

RE-ENGINEERING DER OBJEKTORIENTIERTEN TEILE DES SUBSYSTEMS MOTORSTEUERUNG

Dokument zur Diplomarbeit
- Designphase -

Autoren	Thomas Kullmann, Günther Reinecker
Dokumentversion	1.0
Zustand	abgeschlossen
letzte Bearbeitung	15.12.02



Inhalt

I	ÜBERBLICK	2
II	TYPEN	4
III	KONSTANTEN	5
IV	KLASSEN	6
IV.1	Klasse TMotor	7
IV.1.1	Friends	7
IV.1.2	Attribute	7
IV.1.3	Methoden.....	12
IV.1.4	Bewertung	21
IV.2	Klasse TMList	22
IV.2.1	Attribute	22
IV.2.2	Methoden.....	23
IV.2.3	Bewertung	25
V	ATTRIBUTE	25
VI	METHODEN (C-INTERFACE ZUR ANTRIEBSSTEUERUNG)	25
VII	ANHANG	26
VII.1	Verwandte Dokumente	26
VII.2	Index	26
VII.3	Tabellen	26
VII.4	Abbildungen	26

I Überblick

Dieses Dokument ist als Resultat eines Reengineeringprozesses an den Klassen zur Motorsteuerung aufzufassen. Motivation für die Überarbeitung war das eliminieren von totem Code, das Erkennen der Ursachen schlechter Metriken und damit die Verbesserung des Designs mittels Refactoring. Ein besonderer Punkt war hierbei die Erhöhung der Datenkapselung.

Änderungen wurde **rot** (nicht fett und damit im Gegensatz zu Änderungswünschen, Fehlerquellen, etc.) hervorgehoben. Neue Member sind durch **NEU**, geänderte Signaturen sind durch **GEÄ** und auskommentierte Strukturen sind mit **ENTF** in der letzten Spalte (nach dem Zugriffsschutz, z.B. **PRIVATE**) markiert.

Im Mittelpunkt bei der Erarbeitung dieses Dokuments stand die Vollständigkeit. Jeder Typ, jede Klasse, jeder Member, u.ä. wird kurz und präzise erläutert. Dazu wurde dieses Dokument stark formalisiert, die Layoutkonventionen sind unter [6] zu finden. Wo immer es möglich war, wurden Quellenangaben hinzugefügt, um ggf. weiterführende Informationen zum Thema zu erhalten. Um das Dokument übersichtlicher zu gestalten, wurden die behandelten Attribute und Methode nach "Sinneinheiten" geordnet.

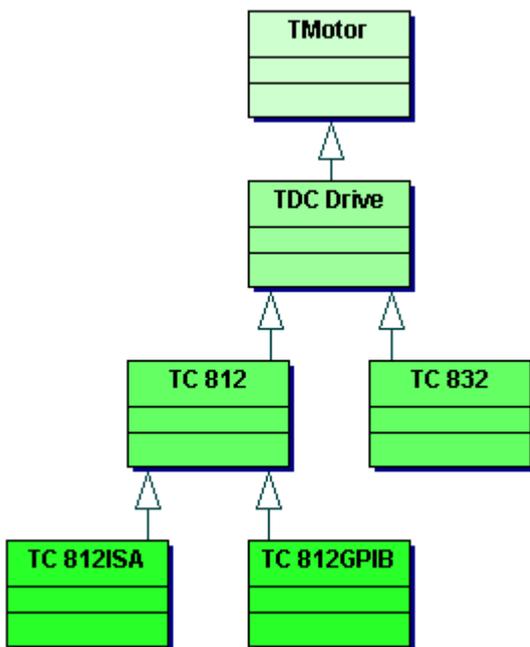
► Dokumentation des Istzustands

Die Dokumentation bezieht sich auf den Quellcode der hier aufgelisteten Dateien (Stand: 08.08.2002). Nachfolgende Änderungen oder Neuimplementierungen können nicht berücksichtigt werden!

Die an den Laborplätzen verwendeten Antriebe besitzen grundsätzlich dieselbe Funktionalität. Sie sind über eine Controller-Karte mit den PC's verbunden, wobei pro Karte mehrere Antriebe an den PC angeschlossen werden.

Derzeit werden die beiden Controller-Karten C812 und C832 eingesetzt¹, deren Ansteuerung sich an vielen Teilen unterscheidet – die Klassen TC_812 und TC_832 implementieren diese Ansteuerung. Beide wurden von TDC_Drive abgeleitet, weil hier auf die Besonderheiten von real existierenden Antrieben (wie z.B. *Antriebsspiel*) eingegangen wird. Die Klasse TMotor bildet mit der Funktionalität die alle Antriebe bieten, das Grundgerüst für alle Motor-Klassen.

¹ Typ 844 wird gegenwärtig durch Andreas Wenzel realisiert



Klasse	Deklaration	Implementation
TMotor	M_MOTCOM.H	MOTORS.CPP
TDC Drive	M_MOTHW.H	MOTORS.CPP
TC_832	M_MOTHW.H	MOTORS.CPP M_LAYER.CPP
TC_812	M_MOTHW.H	MOTORS.CPP
TC_812ISA	M_MOTHW.H	MOTORS.CPP M_LAYER.CPP
TC_812GPIB	M_MOTHW.H	MOTORS.CPP M_LAYER.CPP

Abbildung 1 „UML-Klassendiagramm: Vererbungshierarchie der Antriebe“ (Quelle: Together®, Version 6.0)

Jeder Antrieb wird durch einen [MOTOR<M>]-Abschnitt in der HARDWARE.INI repräsentiert, wobei <M> für den Index des Antriebs steht. Alle zum Subsystem Motorsteuerung gehörigen Dateien (siehe [Tabelle 1](#)) werden in einer Dynamic Link Library zusammengelinkt. Während der Initialisierungsphase dieser MOTORS.DLL, wird eine Liste mit den verfügbaren Antrieben erstellt (siehe [IV.2 Klasse TMList](#)). Je nach Typ der verwendeten Controller-Karte (ermittelt über den ini-Eintrag Type), wird ein entsprechendes Objekt (entweder der Klasse TC_812ISA oder TC_812GPIB oder TC_832) in die Antriebsliste aufgenommen. Die Liste ist eine Komposition von TMotor-Objekten, weil diese Klasse (wie bereits erwähnt) das Grundgerüst für alle Motor-Klassen bildet. Für die Benutzung der objektorientierten Motorsteuerung sind daher keine genauen Kenntnisse über die verwendeten Antriebe oder deren Controller-Karten erforderlich. Es genügt stets, Objekte der Klasse TMotor zu verwenden, weshalb hier nur auf diese Klasse eingegangen werden soll.

Detaillierte Informationen zur Ansteuerung der Hardware, wie sie die übrigen Klassen implementieren, werden hier nicht behandelt – näheres hierzu findet man unter „Motorenansteuerung“ – Vortrag vom 09./16./30. Juni 1999 von Derrick Hepp und Sebastian Freund.

h-Dateien (Deklaration)	cpp-Dateien (Implementation)
• M_MOTCOM.H	• MOTORS.CPP
• M_MOTHW.H	
• MSIMSTAT.H	• MSIMSTAT.CPP
• M_LAYER.H	• M_LAYER.CPP
• MOTRSTRG.H	
• IEEE.H	
• C8X2.H	

Tabelle 1 „Auflistung der zum Subsystem zugehörigen Dateien“ (Quelle: [\[1\]](#))



II Typen

► typedef enum { ... } TAxisType

eindeutige Achse eines Antriebs – im Gegensatz zur “beliebigen“, textuellen Bezeichnung, wie sie in den meisten Dialogfenstern angezeigt werden

“beliebige“ Bezeichnung	TAxisType	“beliebige“ Bezeichnung	TAxisType
"AzimutalRotation"	Rotation	"Theta"	Theta
"AZ"		"Omega"	Omega
"Rotation"		"Tilt"	Tilt
"Azimute"		"DC"	DC
"X"	X	"Diffraction coarse"	DF
"x"		"Beugung grob"	
"Horizontal"		"DF"	
"x-Achse"		"Diffraction fine"	
"x-Axis"		"Beugung fein"	
"Y"	Y	"Psi"	Psi
"y"		"Phi"	Phi
"y-Achse"		"CC"	CC
"y-Axis"		"Collimator"	
"Z"	Z	"Kollimator"	
"z"		"Absorber"	Absorber
"Vertical"		"Monochromator"	Monochromator
"z-Achse"		"Encoder"	Encoder
"z-Axis"			

Tabelle 2 „Achse: Beziehungen zwischen Bezeichnung und eindeutigem Aufzählungstyp – Groß-/ Kleinschreibung ist zu beachten!“ (Quelle: selbst)

Die Methode `TMList::ParsingAxis` ist für die Abbildung von *Bezeichnung* auf `TAxisType` zuständig. Eine Umkehrfunktion ist nicht erforderlich und deshalb nicht vorhanden.

► typedef enum { ... } TUnitType

eindeutige Einheit eines Antriebs – im Gegensatz zur “beliebigen“, textuellen Bezeichnung

“beliebige“ Bezeichnung	TUnitType
"GRAD"	Grad
"SEKUNDEN"	Sekunden
"MINUTEN"	Minuten
"MINUTS"	
"MILLIMETER"	Millimeter
"MIKROMETER"	Mikrometer
"MIKCOMETER"	
"CHANNEL"	Channel

Tabelle 3 „Einheit: Beziehungen zwischen der Bezeichnung und dem eindeutigen Aufzählungstyp – Groß-/ Kleinschreibung ist zu beachten!“ (Quelle: selbst)

Diese beiden Methoden sind für die Umrechnungen zuständig:

- `TUnitType UnitEnum(LPSTR)`
- `LPSTR UnitStr(TUnitType)`

Die fett hervorgehobenen Bezeichnungen sind für die eindeutige Abbildung von `TUnitType` in *Bezeichnung* – in Methode `UnitStr` – erforderlich!



► **typedef enum { ... } TCorrect**

bestimmt die Art der Korrektur, die bei der Umrechnung zwischen:

- **interne Antriebspositionen** in **Encoderschritten** (die intern zur direkten Antriebssteuerung verwendet werden) und
- **Absolutpositionen** in **Nutzereinheiten** (zum Anzeigen in den meisten Dialogfenstern)

beachtet werden muss; Details zur Umrechnung sind bei `TMotor::dKoeff_1` zu finden.

Zusammenhang zwischen interner Antriebsposition und Absolutposition	TCorrect
linear	CorrLinear
nicht-linear (Annäherung über Polynom)	CorrPolynom

Table 4 „symbolische Werte von TCorrect“ (Quelle: selbst)

► **typedef enum TSimulationType { ... } TCorrect**

Art der Antriebssimulation:

- `no_simulation` → keine Simulation, es wird nur die Hardware verwendet
- `simulation_only` → keine Hardwareansteuerung, nur Simulation
- `test_simulation` → Ergebnis der Simulation mit Rückgabewert der Hardware vergleichen

III Konstanten

► **#define R_OK**

Rückgabewert bei mehreren Methoden, signalisiert Erfolg

► **#define R_Failure**

Rückgabewert bei mehreren Methoden, signalisiert Misserfolg

► **const _extern UINT _MAXLENCHARACTERISTIC= 50** NEU

maximale Länge von `TMotor::szCharacteristic`

► **const _extern UINT _MAXLENUNIT= 20** NEU

maximale Länge von `TMotor::szUnit`

► **const _extern UINT _MAXLENFORMAT= 5** NEU

maximale Länge von `TMotor::DFmt` und `TMotor::SFmt`



IV Klassen

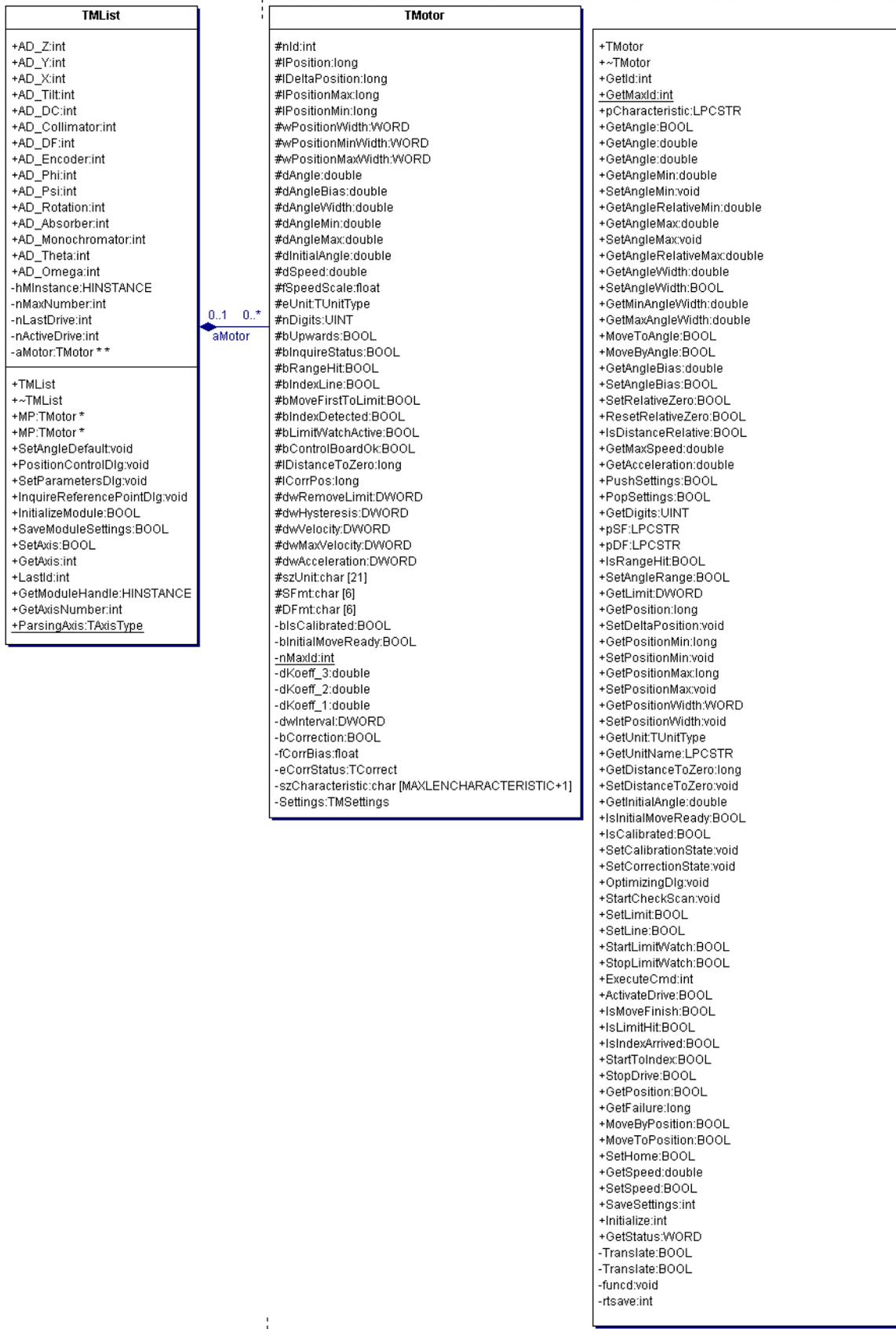


Abbildung 2 „UML-Klassendiagramm: TMotor und TMList“ (Quelle: Together®, Version 6.0)



IV.1 Klasse TMotor

Deklaration : M_MOTCOM.H

Implementation : MOTORS.CPP

Es gibt keine abstrakten Methoden, d.h. Objekte von TMotor können erzeugt werden.

IV.1.1 Friends

Klasse	Gründe für die Friend-Relation
TMList	grundlos zum Friend erklärt
TCalibrate	bInitialMoveReady, lDistanceToZero, bIsCalibrated, dInitialAngle
TPositionControl	grundlos zum Friend erklärt, diese Klasse existiert überhaupt nicht, gemeint war hier wohl TPosControl
TMotorParam	grundlos zum Friend erklärt

Tabelle 5 „Friends der Klasse TMotor“ (Quelle: selbst)

Alle FRIEND-Relationen entfernt, Zugriff auf eingeschränkte TMotor-Attribute über Methoden realisiert

IV.1.2 Attribute

► **char szCharacteristic[_MAXLENCHARACTERISTIC+1]** **PRIVATE** **GEÄ**

“Beliebige“ textuelle Bezeichnung (z.B. „Kollimator“) des Antriebs, so wie diese in Dialogfenstern anzuzeigen ist; Für die korrekte Ermittlung der Wirkachse ist es erforderlich, dass szCharacteristic einen der Werte aus [Tabelle 2](#) annimmt.

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> Name

► **long lPosition** **PROTECTED** **GEÄ**

aktuelle, *interne Antriebsposition* (in *Encoderschritten*)

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> DeltaPosition

wird hier nur geschrieben und bei lDeltaPosition nur gelesen

► **long lPositionMin** **PROTECTED** **GEÄ**

definiert die untere Schranke (in *Encoderschritten*) für die aktuelle, interne Ist- und Sollposition des Antriebs; siehe: [\[1\]](#)

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> PositionMin

► **long lPositionMax** **PROTECTED** **GEÄ**

wie lPositionMin, definiert jedoch die obere Schranke; siehe: [\[1\]](#)

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> PositionMax

► **WORD wPositionWidth** **PROTECTED** **GEÄ**

aktuelle Schrittweite (in *Encoderschritten*) für die Bewegung des Antriebs; siehe: [\[1\]](#)

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> PositionWidth

Inkonsistente Mehrfachverwendung! (siehe [\[1\]](#): bei F4 anders als bei F6 verwendet)

► **WORD wPositionMinWidth** **PROTECTED** **GEÄ**

untere Schranke (in *Encoderschritten*) für wPositionWidth

HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> MinimalWidth



► **WORD** **wPositionMaxWidth** **PROTECTED** **GEÄ**

wie `wPositionMinWidth`, definiert jedoch die obere Schranke

 `HARDWARE.INI` -> `[MOTOR<M>]` -> `MaximalWidth`

► **long** **lPreviousPosition** **PROTECTED** **ENTF**

toter Code; **Wertebereich BOOL ausreichend**; Quelle: [5]

Lesezugriff:

- `PreviousPosition()` wurde bereits als toter Code identifiziert

Schreibzugriffe (was wird zugewiesen?):

- `TMotor`-Konstruktor: 0
- Methode `SetHome`: Rückgabewert von `BOOL` `GetPosition(1)`

AUSKOMMENTIERT

► **char** **szUnit[_MAXLENUNIT+1]** **PROTECTED** **GEÄ**

“Beliebige“, textuelle Bezeichnung der Einheit, so wie diese in Dialogfenstern anzuzeigen ist; Für die korrekte Initialisierung von `eUnit` ist es erforderlich, dass `szUnit` einen der Werte aus [Tabelle 3](#) annimmt!

 `HARDWARE.INI` -> `[MOTOR<M>]` -> `Unit`

► **TUnitType** **eUnit** **PROTECTED** **GEÄ**

Nutzereinheit – Einheit eines Antriebs, die Positionsangaben in Dialogfenstern sind i.d.R. in Nutzereinheiten; siehe `szUnit` und [1]

► **double** **dAngle²** **PROTECTED** **GEÄ**

aktuelle *Absolutposition* (d.h. wie `lPosition`), jedoch in **Nutzereinheiten**

bedingt redundant, da diese Werte jederzeit aus den Angaben in Encoderschritten berechnet werden können; mögliche Fehlerquelle, da bei Schreibzugriffen stets beide Angaben zu berücksichtigen sind

► **double** **dAngleMin²** **PROTECTED** **GEÄ**

wie `lPositionMin`, jedoch in **Nutzereinheiten**; siehe: [1]

 `HARDWARE.INI` -> `[MOTOR<M>]` -> `AngleMin`

► **double** **dAngleMax²** **PROTECTED** **GEÄ**

wie `lPositionMax`, jedoch in **Nutzereinheiten**; siehe: [1]

 `HARDWARE.INI` -> `[MOTOR<M>]` -> `AngleMax`

► **double** **dAngleWidth²** **PROTECTED** **GEÄ**

wie `wPositionWidth`, jedoch in **Nutzereinheiten**; siehe: [1]

 `HARDWARE.INI` -> `[MOTOR<M>]` -> `AngleWidth`

► **long** **lCorrPos** **PROTECTED**

ist immer bei der Umrechnung zwischen der hardwaretechnischen `<A>` und softwareseitigen ``, *internen Antriebsposition* (beide in **Encoderschritten**) zu beachten; stets gilt:

` := <A> + lCorrPos - lDeltaPosition`

Nur bei `eCorrStatus == CorrPolynom` ist, kann `lCorrPos` von 0 verschiedene Werte annehmen.

² bedingt redundant, da diese Werte jederzeit aus den Angaben in Encoderschritten berechnet werden können; mögliche Fehlerquelle, da bei Schreibzugriffen stets beide Angaben zu berücksichtigen sind



► **long lDeltaPosition** **PROTECTED** **GEÄ**

ähnlich lCorrPos; Koordinatenverschiebung in **Encoderschritten**; siehe: lCorrPos und [1]

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> DeltaPosition

wird hier nur gelesen und bei lPosition nur geschrieben

► **float fCorrBias** **PRIVATE**

Unabhängig von eCorrStatus, muss diese Verschiebung (in **Nutzereinheiten**), bei jeder Umrechnung zwischen *internen Antriebspositionen* <A> und *Absolutpositionen* beachtet werden. Es gilt: $\langle B \rangle := \langle A \rangle + dAngleBias - fCorrBias$

► **double dAngleBias** **PROTECTED** **GEÄ**

ähnlich fCorrBias ist dieses *Offset*³ (in **Nutzereinheiten**) stets zu beachten; siehe fCorrBias und [1]

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> AngleBias

► **BOOL bCorrection** **PRIVATE**

bestimmt, wie eCorrStatus in Methode SetCorrectionState gesetzt wird:

- TRUE → Methode arbeit „normal“: je nach Parameter sind CorrLinear und CorrPolynom möglich
- FALSE → nur eCorrStatus == CorrLinear möglich, egal mit welchem Parameter die Methode aufgerufen wird, entspricht immer SetCorrectionState(FALSE)

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> Correction

► **TCorrect eCorrStatus** **PRIVATE**

Welcher Zusammenhang herrscht bei der Umrechnung zwischen *internen Antriebspositionen* <A> und *Absolutpositionen* bei diesem Antrieb? Wert kann nur bei Methode SetCorrectionState gesetzt werden; siehe TCorrect, bKoeff_1 und Methode SetCorrectionState

► **double dKoeff_1** **PRIVATE**

abhängig von eCorrStatus; siehe: [1]

- CorrLinear → Faktor zur linearen Umrechnung; es gilt: $\langle B \rangle := \langle A \rangle \cdot dKoeff_1$
- CorrPolynom → erster Koeffizient im (zur Umrechnung verwendeten) Polynom:
 $\langle B \rangle := \langle A \rangle \cdot (dKoeff_1 + \langle A \rangle \cdot (dKoeff_2 + \langle A \rangle \cdot dKoeff_3))$

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> Koeff_1

► **double dKoeff_2** **PRIVATE**

wird nur bei eCorrStatus == CorrPolynom (als zweiter Koeffizient im Polynom) verwendet; siehe: [1]

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> Koeff_2

► **double dKoeff_3** **PRIVATE**

wie bKoeff_2, jedoch als dritten Koeffizienten; siehe: [1]

 **HARDWARE.INI** -> [MOTOR<M>] -> Koeff_3

³ *Offset für <Antrieb> ODER Relative Null*, d.h. aktuelle Absolutposition des Antriebs, wenn zuvor kein *Offset* definiert ist

**▶ DWORD dwInterval****PRIVATE**

wird nur bei `eCorrStatus == CorrPolynom` als Intervallgrenze beim *Newtonverfahren* (siehe Methode `rtsave`) verwendet; Die Initialisierung von `dwIntervall` hängt von `eUnit` ab:

- Grad → `dwIntervall := 3 · (<MaxFailure> / dKoeff_1) · 3600`
- Minuten → `dwIntervall := 3 · (<MaxFailure> / dKoeff_1) · 60`
- sonst → `dwIntervall := 3 · (<MaxFailure> / dKoeff_1)`

(wobei `<MaxFailure>`:  `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `MaxFailure`)

▶ DWORD dwAcceleration**PROTECTED**

Beschleunigung bzw. Verzögerung (in **Encoderschritten/ Sekunde²**); nur Werte größer 0 sind sinnvoll; siehe: [\[1\]](#)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `Acceleration`

▶ DWORD dwVelocity**PROTECTED**

Bewegungsgeschwindigkeit des Antriebs in **Encoderschritten/ Sekunde**; Minimum 1; siehe: [\[1\]](#)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `Velocity`

▶ DWORD dwMaxVelocity**PROTECTED**

Maximalgeschwindigkeit des Antriebs in **Encoderschritten/ Sekunde**; siehe: [\[1\]](#)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `MaxVelocity`

▶ float fSpeedScale**PROTECTED**

für die Umrechnung zwischen `dSpeed` und `dwVelocity` gilt stets:

`dwVelocity := dSpeed · fSpeedScale`

(siehe: [\[1\]](#))

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `SpeedScale`

▶ double dSpeed²**PROTECTED**

wie `dwVelocity`, jedoch in **Nutzereinheiten/ Sekunde**; siehe: [\[2\]](#)

▶ DWORD dwHysteresis**PROTECTED**

Antriebsspiel (in **Encoderschritten**) ist systematischer Anteil am Positionierungsfehler der Antriebe, entsteht durch fertigungsbedingte Toleranzen bei den Getrieben – wird durch die Software korrigiert; siehe: [\[1\]](#)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `Hysteresis`

▶ BOOL bUpwards**PROTECTED**

`TRUE` ↔ Die letzte Antriebsbewegung war Vorwärts gerichtet. wichtig um *Antriebsspiel* (`dwHysteresis`) beim Richtungswechsel (d.h. `bUpwards` hat sich geändert) zu berücksichtigen; siehe: [\[1\]](#)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `Upwards`

▶ BOOL bInquireStatus**PROTECTED**

Wie kann der Stillstand des Antriebs ermittelt werden? (Quelle: [\[1\]](#))

- `TRUE` → über das Statusbit des Controllers
- `FALSE` → der folgenden Test zeigt an, dass der Antrieb steht (Einheiten in **Encoderschritten**):
| `<Sollposition> - <Istposition>` | ≤ `<DeathBand>`

(wobei `<Deathband>`:  `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `Deathband`)

 `HARDWARE.INI` → `[MOTOR<M>]` → `InquireStatus`

**► BOOL bRangeHit****PROTECTED**

TRUE ↔ Die zuletzt mit Methode `Translate` übersetzte *Antriebsposition* verletzte den Wertebereich und wurde auf den Minimal- oder Maximalwert korrigiert (je nachdem ob der Wertebereich unter- oder überschritten wurde).

► DWORD dwRemoveLimit**PROTECTED**

Distanz (in **Encoderschritten**) die der Antrieb zurückgefahren werden soll, wenn die Hardwareschranke erreicht wird (bei C812 hardware-, bei C832 softwaregesteuert) – benötigt zum Entspannen der Endlagenschalter;

Quelle: [1]

 `HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> RemoveLimit`**► BOOL bIndexLine****PROTECTED**

kennzeichnet, ob der Antrieb einen **Index-Schalter** besitzt; Wenn ja, dann besitzt er eine als **Referenzpunkt** ausgewiesene Position. Diese ist eine hardwareseitig erkennbare *interne Antriebsposition*, die reproduzierbar angefahren werden kann. Man benötigt sie, um zwischen *internen Antriebspositionen* und *Absolutpositionen* umrechnen, siehe `lDistanceToZero`. Quelle: [1]

 `HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> IndexLine`**► BOOL bInitialMoveReady****PRIVATE**

Referenzpunktlauf (Verfahren zum Anfahren des *Referenzpunkts*) zulässig? (Quelle: [1])

- TRUE → kann über das Dialogfenster ‚Grundstellung anfahren‘, Schaltfläche ‚Referenzpunktlauf‘ (siehe Methode `StartToIndex`) durchgeführt werden; siehe [7]
- FALSE → Referenzpunktlauf ist nicht zulässig – erforderlich, wenn keine Hardwareschranken definiert oder kein Index-Schalter vorhanden ist

 `HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> InitialMove`**► BOOL bMoveFirstToLimit****PROTECTED**

Richtung, in der der Antrieb seinen *Referenzpunkt* anfahren soll; Voraussetzung:

`bInitialMoveReady == TRUE`

(Quelle: [1])

- TRUE → Antrieb fährt zuerst rückwärts bis zur linken, minimalen Hardwareschranke und anschließend vorwärts, bis der *Index-Schalter* erreicht wird (Referenzpunkt von links angefahren)
- FALSE → Antrieb fährt rückwärts zur linken, minimalen Hardwareschranke und stoppt sobald der *Index-Schalter* oder die Hardwareschranke erreicht werden (von rechts angefahren)

 `HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> MoveFirstToLimit`**► BOOL bIndexDetected****PROTECTED**

kennzeichnet, dass der *Referenzpunkt* erreicht wurde; Antrieb kann mittlerweile an einer anderen Stelle stehen; am *Referenzpunkt* gilt stets: `lDeltaPosition := -lDistanceToZero`

► long lDistanceToZero**PROTECTED**

wird während des *Referenzpunktlaufes* bestimmt; entspricht dem Abstand (in **Encoderschritten**) zwischen *Referenzpunkt* und absoluter Null; berechnet sich wie folgt:

`lDistanceToZero := <Referenzpunkt> - <absolute Null>`

(Quelle: [1])

 `HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> DistanceToZero`



- **double dInitialAngle** **PROTECTED**
Absolutposition, die nach dem Erreichen des *Referenzpunktes* angefahren werden soll (in *Nutzereinheiten*);
Quelle: [1]
HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> InitialAngle
- **BOOL bIsCalibrated** **PRIVATE**
gibt an, ob der *Referenzpunktlauf* erfolgreich durchgeführt wurde; Quelle: [3]
- **BOOL bControlBoardOk** **PROTECTED**
Arbeitet der Controller fehlerfrei? kann nur bei Methode `CheckBoardOk` auf `TRUE` gesetzt werden
- **BOOL bLimitWatchActive** **PROTECTED**
gibt an, ob *Limit Watch* aktiv ist; siehe `StartLimitWatch`
- **char DFmt[_MAXLENFORMAT+1]** **PROTECTED** **GEÄ**
Zahlenformat, wie es von Methode `printf` verwendet wird, Standard ist „%.2lf“, wobei 2 durch die gewünschte Nachkommastellengenauigkeit (<Digits>) ersetzt wird
(wobei <Digits>: HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> Digits)
- **char SFmt[_MAXLENFORMAT+1]** **PROTECTED** **GEÄ**
wie `DFmt`, die 2 wird jedoch durch <Digits> + 1 ersetzt
- **TMSettings Settings** **PRIVATE**
zum Zwischenspeichern⁴ des aktuellen Inhalts der folgenden Attribute: `dAngle` und `dAngleMin` und `dAngleMax` und `dAngleWidth` und `dSpeed`
Diese Werte können später mit Methode `PopSettings` wiederhergestellt werden, dabei wird auch `dAngle` wieder angefahren.
- **Int nId** **PROTECTED**
dient zur Zuordnung der Antriebe in `TMList`, entspricht dem Index des Antriebs; stets im Intervall [0 ... `nMaxId-1`]
- **static int nMaxId** **PRIVATE**
die Anzahl der erzeugten Antriebe, beginnend bei 0
- **int nDigits** **PROTECTED** **NEU**
die Anzahl der Nachkommastellen für alle reellwertigen Zahlenangaben innerhalb eines Antriebs;
HARDWARE.INI -> [MOTOR<M>] -> Digits

IV.1.3 Methoden

betrachtet werden alle in `TMotor` deklarierten Methoden, wo möglich, wird auch auf das Verhalten in den abgeleiteten Klassen hingewiesen, Da die Dokumentation des dazugehörigen C-Interfaces ([3]) sehr gut ist, wird wenn möglich darauf verwiesen.

⁴ mit Methode `PushSettings`

**► TMotor(void)****PUBLIC**

Der Konstruktor initialisiert einen Großteil, der unter **IV.1.2 Attribute** genannten Attribute und registriert den Antrieb bei Objekt `lpMList` (siehe **IV.2 Klasse TMList**). In Methode `Initialize` werden weitere Attribute initialisiert.

wird in allen abgeleiteten Klassen überschrieben und ergänzt; Die meisten Werte stammen dabei aus der `HARDWARE.INI`, Abschnitt `[MOTOR<M>]`.

► virtual int Initialize(void)**PUBLIC**

initialisiert viele Attribute und überschreibt einige bereits im Konstruktor initialisierte Werte mit Werten aus der `HARDWARE.INI`; Rückgabewert stets `R_OK`

überschrieben und erweitert in `TDC_Drive` und `TC_812`; hier auch andere Rückgabewerte

Weder hier noch im Konstruktor werden `dSpeed` und `Settings` initialisiert!

► virtual ~TMotor(void)**PUBLIC**

Da kein Attribut dynamisch erzeugt wird, ist der Destruktor (auch in allen abgeleiteten Klassen) leer.

► virtual int SaveSettings(BOOL)**PUBLIC**

speichert einen Teil der Attribute in der `HARDWARE.INI`; Wenn `FALSE` als Parameter übergeben wird, werden weniger Attribute gespeichert⁵. Bei `TRUE` handelt es sich um den Speichervorgang direkt vor der Programmbeendigung: Wenn ein gültiger Referenzpunktlauf vorliegt, wird der ini-Eintrag `RestartPosible` (**sollte zu `RestartPossible` geändert werden; KORRIGIERT**) `TRUE` gesetzt. Beim Neustart des Programms können die Angaben zur Antriebsposition demnach problemlos aus der ini-Datei entnommen werden.

Rückgabewert: `R_Failure` ↔ `MOTORS.DLL` wurde nicht erfolgreich initialisiert wurde (sonst `R_OK`)

wird bei `TC_812` und `TC_832` überschrieben, um zusätzliche Attribute in der ini-Datei abzulegen;

Hier wird nicht geprüft, ob `MOTORS.DLL` erfolgreich initialisiert wurde.

► virtual BOOL GetPosition(BOOL)**PUBLIC**

hier nur Rückgabe von `TRUE`

überschrieben bei `TC_Drive`, hier wird die *interne Antriebsposition* ermittelt und (bei Erfolg) in `lPosition` gespeichert; Der Parameter gibt an, ob die Position ein zweites Mal ermittelt und mit der ersten Position verglichen werden soll. Rückgabewert: `TRUE` ↔ `Position[en]` erfolgreich ermittelt [die beiden Positionen waren identisch]

► long PreviousPosition(void)**PUBLIC****ENTF**

gibt `lPreviousPosition` zurück (in *Nutzereinheiten*); **toter Code** (Quelle: [5])

AUSKOMMENTIERT

► BOOL GetAngle(BOOL)**PUBLIC**

ermittelt die aktuelle, *interne Antriebsposition* (speichert diese in `lPosition`) und berechnet daraus die *Absolutposition* (speichert diese in `dAngle`); Nur wenn der Parameter `TRUE` ist und `CheckCorrect` definiert ist, werden Statusinformationen im Hauptfenster ‚Steuerprogramm‘ ausgegeben;

siehe [3]: `mlGetDistance`

Rückgabewert: `TRUE` ↔ Ermittlung und Übersetzung erfolgreich

⁵ ausgelassen werden: `dwVelocity`, `wPositionWidth`, `bUpwards`, `lPosition`, `dAngleMin`, `dAngleWidth`, `dAngleBias`, `dAngleMax`, `bIsCalibrated`



- **inline double GetAngle(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt `dAngle` zurück, ohne diesen Wert vorher, durch lesen der Position im Antrieb, zu aktualisieren
- **double GetAngle(BOOL, BOOL&)** **PUBLIC** **NEU**
ruft `GetAngle(BOOL)` und gibt bei Erfolg den danach aktualisierten Inhalt von `dAngle` zurück; der erste Parameter ist der Parameter für `GetAngle`, der Zweite zeigt an, ob das Aktualisieren erfolgreich war
- **inline double GetAngleWidth(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt `dAngleWidth` (aktuelle Schrittweite in **Nutzereinheiten**) zurück; siehe [3]:
`mlGetValue(..., Width, ...), mGetValue(Width, ...)`
- **double GetMinAngleWidth(void)** **PUBLIC**
gibt den in **Nutzereinheiten** umgerechneten Wert von `wPositionMinWidth` zurück; Rückgabewert ist stets positiv; siehe [3]: `mlGetValue(..., MinWidth, ...), mGetValue(MinWidth, ...)`
- **virtual double GetSpeed(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von 1; siehe [3]:
`mlGetValue(..., Speed, ...), mGetValue(Speed, ...)`
bei `TC_DRIVE` überschrieben, um `dwVelocity / fSpeedScale` zurückzugeben (aktuelle Geschwindigkeit in **Nutzereinheiten/ Sekunde**)
- **double GetMinSpeed(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt die Minimalgeschwindigkeit in **Nutzereinheiten/ Sekunde** zurück; entspricht: `1 / fSpeedScale`
- **double GetMaxSpeed(void)** **PUBLIC**
gibt die Maximalgeschwindigkeit in **Nutzereinheiten/ Sekunde** zurück; entspricht:
`dwMaxVelocity / fSpeedScale`
(siehe [3]: `mlGetValue(..., MaxSpeed, ...), mGetValue(MaxSpeed, ...)`)
- **double GetAcceleration(void)** **PUBLIC**
gibt die aktuelle Beschleunigung (`dwAcceleration` umgerechnet in **Nutzereinheiten/ Sekunden²**) zurück; Rückgabewert ist stets positiv; siehe [3]:
`mlGetValue(..., Acceleration, ...), mGetValue(Acceleration, ...)`
toter Code in **TMotor und allen abgeleiteten Klassen** (Quelle: [5])
im Zuge der Einschränkung der Zugriffsrechte bei den Attributen, wieder benutzt
- **virtual float GetMoment(void)** **PUBLIC** **ENTF**
hier nur Rückgabe von 1; toter Code in **TMotor und allen abgeleiteten Klassen** (Quelle: [5])
bei `TC_812` überschrieben, um das relative Drehmoment zurückzugeben; entspricht:
<aktuelles> / <maximales Drehmoment>
AUSKOMMENTIERT
- **BOOL IsDistanceRelative(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt zurück, ob die *Relative Null* gesetzt ist; siehe [3]: `mIsDistanceRelative`



- **inline double GetAngleBias(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt dAngleBias zurück; Offset für <Antrieb> in **Nutzereinheiten**
- **BOOL SetAngleBias(double)** **PUBLIC** **NEU**
setzt dAngleBias; Offset für <Antrieb> in **Nutzereinheiten**
- **BOOL SetRelativeZero(void)** **PUBLIC** **NEU**
Nur wenn der Antrieb steht, wird die *Relative Null* auf die aktuelle Absolutposition gesetzt. siehe [3]:
mSetRelativeZero(TRUE, ...)
Rückgabewert: TRUE ↔ *Relative Null* ist gesetzt; kann auch eintreten, wenn sich der Antrieb bewegt und die *Relative Null* bereits definiert ist
- **void ResetRelativeZero(void)** **PUBLIC** **NEU**
Nur wenn der Antrieb steht, wird die *Relative Null* aufgehoben. siehe [3]:
mSetRelativeZero(FALSE, ...)
Rückgabewert: TRUE ↔ *Relative Null* ist aufgehoben; kann auch eintreten, wenn sich der Antrieb bewegt und die *Relative Null* bereits aufgehoben ist
- **virtual WORD GetStatus(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von 255 (Hexadezimal: FF)
bei TC_812 und TC_832 überschrieben, um Statusinformationen des Antriebs abzurufen; Dort werden auch andere Werte zurückgegeben.
- **virtual long GetFailure(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von 0
überschrieben bei TC_Drive – ruft hier drei Mal die Methode *_GetFailure* auf; Sobald die Methode einen Fehler meldet, wird der ermittelte „Fehlercode“ zurückgegeben. Wenn kein Fehler auftritt wird zu zuletzt ermittelte „Fehlercode“ zurückgegeben.
- **inline int GetId(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt den Index, an welcher Stelle der Antrieb in Objekt lpMList steht, zurück; entspricht: nId
- **inline DWORD GetLimit(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt die Distanz (in **Encoderschritten**) zurück, die der Antrieb zurückfahren soll, wenn die Hardwareschranke erreicht wird; entspricht: dwRemoveLimit
- **inline double GetAngleMin(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt dAngleMin zurück
- **inline void SetAngleMin(double)** **PUBLIC** **NEU**
setzt dAngleMin
- **double GetAngleRelativeMin(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt dAngleMin um den Offset korrigiert zurück; entspricht: dAngleMin + dAngleBias



- ▶ **inline double GetAngleMax(void)** PUBLIC NEU
gibt dAngleMax zurück
- ▶ **inline void SetAngleMax(double)** PUBLIC NEU
setzt dAngleMax
- ▶ **double GetAngleRelativeMax(void)** PUBLIC NEU
gibt dAngleMax um den Offset korrigiert zurück; entspricht: dAngleMax + dAngleBias
- ▶ **double GetMaxAngleWidth(void)** PUBLIC NEU
gibt den in **Nutzereinheiten** umgerechneten Wert von wPositionMaxWidth zurück; Rückgabewert ist stets positiv
- ▶ **inline double GetInitialAngle(void)** PUBLIC NEU
gibt dInitialAngle zurück
- ▶ **inline long GetPosition(void)** PUBLIC NEU
gibt lPosition zurück, ohne diesen Wert vorher, durch Lesen der Position im Antrieb, zu aktualisieren, aktuelle Antriebsposition in **Encodersteps**
- ▶ **inline void SetPosition(long)** PUBLIC NEU
setzt lDeltaPosition; aktuelle Position in **Encodersteps**
- ▶ **inline long GetPositionMin(void)** PUBLIC NEU
gibt lPositionMin zurück; minimale Antriebsposition in **Encodersteps**
- ▶ **inline void SetPositionMin(long)** PUBLIC NEU
setzt lPositionMin; minimale Position in **Encodersteps**
- ▶ **inline long GetPositionMax(void)** PUBLIC NEU
gibt lPositionMax zurück; maximale Antriebsposition in **Encodersteps**
- ▶ **inline void SetPositionMax(long)** PUBLIC NEU
setzt lPositionMax; maximale Position in **Encodersteps**
- ▶ **inline WORD GetPositionWidth(void)** PUBLIC NEU
gibt wPositionWidth zurück; aktuelle Schrittweite in **Encodersteps**
- ▶ **inline void SetPositionWidth(WORD)** PUBLIC NEU
setzt wPositionWidth; aktuelle Schrittweite in **Encodersteps**
- ▶ **inline long GetDistanceToZero(void)** PUBLIC NEU
gibt lDistanceToZero zurück



- **inline void SetDistanceToZero (long)** **PUBLIC** **NEU**
setzt lDistanceToZero
- **UINT GetDigits(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt die Anzahl der Nachkommastellen nDigits, für alle reellwertigen Zahlen eines Antriebs, zurück
- **inline static int GetMaxId(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt nMaxId zurück; maximale Anzahl der Antriebe in der Antriebsliste
- **inline TUnitType GetUnit(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt eUnit zurück
- **inline LPCSTR GetUnitName(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt szUnit zurück
- **virtual BOOL IsMoveFinish(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE; siehe [3]: mIsMoveFinish, mIsMoveFinish
überschrieben bei TC_Drive (nur Rückgabe von FALSE), TC_812, TC_812ISA und TC_832. Rückgabewert bei den letzten drei Klassen: TRUE ↔ Antrieb steht, d.h. Abweichung zwischen Soll- und Istposition liegt innerhalb bestimmter Toleranzen; siehe Deathband
- **BOOL IsCalibrated(void)** **PUBLIC**
gibt zurück, ob der *Referenzpunktlauf* erfolgreich durchgeführt wurde; entspricht: bIsCalibrated
- **virtual BOOL IsIndexArrived(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE
überschrieben bei TC_812 und TC_832; Rückgabewert: TRUE ↔ *Referenzpunktlauf* beendet (entweder weil eine Hardwareschranke oder der *Referenzpunkt* erreicht wurde)
- **inline BOOL IsInitialMoveReady(void)** **PUBLIC** **NEU**
gibt bInitialMoveReady zurück
- **inline BOOL IsRangeHit(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt zurück, ob die zuletzt mit Methode Translate übersetzte Antriebsposition den Wertebereich verletzte; entspricht: bRangeHit; siehe [3]: mIsRangeHit
- **virtual BOOL IsLimitHit(void)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE
überschrieben bei TC_Drive (nur Rückgabe von FALSE), TC_812 und TC_832;
Rückgabe bei den letzten beiden Klassen: TRUE ↔ Hardwareschranken erreicht
- **LPCSTR pCharacteristic(void)** **PUBLIC**
gibt die “beliebige“ Bezeichnung des Antriebs zurück; entspricht: szCharacteristic;
siehe [3]: mGetAxisName



- **inline LPCSTR pSF(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt das Zahlenformat SFmt zurück; siehe [3]: mGetSF
- **inline LPCSTR pDF(void)** **PUBLIC** **GEÄ**
gibt das Zahlenformat DFmt zurück; siehe [3]: mGetDF
- **void funcd(double, double, double*, double*)** **PRIVATE**
Umrechnung von *internen Antriebspositionen* (erster Parameter, **Wertebereich long ausreichend**) in *Absolutpositionen* (Rückgabe in den letzten beiden Parametern); Zur Berechnung des dritten Parameters wird der zweite Parameter (offset) verwendet; funcd ist Umkehrfunktion von Methode rtsave
- **int rtsave(double, double, double, double, double*)** **PRIVATE**
Umrechnung von *Absolutpositionen* (erster Parameter) in *interne Antriebspositionen* (Rückgabe als letzter Parameter; **Wertebereich long ausreichend**); Der zweite (x_L) und dritte (x_R) Parameter kennzeichnen das Intervall ($[x_L \dots x_R]$) für das **Newton'sche Approximationsverfahren**. rtsave ist Umkehrfunktion von Methode funcd; Rückgabewert: 0 ↔ Berechnung erfolgreich (-1 und -2 kennzeichnen Fehlersituationen)
- **BOOL Translate(long&, double)** **PRIVATE**
passt den zweiten Parameter (*Absolutposition*) ins Intervall [dAngleMin ... dAngleMax] ein und übersetzt ihn dann in eine *interne Antriebsposition*; Rückgabewert: FALSE ↔ Methode rtsave schlug fehl (nur bei eCorrState == CorrPolynom möglich)
- **BOOL Translate(double&, long)** **PRIVATE**
übersetzt den zweiten Parameter (*interne Antriebsposition*) in eine *Absolutposition* und gibt das Ergebnis als ersten Parameter zurück; Rückgabewert: stets TRUE
- **virtual BOOL MoveToPosition(long)** **PUBLIC**
setzt lPosition auf den als Parameter übergebenen Wert (in **Nutzereinheiten**); Rückgabewert: stets TRUE bei TC_Drive überschrieben, um das Antriebsspiel zu berücksichtigen und um den Antrieb zur angegebenen Position zu bewegen; Rückgabewert der (zur Bewegung verwendeten) Methode MoveAbsolute wird zurückgegeben
- **virtual BOOL MoveByPosition(long)** **PUBLIC**
erhöht lPosition um das Offset (Parameter in **Encoderschritten**); Rückgabewert: stets TRUE bei TC_Drive überschrieben, um die Methode MoveRelative der abgeleiteten Klassen aufzurufen und deren Rückgabewert zurückzugeben
- **BOOL MoveToAngle(double)** **PUBLIC**
übersetzt den Parameter (*Absolutposition* in **Nutzereinheiten**) in eine *interne Antriebsposition* (Methode Translate) und fährt diese an (Methode MoveToPosition); siehe [3]: mlMoveToDistance und mMoveToDistance
Rückgabewert: TRUE ↔ Übersetzung und Positionierung erfolgreich
- **BOOL MoveByAngle(double)** **PUBLIC**
ermittelt die aktuelle *Absolutposition* und addiert das Offset (Parameter in **Nutzereinheiten**); rechnet diese in eine *interne Antriebsposition* um und fährt sie an; siehe [3]: mMoveByDistance
Rückgabewert: TRUE ↔ Ermittlung, Übersetzung und Positionierung erfolgreich



- **BOOL SetAngleWidth(double)** **PUBLIC**
übersetzt den Parameter (*Absolutposition* in *Nutzereinheiten*) in eine *interne Antriebsposition* und passt diese ins Intervall [wPositionMin ... wPositionMax] ein; Anschließend wird der Wert wieder in *Nutzereinheiten*, umgerechnet, um in dAngleWidth gespeichert zu werden. siehe [3]:
mSetValue(Width, ...)
- **virtual BOOL SetSpeed(double)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE; siehe [3]: mSetValue(Speed, ...)
bei TC_DRIVE überschrieben; rechnet den Parameter (*Nutzereinheiten/ Sekunde*) in (*Encoderschritten/ Sekunde*) um, speichert ihn in dwVelocity und setzt ihn als aktuelle Geschwindigkeit; Rückgabewert: stets TRUE
- **virtual BOOL SetMoment(float)** **PUBLIC** **ENTF**
hier nur Rückgabe von TRUE; totter Code in TMotor und allen abgeleiteten Klassen (Quelle: [5])
bei TC_812 überschrieben, um das (als Parameter) übergebene, relative Drehmoment (moment $\in [0 \dots 1]$) zu setzen; Rückgabewert: stets TRUE
AUSKOMMENTIERT
- **inline void SetCalibrationState(BOOL state)** **PUBLIC** **GEÄ**
setzt bIsCalibrated auf den als Parameter übergebenen Wert
- **void SetCorrectionState(BOOL)** **PUBLIC**
wenn der Parameter TRUE ist und (bCorrection == TRUE und bIsCalibrated == TRUE) gilt, wird eCorrStatus auf CorrPolynom gesetzt; sonst immer auf CorrLinear; siehe [3]: mSetCorrectionState
- **BOOL SetAngleRange(void)** **PUBLIC**
übersetzt die *internen Antriebspositionen* lPositionMin und lPositionMax in *Absolutpositionen* und speichert diese als dAngleMin bzw. dAngleMax; Rückgabewert: stets TRUE
- **virtual BOOL SetLimit(DWORD)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE
bei TC_812 und TC_832 wird dwRemoveLimit der Wert des Parameters zugewiesen; Bei TC_812, wird zusätzlich ein Kommando (siehe ExecuteCmd) ausgeführt.
Rückgabewert: FALSE \leftrightarrow Kommando nicht erfolgreich ausgeführt
- **virtual BOOL SetLine(int, BOOL)** **PUBLIC**
hier nur Rückgabe von TRUE; siehe [3]: mSetLine
überschrieben bei TC_812 um den Ausgangsport des Controllers C-812 anzusprechen; Der erste Parameter (channel $\in [1 \dots 16]$) wählt einen Kanal. Der zweite Parameter (BOOL) regelt die Spannung des Ports: 0 (FALSE) oder 5 (TRUE) Volt. Rückgabewert: FALSE \leftrightarrow Kommando nicht erfolgreich ausgeführt
- **virtual BOOL SetHome(void)** **PUBLIC**
stellt den Zustand her, als ob das Programm beendet und neu gestartet wurde (keine *Relative Null*, *Antriebsposition* 0, usw.); Wird nur intern zum Kalibrieren und nach dem *Referenzpunktlauf* verwendet. Rückgabewert: stets TRUE

**► BOOL PushSettings(void)****PUBLIC**

speichert einige ausgewählte Attribute in Settings ab, so dass sie mit Methode PopSettings wiederhergestellt werden können; siehe [3]: mPushSettings

bei TC_Drive überschrieben (gibt nur TRUE zurück), **die Methode ist in TMotor nicht als virtuell deklariert**

► BOOL PopSettings(TParameter)**PUBLIC**

stellt die als Parameter übergebenen Attribute wieder her und fährt die Absolutposition wieder an, die bei Methode PushSettings gespeichert wurde; siehe [3]: mPopSettings

bei TC_Drive überschrieben (gibt nur TRUE zurück), **die Methode ist in TMotor nicht als virtuell deklariert**

► virtual BOOL StartLimitWatch(void)**PUBLIC**

hier nur Rückgabe von R_OK

bei TC_832 überschrieben – dort wird **Limit Watch** gestartet; Bei aktivem *Limit Watch* werden Antriebsinformationen in Hauptfenster ‚Steuerprogramm‘ ausgegeben – siehe Methode

TMain::SetWatchIndicator. Rückgabewert: FALSE ↔ *LimitWatch* bereits aktiv

► virtual BOOL StopLimitWatch(void)**PUBLIC**

hier nur Rückgabe von R_OK

bei TC_832 überschrieben, dort wird *Limit Watch* gestoppt; Rückgabewert: FALSE ↔ *LimitWatch* nicht aktiv

► virtual BOOL ActivateDrive(void)**PUBLIC**

hier nur Rückgabe von TRUE; siehe [3]: mActivateDrive

überschrieben bei TC_Drive (nur Rückgabe von FALSE), TC_812 und TC_832; Bei den letzten beiden Klassen wird der Antrieb im Controller ausgewählt. Der Antrieb muss ausgewählt werden, bevor die Bewegung gestartet wird! Rückgabewert TRUE ↔ erfolgreich ausgewählt

► virtual BOOL StopDrive(BOOL)**PUBLIC****GEÄ**

hier nur Rückgabe von TRUE; siehe [3]: mStopDrive

überschrieben bei TC_812 und TC_832 um die Bewegung des Antriebs zu stoppen; Der Parameter (**Wertebereich BOOL ausreichend Hier, bei TC_812 und bei TC_832 korrigiert**) gibt an, ob die Position eingeregelt werden soll. Rückgabewert TRUE ↔ erfolgreich gestoppt und ggf. eingeregelt

► virtual void OptimizingDlg(void)**PUBLIC**

hier leer; siehe [3]: mOptimizingDlg

bei TC_812 und TC_832 implementiert – dort werden die Dialogfenster ‚DC-Controller Parameter C-812‘ bzw. ‚DC-Controller Parameter C-832‘ angezeigt; siehe [7]

► virtual void StartCheckScan(void)**PUBLIC**

hier leer; siehe [3]: mStartMoveScan

bei TC_812ISA, TC_812GPIB und TC_832 überschrieben; Dort wird der Scan zum Optimieren des Anfahrverhaltens implementiert.



► **virtual BOOL StartToIndex(long&)** **PUBLIC**

hier nur Rückgabe von TRUE

überschrieben bei TC_812 und TC_832, dort starten des *Referenzpunktlaufs*; Rückgabewert: stets TRUE

► **virtual int ExecuteCmd(LPSTR)** **PUBLIC**

hier nur Rückgabe von R_OK; siehe [3]: mExecuteCmd

bei TC_812ISA und TC_812GPIO überschrieben, dort wird der (als Zeichenkette übergebene) Parameter direkt an den jeweiligen Controller (als Kommandofolge) gesendet; Rückgabewert:

- 0 → bControlBoardOK == FALSE
- R_FAILURE → es wird bereits ein Kommando ausgeführt
- R_OK → sonst

bei TC_832-Implementation falsche Signatur (Rückgabewert BOOL); KORRIGIERT

IV.1.4 Bewertung

Metrik		Kennung (min,max)	Wert
Klasse			
	„Lines Of Code“ inkl. Leer- und Kommentarzeilen	LOC (0, 1000)	989
	„LOC of Implementation“*	LOCI	810
	„LOC of Declaration“*	LOCD	179
	„Number Of Attributes“	NOA (0, 30)	48
	„Number Of Operations“	NOO (0, 50)	77
	„Number Of Members“ Attribute + Methoden	NOM = NOA + NOO	125
	„Number Of Constructors“	NOCON (0, 5)	1
	„Number Of Overridden Methods“	NOOM (0, 10)	0
	„Percentage of Private Members“	PPrivM	13
	„Percentage of Protected Members“	PProtM (0, 10)	28
	„Percentage of Public Members“	PPubM	59
	„Weighted Methods Per Class“	WMPC1 (0, 30)	116
Attribute			
	„Attribute Complexity“	AC	260
Methoden			
	„Maximum Number Of Parameters“	MNOP (0, 4)	5
	„Cyclomatic Complexity“	CC	116
Kommentare			
	„Number Of Comments“*	NOC	96
	„True Comment Ratio“	TCR (5, 400)	16

Tabelle 6 „ausgewählte Metriken der Klasse TMotor“ (Quelle: Together®, Version 6.0)

* Diese Metriken sind nicht Bestandteil von Together, sondern wurden manuell ermittelt.

Anmerkungen zur Fehleranfälligkeit und -toleranz der Klasse TMotor findet man (wenn nötig) dem jeweiligen Member, rot hervorgehoben.



IV.2 Klasse TMList

Deklaration : M_MOTCOM.H

Implementation : MOTORS.CPP

Zur Verwaltung der angeschlossenen Antriebe, wird beim Start der MOTORS.DLL das Objekt lpMList erzeugt und initialisiert (Datei M_LAYER.CPP) – siehe ► [Dokumentation des Istzustands](#).

IV.2.1 Attribute

Beim Erzeugen eines neuen TMotor-Objektes, registriert sich jeder Antrieb im Objekt lpMList, indem er sein nId (je nach Achse) in einem der folgenden Attribute abgelegt:

Attribut in TMList	TAxisType
► int AD_Z PUBLIC	Z
► int AD_Y PUBLIC	Y
► int AD_X PUBLIC	X
► int AD_Tilt PUBLIC	Tilt
► int AD_DC PUBLIC	DC
► int AD_Collimator PUBLIC	CC
► int AD_DF PUBLIC	DF
► int AD_Encoder PUBLIC	Encoder
► int AD_Phi PUBLIC	Phi
► int AD_Psi PUBLIC	Psi
► int AD_Rotation PUBLIC	Rotation
► int AD_Absorber PUBLIC	Absorber
► int AD_Monochromator PUBLIC	Monochromator
► int AD_Theta PUBLIC	Theta
► int AD_Omega PUBLIC	Omega

Tabelle 7 „Beziehung zwischen Attribut in TMList und zugeordneter Bewegungs-Achse“ (Quelle: selbst)

Wenn für eine Achse (z.B. DC) kein Antrieb existiert, dann hat das zugeordnete Attribut (hier AD_DC) den Wert -1.

Wenn mehrere Antriebe pro Achse erzeugt werden, wird der erste Index überschreiben und es gilt nur der letzte Antrieb.

► **TMotor** aMotor** **PRIVATE**

eine Liste von TMotor-Objekten, die in Methode InitializeModule gefüllt wird; Sie enthält mindestens einen Eintrag (ggf. wird ein TMotor-Objekt erzeugt) – maximal nMaxNumber Einträge.

► **Int nMaxNumber** **PRIVATE**

entspricht der maximalen Anzahl zu verwaltender Antriebe plus eins (siehe Wertebereich von nLastDrive); Mehr Antriebe werden bei Methode InitializeModule nicht erzeugt, weitere Antriebe werden ignoriert. nMaxNumber wird im Konstruktor initialisiert (Standardwert: 10).

► **Int nLastDrive** **PRIVATE**

Index des zuletzt in aMotor aufgenommenen TMotor-Objekts; ist stets im Intervall [0 ... nMaxNumber]

► **Int nActiveDrive** **PRIVATE**

Index eines **ausgewählten Antriebs**, dessen Referenz bei Methode MP(void) zurückgegeben wird; nActiveDrive kann bei Methode SetAxis gesetzt werden.



► **HINSTANCE hMInstance** **PRIVATE** **ENTF**

enthält ein Handle auf die Instanz der MOTORS.DLL; Wert kann NULL sein, wenn DLL nicht initialisiert wurde; **toter Code** (Quelle: [5]) **AUSKOMMENTIERT**

IV.2.2 Methoden

► **TMList(int)** **PUBLIC** **GEÄ**

Der Konstruktor initialisiert alle (unter [IV.2.1 Attribute](#)) genannten Attribute. Der erste Parameter gibt die maximale Anzahl zu verwaltender Antriebe an (Wert wird in `nMaxNumber` gespeichert). Der zweite Parameter enthält ein Handle auf die Instanz der MOTORS.DLL, das Handle wird in `hMInstance` abgelegt, aber **nirgends benutzt**. (Das Handle ist entfernt.)

Es wäre sehr wichtig sicherzustellen, dass maximal ein Objekt vom Typ TMList erzeugt werden kann. teilweise Abhilfe durch leer implementierten Copy-Konstruktor (siehe nächstes Element)

► **TMList(const TMList&)** **PRIVATE** **NEU**

leer implementierter privater Copy-Konstruktor, verhindert das Erzeugen von weiteren TMList-Objekten durch Zuweisung

► **BOOL InitializeModule(void)** **PUBLIC**

erzeugt und initialisiert für jeden [MOTOR<M>]-Abschnitt der HARDWARE.INI je ein entsprechendes TMotor-Objekt und legt dieses in `aMotor` ab; siehe `nMaxNumber` und `nLastDrive`
Rückgabewert: stets TRUE

Die Indizes, wie sich TMotor in lpMList registriert und wie sie die Methode InitializeModule vergibt, können erheblich variieren. Das kann im Programm zu schwerwiegenden Zuordnungsfehlern führen: mit Abstürzen oder das sich ein falscher Antrieb bewegt! Das ist bereits der Fall wenn:

- ein Motorabschnitt in der ini-Datei gelöscht wird
- wenn ein TMotor-Objekt entsteht, das nicht von lpMList erzeugt wurde
- wenn mehr Antriebe erzeugt werden, als aMotor aufnehmen kann

► **~TMList(void)** **PUBLIC**

gibt die bei Methode InitializeModule erzeugte Antriebsliste wieder frei

► **BOOL SaveModuleSettings(void)** **PUBLIC**

speichert den Großteil der Attribute der (in `aMotor` vorhandenen) Antriebe (siehe Methode `TMotor::SaveSettings`) und stoppt ihre Bewegung; siehe [3]: `m1SaveModuleSettings`
Rückgabewert: stets TRUE

► **TMotor* MP(void)** **PUBLIC**

gibt die TMotor-Referenz des *ausgewählten Antriebs* (der sich in `aMotor` an Position `nActiveDrive` befindet) zurück; entspricht: `aMotor[nActiveDrive]`



- **TMotor* MP(int)** **PUBLIC**
überprüft, ob der Parameter (*index*) im Intervall [0 ... *nLastDrive*] liegt:
- ja → der Zeiger des <*index*>-ten Antriebs in *aMotor* wird zurückgegeben (z.B. *index* == 0, dann wird der zuerst erzeugte Antrieb⁶ zurückgegeben)
 - nein → Rückgabewert von Methode *MP(void)*
- **int GetAxis(void)** **PUBLIC**
gibt den Index des *ausgewählten Antriebs* zurück; entspricht: *nActiveDrive*; siehe [3]: *mlGetAxis*
- **int LastId(void)** **PUBLIC**
gibt den Index des zuletzt in *aMotor* aufgenommenen *TMotor*-Objekts zurück; entspricht: *nLastDrive*
- **int GetAxisNumber(void)** **PUBLIC**
gibt die Anzahl der Antriebe in *aMotor* zurück; entspricht: *nLastDrive* + 1, siehe [3]: *mlGetAxisNumber*
- **inline HINSTANCE GetModuleHandle(void)** **PUBLIC**
gibt das Handle auf die Instanz der *MOTORS.DLL* zurück; entspricht: *hMInstance*
toter Code (Quelle: [5]) **AUSKOMMENTIERT**
- **static TAxisType ParsingAxis(LPSTR)** **PUBLIC** **GEÄ**
übersetzt die (als Parameter übergebene) "beliebige", textuelle Bezeichnung eines Antriebs in die ihm zugeordnete Achse und gibt diese zurück; Wenn die Bezeichnung nicht in **Tabelle 2** enthalten ist, wird 0 zurückgegeben. siehe [3]: *mlParsingAxis*
Methode sollte static sein. KORRIGIERT
- **BOOL SetAxis(int)** **PUBLIC**
prüft, ob der als Parameter (*index*) übergebene Wert im Intervall [0 ... *nLastDrive*] liegt (siehe [3]: *mlSetAxis*)
- ja → setzt den *ausgewählten Antrieb* (*nActiveDrive*) auf *index* und gibt *TRUE* zurück
 - nein → setzt 0 als *ausgewählten Antrieb* und gibt *FALSE* zurück
- **void SetAngleDefault(void)** **PUBLIC**
hebt für alle Antriebe in *aMotor* die *Relative Null* auf und aktualisiert die Werte *dAngleMin* und *dAngleMax* in *TMotor*; siehe [3]: *mlSetAngleDefault*
- **void PositionControlDlg(void)** **PUBLIC**
zeigt das Dialogfenster ‚Verfahren nach Encoder-Position‘ an; siehe [7] und [3]: *mlPositionControlDlg*
- **void SetParametersDlg(void)** **PUBLIC**
zeigt das Dialogfenster ‚Motor-Parameter‘ an; siehe [7] und [3]: *mlSetParametersDlg*

⁶ *aMotor*[0]



► **void InquireReferencePointDlg(BOOL)** **PUBLIC** **GEÄ**
 zeigt das Dialogfenster ‚Grundeinstellung anfahren‘ an (siehe [7]); Der übergebene Parameter (**Wertebereich BOOL ausreichend KORRIGIERT**) konfiguriert das Dialogfenster (wenn alle Antriebe kalibriert werden sollen ist `task == 99` **geändert in task==TRUE**; sonst kann nur ein Antrieb kalibriert werden.).
 siehe [3]: `mlInquireReferencePointDlg`

IV.2.3 Bewertung

Metrik	Kennung (min,max)	Wert
Klasse		
‚Lines Of Code‘ inkl. Leer- und Kommentarzeilen	LOC (0, 1000)	445
‚LOC of Implementation‘*	LOCI	399
‚LOC of Declaration‘*	LOCD	46
‚Number Of Attributes‘	NOA (0, 30)	19
‚Number Of Operations‘	NOO (0, 50)	13
‚Number Of Members‘ Attribute + Methoden	NOM = NOA + NOO	32
‚Number Of Constructors‘	NOCON (0, 5)	2
‚Number Of Overridden Methods‘	NOOM (0, 10)	0
‚Percentage of Private Members‘	PPrivM	12
‚Percentage of Protected Members‘	PProtM (0, 10)	0
‚Percentage of Public Members‘	PPubM	88
‚Weighted Methods Per Class‘	WMPC1 (0, 30)	45
Attribute		
‚Attribute Complexity‘	AC	27
Methoden		
‚Maximum Number Of Parameters‘	MNOP (0, 4)	1
‚Cyclomatic Complexity‘	CC	45
Kommentare		
‚Number Of Comments‘*	NOC	26
‚True Comment Ratio‘	TCR (5, 400)	17

Tabelle 8 „ausgewählte Metriken der Klasse TMList“ (Quelle: Together[®], Version 6.0)

* Diese Metriken sind nicht Bestandteil von Together, sondern wurden manuell ermittelt.

Anmerkungen zur Fehleranfälligkeit und -toleranz der Klasse TMList findet man (wenn nötig) dem jeweiligen Member, rot hervorgehoben.

V Attribute

► **LPMList lpMList**

GLOBAL

definiert und initialisiert in `M_LAYER.CPP`, beinhaltet die Liste der zu verwaltenden Antriebe; siehe [IV.2 Klasse TMList](#)

VI Methoden (C-Interface zur Antriebssteuerung)

Das zur Antriebssteuerung verwendete C-Interface wurde bereits einem Reverse-Engineering Prozess unterzogen. Sehr detaillierte Informationen findet man unter [\[3\]](#).



VII Anhang

VII.1 Verwandte Dokumente

- [1] „Verhaltensspezifikation: XCTL-Steuerprogramm – Teil: Motorsteuerungs-Komponente (motors.dll)“, Version 0.9 von Stefan Lützkendorf
- [2] „Komponente: Diffraktometrie/ Reflektometrie Ablauf und Einstellungen“, Designbeschreibung von Jens Ullrich und Stephan Berndt
- [3] „Beschreibung einer Schnittstelle zur Motorenansteuerung: Das C-Interface des RTK-Steuerungsprogramms“, Studienarbeit von Sebastian Freund und Derrick Hepp
- [4] „Motorsteuerung -> Design -> Dateiübersicht“, am 03.04.2002 von Kay Schützler erstellt
- [5] „Toter Code: Ergebnisse mit SNIFF und McCabe“, am 15.09.99 von Stefan Lützkendorf erstellt
- [6] „Layoutkonventionen und Steuerelemente“, Version 1.0 von Thomas Kullmann und Günther Reinecker
- [7] „Windows-Ressourcen, Ressourcenübersicht“, am 01.06.2002 von Thomas Kullmann und Günther Reinecker erstellt

VII.2 Index

ABSOLUTPOSITION.....	5
ANTRIEBSSPIEL	10
AUSGEWÄHLTER ANTRIEB.....	21
ENCODERSCHRITTE	5
ENCODERSTEPS.....	<i>SIEHE ENCODERSCHRITTE</i>
GRUNDSTELLUNG	<i>SIEHE REFERENZPUNKT</i>
INDEX-SCHALTER	11
INTERNE ANTRIEBSPOSITION	5
KALIBRERUNG	<i>SIEHE REFERENZPUNKT</i>
LIMIT WATCH.....	18
MOTORSPIEL.....	<i>SIEHE ANTRIEBSSPIEL</i>
NEWTONVERFAHREN.....	16
NUTZEREINHEIT.....	8
REFERENZPUNKT	11
REFERENZPUNKTLAUF	11

VII.3 Tabellen

TABELLE 1 „AUFLISTUNG DER ZUM SUBSYSTEM ZUGEHÖRIGEN DATEIEN“ (QUELLE: [1])	3
TABELLE 2 „ACHSE: BEZIEHUNGEN ZWISCHEN BEZEICHNUNG UND EINDEUTIGEM AUFZÄHLUNGSTYP – GROB-/KLEINSCHREIBUNG IST ZU BEACHTEN!“ (QUELLE: SELBST).....	4
TABELLE 3 „EINHEIT: BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER BEZEICHNUNG UND DEM EINDEUTIGEN AUFZÄHLUNGSTYP – GROB-/ KLEINSCHREIBUNG IST ZU BEACHTEN!“ (QUELLE: SELBST).....	4
TABELLE 4 „SYMBOLISCHE WERTE VON T _{CORRECT} “ (QUELLE: SELBST).....	5
TABELLE 5 „FRIENDS DER KLASSE T _{MOTOR} “ (QUELLE: SELBST).....	7
TABELLE 6 „AUSGEWÄHLTE METRIKEN DER KLASSE T _{MOTOR} “ (QUELLE: TOGETHER [®] , VERSION 6.0)	21
TABELLE 7 „BEZIEHUNG ZWISCHEN ATTRIBUT IN T _{MLIST} UND ZUGEORDNETER BEWEGUNGS-ACHSE“ (QUELLE: SELBST)	22
TABELLE 8 „AUSGEWÄHLTE METRIKEN DER KLASSE T _{MLIST} “ (QUELLE: TOGETHER [®] , VERSION 6.0).....	25

VII.4 Abbildungen

ABBILDUNG 1 „UML-KLASSENDIAGRAMM: VERERBUNGSHIERARCHIE DER ANTRIEBE“ (QUELLE: TOGETHER [®] , VERSION 6.0)	3
ABBILDUNG 2 „UML-KLASSENDIAGRAMM: T _{MOTOR} UND T _{MLIST} “ (QUELLE: TOGETHER [®] , VERSION 6.0)	6