Inhaltsverzeichnis:

5 SOFTWARE 3

5.1 Variablendeklaration 3

5.2 PROGRAMMTEIL STT_SUB_CTRLS_Vxy 4

5.2.1 Routine STT_CONTROLS 4

5.2.2 Routine STT_ACT_TRACKING 5

5.2.3 Routine STT_ACT_HOMING 5

5.2.4 Routine STT_DAY_REWIND 5

5.2.4.1 Funktion 5

5.2.4.2 Realisierung 6

5.2.5 Routine STT_MRNG_REWIND 7

5.2.5.1 Funktion 7

5.2.5.2 Realisierung 7

5.2.6 Routine STT_AUTOMATIC 8

5.2.7 Routine STT_POSITION 8

5.2.8 Routine STT_SUPERVISION 8

5.2.9 Routinen STT_CMD_OUT 9

5.2.10 Routine STT_WINDING 9

5.3 PROGRAMMTEIL STT_SUB_CALCS_Vxy 12

5.3.1 Routine STT_GET_OPERATION_MODE 12

5.3.2 Routine STT_TTIME_COMPARE 12

5.3.3 Routine STT_GET_NEXT_TRACKING 12

5.3.4 Routine STT_PICK_NEXT_TRACKTIME 13

5.3.5 Routine STT_CALC_START_STOPP_EFF 14

5.3.6 Routine STT_CALC_TRACKING_TIMES 14

5.3.7 Routine CALC_CONST_TRACKING_TIMES 15

5.3.8 Routine CALC_VAR_TRACKING_TIMES 16

5.3.8.1 Trackingzeiten 16

5.3.8.2 Sonnenauf- / untergangszeiten 17

5.3.8.3 Drehrichtungsbestimmung 17

5.3.8.4 Berechnungsschritte 17

5.3.9 Routine CALC_SOLAR_POS 18

5.3.10 Routine CALC_ELEVATION_OPT 18

5.3.11 Routine CALC_RESTTIME_SUNSHINE 18

5.3.12 Routine CALC_NUM_RWND_MORNG 19
5.4 PROGRAMMTEIL: TIME_SUBROUTINES_Vxy 19
5.4.1 Routine GET_TIME_DATE 19
5.4.2 Routine CONVERT_TIME_DATE 20
5.4.3 Routinen DOS2TIG, TIG2DOS 20
5.4.4 Routinen CALC_LOCAL_TIME, CALC_UTC_TIME 20
5.4.5 Routine CALC_JULIAN_DATE 20

6 SETTINGS / EINSTELLUNGEN 22

7 OUTSTANDINGS 23

8 ANHANG 24
8.1 Codes für LOCK Anzeige 24
8.2 Subroutinen für STT Steuerung und ihre Hauptaufgaben 26
8.3 Settings stt_config.cfg 28
8.4 Signalliste 30

5 SOFTWARE

Die Software zur Steuerung des Solar Turntable wurde aus Übersichtlichkeitsgründen auf mehrere Programmteile aufgeteilt. Damit können einzelne Module auch von anderen Teilen des Hauptprogramms verwendet werden.

Die ausschließlich für die Steuerung des Solar Turntable zuständigen Routinen beginnen mit STT_ als Kürzel für **S**olar **T**urn **T**able.

Die für die Steuerung notwendigen Programmteile sind:

- STT_SUB_CTRLS (Steuerroutinen)
- STT_SUB_CALCS (Berechnungsroutinen)
- TIME_SUBROUTINES (Zeit- und Datumsbehandlungen)

Darüber hinaus sind eine Reihe von kleineren Unterprogrammen nötig, die nicht ausschließlich für den Solar Turntable zuständig sind und daher in der Gesamtbeschreibung behandelt werden.

Die Steuerung und Überwachung des STT erfolgt über die Routine STT_CONTROLS des Programmteils STT_SUB_CTRLS, die vom WASP-Hauptprogrammm zyklisch aufgerufen wird und ihrerseits die weiteren Routinen aufruft.

Alle Subroutinen und ihre Hauptaufgaben sind im Anhang 8.2 gelistet.

5.1 VARIABLENDEKLARATION

Auf Grund der zahlreichen Unterprogramme, die z.T. rekursiv aufgerufen werden und viele gemeinsame Variablen verarbeiten, wurden (fast) alle Variablen als **globale Variable** angelegt.

Lediglich unbedeutendere, ausschließlich in *einer* Subroutine gültigen Variablen wurden als **lokale Variable** deklariert.

Die Deklaration erfolgte überwiegend als BYTE (Steuervariablen) oder LONG (Zeitvariablen) bzw. STRING (Anzeigestrings), um eine schnelle Abarbeitung sicherzustellen.

Mehrere Variablen, die eigentlich REAL-Charakter haben wurden als LONG Variablen deklariert, da dies eine wesentlich schnellere Berechnung ermöglichen. Zur Berücksichtigung der Nachkommastellen wurden diese mit 1E+3 bzw. 1E+6 multipliziert. So werden z.B. die Längen- und Breitenangaben (GPS-Koordinaten) wie folgt gehandelt:

- latitude = 48130000 (LONG) entspricht 48,130° N
- longitude = 11580000 (LONG) entspricht 11,580° E

Für die astronomischen Berechnungen zum Sonnenstand werden zahlreiche REAL Variablen verwendet, die jedoch lokal deklariert sind. Ausnahme bildet das universell verwendbare Julianische Datum (JD), das global deklariert ist und von mehreren Routinen verwendet wird.

5.2 PROGRAMMTEIL STT_SUB_CTRLS_VXY

In diesem Programmteil sind die Routinen zur Steuerung des STT zusammengefasst, sofern sie keine numerischen Berechnungen erfordern.

_Vxy gibt hierbei die Versionsnummer an.

Ein Aufruf der Routine erfolgt in jedem Zyklus, unabhängig vom Zustand des Solar Turntable (elevated / auto / manuell o.ä.).

Die wichtigsten Routinen daraus sollen kurz erläutert werden.

5.2.1 Routine STT_CONTROLS

Es werden in jedem Zyklus die folgenden Teilaufgaben nacheinander abgearbeitet. Dabei erfolgt die weiterführende Verarbeitung hauptsächlich abhängig von sog. return_codes der vorher aufgerufenen Unterroutinen.

- Überprüfung, ob der STT betriebsbereit ist (aufgerichtet und TRACKING nicht disabled).
- Aufruf der Positionsberechnung (Drehwinkel) unabhängig vom gewählten Betriebsmodus.
- Im manuellen Modus Berechnung der nächsten Trackingzeit
- im AUTO-Modus Setzen der notwendigen *requests* zur Steuerung der Betriebsart.
- Auswertung der gesetzten Betriebsart und der Aufruf der zugehörigen Subroutinen, die die eigentlichen Aktionen der gewählten Betriebsart veranlassen.
- Aufruf zur Bestimmung der nächsten Trackingzeit (tatsächliche Berechnung findet nur statt, wenn der zugehörige request gesetzt ist)
- Aufruf der Überwachungsroutinen, sofern ENABLED

5.2.2 Routine STT_ACT_TRACKING

Hier erfolgt die Steuerung des eigentlichen Trackings.

- Aufruf der Winding Prozedur mit Parameterübergabe für ein (1) Intervall in Richtung des Sonnenlaufs (Richtung des Sonnenlauf wird in STT_CALC_TRACKING_TIMES festgelegt).
- Setzten des Requests zur Berechnung der nächsten Trackingzeit nach Komplettierung der Drehung
- Anstoß des DAY-REWIND bei Erreichen des Endlagenschalters in Richtung Sonnenlauf (über *stt_rewind_req_dayt*); Setzen des Sequenzzählers auf ‚1'
- Umschaltung auf Verriegelung (STT_OP_MODE_LOCK) falls unplausible Rückmeldungen erfolgen

5.2.3 Routine STT_ACT_HOMING

Hier erfolgt die Steuerung des eigentlichen Trackings.

- Entscheid über notwendige Drehrichtung aus der aktuellen Position
- Aufruf der Winding Prozedur mit Parameterübergabe für beliebige Anzahl Intervalle in festgelegter Richtung (stt_home_dir = cw oder ccw)
- Umschaltung auf Stillstand (STT_OP_MODE_NOP), wenn HOME-Position erreicht ist
- Umschaltung auf Verriegelung (STT_OP_MODE_LOCK) falls unplausible Rückmeldungen erfolgen

5.2.4 Routine STT_DAY_REWIND

Hier erfolgt die Steuerung des Rewind im Tagesverlauf. Es ist eine der komplexeren Automatiken, konnte jedoch über den Zähler *stt_rewind_seq_cnt* übersichtlich gehalten werden.

5.2.4.1 Funktion

Der day rewind wird aktiviert, wenn:

- Der day rewind freigegeben ist (Eintrag in der *stt_config.cfg* Datei)
- Bis Sonnenuntergang noch mindestens die minimale Restsonnenscheindauer zu erwarten ist (minimale Restsonnescheindauer = Eintrag in stt_config)
- Der limit-Schalter in der vorgesehenen Richtung angesprochen hat (d.h. der limit_cw Schalter, wenn cw-tracking erforderlich bzw. der limit_ccw Schalter, wenn ccw-tracking erforderlich)
- Die nächste Trackingzeit erreicht ist (dies würde eine Drehung auf z.B. +180° anfordern)

Danach dreht der STT in entgegen gesetzter Richtung bis er den dortigen Anschlag (limit_ccw bzw. limit_cw) erreicht hat.

Danach wird der Befehl abgesteuert und die nächste Trackingzeit ausgelesen.

Bei Erreichen der nächsten Trackingzeit (t_0 + 2 x $t_{intervall}$) wird der rewind modus zurückgesetzt und mit tracking_mem der tracking modus wieder aktiviert. Es erfolgt ein neuerliches Auslesen der nächsten Trackingzeit. Es erfolgt keine aktuelle Befehlsgabe!

Bei Erreichen der nächsten Trackingzeit (t_0 + 3 x $t_{intervall}$) wird wieder ein Stellbefehl für die gewünschte Drehrichtung ausgegeben. Es besteht kein Unterschied mehr zum „normalen“ Tracking.

Die nachfolgende Tabelle soll den zeitlichen Zusammenhang ein wenig verdeutlichen:

Zeitpunkt	**Aktion**	**Position Start**	**Position Stopp**	**Position Sonne**
t_0	< Tracking Befehl cw wird gestartet	+160°		+160°
$t_0 + t_{run}$	< limit_cw spricht an < tracking-Befehl wird abgesteuert < tracking wird abgesteuert mit Kennung „limit“ und memory = tracking		+170°	
t_0 + 1 x $t_{intervall}$	< Rewind wird gestartet (sofern restliche Voraussetzungen vorliegen) < Befehl ccw wird gesetzt	+170°		+170°
t_0 + 1 x $t_{intervall}$ + t_{rewind}	< Limit_ccw spricht an < Befehl ccw wird abgesteuert		-170°	
t_0 + 2 x $t_{intervall}$	< Mit memory = tracking wird tracking gestartet und rewind zurückgesetzt < keine Befehlsgabe !	-170°		+180°
t_0 + 3 x $t_{intervall}$	< Tracking Befehl cw wird gestartet	-170°	-160	+190° = -170°

5.2.4.2 Realisierung

Die Routine wird nur angestoßen, wenn die entsprechende Freigabe vorliegt (stt_config.cfg) sowie die verbleibende Sonnenscheinzeit (Zeit bis Sonnenuntergang) ausreichend groß ist.

- Bei Zählerstand ‚0’ und ‚1’ erfolgen keine Aktionen.
  ‚0’ entspricht dabei dem Zustand nach dem Programmladen oder in

manuellen Betrieb.
'1' wird gesetzt, wenn die Trackingroutine die Endlage in Richtung des Sonnenlaufs erreicht hat (sh. 5.2.2)

- Aufruf der Winding Prozedur mit Parameterübergabe für Drehung bis zum Endschalter entgegen des Sonnenlaufs bei Zählerstand ‚2'.
- Umschaltung auf Verriegelung (STT_OP_MODE_LOCK) falls unplausible Rückmeldungen erfolgen
- Aktivierung der vorherigen Betriebsart bei Zählerstand ‚3' (relevant ist hierbei nur der Tracking Mode)

5.2.5 Routine STT_MRNG_REWIND

Hier erfolgt die Steuerung des REWIND am Morgen.

5.2.5.1 Funktion

Der morning rewind wird aktiviert, wenn:

- Der morning rewind freigegeben ist (Eintrag in der *stt_config.cfg* Datei)
- Die Startzeit erreicht ist (= erste Trackingzeit)

Um Mitternacht werden die Trackingzeiten des kommenden Tags berechnet und in dem Array abgelegt. Dabei erfolgt auch eine Bestimmung der Anzahl der Einträge zwischen Start- und Stoppzeit = count $_{start\text{-}stopp}$

Bei Erreichen der Startzeit und aktiviertem automatik-Modus wird der Modus morning-rewind aktiviert.

Daraufhin wird um count $_{start\text{-}stopp}$ Intervalle zurückgedreht.

Bei erfolgreicher Rückdrehung wird morning-rewind abgeschaltet und - bei aktiviertem tracking-mem - in den normalen tracking Modus geschaltet. Danach erfolgt das tracking nach der bekannten Routine.

Ist das morning-rewind nicht aktiviert, verbeliebt der Solar Turntable beim Erreichen der Tracking-Startzeit in seiner derzeitigen Position.

5.2.5.2 Realisierung

Die geforderte Funktion wurde wie folgt realisiert:

- Übernahme der Anzahl der Intervalle aus Berechnungsroutine (sh. 5.3.12)
- Aufruf der Winding Prozedur mit Parameterübergabe für Drehung um x Intervalle entgegen des Sonnenlaufs.
- Anforderung der Betriebsart TRACKING, wenn Drehung erfolgreich abgeschlossen ist

- Umschaltung auf Verriegelung (STT_OP_MODE_LOCK) falls unplausible Rückmeldungen erfolgen

5.2.6 Routine STT_AUTOMATIC

Hier erfolgt die Steuerung des Automatik-Modus. Dies ist ein INAKTIVER Modus, in dem keine Steuerungen durchgeführt werden.

Aus dem Automatik-Modus heraus wird bei Erreichen der Tracking-Startzeit in den (aktiven) Tracking-Modus umgeschaltet.

5.2.7 Routine STT_POSITION

In dieser Routine erfolgt die Steuerung des Positionszählers. Um eine korrekte Positionserkennung zu gewährleisten (sie beruht auf der Zählung der *clock*-Impulse) muss die Routine im *automatik*- und im *manuell*-Modus aufgerufen werden.

Dazu dienen folgende Berechnungen / Abfragen

- Inkrementieren des Positionszählers bei Eintreffen einer positiven *clock*-Flanke und *running_cw* signal
- Dekrementieren des Positionszählers bei Eintreffen einer positiven *clock*-Flanke und *running_ccw* signal
- Setzen der clock-Startzeit bei Eintreffen einer positiven *clock*-Flanke zur Überwachung der Laufzeit bei längeren Steuerbefehlen (*homing* oder *rewind*)
- Vergleich des Positionszählers bei Eintreffen des *home*-Signals (muss 18 · 180° lauten und Generierung des error-codes bei Abweichung. Um unterschiedliche Eintreffzeiten des *clock*- und des *home*-Signals auszugleichen, wird eine Toleranz von 18 ±1 zugelassen.
- Setzen des Positionszählers auf 18 · 180° bei Eintreffen des *home*-Signals.

5.2.8 Routine STT_SUPERVISION

In dieser Routine erfolgt die Überwachung des Solar Turntables. Die Überwachung erfolgt nur im *automatik*-Modus.

Dazu dienen folgende Berechnungen / Abfragen

- Bei aktiver Befehlsgabe muss nach Toleranzzeit (>1 Zyklus) das zugehörige *running*-Signal zurückgemeldet werden (cmd_no_output)
- Eine aktive Rückmeldung (*running_cw* oder *running_ccw*) darf nicht länger als festgelegte Zeit anstehen (t>tmax; Befehlszeitüberschreitung).

Die zulässige Zeit ist abhängig von der Steuerungsart (*Tracking, Homing, Rewind*)

- Bei nicht aktiver Befehlsgabe darf das *clock*-Signal keine Änderung aufweisen (act_no_cmd, „Slipping“)
- Bei nicht aktiver Befehlsgabe darf keine aktive Rückmeldung (*running_cw* oder *running_ccw*) anstehen (nach Toleranzzeit > 1 Zyklus)
- Absteuerung der CW-und CCW-Stellbefehle für den Drehmotor bei Eintritt einer Überwachungsbedingung (s.o.)
- Bei aktiver Befehlsgabe muss nach einer Toleranzzeit das *clock*-Signal zurückgemeldet werden. Diese Überwachung greift nur in den Modi „*rewind*“ und „*homing*“, da im Modus „*tracking*“ bei Eintreffen des *clock*-Signals der cw-Stellbefehl abgesteuert wird.
  Die Startzeit des *clock*-Signals wird in der Routine STT_POSITION gesetzt. Die Toleranzzeit zwischen *clock*-Flanken ist die max. Befehlszeit im *tracking*-Mode.

5.2.9 Routinen STT_CMD_OUT

Hier erfolgt die An- und Absteuerung der Ausgabekontakte für die Befehlsgabe:

- Überprüfung auf anstehende Endlagenschalter in gewünschter Drehrichtung (dann keine Befehlsgabe und Rückgabe eines Fehlercodes)
- Überprüfung auf anstehende gegensinnige Befehle (dann keine Befehlsgabe und Rückgabe eines Fehlercodes)
- Setzen der Startzeiten zur Befehlsüberwachung bei aktivierter Befehlsgabe
- Absteuern der Befehlsgabe und Setzen der Stoppzeiten zur Befehlsüberwachung

5.2.10 Routine STT_WINDING

Dies ist eine der zentralen Unterroutinen. Sie steuert die Drehung abhängig von den Anforderungen des aufrufenden Hauptprogramm. Der gewünschte Modus wird über Parameter übergeben.

Folgende Modi können übergeben werden:

STT_WIND_COUNT	Drehung um x Intervalle im Sinne des Sonnenlaufs; x wird als zweiter Parameter übergeben
STT_WIND_CCOUNT	Drehung um x Intervalle entgegen dem Sonnenlauf; x wird als zweiter Parameter übergeben
STT_WIND_LIM	Drehung bis zum Endlagenschalter im Sinne des Sonnenlaufs

STT_WIND_CLIM	Drehung bis zum Endlagenschalter entgegen dem Sonnenlauf
STT_WIND_HOME	Drehung bis zum Erreichen der HOME-Position; Als Parameter wird die erforderliche Drehrichtung (cw oder ccw) übergeben

Abhängig vom Zustand werden folgende Meldungen zurückgegeben:

STT_WIND_RUNS	Drehung läuft (Befehlsgabe aktiv)
STT_WIND_COMPL	Anforderung abgearbeitet (komplettiert); Impuls für 1 Zyklus
STT_WIND_NOP	Keine Befehlsgabe läuft
STT_WIND_LIM_REACHD	Endlagenschalter im Sinne des Sonnenlaufs erreicht
STT_WIND_CLIM_REACHD	Endlagenschalter entgegen dem Sonnenlauf erreicht
STT_WRONG_PARAMETER	Falsche Parameterübergabe
STT_WIND_CANCELLED	Abbruch wegen fehlerhafter Rückmeldungen

Dazu dienen folgende Berechnungen / Abfragen abhängig vom übergebenen Modus:

- Überprüfung der übergebenen Parameter auf Plausibilität (anhängig vom angeforderten Modus)
- Entscheid über Drehrichtung im Vergleich zur Richtung des Sonnenlaufs (*stt_sol_dir*)
- Ansteuerung der Befehlsgabe (STT_CMD_OUT)
- Auswertung des von STT_CMD_OUT zurückgegebenen Codes und Umwandlung in Primär- und Sekundärcodes, die an aufrufende Routine zurückgegeben werden
- Absteuern der Befehlsgabe bei Erreichen der elektrischen Endlagenschalter
- Zählen der zurückgelegten Schritte und Vergleich mit Sollanzahl (das eigentliche Zählen der positiven *clock*-Flanken erfolgt in STT_POSITION)
- Absteuern der Befehlsgabe bei Erreichen der geforderten Schrittanzahl
- Ansteuerung der Befehlsgabe (STT_CMD_OUT) im HOMING-Modus in gewünschter Drehrichtung (Teilroutine ist unabhängig von der Richtung des Sonnenlaufs, erforderliche Drehrichtung wird von STT_ACT_HOMING übergeben)

- Absteuerung der Befehlsgabe (STT_CMD_OUT) im HOMING-Modus, wenn HOME-Position erreicht ist (Teilroutine ist unabhängig von der Richtung des Sonnenlaufs, erforderliche Drehrichtung wird von STT_ACT_HOMING übergeben)

5.3 PROGRAMMTEIL STT_SUB_CALCS_VXY

In diesem Programmteil sind die Berechnungen zur Steuerung des STT zusammengefasst, _Vxy gibt auch hierbei die Versionsnummer an.

Die wichtigsten Routinen daraus sollen kurz erläutert werden.

5.3.1 Routine STT_GET_OPERATION_MODE

Hier erfolgt die Berechnung und gegenseitige Verriegelung der Betriebsarten:

- Löschen der anstehenden Requests in Betriebsart Manual
- Umschaltung aus TRACKING-Mode beim Erreichen der Tracking-Startzeit
- Umschaltung auf AUTO-Mode beim Erreichen der Tracking-Stoppzeit
- Umschaltung auf gewünschte Betriebsart bei Anstehen eines requests (sofern zugehörige Verriegelungen erfüllt sind.
- Rücksetzen des Request-Signals sobald gewünschte Umschaltung erfolgt ist.

5.3.2 Routine STT_TTIME_COMPARE

Hier erfolgt die Überprüfung, ob eine bestimmte Tracking-Zeit erreicht ist. Alle Überprüfungen beinhalten eine einstellbare Toleranz, da die RTC-Uhr unter schwierigen Bedingungen um 1-2 Sekunden springen kann und somit kein exakter Zeitvergleich (auf ms- oder s-Basis möglich ist).

Die Ausgangssignale stehen jeweils nur für einen Zyklus an, um eine eindeutige Weiterverarbeitung sicherzustellen!

- Überprüfung auf Erreichen der Tracking-Startzeit
- Überprüfung auf Erreichen der Tracking-Stoppzeit
- Überprüfung auf Erreichen einer Tracking-Zeit zwischen Start- und Stoppzeit
- Übergeben der gegenseitig exklusiven Steuersignale, das in den aufrufenden Routinen weiter verarbeitet werden.

5.3.3 Routine STT_GET_NEXT_TRACKING

Diese Routine berechnet die Zeitpunkte, zu denen ein Tracking erfolgen muss. Dabei kann über den Eintrag *stt_intrvl_mode* in der *stt_track_config* zwischen folgenden Möglichkeiten gewählt werden:

- Berechnung mit äquidistanten Zeiten, Drehrichtung im Uhrzeigersinn (cw)
- Berechnung mit äquidistanten Zeiten, Drehrichtung entgegen Uhrzeigersinn (ccw)
- Berechnung mit optimierten Trackingzeiten an Hand des Sonnenlaufs, Drehrichtung wird automatisch berechnet

Während der Laufzeit der Berechnung wird ein progress-Fenster angezeigt.

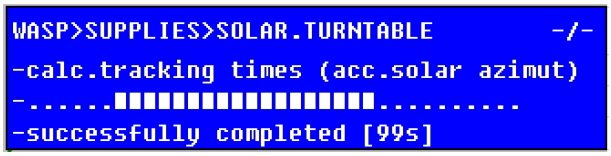


Abb. 5.1: Anzeigefenster bei Berechnung der Trackingzeiten

Die Routine zur Berechnung der optimierten Zeiten wird auf Grund des umfangreichen und zeitaufwändigen Verlaufs nur zum Tageswechsel aufgerufen oder dann, wenn für den laufenden Tag noch keine erfolgreiche Berechnung durchgeführt wurde (z.B. beim ersten Aufstellen des Solargenerators nach dem Programmstart). Der Zeitbedarf für eine Berechnung aller Minutenwerte des Sonnenstands beträgt ca. 2 ½ Minuten.

- Vergleich des aktuellen Datum mit dem Datum der letzten Berechnung; damit Erzwingung einer neuen Berechnung nach Tageswechsel
- Aufruf der Unterroutine STT_CALC_TRACKING_TIME zur Berechnung des Arrays von Tracking-Zeiten (sofern für den laufenden Tag noch nicht erfolgreich abgeschlossen)
- Begrenzung der max. möglichen Berechnungsversuche, falls Berechnungen nicht erfolgreich sind
- Setzen des Fehlercode bei Überschreitung der max. Anzahl von Berechnungen
- Aufruf der Auswahlroutine STT_PICK_NEXT_TRACKTIME zum Auslesen der nächsten Trackingzeit
- Umwandlung der nächsten Trackingzeit in einen String zur Anzeige

5.3.4 Routine STT_PICK_NEXT_TRACKTIME

Hier erfolgt die Auswahl der nächsten Trackingzeit aus dem Array

- Auswahl des niedrigsten Array-Eintrags, der in der Zukunft und innerhalb des Tracking-Zeitfensters liegt
- Rückgabe des Fehlercodes bei nicht erfolgreicher Suche

5.3.5 Routine STT_CALC_START_STOPP_EFF

Für das Tracking kann ein separates Zeitfenster angegeben werden (*stt_track_start, stt_track_stopp*). Im Array der Trackingzeiten werden nur Zeiten abgelegt, die innerhalb dieses Zeitfensters liegen und zu denen die Sonne den Horizont überschritten hat. Damit wird eine Nachführung des Solargenerators ebenfalls nur in diesem Zeitbereich erfolgen.

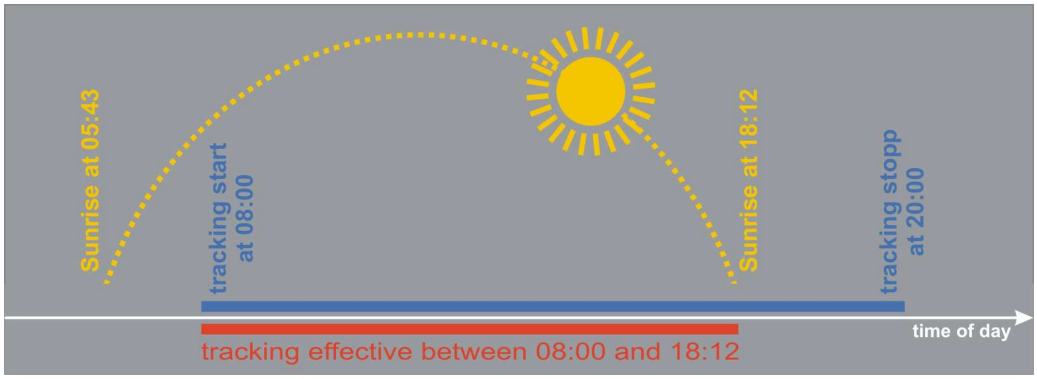


Abb. 5.3: Trackingzeiten für unterschiedliche Zeitfenster

!!! Die Start-/Stoppzeiten sowie die berechneten Trackingzeitpunkte beziehen sich immer auf die lokale Zeit!

Die zugehörige Subroutine berechnet das effektive Zeitfenster (*stt_track_start_eff, stt_track_stopp_eff*) aus dem in der Datei *stt_config.cfg* angegebenen Zeifenster und den Daten für Sonnenauf- und –untergang.

Liegt die Stoppzeit des konfigurierten Zeitfensters vor Sonnenuntergang, kann die vorausgehende Array-Berechnung eine letzte Trackingzeit deutlich vor den eingestellten Ende des Trackingfensters ergeben. Um eine plausible Anzeige zu erreichen, wird in diesem Fall die Stoppzeit auf die konfigurierte Stoppzeit gesetzt, obwohl zu diesem Zeitpunkt keine Tracking mehr erfolgen wird.

5.3.6 Routine STT_CALC_TRACKING_TIMES

Hier erfolgt die Steuerung zur Berechnung des Arrays der Trackingzeiten, die Zeiterfassung der Berechnung und die Anzeige in einem eigenständigen Fenster (sh. 5.3.3).

Die zugehörigen Subroutinen legen die berechneten Zeitpunkte in einem Array (*stt_trck_time (ptr)*) sowie künftig auch im Flash ab.

- Schreiben eines neuen Anzeigefensters mit Überschrift
- Aufruf der ausgewählten Routine zur Berechnung der Trackingszeiten im Array. Auswahl erfolgt an Hand der Einstellung *stt_intrvl_mode* in Datei *stt_config.cfg*

- Anzeige des Erfolgs oder Misserfolgs der Berechnung im Anzeigefenster
- Berechnung der Gesamteinträge (nicht leere Trackingzeiten) für rewind-Berechnung
- Aufruf der Routine zur Berechnung der Gesamteinträge (nicht leere Trackingzeiten) für morning-rewind-Berechnung
- Setzen eines Fehlercodes und Wechsel in LOCK-Modus bei nicht erfolgreicher Berechnung

5.3.7 Routine CALC_CONST_TRACKING_TIMES

Hier erfolgt die Berechnung des Arrays der Trackingzeiten für den Fall, dass konstante Zeitintervalle gefordert sind (sh. Einstellung *stt_intrvl_mode* in Datei *stt_config.cfg*)

Für den fixen Drehwinkel von 10° errechnet sich eine Zeitdifferenz von 40 Minuten (Sonne wandert in 24 Stunden um 360° weiter). Der erste Trackingzeitpunkt liegt bei der Startzeit *stt_track_start*, der zweite 40 Minuten später, der dritte 80 Minuten später usw. bis zum Ende des Zeitfensters *stt_track_stopp.*

Die hierbei berechneten Azimutwerte der Sonne sind nur grobe Anhaltswerte, auf Grund der großen „Toleranz“ des Solargenerators bezüglich Abweichungen vom optimalen Einstrahlungswinkel (sh. **Error! Reference source not found.**) jedoch für manche Anwendungen ausreichend.

Die optimale Elevation des Solargenerators kann hier nicht berechnet werden und wird fix auf 45° gesetzt. Die Einstellung muss daher „per Handausrichtung“ erfolgen. Zu beachten ist, dass über den Eintrag *stt_intrvl_mode* in Datei *stt_config*.cfg festgelegt werden muss, in welcher Richtung der Sonnenlauf erfolgt. Entsprechend des Sonnenlaufs erfolgt die Befehlsgabe beim Tracking.

Die Routine gliedert sich wie folgt:

- Löschen des Arrays
- Schrittweises Incrementieren der Zeit zwischen Start- und Stoppzeit
- Schreiben der Zeitpunkte in das Array
- Schreiben einer (imaginären) Sonnenposition in ein weiteres Array
- Anzeigen des Berechnungsfortschritts über Progressbalken im Anzeigefenster
- Berechnung des (imaginären) optimalen Aufstellungswinkels des Solargenerators sowie der (imaginären) höchsten Sonnenelevation zur Konsistenz zur Berechnung mit variablen Zeitintervallen

5.3.8 Routine CALC_VAR_TRACKING_TIMES

Hier erfolgt eine Berechnung der Trackingzeiten entsprechend dem tatsächlichen Sonnenverlauf. Die Zeitdifferenzen können dabei – standortabhängig - zwischen 20 und 55 Minuten schwanken (Werte für München, 21.07., siehe Abb. 5-2)).

5.3.8.1 Trackingzeiten

Zur Berechnung der Trackingzeiten wird der Sonnenstand für jeden diskreten Zeitpunkt des laufenden Tages berechnet (über *CALC_SOLAR_POS*). Die Berechnung erfolgt standardmäßig im 120-Sekunden-Raster. Ergibt sich dabei eine Änderung des Azimut-Winkels um mehr als 10 Grad gegenüber den vorhergehenden Tracking-Zeitpunkt, so wird die neue Trackingzeit wiederum im Array abgelegt und der Azimut-Vergleich startet von neuem.

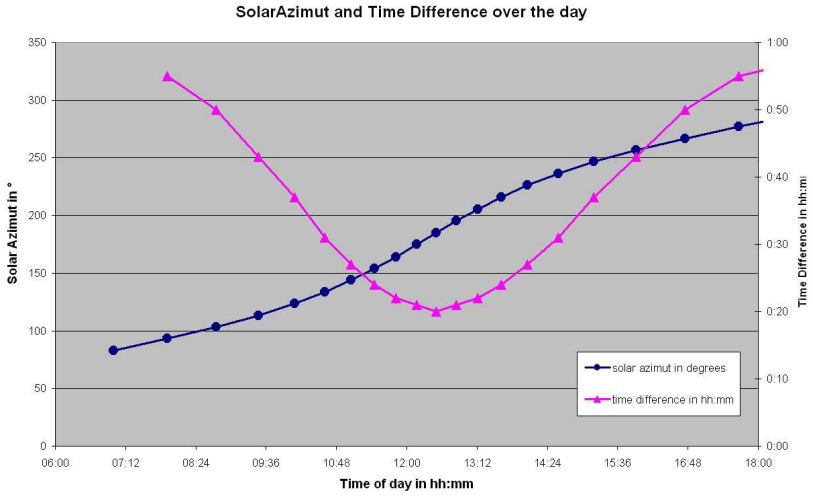


Abb. 5.2: Azimutverlauf und Abstand der Trackingzeiten im Tagesverlauf

Über die Vorgabe der Start- und Stoppzeit (*stt_sol_calc_start, stt_sol_calc_stopp* in *stt_config.cfg*) kann eine Eingrenzung des Zeitraums erfolgen, für den die Berechnung des Sonnenstands erfolgt. Sind die Start-/Stoppzeiten mit 00:00 Uhr / 24:00 Uhr eingetragen, erfolgt die Berechnung für den ganzen Tag. Die Einträge der *config*-Datei müssen im Sekundenformat erfolgen.

Liegen die Zeiten für Sonnenauf- und –untergang außerhalb des eingestellten Zeitfensters, kann keine ordnungsgemäße Berechnung der Auf- und Untergangszeiten erfolgen. Dies kann dazu führen, dass der Solargenerator auch nach Sonnenuntergang oder vor Sonnenaufgang nachgeführt wird.

Wichtige Grundlage für eine Berechnung der Sonnenbahn und damit der Trackingzeiten ist die korrekte Eingabe der Zeitzone und der Koordinaten (Längen-/Breitengrad), wobei die Koordinaten künftig automatisch berechnet werden sollen (GPS-Koordinaten).

5.3.8.2 Sonnenauf- / untergangszeiten

Ein „Abfallprodukt“ der Berechnung sind die Zeiten für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, die in einem separaten Fenster angezeigt werden können.

5.3.8.3 Drehrichtungsbestimmung

Weiters wird aus den berechneten Azimutwinkeln die erforderliche Drehrichtung abgeleitet: vergrößert sich der Azimutwinkel zwischen zwei Trackingzeitpunkten, ist eine Drehung des Solargenerators im Uhrzeigersinn notwendig, verringert sich der Azimut, muss sich der Generator entgegen dem Uhrzeigersinn drehen.

5.3.8.4 Berechnungsschritte

- Berechnung der lokalen Datums- und Zeitangaben
- Schrittweises Incrementieren der lokalen Berechnungszeit zwischen Startzeit und Stoppzeit; sie entsprechen den Einträgen *stt_sol_calc_start* und *stt_sol_calc_stopp* in der *stt_config.cfg* und sind **nicht identisch** zu den Start- und Stoppzeiten des Tracking!
- Umrechnung der Lokalzeit auf UTC-Zeit
- Berechnung der Sonnenposition (Azimut und Elevation) für ausgewählten Zeitpunkt (Berechnungsroutine erfordert Zeitangaben in UTC sowie Längen- und Breitenangaben in festgelegten Format!)
- Berechnung der Richtung des Sonnenlaufs mit Berücksichtigung des Azimutsprungs am Nordpunkt (359°→ 0° bzw. 0° → 359°)
- Eintrag der Zeitpunkte in das Array, falls folgende Bedingungen erfüllt sind:
    - Sonnenstand oberhalb des Horizonts
    - Zeitpunkt liegt nach der Tracking-Startzeit
    - Zeitpunkt liegt vor der Tracking-Stoppzeit
- Abspeichern des Zeitpunkts für Sonnenauf- bzw. –untergang, wenn sich die Sonnenelevationen von negativ auf positiv (Sonnenaufgang) bzw. von positiv auf negativ ändern (Sonnenuntergang)
- Plausibilitätsüberwachung durch Überprüfung der Zeiten für Sonnenauf- und –untergang
- Berechnung der optimalen Elevation für den Solargenerator aus der maximalen Sonnenelevation.

5.3.9 Routine CALC_SOLAR_POS

In dieser Routine wird für einen festgelegten Zeitpunkt (Datum + Uhrzeit) und festgelegte Koordinaten (Längen-/Breitengrad) die Position der Sonne am Firmament bestimmt.

Die Berechnungsvorschriften hierfür sind aus *Wikipedia* übernommen und in weiterführenden Dokumenten beschrieben. Grundlage ist die aus der UTC-Zeit und dem Datum abgeleitete Berechnung des *Julianischen Datums* (JD); eine Größe in der das absolute Datum (Anteil vor dem Komma) sowie der Bruchteil des laufenden Tages (Anteil nach dem Komma) angegeben wird.

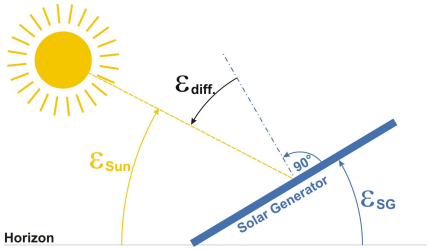
Aus dem Julianischen Datum, den geometrischen Größen der Sonnenbahn sowie den Positionskoordinaten auf der Erde berechnen sich die Koordinaten für Azimut und Elevation der Sonne am Firmament.

Der Azimut der Sonne wird dabei von Norden beginnend nach Osten hin positiv gezählt. Die Elevation ist positiv bei einem Sonnenstand oberhalb des idealen Horizonts.

Weitere Einzelheiten finden sich in Astronomie-Handbüchern.

5.3.10 Routine CALC_ELEVATION_OPT

Hier erfolgt die Berechnung des optimalen Aufstellungswinkels des Solargenerators.



Aus den im Tagesverlauf gefundenen Elevationswinkeln der Sonne wird der maximale Elevationswinkel $\varepsilon_{Sun,\ max}$ berechnet. Aus ihm ergibt sich auf einfache Weise die optimale Anstellung des Solargenerators $\varepsilon_{SG,\ opt}$. Die Formel wurde empirisch über ein EXCEL-Programm zur Minimierung der Elevationsabweichungen ermittelt.

$$\varepsilon_{SG,\ opt} = a * \varepsilon_{Sun,\ max} + b \ (a = -0{,}78666,\ b = 89{,}8)$$

5.3.11 Routine CALC_RESTTIME_SUNSHINE

Zum Entscheid, ob eine Umsetzen des Solargenerators im Tagesverlauf sinnvoll ist, wird die verbleibende Sonnenscheinzeit berechnet:

stt_sun_resttime = sol_t_sunset - loc_tod

wobei alle Größen in Sekunden angegeben werden müssen.

5.3.12 Routine CALC_NUM_RWND_MORNG

Die Anzahl der Intervalle, um die der Solargenerator am Morgen zurückgedreht werden muss, ergibt sich zunächst aus der Anzahl der Schritte im Tagesverlauf, d.h. der Anzahl der nicht-leeren Trackingzeiten.

Künftig muss die Berechnung für *stt_num_rwnd_morng* (Anzahl der Intervalle, die am Morgen zurückgedreht werden soll) erweitert werden für den Zustand, dass wegen eines nicht freigegebenem oder nicht erfolgten DAY REWIND der Turntableam Abend **vor** der gewünschten Abendstellung steht.

5.4 PROGRAMMTEIL: TIME_SUBROUTINES_VXY

In diesem Programmteil erfolgen alle zeitrelevanten Berechnungen und Steuerungen.

Die Routinen werden ebenfalls in anderen Programmteilen eingesetzt und dürfen daher nicht ohne vorherige Prüfung aller Verwendungsorte modifiziert werden!

5.4.1 Routine GET_TIME_DATE

Hier wird die aktuelle Uhrzeit ausgelesen und in die lesbaren Einträge für UTC-zeitangabe und lokale Zeitangabe gewandelt

- Auslesen der Zeitinformation im TIGER-Format aus der internen RTC (real time clock)
- Umwandlung in Zeitangaben für UTC:
  - tod (time of day): Sekunden seit Mitternacht
  - time$: Zeitstring zur Anzeige
  - date_s$: kurzer Datumstring zur Anzeige „01.01.2007“
  - date_m$: mittellanger Datumstring zur Anzeige „01.Jan.2007“
  - date_l$: langer Datumstring zur Anzeige „02.Januar 2007“
  - date_ll$: sehr langer Datumstring zur Anzeige „Sonntag, 02.Januar 2007“
- Berechnung der Ortszeit
- Umwandlung in Zeitangaben für Ortszeit
  - tod (time of day): Sekunden seit Mitternacht
  - time$: Zeitstring zur Anzeige
  - date_s$: kurzer Datumstring zur Anzeige „01.01.2007“
  - date_m$: mittellanger Datumstring zur Anzeige „01.Jan.2007“

- date_l$: langer Datumstring zur Anzeige „02.Januar 2007“
- date_ll$: sehr langer Datumstring zur Anzeige „Sonntag, 02.Januar 2007“

5.4.2 Routine CONVERT_TIME_DATE

Hier erfolgt die Umwandlung einer Zeitangabe oder einer kombinierten Datums-/Zeitangabe in „lesbare“ Einträge. („Strings“) wie oben beschrieben.

Es können Zeitangaben oder kombinierte Datums-/Zeitangaben gewandelt werden.

Über den Eintrag *time_mode* in der Datei *time_config.cfg* wird das Anzeigeformat festgelegt:

- 0: Anzeige im EU-Format
- 1: Anzeige im US-Format

Näheres dazu ist in der Datei erläutert.

5.4.3 Routinen DOS2TIG, TIG2DOS

Hierbei handelt es sich um Hilfsroutinen zur Umwandlung des Tiger-internen Zeitformats auf „lesbare“ Größen.

Beide Routinen sind aus den Beispielprogrammen des Hersteller (www.wilke.de) unverändert übernommen.

5.4.4 Routinen CALC_LOCAL_TIME, CALC_UTC_TIME

In diesen beiden Routinen erfolgt die Umrechnung zwischen Ortszeit und UTC-Zeit bzw. umgekehrt.

Grundlage ist in beiden Fällen die in der *time_config.cfg* angegebene Zeitzone, die den Eintragungen im Definitionsarray timezone_def$ (x) entsprechen müssen. Auf Grund der Array-Einträge wird die Zeitverschiebungen in der angegeben Zeitzone berechnet.

5.4.5 Routine CALC_JULIAN_DATE

Grundlage für die meisten astronomischen Berechnungen ist die Angabe des sog. Julianischen Datums (JD).

Das JD ist definiert als die Zeit in Tagen, die seit dem 1.Januar -4712 12:00 TDT vergangen ist. Dem 1. Januar 2000 12:00 TDT entspricht z.B. das Julianische Datum 2551545,0. (TDT = Terrestrische Dynamische Zeit)

Das JD darf nicht verwechselt werden mit einer Datumsangabe im Julianischen Kalender. Als fortlaufende Tageszählung ist das JD frei von Unregelmäßigkeiten wie Schalttagen, unterschiedlich langen Monaten usw.

Zu beachten ist der Wechsel des Vorkommawerts um 12.00 UTC. Der Nachkommawert gibt den Bruchteil am Tagesganzen an, z.B. 18:00h entspricht xxx,25 (6h / 24h).

Weiteres ist ebenfalls den astronomischen Handbüchern zu entnehmen.

6 SETTINGS / EINSTELLUNGEN

Die Default-Einstellungen zur Funktion des Turntable werden über die Datei *stt_config.cfg* festgelegt. Ausgewählte Einstellungen können (künftig) über das Bedientableau angepasst werden. Nach dem Neuladen der Software gelten die in der Datei Default-Einstellungen.

Die Bedeutung der einzelnen Settings ist in der Datei beschrieben, zur Erläuterung sind im Anhang 8.2 die wichtigsten herausgegriffen.

Die Default-Settings wurden in verschiedenen Versuchsaufbauten verfiziert und dürfen nur in begründeten Ausnahmefällen modifiziert werden! Die Settings werden nicht auf Plausibilität und Sinnhaftigkeit überprüft, daher liegt es in der Verantwortung desjenigen, der die Settings verändert, dafür zu sorgen, dass eine einwandfreie Funktion sichergestellt ist.

Ausgenommen hiervon sind folgende Einträge, die je nach Notwendigkeit angepasst werden können:

Variablennamen	Auswahl	Erklärung
stt_rewind_morning	ENABLED / DISABLED	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) des automatischen REWIND am Morgen
stt_rewind_daytime	ENABLED / DISABLED	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) des automatischen REWIND während des Tages (bei Erreichen des LIMIT-Schalters)
stt_intrvl_mode	AUTO / CW / CCW	Berechnung der Trackingzeiten (**AUTO** = Berechnung an Hand des Sonnenlaufs; GPS-Koordinaten erforderlich; **CW** = Berechnung mit fixen Intervallzeiten in CW-Richtung, **CCW** = Berechnung mit fixen Intervallzeiten in CCW-Richtung
stt_supervision_enbl	ENABLED / DISABLED	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) der automatischen Überwachung
stt_supervision_print	ENABLED / DISABLED	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) der Anzeige von Fehlern im LCD-Display

Eine fehlerfreie Funktion des Solar Turntable für alle Kombinationen von Settings kann nicht gewährleistet werden!

7 OUTSTANDINGS

Die Berechnung für *stt_num_rwnd_morng* (Anzahl der Intervalle, die am Morgen zurückgedreht werden soll) muss erweitert werden für den Zustand, dass wegen eines nicht freigegebenem oder nicht erfolgten day rewind der Turntable **vor** der gewünschten Abendstellung steht.

Aktuell wird als *stt_num_rwnd_morng* die Anzahl der nicht-leeren Einträge im track-time-array *stt_trck_time (ptr)* berechnet.

Einstellung der wichtigsten Settings über WASP-Menü.

Bei größeren Windstärken sollte das Tracking abgeschaltet werden.

8 ANHANG

8.1 CODES FÜR LOCK ANZEIGE

Code (hex)	Ursache
01h	Fehlerhafter Aufruf einer Sunbroutine
02h	Differenz des Positionszählers bei Erreichen der Home-Position
03h	EIN-Kommando ohne Rückmeldung
04h	AUS-Kommando ohne Rückmeldung
05h	Drehung ohne Befehlsgabe „Slipping“
06h	Überschreitung Befehlszeit (TRACKING): Zeit zwischen Befehlsgabe und Erkennung der positiven *clock*-Flanke
07h	Überschreitung Befehlszeit (REWIND oder HOMING): Gesamtzeit der Befehlsgabe
08h	Endlagenschalter cw erreicht (kein Fehler)
09h	Endlagenschalter ccw erreicht (kein Fehler)
0Ah	Endlagenschalter cw oder ccw erreicht beim HOMING (deutet auf fehlerhafte Berechnung der Position hin)
0Bh	Gegensinnige Befehlsgabe (gleichzeitiger cw- und ccw-Befehl)
0Ch	Aktion nicht abgeschlossen (Berechnung Trackingzeiten o.ä.)
0Dh	REWIND erforderlich, aber nicht freigegeben
0Eh	Berechnung nicht erfolgreich abgeschlossen
0Fh	Falsche Parameterübergabe an Subroutine
10h	Sonne steht den ganzen Tag unterhalb des Horizonts (Berechnung Sonnenposition)

11h	Overflow bei Arrayberechnung
12h	Nicht definiertes Ergebnis einer Berechnung
13h	Zu viele fehlerhafte Berechnungen der Trackingzeiten (Anzahl zulässige Fehler einstellbar)
14h	Abbruch WINDING durch einen nicht spezifizierten Fehler

8.2 SUBROUTINEN FÜR STT STEUERUNG UND IHRE HAUPTAUFGABEN

Programmteil: STT_SUB_CTRLS_Vxy	
Subroutine	**Hauptaufgaben**
STT_CONTROLS	Steuerung aller Automatiken für Solar Tuntable (STT)
SUB STT_ACT_TRACKING	Steuerung des TRACKING-Vorgangs
STT_ACT_HOMING	Steuerung des HOMING-Vorgangs
STT_ACT_DAY_REWIND	Steuerung des REWIND-Vorgangs (tagsüber)
STT_ACT_MRNG_REWIND	Steuerung des REWIND-Vorgangs (am Morgen)
STT_ACT_AUTOMATIC	Steuerung des Automatikmodus (ohne Aktionen)
STT_POSITION	Berechnung der Position (Drehwinkel)
STT_SUPERVISION	Überwachungen (Befehlszeiten, Änderung ohne Befehl etc.)
STT_HANDLE_ERRORS	Zusammenfassung von Fehlermeldungen
STT_ACT_WINDING	Steuerung des Drehvorgangs abhängig von übergeben Parametern
stt_meas_supply	Ein-/Aussschalten der Messspannung
STT_CMD_OUT	Ein-/Ausschalten der Drehkommandos
stt_get_feedback	Dekodierung des binären Feedbacks (Signale *clock-/home-/limit_cw-/limit_ccw*)

Programmteil: STT_SUB_CALCS_Vxy	
Subroutine	**Hauptaufgaben**
STT_GET_OPERATION_MODE	Berechnung des Betriebszustands abhängig von Anforderungen (requests)
STT_TTIME_COMPARE	Zeitvergleich für Start- /Stopp- und Trackingzeiten
STT_CLEAR_INTERLOCKS	Löschen von Fehlermeldungen und -verriegelungen
STT_GET_NEXT_TRACKING	Steuerung zur Berechnung des nächsten Arrays mit Trackingzeiten

STT_PICK_NEXT_TRACKTIME	Auswahl der nächsten Trackingzeit
STT_CALC_START_STOPP_EFF	Berechnung der effektiven Start- und Stoppzeiten für's Tracking
STT_CALC_TRACKING_TIMES	Auswahl der nächsten Trackingzeit
STT_CALC_CONST_TRACKING_TIMES	Berechnung der Trackingzeiten für konstante Intervalle
STT_CALC_VAR_TRACKING_TIMES	Berechnung der Trackingzeiten für variable Intervalle
STT_CALC_SOLAR_POS	Berechnung der Sonnenposition (Azimut und Elevation) aus GPS-Koordinaten und UTC-Zeit
STT_CALC_ELEVATION_OPT	Berechnung der optimalen Elevation des Solargenerators aus der maximalen Sonnenelevation
STT_CALC_RESTTIME_SUNSHINE	Berechnung der verbleibenden Sonnenscheinzeit
STT_CALC_NUM_RWND_MORNG	Berechnung Anzahl der Intervalle für MORNING REWIND
Programmteil: TIME_SUBROUTINES_Vxy	
Subroutine	**Hauptaufgaben**
GET_TIME_DATE	Berechnung der Datums- und Zeitindormation
CONVERT_TIME_DATE	Umrechnung von Zeit- und Datumsinformationen in Anzeigestrings
DOS2TIG, TIG2DOS	Hilfsroutinen zur Umrechnung auf DOS- und TIGER-Zeitformat
CALC_LOCAL_TIME, CALC_UTC_TIME	Umrechnung von UTC- auf Lokalzeit und umgekehrt
CALC_JULIAN_DATE	Brechnung des Julianischen Datums (Datum und Zeitinformation)

8.3 SETTINGS STT_CONFIG.CFG

Variablennamen	Standardsetting	Einheit	Erklärung
stt_track_enbl	ENABLED	-	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) der Gesamtfunktion
stt_rewind_morning	ENABLED	-	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) des automatischen REWIND am Morgen
stt_rewind_daytime	ENABLED	-	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) des automatischen REWIND während des Tages (bei Erreichen des LIMIT-Schalters)
stt_intrvl_mode	AUTO	-	Berechnung der Trackingzeiten (**AUTO** = Berechnung an Hand des Sonnenlaufs; GPS-Koordinaten erforderlich; **CW** = Berechnung mit fixen Intervallzeiten in CW-Richtung, **CCW** = Berechnung mit fixen Intervallzeiten in CCW-Richtung
stt_sol_calc_tinit	15	s	Startzeitpunkt zur Berechnung der Trackingzeiten für laufenden Tag (x s nach Mitternacht)
stt_sol_calc_start	00000	s	Start- und Stoppzeitpunkt zur Berechnung des Sonnenlaufs; Werte müssen vor Sonnenauf- bzw. nach Sonnenuntergang liegen, um gültige Werte für diese Zeiten zu berechnen.
stt_sol_calc_stopp	86400	s	
stt_sol_calc_intrvl	120	s	Schrittweite zur Berechnung des Sonnenlaufs (Einfluss auf Rechenzeit beachten! Default-Setting ergibt ca. 90s Rechenzeit
stt_track_start	25200	s	Start- und Stoppzeitpunkt zur Freigabe des Trackings (25200 = 07:00:00h, 75600 = 21:00:00h); außerhalb der eingestellten Zeit findet kein Tracking statt
stt_track_stopp	75600	s	
stt_track_fix_intrvl	2400	s	Intervallzeit zwischen Trackings bei konstanten Intervallzeiten (*stt_intrvl_mode* = cw oder ccw)

stt_sun_rest_rewind	14400	s	Mindestzeit für restliche Sonnenscheindauer zur Freigabe des automatischen REWIND während des Tages.
stt_elev_step	5	°	Schrittweite zur Anzeige der optimalen Elevation
stt_num_bad_calc_max	3	-	Zulässige Anzahl fehlerhafter Berechnungen der Trackingzeiten.
Variablennamen	**Standardsetting**	**Einheit**	**Erklärung**
stt_supervision_enbl	ENABLED	-	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) der automatischen Überwachung
stt_supervision_print	DISABLED	-	Freigabe (ENABLED) oder Sperrung (DISABLED) der Anzeige von Fehlern im LCD-Display
stt_cmd_time_max_trck	5000	ms	Maximale Befehlszeit für Tracking-Befehle (TRACKING) bzw. zwischen steigenden *clock*-Flanken (REWIND oder HOMING)
stt_cmd_time_max_home	60000	ms	Maximale Gesamtbefehlszeit für HOMING
stt_cmd_time_max_drwnd	180000	ms	Maximale Gesamtbefehlszeit für REWIND während des Tages
stt_cmd_time_max_mrwnd	60000	ms	Maximale Gesamtbefehlszeit für REWIND am Morgen
stt_cmd_time_fdb_dly	2000	ms	Maximale Verzögerung zwischen Befehlsgabe und Rückmeldung *running-cw* bzw *running-ccw*

8.4 SIGNALLISTE

KKS Namen	Beschreibung	Verwendung
2WAA00 xyz	„clock“ von Sensorscheibe	Ja
2WAA00 xyz	„home“ von Sensorscheibe	Ja
2WAA00 xyz	„limit_cw“ von Sensorscheibe	Ja
2WAA00 xyz	„limit_ccw“ von Sensorscheibe	Ja
2WAA00 xyz	Automatikbetrieb	Ja
2WAA00 xyz	„running_cw“ von Antrieb	Ja
2WAA00 xyz	„running_ccw“ von Antrieb	Ja
2WAA00 xyz	„gen_elevated“ von Positionsschalter	fraglich
2WAA00 xyz	„gen_locked“ von Positionsschalter	fraglich
0CJA01 xyz	Befehl „Drehung cw“	Ja
0CJA01 xyz	Befehl „Drehung ccw“	Ja