lage, Winkelgeschwindigkeit oder Winkelbeschleunigung

3.2.1.4

unabhängige Lageverfolgung

Fähigkeit, die Ausrichtung eines Sensor-Bezugssystems im Hinblick auf ein ursprünglich festgelegtes Bezugssystem für einen längeren Zeitraum neu zu bewerten und zu aktualisieren, unter Verwendung von unabhängig gewählten Sternbildern innerhalb des Sichtfeldes, die der wechselnden Ausrichtung des Sensor-Bezugssystems folgen, das sich im Weltraum bewegt

ANMERKUNG 1 Die unabhängige Lageverfolgung verwendet ein aus einer externen Quelle (z. B. AOCS) oder als Output einer unabhängigen Lagebestimmung („Lost-in-Space“-Lösung) vorab bereitgestelltes Lage-Quaternion.

ANMERKUNG 2 Die Funktionalität der unabhängigen Lageverfolgung kann auch durch wiederholte Verwendung der unabhängigen Lagebestimmung erreicht werden.

ANMERKUNG 3 Die Fähigkeit der unabhängigen Lageverfolgung impliziert keine Lösung für das „Lost-in-Space“-Problem.

3.2.1.5

unabhängige Sternverfolgung

Fähigkeit, Sternbilder innerhalb des Bildfelds des Sensors über einen längeren Zeitraum hinweg ohne externe Hilfsmittel zu ermitteln, zu orten und anschließend zu verfolgen

ANMERKUNG 1 Des Weiteren kann mit der unabhängigen Sternverfolgung bestimmt werden, ob ein verfolgtes Sternbild das Sichtfeld des Sensors verlässt. Falls dies der Fall ist, kann dieses dann durch ein zu verfolgendes Ersatzbild ohne Benutzerintervention ersetzt werden.

ANMERKUNG 2 Siehe auch 3.2.1.9 (Sternverfolgung).

3.2.1.6

Kartographie

Fähigkeit, das gesamte Sichtfeld des Sensors abzutasten und die Position jedes Sternbilds innerhalb dieses Sichtfeldes zu orten und auszugeben

3.2.1.7

Bild-Download

Fähigkeit, die Signale des Detektors über das gesamte Sichtfeld des Detektors in einem Moment zu erfassen (d. h. innerhalb einer einzelnen Integration) und diese Informationen an den Anwender auszugeben

ANMERKUNG Siehe auch 3.2.1.8 (partieller Bild-Download).

3.2.1.8

partieller Bild-Download

Fähigkeit, die Signale des Detektors über das gesamte Sichtfeld des Detektors in einem Moment zu erfassen (d. h. innerhalb einer einzelnen Integration), und einen Teil dieser Informationen an den Anwender auszugeben

ANMERKUNG 1 Ein partieller Bild-Download ist ein Bild-Download (siehe 3.2.1.7), bei dem nur ein Teil des Bildfeldes des Detektors für einen bestimmten „Moment“ ausgegeben werden kann.

ANMERKUNG 2 Partielles Auslesen der Detektorreihe (Fensterstechnik) und Ausgabe der entsprechenden Pixelsignale erfüllen ebenfalls die Funktionalität.

3.2.1.9

Sternverfolgung

Fähigkeit, die Lage von ausgewählten Sternbildern auf einem Detektor zu messen, die Koordinaten dieser Sternbilder im Hinblick auf ein festgelegtes Bezugssystem des Sensors auszugeben und diese Koordinaten über einen längeren Zeitraum hinweg durch Folgen der Bewegung von jedem Sternbild wiederholt zu bewerten und zu aktualisieren

3.2.1.10

Überlebensfähigkeit in der Sonne

Fähigkeit, direkter Sonneneinstrahlung entlang der Mittelachse über einen bestimmten Zeitraum hinweg ohne Dauerschaden oder Leistungsverminderung standzuhalten

ANMERKUNG Diese Fähigkeit kann auf eine Sonneneruption erweitert werden, unter Berücksichtigung der potenziellen Auswirkung der Erde oder des Mondes auf das Sichtfeld.

3.2.2 Sensorkomponenten

3.2.2.1 Übersicht

Bild 3-1 zeigt eine schematische Darstellung der Schnittstelle zwischen den verallgemeinerten Komponenten, die in dieser Norm spezifiziert werden.

ANMERKUNG Bei Verwendung als Kamera, kann die Ausgabe des Sensors direkt nach der Vorverarbeitung angeordnet sein.

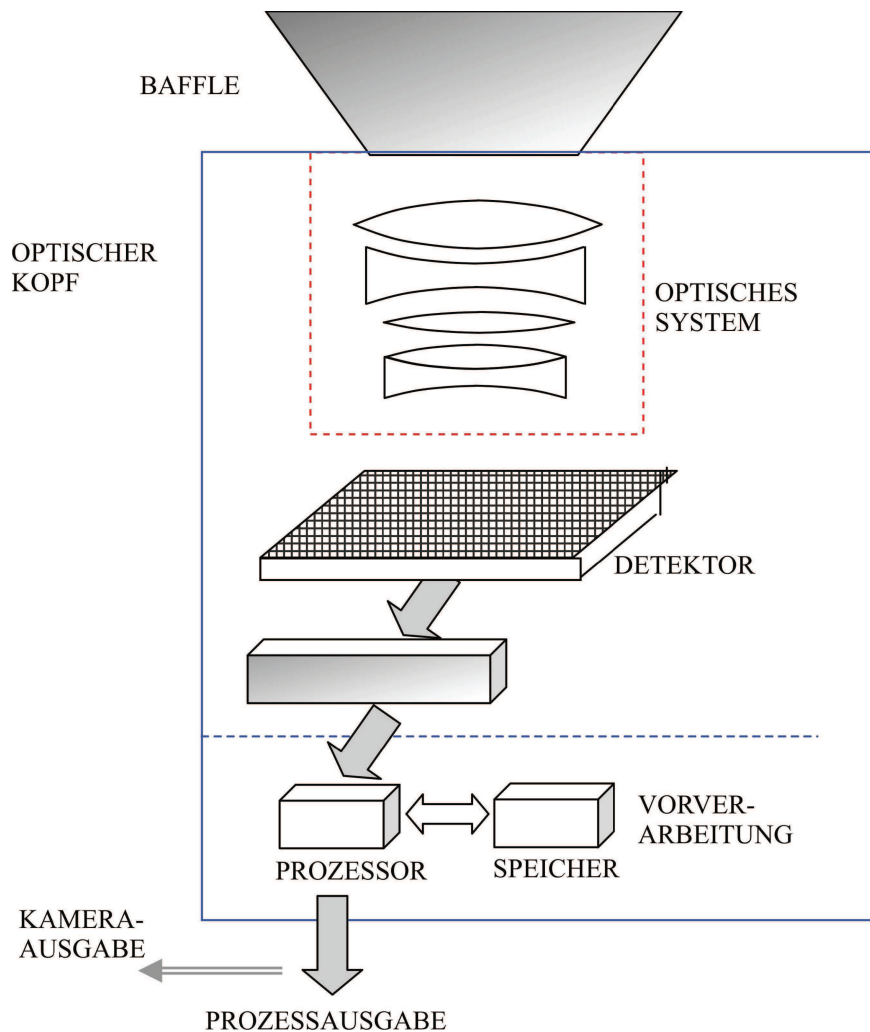


Bild 3-1 — Elemente eines Sternensensors — schematische Darstellung

3.2.2.2

Baffle

passive Struktur, die dazu verwendet wird, den Eintritt jedes Signals von außerhalb des Bildfelds des Sensors in die Sensorlinse oder die Blende zu verhindern oder zu reduzieren

ANMERKUNG Die Ausführung der Abschirmung hängt üblicherweise von der Mission ab und bestimmt die effektiven Ausgrenzungswinkel der Schenkel von Erde, Mond und Sonne. Die Abschirmung kann direkt auf dem Sensor angebracht sein oder es kann sich dabei um ein separates Element handeln. In letzterem Fall wird hinsichtlich des Sensors eine Positionierungsvorgabe verwendet.

3.2.2.3

Detektor

Element des Sternensensors, welches das eingehende Signal (Photonen) in ein elektrisches Signal umwandelt

ANMERKUNG Dazu werden üblicherweise CCD- und APS-Arrays und Photoelektronenvervielfacher verwendet. Hier können auch andere Technologien zum Einsatz kommen.

3.2.2.4

elektronische Verarbeitungseinheit

Reihe an Funktionen des Sternensensors, die nicht im optischen Kopf enthalten sind

ANMERKUNG Insbesondere besteht die Sensorelektronik aus:

- Sensorprozessor;
- Leistungsregelung;
- Software-Algorithmen;
- Onboard-Sternkatalog (falls vorhanden).

3.2.2.5

optischer Kopf

Teil des Sensors, der das eingehende Signal erfasst und misst

ANMERKUNG Dieser besteht aus:

- dem optischen System;
- dem Detektor (einschließlich Kühleinrichtung);
- der Ansteuer- und Ausleseelektronik (üblicherweise Detektorsteuerung, Anzeige und Schnittstelle, und Vorverarbeitung der Pixel);
- dem mechanischen Aufbau, der alle Komponenten trägt.

3.2.2.6

optisches System

System, das Bauteile zum Erfassen und Fokussieren der eingehenden Photonen umfasst

ANMERKUNG Üblicherweise besteht dieses aus einer Anzahl Linsen oder Spiegeln und Filter, und der tragenden mechanischen Struktur wie Blendeneinstellung, Lochblenden und Schlitzen.

3.2.3 Bezugssysteme

3.2.3.1

Bezugssystem mit Ausrichtung nach optischem Würfel (ARF)

Bezugssystem, das sich fest am externen optischen Würfel des Sensors orientiert, wobei der Nullpunkt des ARF eindeutig vom externen optischen Würfel des Sensors ausgeht

ANMERKUNG 1 Die X-, Y- und Z-Achsen des ARF sind eine Reihe von rechtshändigen und rechtwinkligen Achsen, die sich eindeutig auf die Senkrechten der Flächen des externen optischen Würfels beziehen. Bild 3-2 ist eine schematische Darstellung des ARF.

ANMERKUNG 2 Das ARF ist das Bezugssystem zur Ausrichtung des Sensors während der Integration.

ANMERKUNG 3 Diese Definition versucht nicht eine Definition des ARF vorzuschreiben, sondern gibt nur an, dass es sich um ein Bezugssystem handelt, das sich auf die physikalische Geometrie des optischen Würfels des Sensors bezieht.

ANMERKUNG 4 Wenn die Flächen des optischen Würfels nicht genau rechtwinklig zueinander liegen, kann die X-Achse als Projektion der Senkrechten der X-Fläche, die rechtwinklig zur Ebene der Z-Achse liegt, definiert werden. Die Y-Achse vervollständigt dabei das RHS.

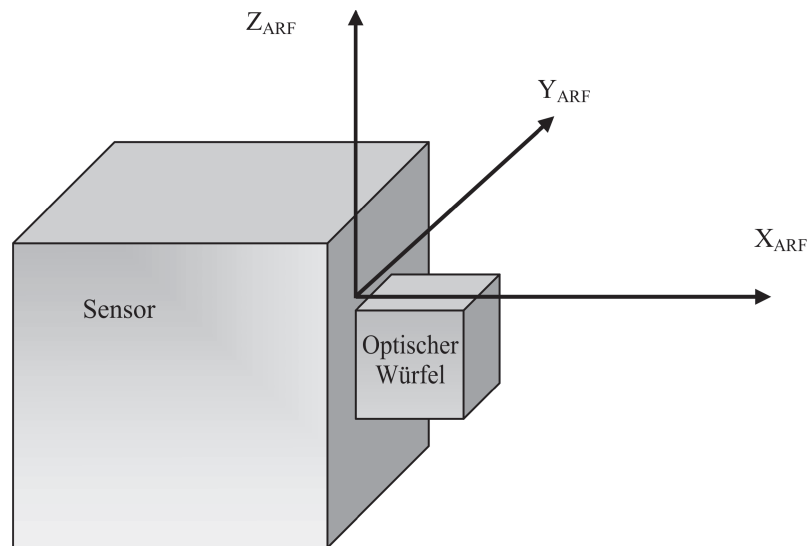


Bild 3-2 — Beispiel eines Bezugssystems mit Ausrichtung nach optischem Würfel

3.2.3.2

Bezugssystem mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung (BRF)

Bezugssystem, bei dem:

- der Nullpunkt eindeutig hinsichtlich der Montage-Schnittstelle des optischen Kopfs definiert ist;

ANMERKUNG Bei einem ideal ausgerichteten optoelektronischen System ergibt dies eine Messposition in der Mitte des Detektors.

- Die Z-Achse des BRF liegt dabei antiparallel zur Richtung eines eingehenden gebündelten Lichtstrahls, der parallel zur optischen Achse liegt;
- Die X-Achse des BRF liegt auf der Ebene, die sich über die Z-Achse des BRF und den Vektor von der Mitte des Detektors erstreckt, der entlang der positiven Detektorzeilen wie die Achse senkrecht zur Z-Achse des BRF verläuft. Die Y-BRF-Achse vervollständigt dabei das rechtshändige rechtwinklige System.

ANMERKUNG 1 Die X- und die Y-Achse des BRF liegen (nominal) senkrecht zur Z-Achse auf der Ebene des Detektors, und bilden so eine rechtshändige Gruppe mit einer Achse entlang der Detektorzeile und der anderen entlang der Detektorsäule. Bild 3-3 ist eine schematische Darstellung des BRF.

ANMERKUNG 2 Die Definition des Bezugssystems mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung bezieht sich nicht auf den Detektor, sondern auf die Kombination von Detektor und optischem System.

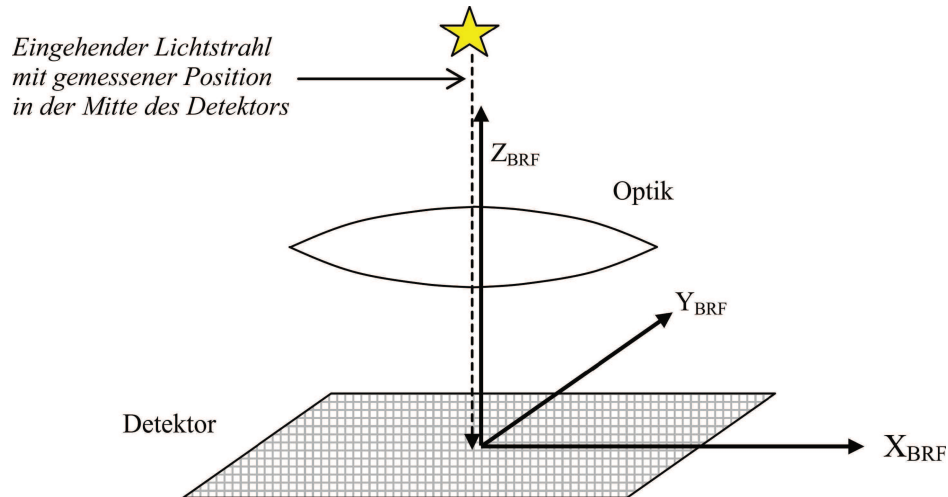


Bild 3-3 — Bezugssystems mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung

3.2.3.3

Inertialsystem (IRF)

Bezugssystem, das dazu dient, eine Trägheitsreferenz zur Verfügung zu stellen

ANMERKUNG 1 So kann z. B. das J2000-Bezugssystem als IRF verwendet werden, wie in Bild 3-4 dargestellt.

ANMERKUNG 2 Das J2000-Bezugssystem (zälestisches Inertialsystem nach dem Julianischen Datum J2000) wird normalerweise definiert als Z IRF = Erdrotationsachse (nördliche Richtung) im Jahr J2000 (01.01.2000 um 12:00 Uhr WEZ) und als X IRF = Richtung des Frühlingspunktes im Jahr J2000. Y IRF vervollständigt das rechtshändige ortho-normale Bezugssystem.

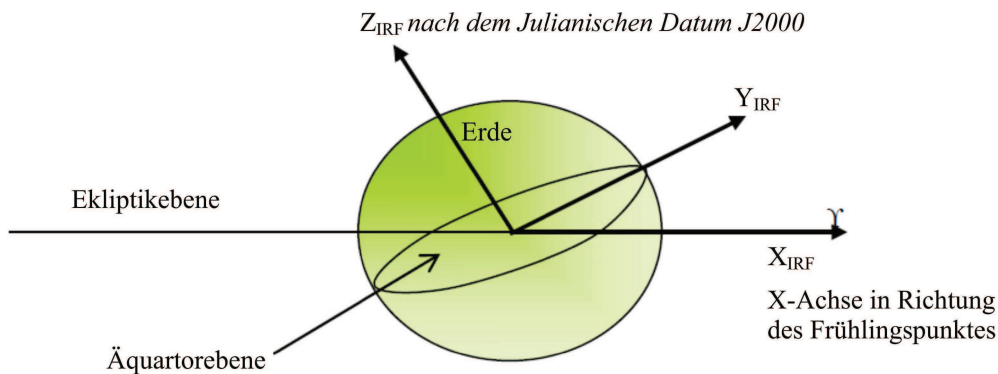


Bild 3-4 — Beispiel eines Inertialsystems

3.2.3.4

mechanisches Bezugssystem (MRF)

Bezugssystem, bei dem der Nullpunkt eindeutig mit Bezug auf die Montage-Schnittstelle des Sensors des optischen Kopfs definiert ist

ANMERKUNG 1 So muss z. B. die Z-Achse des MRF senkrecht zur Montage-Schnittstelle stehen. Die X- und die Y-Achse des MRF müssen so zur Montageebene stehen, dass sie ein rechtwinkliges RHS mit der Z-Achse des MRF bilden.

ANMERKUNG 2 Bild 3-5 ist eine schematische Darstellung des MRF.

ANMERKUNG 3 Bei Konfigurationen mit mehreren optischen Köpfen sollte das MRF zwischen Lieferant und Kunde besprochen und vereinbart werden.

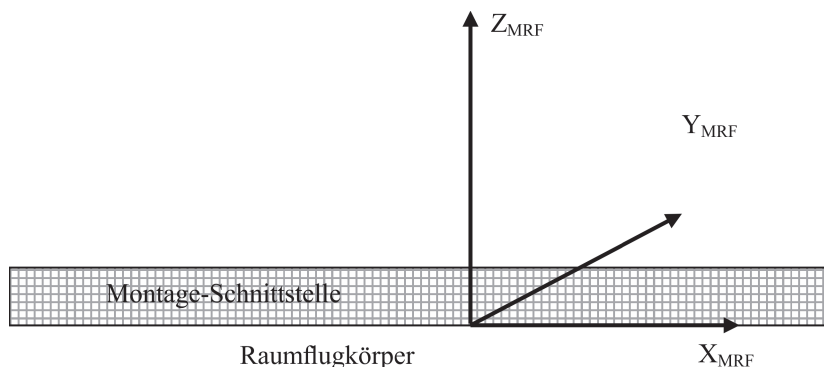


Bild 3-5 — Mechanisches Bezugssystem

3.2.3.5

Stern-Bezugssystem (SRF)

Bezugssystem für jeden Stern, bei dem der Nullpunkt übereinstimmend mit dem BRF definiert ist

ANMERKUNG 1 Die Z-Achse jedes SRF ist definiert als die Richtung vom Nullpunkt des SRF zu der tatsächlichen Position des ausgewählten Sterns. Bild 3-6 zeigt eine schematische Darstellung der Bezugssysteme. Bild 3-7 zeigt eine schematische Darstellung des SRF.

ANMERKUNG 2 Die X- und die Y-Achse des SRF erhält man unter der Annahme, dass das BRF mithilfe von zwei Drehungen mit dem SRF in Übereinstimmung gebracht werden kann. Die erste Drehung muss dabei um die X-Achse des BRF und die zweite um die neue Y-Achse des BRF stattfinden (die gleich der Y-Achse des SRF ist).

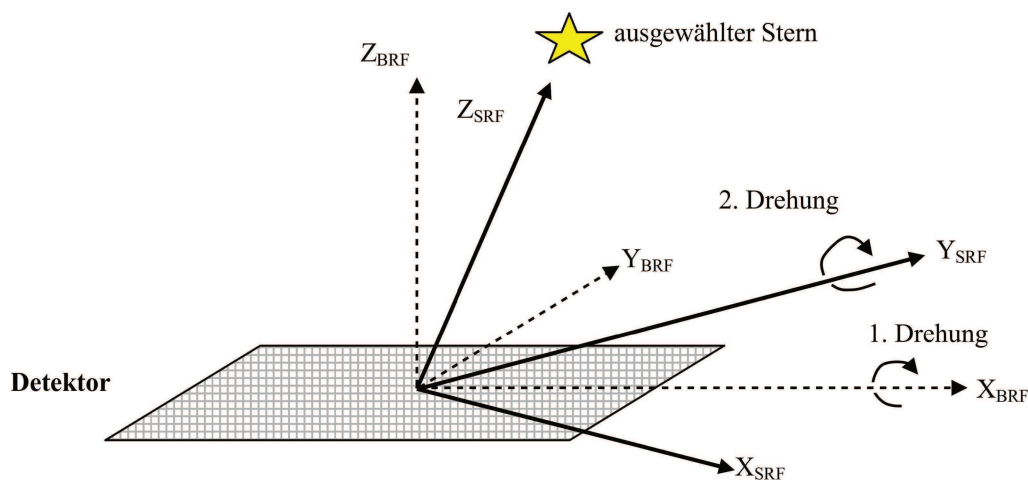


Bild 3-6 — Stern-Bezugssystem

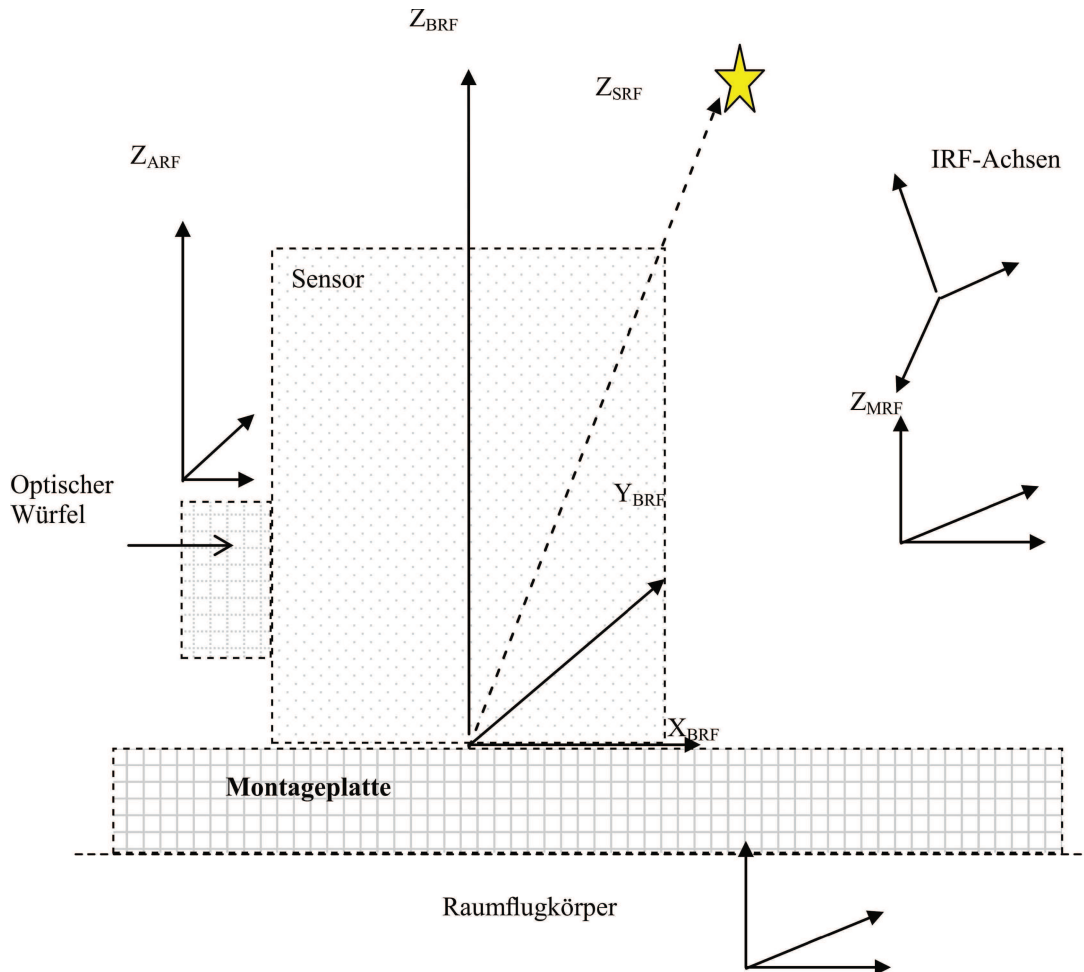


Bild 3-7 — Schematische Darstellung von Bezugssystemen

3.2.4 Definitionen, die sich auf Zeit und Häufigkeit beziehen

3.2.4.1

Integrationszeit

Bestrahlungsdauer, während der Photonen in der Detektorreihe vor dem Auslesen und der Verarbeitung für die Ausgabe (Sternpositionen oder Lage) gesammelt werden.

ANMERKUNG 1 Die Integrationszeit kann festgelegt werden, manuell einstellbar oder unabhängig sein.

ANMERKUNG 2 Bild 3-8 stellt schematisch die verschiedenen festgelegten Zeiten und ihre Wechselbeziehungen dar. Das Bild enthält Daten, die von zwei optischen Köpfen ausgegeben werden und vor Erzeugung der Ausgabe des Sensors separat verarbeitet werden. Es ist zu beachten, dass bei einem Sensor mit mehreren optischen Köpfen begrifflich angenommen wird, dass die gefilterte Ausgabe über die sequentielle Verarbeitung von Daten eines einzelnen Kopfs erreicht wird, wenn die Daten empfangen werden. Mit diesem Verständnis gelten daher das Bild und die damit verbundenen Zeitdefinitionen auch für diese Sensorkonfigurationen.

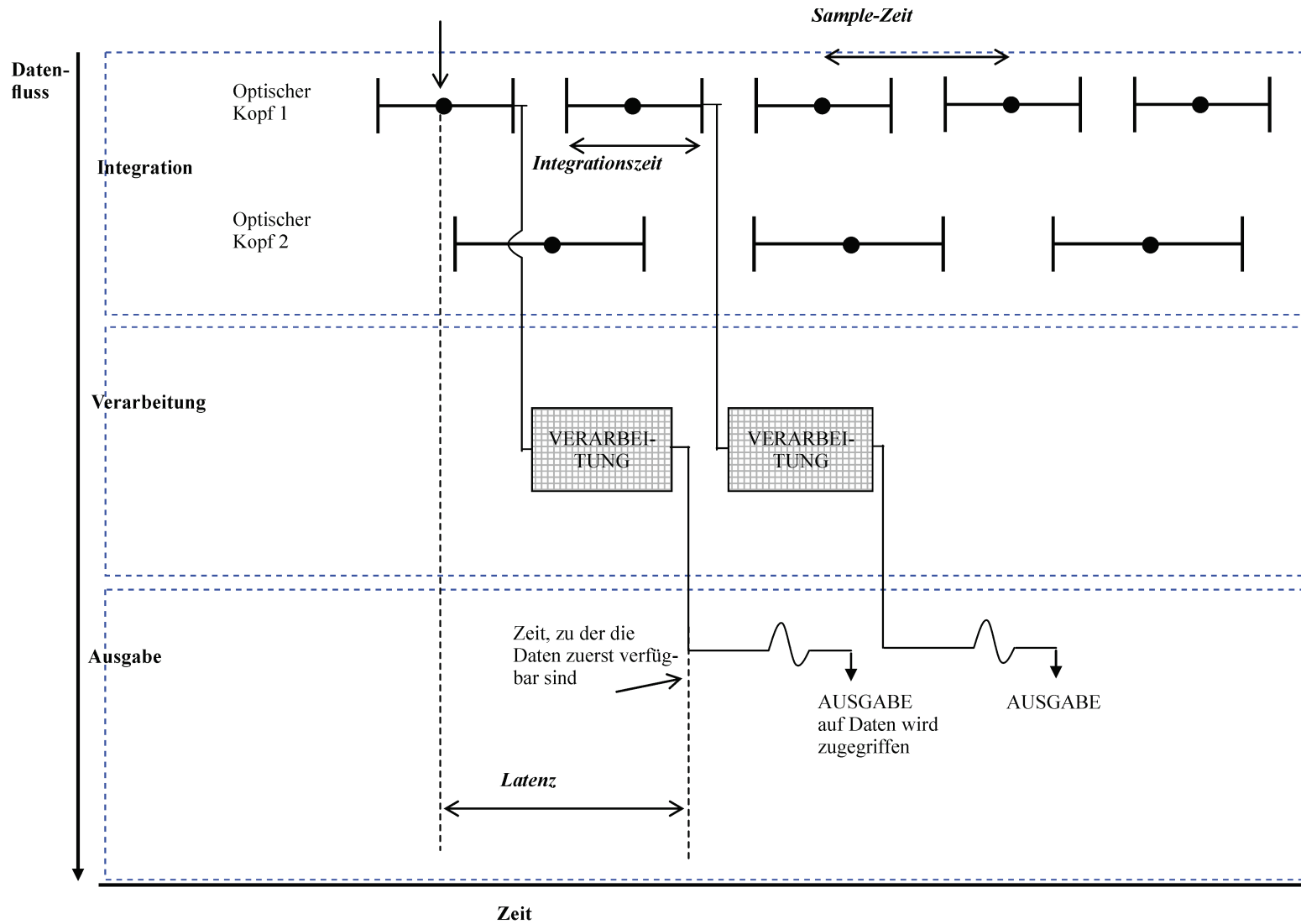


Bild 3-8 — Schematisches Zeitdiagramm

3.2.4.2

Datum der Messung

Datum der gelieferten Messung

ANMERKUNG 1 Falls die Filterung an Bord stattfindet, kann der Messzeitpunkt von einzelnen Messzeitpunkten abweichen.

ANMERKUNG 2 Üblicherweise wird der Mittelpunkt der Integrationszeit als Messzeitpunkt für die CCD-Technologie betrachtet.

3.2.4.3

Ausgabebandbreite

maximale Frequenz, mit der die Ausgabe des Sensors erfolgt

ANMERKUNG 1 Die Bandbreite des Sensors ist im Allgemeinen durch mehrere Faktoren begrenzt, einschließlich:

- Integrationszeit;
- Abtastfrequenz;
- Verarbeitungsgeschwindigkeit der Lage;
- Filterung der Daten an Bord (vor allem bei Sensoren mit mehreren Köpfen).

ANMERKUNG 2 Die Ausgangsbandbreite entspricht der Bandbreite des Sensors, der als Tiefpassfilter betrachtet wird. Im Allgemeinen ist die Bandbreite die niedrigste der Grenzfrequenzen, die durch die in Anmerkung 1 aufgeführten Faktoren impliziert werden.

3.2.5 Sichtfeld

3.2.5.1

halbrechtwinkliges Sichtfeld

Winkelregion um die Z-Achse des BRF, die durch die Winkelauslenkungen um die X- und Y-Achse des BRF zwischen der Z-Achse des BRF und der entsprechenden Kante des Rechtecks spezifiziert ist, innerhalb dessen ein Stern auf der Detektorreihe ein Bild erzeugt, welches dann vom Sternensensor verwendet wird

ANMERKUNG 1 Dieses Sichtfeld wird durch die Optik und die Ausführung des Detektors bestimmt. Dies ist in Bild 3-9 schematisch dargestellt.

ANMERKUNG 2 In den Ecken überschreitet der Bereich des FOV für diese Definition die angegebenen Werte (siehe Bild 3-9).

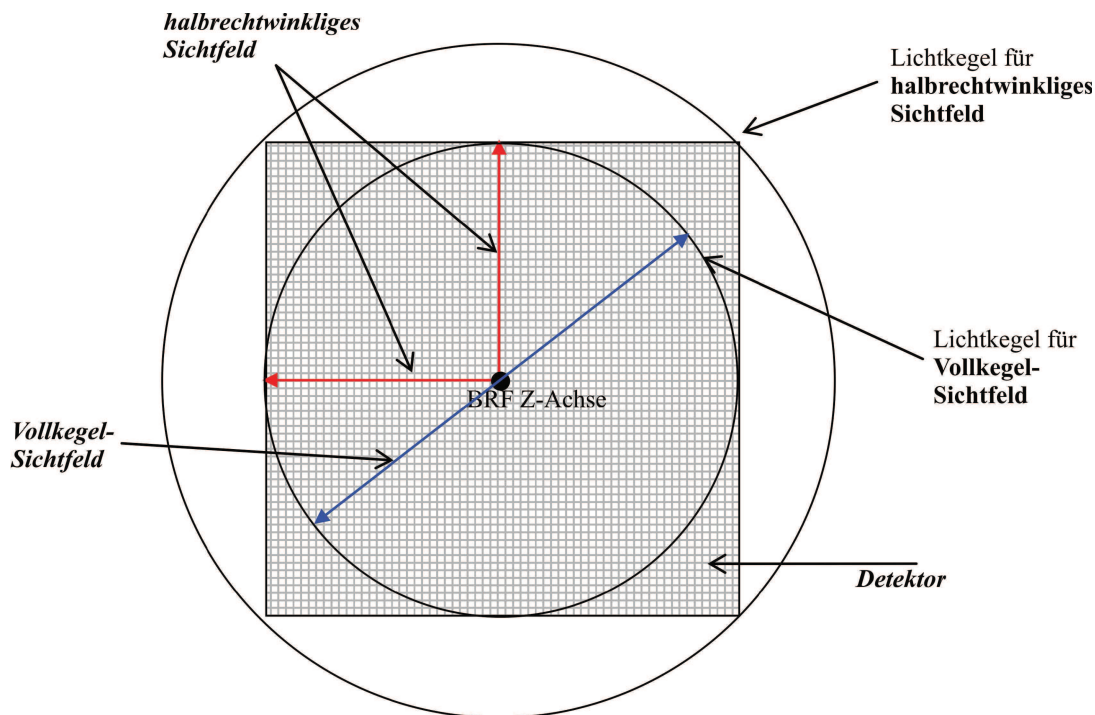


Bild 3-9 — Sichtfeld

3.2.5.2

Vollkegel-Sichtfeld

Winkelregion um die Z-Achse des BRF, die als Vollkegelwinkel spezifiziert ist, innerhalb dessen ein Stern auf der Detektorreihe ein Bild erzeugt, welches dann vom Sternensensor verwendet wird

ANMERKUNG Dieses Sichtfeld wird durch die Optik und die Ausführung des Detektors bestimmt. Dies ist in Bild 3-9 schematisch dargestellt.

3.2.5.3

Pixel-Sichtfeld

Winkel, dem ein einzelnes Detektorelement entgegengesetzt ist

ANMERKUNG Der Begriff Pixel-Sichtfeld ersetzt (und ist identisch zu) den allgemein gebräuchlichen Begriff „momentanes Sichtfeld“.

3.2.6 Winkel der Himmelskörper

3.2.6.1

Aspektwinkel

halber Öffnungswinkel zwischen der Z-Achse des BRF und dem nächstgelegenen Schenkel eines Himmelskörpers

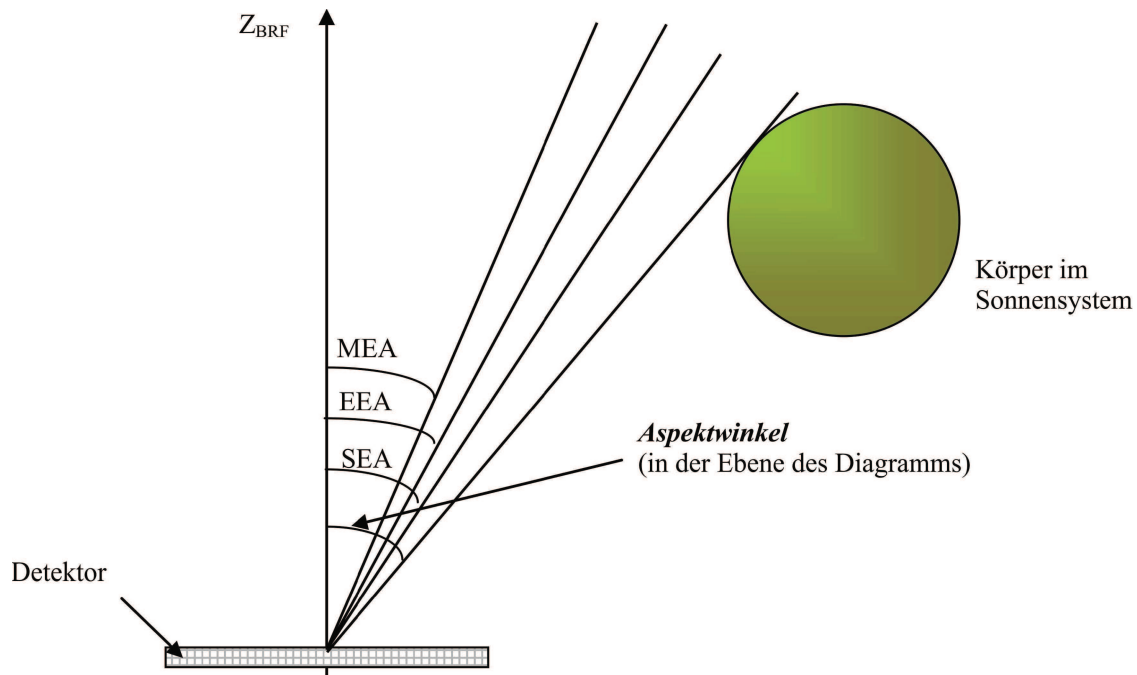


Bild 3-10 — Aspektwinkel zu einem planetarischen Körper oder der Sonne

3.2.6.2

Ausgrenzungswinkel (EA)

niedrigster Aspektwinkel eines Körpers, bei dem die angegebene volle Leistung erreicht wird

ANMERKUNG 1 Die folgenden Ausgrenzungswinkel können betrachtet werden:

- Der Erd-Ausgrenzungswinkel (EEA), der als der niedrigste Aspektwinkel der vollständig beleuchteten Erde (einschließlich der Erdatmosphäre) definiert ist, bei dem die volle angegebene Leistung erreicht wird, wie in Bild 3-10 schematisch dargestellt.
- Der Sonnen-Ausgrenzungswinkel (SEA), der als der niedrigste Aspektwinkel der Sonne definiert ist, bei dem die volle angegebene Leistung erreicht wird, wie in Bild 3-10 schematisch dargestellt.
- Der Mond-Ausgrenzungswinkel (MEA), der als der niedrigste Aspektwinkel des Mondes definiert ist, bei dem die volle angegebene Leistung erreicht wird, wie in Bild 3-10 schematisch dargestellt.

ANMERKUNG 2 Der Wert jedes Ausgrenzungswinkels ist abhängig von der Entfernung zum Objekt.

3.2.7 Gebräuchliche Begriffe

3.2.7.1

korrekte Lage

Lage, bei der die absolute Messabweichung des Quaternions niedriger als ein bestimmter Schwellenwert ist

3.2.7.2

falsche Lage

Lage, die keine korrekte Lage ist

3.2.7.3

falscher Stern

Signal auf dem Detektor, das nicht aus einer Sternenquelle stammt, ansonsten jedoch von einem Sternbild nicht zu unterscheiden ist

ANMERKUNG Diese Definition schließt explizit Auswirkungen des Mondes, niedrige Einstrahlwinkel auf Protonen usw. aus, die im Allgemeinen von ihrer äußeren Form her als nicht-stellar betrachtet werden.

3.2.7.4

Ausgabezeit des Bildes

Zeit, die benötigt wird, um das Detektorbild auszugeben

3.2.7.5

statistische Gruppe

Reihe an Sensoren (noch nicht alle vorhanden), bei denen die Leistungen durch Verwendung von statistischen Werkzeugen bei Beobachtungen und Beobachtungsbedingungen bewertet werden

ANMERKUNG 1 Die statistische Gruppe wird auf einer Fall-zu-Fall-Basis festgelegt, die abhängig von den zu bewertenden Leistungen ist.

ANMERKUNG 2 Siehe 5.1 und Anhang E für weitere Einzelheiten.

3.2.7.6

Ebene der Erhaltung der Lageverfolgung

Gesamtzeit innerhalb eines länger festgelegten Intervalls, in dem die Lageverfolgung mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % bei jedem Ausrichten innerhalb der Himmelskugel aufrechterhalten wird (d. h. ohne Ermittlung der Lage)

ANMERKUNG Dieser Parameter kann auch als mittlere Zeit zwischen dem Ausfall der Lageverfolgung oder als Wahrscheinlichkeit des Verlustes der Lageverfolgung je Zeiteinheit spezifiziert werden.

3.2.7.7

Ebene der Erhaltung bei mehrfacher Sternverfolgung

Gesamtzeit innerhalb eines länger definierten Intervalls, bei dem mindestens zwei Sternverfolgungen mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % aufrechterhalten werden

ANMERKUNG 1 Dies deckt den Fall ab, bei dem die Sterne im Verlauf der Zeit ihre Lage im Sichtfeld verändern.

ANMERKUNG 2 Während dieses Zeitintervalls wird keine Lagebestimmung durchgeführt.

3.2.7.8

Erfassung des Nachthimmels

Prüfung, die während der Nacht durchgeführt wird und bei welcher der Himmel als physikalischer Stimulus für den Sternensensor verwendet wird

ANMERKUNG Die Auswirkung der atmosphärischen Extinktion sollte berücksichtigt und durch Auswahl einer geeigneten Position reduziert werden.

3.2.7.9

Wahrscheinlichkeit der korrekten Lagebestimmung

Wahrscheinlichkeit, dass eine korrekte Lagebestimmung innerhalb einer festgelegten Zeit nach Beginn der Lagebestimmung mit aktiviertem Sensor bei Betriebstemperatur erfolgt ist und als gültig betrachtet wird

ANMERKUNG 1 Zeiträume für andere Bedingungen, wie z. B. die Wiederherstellung nach Eintritt der Sonne ins Sichtfeld oder einem Kaltstart können als Zeit definiert werden, die benötigt wird, um die Startzeit der Lagebestimmung zu erreichen. Die benötigte Gesamtzeit wäre dann die Summe der Zeit, die benötigt wird, um die Startzeit der Lagebestimmung und den auf diese Metrik bezogenen Zeitraum zu erreichen.

ANMERKUNG 2 Eine Lagebestimmung wird dann als gültig gekennzeichnet, wenn die erhaltene Lage vom Sternensensor für die Verwendung durch das AOCS als geeignet betrachtet wird. Die Gültigkeit ist unabhängig von der Genauigkeit.

ANMERKUNG 3 Eine korrekte Lagebestimmung heißt, dass die zur Ableitung des Quaternions verwendeten Sterne korrekt ermittelt wurden, d. h., dass die Messabweichung unter einem bestimmten Schwellenwert liegt.

3.2.7.10

Wahrscheinlichkeit einer falschen Lagebestimmung

Wahrscheinlichkeit, dass eine inkorrekte Lagebestimmung innerhalb einer festgelegten Zeit nach Beginn der Lagebestimmung mit aktiviertem Sensor bei Betriebstemperatur erfolgt ist und als gültig betrachtet wird

3.2.7.11

Wahrscheinlichkeit einer ungültigen Lagebestimmung

Wahrscheinlichkeit, dass eine Lagebestimmung (korrekt oder inkorrekt) innerhalb einer festgelegten Zeit nach Beginn der Lagebestimmung mit aktiviertem Sensor bei Betriebstemperatur erfolgt ist und als ungültig betrachtet wird

ANMERKUNG 1 Der Wert der Wahrscheinlichkeit einer ungültigen Lagebestimmung beträgt $1 - (\text{Wahrscheinlichkeit der korrekten Lagebestimmung} + \text{Wahrscheinlichkeit der falschen Lagebestimmung})$.

ANMERKUNG 2 Ungültige Lagebestimmungen schließen Fälle mit ein, bei denen kein Signal erhalten wird (d. h., dass vom Sternensensor keine Lage erhältlich ist).

3.2.7.12

Einschwingzeit des Sensors

Zeitraum von der ersten Ausgabe des Quaternions zum Quaternion der vollständigen Lagegenauigkeit bei zufälliger Ausrichtung innerhalb eines festgelegten Bereiches der Himmelskugel

ANMERKUNG Der Zeitraum wird mit einer Wahrscheinlichkeit von n % festgelegt. Falls dieser Wert nicht angegeben ist, werden 99 % angenommen.

3.2.7.13

Wahrscheinlichkeit der Erhaltung der Verfolgung eines einzelnen Sterns

Wahrscheinlichkeit, die von einer bestehenden Sternverfolgung über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten werden muss, während der Stern sich im Sichtfeld befindet

3.2.7.14

Sternbild

Lichtmuster, das von einer Sternenquelle auf den Detektor fällt

3.2.7.15

Sterngröße

Größe des Sternbildes, wie es vom Sensor erfasst wird

ANMERKUNG Die Sterngröße berücksichtigt spektrale Bedingungen. Man spricht hier auch von instrumenteller Größe.

3.2.7.16

Gültigkeit

Eigenschaften einer Ausgabe des Sternensensors, die für den beabsichtigten Zweck ausreichend genau ist

ANMERKUNG Z. B. bei Verwendung durch das AOCS.

3.2.8 Fehlerquellen

3.2.8.1

stellare Aberration

Fehler bei der Ermittlung der Position eines Sterns aufgrund der Laufzeit des Lichts und der linearen Bewegung des STR in einem Inertialsystem

ANMERKUNG 1 Der newtonsche Ausdruck erster Ordnung der Rotationsabweichung für eine Sternrichtung lautet wie folgt:

$$\vec{\varepsilon} = \frac{V}{c} \sin(\theta) \vec{u}$$

Dabei ist

V die Größe der absoluten linearen Geschwindigkeit $\vec{V}$ des Raumflugkörpers hinsichtlich eines Inertialsystem;

c die Lichtgeschwindigkeit (299 792 458 m/s);

θ der Winkel zwischen dem Vektor $\vec{V}$ und der Sternrichtung $\vec{n}$.

$$\vec{u} = \frac{\vec{V} \wedge \vec{n}}{\|\vec{V} \wedge \vec{n}\|}$$

ANMERKUNG 2 Bei einem Satelliten auf einer Umlaufbahn um die Erde ist die absolute Geschwindigkeit die Vektorsumme der relativen Geschwindigkeit des Raumflugkörpers bezüglich der Erde und der Geschwindigkeit der Erde bezüglich der Sonne.

ANMERKUNG 3 Bei einer Erdumlaufbahn beträgt das Ausmaß dieser Auswirkung 25 Bogensekunden (maximal). Bei einem interplanetarischen Raumflugkörper ist die absolute Geschwindigkeit die absolute Geschwindigkeit bezüglich der Sonne.

ANMERKUNG 4 Die detaillierten Faktoren der relativistischen Messabweichung sind in Anhang G aufgeführt.

3.2.8.2

systematische Abweichung

Fehler bei Kenntnis der Ausrichtung des BRF, einschließlich der ursprünglichen Messabweichung und der Stabilitätsabweichung beim Ausrichten

ANMERKUNG 1 Die ursprüngliche Messabweichung ist zwischen dem Bezugssystem mit Ausrichtung nach optischem Würfel (ARF) und dem Sensor des Bezugssystems mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung (BRF) bei Messung während der Bodenkalibrierung;

ANMERKUNG 2 Die Stabilitätsabweichung beim Ausrichten (Kalibrierung bei Flug) ist die Änderung bei der Transformation zwischen dem Sensor des mechanischen Bezugssystems (MRF) und dem Sensor des Bezugssystems mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung (BRF) zwischen dem Zeitpunkt der Kalibrierung und dem Beginn der Flugmission.

ANMERKUNG 3 Die systematische Abweichung kann sich bei der Z-Achse des BRF auf die Richtung oder bei der X- und Y-Achse des BRF auf die Rotation beziehen.

ANMERKUNG 4 Zur Definition von Richtungs- oder Rotationsabweichungen siehe B.5.2.

ANMERKUNG 5 Aufgrund seiner Beschaffenheit ist der metrische Wert der systematischen Abweichung in jedem beobachteten Bereich gleich.

ANMERKUNG 6 Die detaillierten Faktoren der systematischen Abweichung sind in 5.5 aufgeführt.

3.2.8.3

räumliche Abweichung des Sichtfelds

Fehler bei der Messung des Lage-Quaternions aufgrund der jeweiligen räumlichen Abweichungen der Sterne

ANMERKUNG 1 Dieser Fehler hat eine räumliche Periodizität, dessen Amplitude vom Lieferanten festgelegt ist. Er kann von ein paar Pixeln bis zum vollständigen Sichtfeld der Kamera reichen.

ANMERKUNG 2 Räumliche Abweichungen des Sichtfeldes entstehen hauptsächlich aufgrund optischer Verzerrung. Diese Abweichungen können anhand der Winkelgeschwindigkeit des Sensors in einen Zeitbereich umgewandelt werden. Dann können sie aus Sicht der zeitlichen Frequenz von der systematischen Abweichung bis zu Abweichungen der Hochfrequenz führen, je nach Sternenbewegung auf dem Detektor. Sie führen zur systematischen Abweichung bei der Ausrichtung und erzeugen weißes Rauschen bei Missionen mit hoher Winkelgeschwindigkeit.

ANMERKUNG 3 Die detaillierten Faktoren der räumlichen Abweichung des Sichtfelds sind in 5.5 aufgeführt.

3.2.8.4

räumliche Abweichung von Pixeln

Messabweichungen von Sternpositionen aufgrund räumlicher Uneinheitlichkeiten des Detektors und Berechnung des Flächenmittelpunktes von Sternen

ANMERKUNG 1 Aufgrund ihrer „räumlichen“ Beschaffenheit variieren diese Abweichungen je nach Position der Sterne auf dem Detektor und können gut von einer Metrik mit Winkeldimensionen erfasst werden. Die räumliche Abweichung von Pixeln wird dann klar als Abweichung der gemessenen Lage (bzw. der gemessenen Sternpositionen) aufgrund Messabweichungen der räumlichen Periode des Winkelwertes definiert, der noch festgelegt werden muss. Es können mehrere Klassen der räumlichen Periode betrachtet werden.

ANMERKUNG 2 Diese Abweichungen können anhand der Winkelgeschwindigkeit des Sensors in einen Zeitbereich umgewandelt werden. Dann können sie aus Sicht der zeitlichen Frequenz von der systematischen Abweichung bis zu Abweichungen der Hochfrequenz führen, je nach Sternenbewegung auf dem Detektor. Sie führen zur systematischen Abweichung bei der Ausrichtung und erzeugen weißes Rauschen bei Missionen mit hoher Winkelgeschwindigkeit.

ANMERKUNG 3 Die detaillierten Faktoren der räumlichen Abweichung von Pixeln sind in 5.5 aufgeführt.

ANMERKUNG 4 Räumliche Uneinheitlichkeiten umfassen PRNU, DSNU, Stromspitzen bei Dunkelstrom und FPN.

ANMERKUNG 5 Übersprechen zwischen den Pixeln.

ANMERKUNG 6 Die Berechnung des Flächenmittelpunktes von Sternen wird auch Interpolationsabweichung genannt.

3.2.8.5

zeitliches Rauschen

zeitliche Schwankung des gemessenen Quaternions (Sternpositionen) aufgrund Zeitschwankungen von Fehlerquellen

ANMERKUNG 1 Zeitliches Rauschen ist weißes Rauschen.

ANMERKUNG 2 Die detaillierten Faktoren des zeitlichen Rauschens sind in 5.5 aufgeführt.

3.2.8.6

thermoelastische Abweichung

Abweichung des BRP im Vergleich zum MRF bei einer gegebenen Temperaturänderung der mechanischen Schnittstelle des optischen Kopfes des Sensors und dem Wärmeaustausch im Weltraum

ANMERKUNG Die detaillierten Faktoren der thermoelastischen Abweichung sind in 5.5 aufgeführt.

3.2.9 Sternensensorkonfigurationen

3.2.9.1

zentrale Softwarekonfiguration

ein optischer Kopf oder mehrere optische Köpfe, die unmittelbar an den Bordrechner angeschlossen sind

ANMERKUNG Die ZSK-Verarbeitungssoftware befindet sich auf dem Bordrechner.

3.2.9.2

Konfiguration mit mehreren optischen Köpfen, die zusammengelegt sind

mehr als ein optischer Kopf, davon jeder mit einer Baffle und einer elektronischen Verarbeitungseinheit, die anhand der Daten von allen optischen Köpfen eine Ausgabe erzeugt

3.2.9.3

Konfiguration mit mehreren optischen Köpfen, die unabhängig voneinander sind

mehr als ein optischer Kopf, davon jeder mit einer Baffle und einer elektronischen Verarbeitungseinheit, die für jeden optischen Kopf eine Ausgabe erzeugt

3.2.9.4

integrierter einzelner optischer Kopf

einzelner optischer Kopf mit Baffle und einer elektronischen Verarbeitungseinheit, die sich in der gleichen mechanischen Struktur befinden

3.2.9.5

separater einzelner optischer Kopf

einzelner optischer Kopf mit Baffle und einer elektronischen Verarbeitungseinheit, die sich nicht in der gleichen mechanischen Struktur befinden

3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Abkürzungen nach ECSS-S-ST-00-01, ECSS-E-ST-60-10, ECSS-E-ST-60-30 und die folgenden Abkürzungen:

Abkürzung	Bedeutung
-----------	-----------

APS	aktiver Pixelsensor (en: active pixel sensor)
ARF	Bezugssystem zur Bestimmung der Ausrichtung (en: alignment reference frame)
AST	unabhängige Sternenkamera (en: autonomous star tracker)
BRF	Bezugssystem mit Ausrichtung nach Hauptstrahlrichtung (en: boresight reference frame)
BOL	Beginn der Lebensdauer (en: beginning-of-life)
CCD	Charge Coupled Device, ladungsgekoppeltes Bauelement (en: charge coupled device)
CTE	Ladungsverschiebe-Wirkungsgrad (en: charge transfer efficiency)
DSNU	Dark Signal Non-Uniformity (en: dark signal non-uniformity)
EEA	Erd-Ausgrenzungswinkel (en: earth exclusion angle)
EOL	Ende der Lebensdauer (en: end-of-life)
FMM	funktionales mathematisches Modell (en: functional mathematical model)
FOV	Sichtfeld (en: field of view)
FPN	festes Störmuster (en: fixed pattern noise)
IRF	Inertialsystem (en: inertial reference frame)

Abkürzung Bedeutung

LOS	Sichtlinie (en: line of sight)
MEA	Mond-Ausgrenzungswinkel (en: moon exclusion angle)
MRF	mechanisches Bezugssystem (en: mechanical reference frame)
PRNU	Photo Response Non-Uniformity (en: photo response non-uniformity)
RHS	rechtshändiges Koordinatensystem (en: right handed system)
SEA	Sonnen-Ausgrenzungswinkel (en: sun exclusion angle)
SEU	Einzelereignis-Upset (en: single event upset)
SET	Einzelereignis-Transiente (en: single event transient)
SRF	Stern-Bezugssystem (en: stellar reference frame)
STC	Sternenkamera (en: star camera)
STM	Sternfeldabtaster (en: star mapper)
STR	Sternenkamera (en: star tracker)
STS	Sternabtaster (en: star scanner)
TEC	thermoelektrisches Kühlgerät (en: thermos-electric cooler)
TDI	Zeitverzögerungsintegration (en: time delay integration)

September 2019

ICS 01.040.49; 49.140

Will supersede EN 16603-60-20:2014

English version

Space engineering - Star sensor terminology and performance specification

Ingénierie spatiale - Specification des performances et terminologie des senseurs stellaires

Raumfahrttechnik - Terminologie und Leistungsspezifikation für Sternensensoren

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/CLC/JTC 5.

If this draft becomes a European Standard, CEN and CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN and CENELEC in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN and CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN and CENELEC members are the national standards bodies and national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation. Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



CEN-CENELEC Management Centre:
Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Table of contents

European Foreword	5
Introduction	6
1 Scope	7
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	9
3.1 Terms from other standards	9
3.2 Terms specific to the present standard	9
3.3 Abbreviated terms	28
3.4 Nomenclature	29
4 Functional requirements	31
4.1 Star sensor capabilities	31
4.1.1 Overview	31
4.1.2 Cartography	32
4.1.3 Star tracking	33
4.1.4 Autonomous star tracking	33
4.1.5 Autonomous attitude determination	34
4.1.6 Autonomous attitude tracking	35
4.1.7 Angular rate measurement	35
4.1.8 (Partial) image download	36
4.1.9 Sun survivability	37
4.2 Types of star sensors	37
4.2.1 Overview	37
4.2.2 Star camera	37
4.2.3 Star tracker	37
4.2.4 Autonomous star tracker	38
4.3 Reference frames	38
4.3.1 Overview	38
4.3.2 Provisions	38
4.4 On-board star catalogue	38

5 Performance requirements	40
5.1 Use of the statistical ensemble	40
5.1.1 Overview	40
5.1.2 Provisions	41
5.2 Verification methods	42
5.2.1 Overview	42
5.2.2 Provisions for single star performances	42
5.2.3 Provisions for attitude performances	42
5.2.4 Provision for tests	42
5.3 <<deleted>>	43
5.4 General performance requirements	43
5.5 General performance metrics	45
5.5.1 Overview	45
5.5.2 Bias	45
5.5.3 Thermo elastic error	46
5.5.4 FOV spatial error	46
5.5.5 Pixel spatial error	47
5.5.6 Temporal noise	48
5.5.7 Aberration of light	49
5.5.8 Measurement date error	50
5.5.9 Measured output bandwidth	50
5.6 Cartography	50
5.7 Star tracking	51
5.7.1 Additional performance conditions	51
5.7.2 Single star tracking maintenance probability	51
5.8 Autonomous star tracking	51
5.8.1 Additional performance conditions	51
5.8.2 Multiple star tracking maintenance level	52
5.9 Autonomous attitude determination	52
5.9.1 General	52
5.9.2 Additional performance conditions	52
5.9.3 Verification methods	53
5.9.4 Attitude determination probability	53
5.10 Autonomous attitude tracking	54
5.10.1 Additional performance conditions	54
5.10.2 Maintenance level of attitude tracking	55
5.10.3 Sensor settling time	56

5.11	Angular rate measurement	56
5.11.1	Additional performance conditions	56
5.11.2	Verification methods.....	56
5.12	Mathematical model.....	57
5.13	Robustness to solar events.....	57
5.13.1	Additional robustness conditions	57
5.13.2	Continuity of tracking during a solar event.....	58
5.13.3	Ability to solve the lost in space problem during a solar event.....	59
5.13.4	Flux levels	59
Bibliography.....		89

Figures

Figure 3-1: Star sensor elements – schematic.....	12
Figure 3-2: Example alignment reference frame	14
Figure 3-3: Boresight reference frame	15
Figure 3-4: Example of Inertial reference frame.....	15
Figure 3-5: Mechanical reference frame	16
Figure 3-6: Stellar reference frame	17
Figure 3-7: Schematic illustration of reference frames	17
Figure 3-8: Schematic timing diagram	19
Figure 3-9: Field of View.....	21
Figure 3-10: Aspect angle to planetary body or sun.....	22
Figure 4-1: Schematic generalized Star Sensor model	32
Figure B-1 : Rotational and directional Error Geometry	66
Figure F-1 : Angle rotation sequence.....	77
Figure H-1 : Example of detailed data sheet.....	83

Tables

Table C-1 : Minimum and optional capabilities for star sensors	70
Table G-1 : Contributing error sources	79
Table I-1 : Command table	85
Table I-2 : Telemetry table.....	87

European Foreword

This document (prEN 16603-60-20:2019) has been prepared by Technical Committee CEN/CLC/TC 5 “Space”, the secretariat of which is held by DIN (Germany).

This document (prEN 16603-60-20:2019) originates from ECSS-E-ST-60-20C Rev. 2.

This document is currently submitted to the ENQUIRY.

This document will supersede EN 16603-60-20:2014.

The main changes with respect to EN 16603-60-20:2014 are:

- Update of several definitions in clause 3.2 including update of some of the Figures.
- Update of list of Abbreviated term in clause 3.3.
- Addition of the Nomenclature in clause 3.4
- Addition of a standard set of core commands and telemetry (or functional interfaces) prepared in the context of SAVOIR initiative in clauses 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7 and Annex I.
- Clause 5.1.1 rewritten.
- Addition of new clause 5.13 “Robustness to solar events” addressing robustness and performance in presence of solar events.
- Heading of clauses 5.2, 5.2.3, 5.4 updated.
- Addition of new clauses
 - 5.2.4 “Provision for tests”;
 - 5.9.4.1 “Probability of correct attitude determination”;
 - 5.9.4.2 “Probability of false attitude determination”;
 - 5.9.4.3 “Probability of invalid attitude solution”
- Update of Clause 5 and Annex B and Annex G to be fully consistent with the Control Performance Standard ECSS-E-ST-60-10 and to remove irrelevant duplications.

This document has been developed to cover specifically space systems and will therefore have precedence over any EN covering the same scope but with a wider do-main of applicability (e.g. : aerospace).

Introduction

In recent years there have been rapid developments in star sensor technology, in particular with a great increase in sensor autonomy and capabilities. This Standard is intended to support the variety of star sensors either available or under development.

This Standard defines the terminology and specification definitions for the performance of star sensors (in particular, star trackers and autonomous star trackers). It focuses on the specific issues involved in the specification of performances of star sensors and is intended to be used as a structured set of systematic provisions.

This Standard is not intended to replace textbook material on star sensor technology, and such material is intentionally avoided. The readers and users of this Standard are assumed to possess general knowledge of star sensor technology and its application to space missions.

This document defines and normalizes terms used in star sensor performance specifications, as well as some performance assessment conditions:

- sensor components
- sensor capabilities
- sensor types
- sensor reference frames
- general performance conditions including temperature, radiation, dynamic and stray light
- sensor performance metrics

This document also defines a standard core of functional interfaces which help to harmonize the majority of commands and telemetry necessary to operate star sensors.

1

Scope

This Standard specifies star sensor performances as part of a space project. The Standard covers all aspects of performances, including nomenclature, definitions, and performance requirements for the performance specification of star sensors.

The Standard focuses on:

- performance specifications (including the impact of temperature, radiation and straylight environments);
- robustness (ability to maintain functionalities under non nominal environmental conditions).

Other specification types, for example mass and power, housekeeping data and data structures, are outside the scope of this Standard.

This Standard also proposes a standard core of functional interfaces defined by unit suppliers and avionics primes in the context of Space AVionics Open Interface aRchitecture (SAVOIR) initiative.

When viewed from the perspective of a specific project context, the requirements defined in this Standard should be tailored to match the genuine requirements of a particular profile and circumstances of a project.

This standard may be tailored for the specific characteristics and constraints of a space project in conformance with ECSS-S-ST-00.

2

Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this ECSS Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revision of any of these publications, do not apply. However, parties to agreements based on this ECSS Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the more recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

EN reference	Reference in text	Title
EN 16601-00-01	ECSS-S-ST-00-01	ECSS system – Glossary of terms
EN 16603-60-10	ECSS-E-ST-60-10	Space engineering – Control performance
EN 16603-60-30	ECSS-E-ST-60-30	Space engineering – Satellite attitude and orbit control system (AOCS) requirements

Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms from other standards

- a. For the purpose of this Standard, the terms and definitions from ECSS-S-ST-00-01, ECSS-E-ST-60-10 and ECSS-E-ST-60-30 apply.

NOTE Additional definitions are included in Annex B.

3.2 Terms specific to the present standard

3.2.1 Capabilities

3.2.1.1 aided tracking

capability to input information to the star sensor internal processing from an external source

NOTE 1 This capability applies to star tracking, autonomous star tracking and autonomous attitude tracking.

NOTE 2 E.g. AOCS.

3.2.1.2 angular rate measurement

capability to determine, the instantaneous sensor reference frame inertial angular rotational rates

NOTE Angular rate can be computed from successive star positions obtained from the detector or successive absolute attitude (derivation of successive attitude).

3.2.1.3 autonomous attitude determination

capability to determine the absolute orientation of a defined sensor reference frame with respect to a defined inertial reference frame and to do so without the use of any a priori or externally supplied attitude, angular rate or angular acceleration information

3.2.1.4 autonomous attitude tracking

capability to repeatedly re-assess and update the orientation of a sensor-defined reference frame with respect to an inertially defined reference frame for an extended period of time, using autonomously selected star images in the field

of view, following the changing orientation of the sensor reference frame as it moves in space

- NOTE 1 The Autonomous Attitude Tracking makes use of a supplied a priori Attitude Quaternion, either provided by an external source (e.g. AOCS) or as the output of an Autonomous Attitude Determination ('Lost-in-Space' solution).
- NOTE 2 The autonomous attitude tracking functionality can also be achieved by the repeated use of the Autonomous Attitude Determination capability.
- NOTE 3 The Autonomous Attitude Tracking capability does not imply the solution of the 'lost in space' problem.

3.2.1.5 autonomous star tracking

capability to detect, locate, select and subsequently track star images within the sensor field of view for an extended period of time with no assistance external to the sensor

- NOTE 1 Furthermore, the autonomous star tracking capability is taken to include the ability to determine when a tracked image leaves the sensor field of view and select a replacement image to be tracked without any user intervention.
- NOTE 2 See also 3.2.1.9 (star tracking).

3.2.1.6 cartography

capability to scan the entire sensor field of view and to locate and output the position of each star image within that field of view

3.2.1.7 image download

capability to capture the signals from the detector over the entire detector Field of view, within a single integration, and output all of that information to the user

- NOTE See also 3.2.1.8 (partial image download).

3.2.1.8 partial image download

capability to capture the signals from the detector over the entire detector Field of view, within a single integration, and output part of that information to the user

- NOTE 1 Partial image download is an image download (see 3.2.1.7) where only a part of the detector field of view can be output for any given specific 'instant'.
- NOTE 2 Partial readout of the detector array (windowing) and output of the corresponding pixel signals also fulfil the functionality.

3.2.1.9 star tracking

capability to measure the location of selected star images on a detector, to output the co-ordinates of those star images with respect to a sensor defined reference frame and to repeatedly re-assess and update those co-ordinates for an extended period of time, following the motion of each image across the detector

3.2.1.10 sun survivability

capability to withstand direct sun illumination along the boresight axis for a certain period of time without permanent damage or subsequent performance degradation

NOTE This capability can be extended to flare capability considering the potential effect of the earth or the moon in the FOV.

3.2.2 Star sensor components

3.2.2.1 Overview

Figure 3-1 shows a scheme of the interface among the generalized components specified in this Standard.

NOTE Used as a camera the sensor output can be located directly after the pre-processing block.

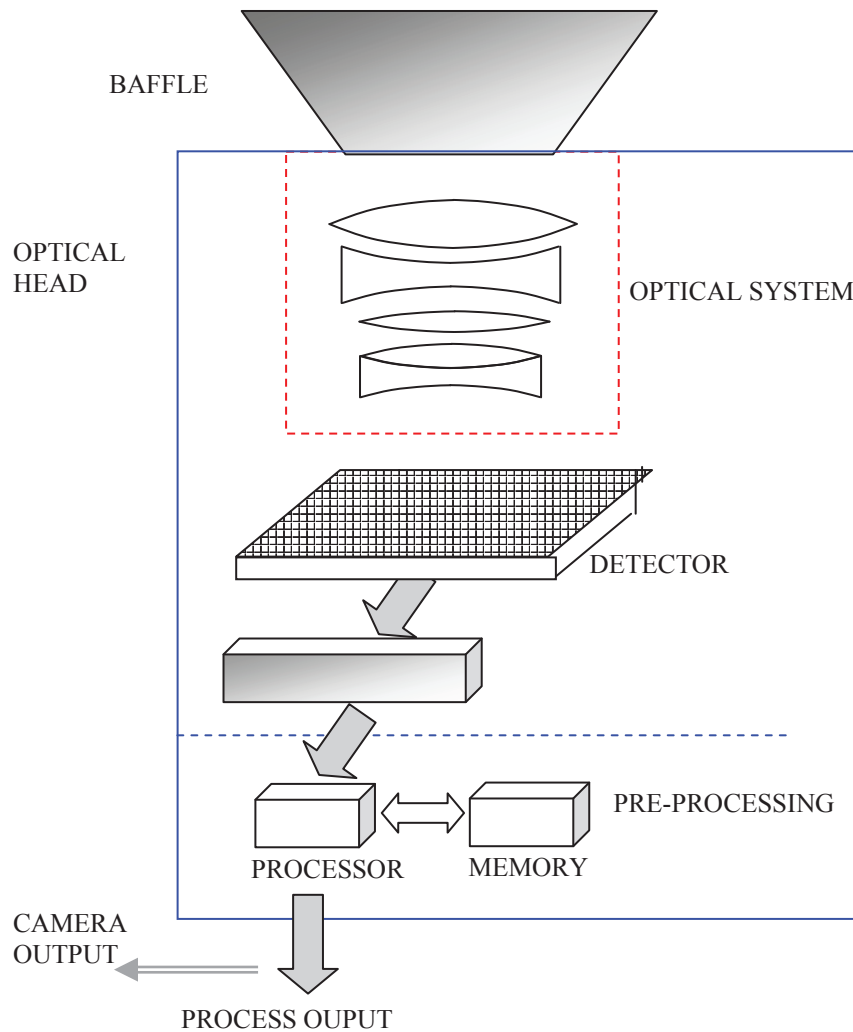


Figure 3-1: Star sensor elements – schematic

3.2.2.2 baffle

passive structure used to prevent or reduce the entry into the sensor lens or aperture of any signals originating from outside of the field of view of the sensor

NOTE Baffle design is usually mission specific and usually determines the effective exclusion angles for the limb of the Earth, Moon and Sun. The Baffle can be mounted directly on the sensor or can be a totally separate element. In the latter case, a positioning specification with respect to the sensor is used.

3.2.2.3 detector

element of the star sensor that converts the incoming signal (photons) into an electrical signal

NOTE Usual technologies in use are CCD (charge coupled device) and APS (active pixel sensor)

arrays though photomultipliers and various other technologies can also be used.

3.2.2.4 electronic processing unit

set of functions of the sensor not contained within the optical head

NOTE Specifically, the sensor electronics contains:

- sensor processor;
- power conditioning;
- software algorithms;
- onboard star catalogue (if present).

3.2.2.5 optical head

part of the sensor responsible for the capture and measurement of the incoming signal

NOTE As such it consists of

- the optical system;
- the detector (including any cooling equipment);
- the proximity electronics (usually detector control, readout and interface, and optionally pixel pre-processing);
- the mechanical structure to support the above.

3.2.2.6 optical system

system that comprises the component parts to capture and focus the incoming photons

NOTE Usually this consists of a number of lenses, or mirrors and filters, and the supporting mechanical structure, stops, pinholes and slits if used.

3.2.3 Reference frames

3.2.3.1 alignment reference frame (ARF)

reference frame fixed with respect to the sensor external optical cube where the origin of the ARF is defined unambiguously with reference to the sensor external optical cube

NOTE 1 The X-, Y- and Z-axes of the ARF are a right-handed orthogonal set of axes which are defined unambiguously with respect to the normal of the faces of the external optical cube. Figure 3-2 schematically illustrates the definition of the ARF.

NOTE 2 The ARF is the frame used to align the sensor during integration.

NOTE 3 This definition does not attempt to prescribe a definition of the ARF, other than it is a frame fixed relative to the physical geometry of the sensor optical cube.