

Sicherheitsinformationen

be in motion be in motion

TAM 00697

Drehstrommotor
für sicherheitsgerichtete
Anwendungen

Version: 07/2021
deutsch

RECHTLICHE HINWEISE ZUR DOKUMENTATION

Copyright

Diese Dokumentation darf vom Eigentümer ausschließlich für den internen Gebrauch in beliebiger Anzahl kopiert werden. Für andere Zwecke darf diese Dokumentation auch auszugsweise weder kopiert noch vervielfältigt werden. Verwertung und Mitteilung von Inhalten dieser Dokumentation sind nicht gestattet. Bezeichnungen bzw. Unternehmenskennzeichen in dieser Dokumentation können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Verbindlichkeit

Diese Dokumentation ist Teil des Gerätes/der Maschine. Diese Sicherheitshinweise müssen jederzeit für den Bediener zugänglich und in einem leserlichen Zustand sein.

Bei Verkauf/Verlagerung des Gerätes/der Maschine muss diese Dokumentation vom Besitzer zusammen mit dem Gerät/der Maschine weitergegeben werden. Nach Verkauf des Gerätes/der Maschine sind dieses Original und sämtliche Kopien an den Käufer zu übergeben. Nach Entsorgung oder anderem Nutzungsende sind dieses Original und sämtliche Kopien zu vernichten.

Mit der Übergabe der vorliegenden Dokumentation werden entsprechende Dokumentationen mit einem früheren Stand außer Kraft gesetzt.

Bitte beachten Sie, dass Angaben/Zahlen/Informationen **aktuelle Werte zum Druckdatum** sind. Zur Ausmessung, Berechnung und Kalkulation sind diese Angaben **nicht rechtlich verbindlich**.

Die Firma Baumüller Nürnberg GmbH behält sich vor, im Rahmen der eigenen Weiterentwicklung der Produkte die technischen Daten und die Handhabung von Baumüller-Produkten zu ändern.

Es kann jedoch keine Gewährleistung bezüglich der Fehlerfreiheit dieser Dokumentation, soweit nicht in den Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen anders beschrieben, übernommen werden.

BAUMÜLLER NÜRNBERG GmbH
Geschäftsbereich Motoren
D-90482 Nürnberg
www.baumueller.com

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitsrelevante Information	4
1.1	Grundlegende Betriebsanleitungen mit Sicherheitshinweisen	4
1.2	Wichtige Hinweise	5
1.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	5
1.4	Lieferumfang.....	6
1.4.1	Motorkennzeichnung	6
1.4.2	Prüfung des Lieferumfangs	6
2	Technische Daten	7
2.1	Sicherheitshinweise.....	7
2.2	Zulässige technische Eigenschaften für die eingesetzten zertifizierten Geber	8
2.2.1	Geber der Fa. Heidenhain	8
2.2.2	Geber der Fa. Sick	8
2.2.3	Resolver der Fa. LTN	8
2.2.3.1	RE-21 mit mechanisch sicherer Geberschnittstelle Baumüller.....	8
2.2.3.2	RE-15 mit mechanisch sicherer Geberschnittstelle Baumüller.....	9
3	Inbetriebnahme, Normalbetrieb	10
3.1	Sicherheitshinweise.....	10
3.2	Erst-Inbetriebnahme	10
3.3	Bedingungen im Betrieb	10
4	Störungsbeseitigung, Wartung, Instandhaltung und Reinigung.....	11
4.1	Sicherheitshinweise.....	11
4.2	Störungsbeseitigung, Wartung und Instandhaltung	11
4.3	Reinigung	11

1 Sicherheitsrelevante Information

1.1 Grundlegende Betriebsanleitungen mit Sicherheitshinweisen

Dieser Elektromotor mit 06xxxxxx-Motorartikelnummer ist nach dem gegebenen Stand der Sicherheitstechnik gebaut und vor dem Verlassen des Werkes auf seine Betriebssicherheit überprüft worden.

Für seine ordnungsgemäße Inbetriebnahme und seine gefahrlose Verwendung sind folgende Dokumentationen zu beachten:





- die vorliegenden Sicherheitshinweise (TAM 00697 Drehstrommotor für sicherheitsgerichtete Anwendungen).
- die Betriebsanleitung - Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise für Drehstrommotoren TAM 00552.
- die produktspezifische Betriebsanleitung TAM 00xxx.
- die Montage- und Betriebsanleitung, das Implementierungshandbuch mit Sicherheitshinweisen, sowie alle weiteren zum Produkt gehörenden Dokumentationen des jeweiligen Geberherstellers zur funktionalen Sicherheit.

Im Umgang mit diesem Produkt sei grundsätzlich auf folgende Gefahren hingewiesen:

Gefahren durch




- Hebe- und Transportvorgänge
- elektrischen Strom
- sich bewegende Teile
- heiße Oberflächen
- EMV- Störungen
- mechanische Überlastung
- thermische Überlastung

Um eine Gefährdung von Personen und Sachwerten zu vermeiden bzw. vorhandene Restrisiken zu minimieren, beachten Sie insbesondere alle Warnhinweise, die durch folgende Produktsicherheitszeichen gekennzeichnet sind:

	Lebensgefahr durch elektrischen Strom Bei Nichtbeachtung können der Tod oder schwerste Verletzungen eintreten.
	Warnung vor allgemeinen Gefahren Bei Nichtbeachtung können schwere Verletzungen oder Sachschäden auftreten.
	Verbot einer unzulässigen Handlung Bei Nichtbeachtung können schwere Verletzungen auftreten.
	Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen

Beachten Sie auch alle mitgeltenden Sicherheitshinweise (zum Beispiel die des Auswerteelektronik-Herstellers), die für einen sicheren Betrieb im Sinne der funktionalen Sicherheit notwendig sind.

1.2 Wichtige Hinweise

	Herstellerangaben zum Motor und Geber sind strikt einzuhalten. Sie dürfen auch bei ungünstigen Betriebsbedingungen nicht überschritten werden.
	Alle eigenmächtigen Umbauten und Veränderungen am Elektromotor sind aus Sicherheitsgründen nicht gestattet! Im Bedarfsfall fragen Sie beim Motorenhersteller nach. Es dürfen zum Betrieb des Elektromotors grundsätzlich keine Sicherheitseinrichtungen demontiert oder außer Betrieb gesetzt werden.
	Alle Arbeiten nur von dafür qualifiziertem Fachpersonal ausführen lassen! Alle Arbeiten nur im spannungslosen und gegen Wiedereinschaltung gesicherten Zustand der Anlage ausführen (auch Hilfsstromkreise)! Alle Arbeiten nur bei Motorstillstand ausführen! Bei Drehstrom-Synchronmotoren mit Dauermagneterregung können bei rotierendem Läufer an den Motorkontakten Spannungen > 60 V auftreten. Vorschriften für Arbeiten in elektrischen Anlagen einhalten!

1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Elektromotor für den Einsatz in der funktionalen Sicherheit muss eine 06xxxxxx-Artikelnummer aufweisen und ist nur innerhalb seiner bestimmungsgemäßen Verwendung zugelassen. Er darf in diesem Zusammenhang nur für die in den technischen Unterlagen vorgesehenen Einsatzfälle unter Beachtung aller Sicherheitshinweise dieser technischen Anweisung verwendet werden.

Alle Arbeiten zur Montage, Inbetriebnahme, Wartung sowie während des Betriebes dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Unter qualifiziertem Personal versteht man im Sinne der hier aufgeführten sicherheitstechnischen Hinweise, eine auf dem Sachgebiet ausgebildete und autorisierte Person, welche die Berechtigung hat, Geräte, Systeme und Stromkreise unter Anwendung der geltenden Sicherheitsstandards aufzustellen, zu montieren, in Betrieb zu nehmen und zu betreiben (DIN EN 50110-1).

Unsachgemäßes Verhalten kann schwere Personen- und Sachschäden verursachen!

Dieser **Elektromotor** ist für den **Einsatz** in **gewerblichen Anlagen** bestimmt und unterliegt grundsätzlich den **Normen bzw. Richtlinien** der produktspezifischen mitgeltenden EU-Konformitätserklärungen und oder Einbauerklärungen, sowie der sicherheitsgerichteten Normen **EN ISO 13849 und EN 61800-5-2** zur funktionalen Sicherheit.

Elektromotoren dieser Baureihe erfüllen die Anforderungen zum Fehlerausschluss der mechanisch sicheren Geberschnittstelle.

Beachten Sie zudem die verbindlichen nationalen, örtlichen und anlagenspezifischen Betriebssicherheitsvorschriften!

1.4 Lieferumfang

1.4.1 Motorkennzeichnung



1.4.2 Prüfung des Lieferumfangs


Die Lieferung ist auftragsbezogen zusammengestellt.

- Werden bei Anlieferung Transportschäden festgestellt, so sind diese unmittelbar dem Transportunternehmen und den Stammwerken der Fa. Baumüller zu melden.
- Prüfen Sie die Vollständigkeit der Lieferung und deren Dokumente. Vergleichen Sie sofort die Leistungsdaten und Ausführungen des gelieferten Motors mit Ihren Bestelldaten. Werden erkennbare Mängel oder eine unvollständige Lieferung festgestellt, so ist unmittelbar das zuständige Baumüller-Außenbüro oder das Baumüller-Stammwerk in Nürnberg zu benachrichtigen.

Die Inbetriebnahme des Motors ist in beiden Fällen solange untersagt, bis die vorhandenen Mängel fachgerecht behoben sind.

2 Technische Daten

2.1 Sicherheitshinweise

	In der Applikation sind die technischen Daten von Motor- und Geberhersteller zwingend zu beachten. Zum Beispiel ist die real auftretende Winkelbeschleunigung des eingesetzten Motors, mit der maximal möglichen Winkelbeschleunigung der genannten Geberhersteller zu prüfen. Eine Überschreitung der angegebenen maximalen Winkelbeschleunigungen ist nicht zulässig, da die mechanische sichere Geberanbindung dadurch gefährdet wird!
---	---

Weiterhin gelten folgende ergänzende Sicherheitsinformationen zu BAUMÜLLER-Motoren mit „Fehlerausschluss zur mechanischen Geberanbindung“ zu ein-/angebauten sicheren Gebern :

Zu berücksichtigen ist grundsätzlich, dass sich das Subsystem BAUMÜLLER-Motor mit „Fehlerausschluss zur mechanischen Geberanbindung“ lediglich als Bestandteil eines Gesamtsystems zu einer Sicherheitskette darstellt. Zur Beurteilung und Gewährleistung der funktionalen Sicherheit der Sicherheitsfunktionen muss der System-Gesamtverantwortliche die weiteren beteiligten Subsysteme mit einbeziehen.

BAUMÜLLER-Motoren mit ein-/angebauten sicheren Gebern für den Einsatz in der „funktionalen Sicherheit“ müssen eine zertifizierte Geberanbindung für den damit verbundenen „mechanischen Fehlerausschluss“ haben. Grundsätzlich sind die mitgeltenden Vorschriften der Geber- und Auswerteelektronik –Hersteller zwingend zu berücksichtigen. Dies ist vom Gesamt-Systemverantwortlichen (z. B. Maschinen-/oder Anlagenhersteller) sicherzustellen. Der komplette Motor selbst oder dessen Anbauteile wie Getriebe, Bremse, Ritzel, Kupplung etc. sind keine Sicherheitsbauteile im Sinne der Maschinenrichtlinie. Die 06xxxxxx-BAUMÜLLER-Motoren-Artikelnummer ist lediglich ein Erkennungsmerkmal, dass in diesen BAUMÜLLER-Motoren Sicherheitskomponenten enthalten sind. Die 06er-Artikelnummer alleine besagt nicht, dass der Baumüller Motor für die sichere Anwendung geeignet ist.

Optional mit integrierten Bremsen:

Optional können Bremsen (wie PE- oder freigegebene SB-Bremsen für die funktionale Sicherheit) integriert werden, welche jedoch keine Sicherheitsbremsen sind. Achtung, die volle Bremsfunktion muss stets, d. h. auch bereits während der Inbetriebnahme, gewährleistet sein. Deshalb sind insbesondere bei PE-Bremsen axiale Kräfte auf das Motorwellenende stets über den gesamten Lebenszyklus untersagt. BAUMÜLLER empfiehlt den Bremsen-Luftspalt, das Bremsmoment oder indirekt die Bremsenluftspannung zu überwachen, damit eine „ausreichende Haltefunktion“ in allen Fehler-, Anbau- und Betriebszuständen gewährleistet wird. Die integrierten Bremsen sind jeweils innerhalb ihrer zulässigen Spezifikation nicht als Betriebsbremsen, sondern als Haltebremsen (Drehzahl 0 Umdrehung) zu betreiben. Die optionale Handlüftung bei SB-Bremsen darf generell nicht blockiert sein und auch nicht während des Maschinenbetriebes betätigt werden. Etwaige Transportarretierungen müssen vor Inbetriebnahme/Betrieb entfernt werden. Wir empfehlen SB-Bremsen nicht mit Übererregung zu betreiben, da dadurch erhöhte potentielle Bremsenstörfelder auf die Geber einwirken können. Die jeweilige Auswerteelektronik muss diese potentiellen Funktionsstörungen des Gebers sicher erkennen und abschalten.

Generelle Auswirkung des Bremsenabriebs zur funktionalen Sicherheit des sicheren Gebers am Motor:

Werden Haltebremsen z. B. mit Notstoppfunktion eingesetzt, so kann der entstehende Bremsenabrieb (auch leitend) in das Gebersystem eindringen, da keine völlige Abdichtung (Dichtspalt) von Bremse zu Gebersystem im Motor erzielt werden kann!

Deshalb müssen sichere Gebersysteme das Eindringen von Bremsenabrieb als solches sicher erkennen. Die nachgeschaltete Auswerte-Elektronik muss die sichere Fehlererkennung des Gebers erfassen und ein sicheres Abschalten gewährleisten. Dazu sind die jeweiligen Vorschriften der Geber- und Auswerteelektronik -Hersteller (wie Betriebsanleitungen, Implementierungshandbücher, Sicherheitshinweise) zwingend anzuwenden.

BAUMÜLLER-Empfehlung zum Bremsen-Betrieb mit sicheren Gebern in der funktionalen Sicherheit:

Die in BAUMÜLLER-Motoren integrierten Bremsen in Kombination mit sicheren Gebern sind nicht als Betriebsbremsen, sondern als Haltebremsen (Drehzahl 0 Umdrehung) zu betreiben, da die Häufigkeit und die Last von Bremsungen das Bremsen-Abriebverhalten beeinflusst. Deshalb empfehlen wir den Notstopbetrieb mit integrierten Bremsen möglichst zu vermeiden, um die optimale Geberlebensdauer zu erreichen! Das unzulässige Anfahren der Motoren gegen geschlossene Bremsen bei Drehzahlen größer 0, sowie das Einschleifen der Bremsen kann ebenso erheblichen Bremsenabrieb verursachen. Der eindringende Bremsenstaub in das sichere Gebersystem muss sicher erkannt werden, jedoch können damit verbunden sichere Geber-Früh-Ausfälle provoziert werden. Insbesondere hierzu empfehlen wir die sichere Baumüller-Umrichter-Technik einzusetzen, in deren Dokumentationen die geforderte sichere Fehlererkennung und Abschaltung beschrieben sind.

Motorenbetrieb mit sicheren Resolvern in Kombination mit Bremsen:

Gerade bei starken elektromagnetischen Feldern in Kombination mit sicheren Resolvern können applikationsbedingt die Resolver-Signale gestört werden. Dies muss durch die sichere Fehlererkennung und Abschaltung von der jeweiligen sicheren Auswerteelektronik zwingend geleistet werden! Wir empfehlen dementsprechend die zertifizierte BM-Auswerteelektronik einzusetzen. Generell gilt, die Eignung des Messsystems im Hinblick auf die erforderliche Messgenauigkeit der Applikation zu überprüfen.

Sichere optische Heidenhaingeber:

In sichere optische Heidenhaingeber darf lt. Geberherstellerspezifikation keine Feuchtigkeit (incl. Betauung) eindringen, da dies zu unsicheren Geberausfällen führen kann! Hierzu sind die Motorspezifikationen incl. Betriebs-/Umweltbedingungen zu beachten. Insbesondere unzulässiges Abkühlen, z. B. durch zu kaltes Kühlmedium, kann Betauung provozieren.

2.2 Zulässige technisch Eigenschaften für die eingesetzten zertifizierten Geber

2.2.1 Geber der Fa. Heidenhain

Siehe Angaben des Geberherstellers, insbesondere die Zuverlässigkeitsdaten zur jeweiligen SIL/PL-Level-Einstufung sowie der MTTF_d-Werte.

2.2.2 Geber der Fa. Sick

Siehe Angaben des Geberherstellers, insbesondere die Zuverlässigkeitsdaten zur jeweiligen SIL/PL-Level-Einstufung sowie der MTTF_d-Werte.

2.2.3 Resolver der Fa. LTN

2.2.3.1 RE-21 mit mechanisch sicherer Geberschnittstelle Baumüller

Eigenschaften Resolver	zwingend einzuhaltenen technische Daten
SIL-Level	bis SIL 3 je nach Gesamtsystemausführung im Sinne der funktionalen Sicherheit
MTTF _d -Wert	8320 Jahre
max. zul. Drehzahl	$\leq 6.000 \text{ min}^{-1}$
max. zul. Winkelbeschleunigung	zertifiziert: $\leq 100.000 \text{ rad/s}^2$
Arbeitstemperatur	-55°C bis +155°C

Eigenschaften Motor	zwingend einzuhaltenen technische Daten
zul. Schwingfestigkeit	radial 3g / axial 1g 10Hz bis 100Hz (EN 60068-2-6)

mitgeltend sind die Resolver-Datenblätter und Motorspezifikationen



2.2.3.2 RE-15 mit mechanisch sicherer Geberschnittstelle Baumüller

Eigenschaften Resolver	zwingend einzuhaltenen technische Daten
SIL-Level	bis SIL 3 je nach Gesamtsystemausführung im Sinne der funktionalen Sicherheit
MTTF _d -Wert	30.720 Jahre
max. zul. Winkelbeschleunigung	zertifiziert: $\leq 200.000 \text{ rad/s}^2$
Arbeitstemperatur	-55°C bis +155°C
Eigenschaften Motor	zwingend einzuhaltenen technische Daten
zul. Schwingfestigkeit	radial 3g / axial 1g 10Hz bis 100Hz (EN 60068-2-6)

mitgeltend sind die Resolver-Datenblätter und Motorspezifikationen

3 Inbetriebnahme, Normalbetrieb

3.1 Sicherheitshinweise

	<p>Führen Sie alle Arbeiten am Elektromotor nur aus, wenn der Motor stillsteht, spannungslos und abgekühlt ist. Alle während der Arbeiten am Motor gelösten Verbindungen wie Schrauben usw. sind vor Inbetriebnahme wieder zu befestigen.</p> <p>Beachten Sie bei den Arbeiten unbedingt die technischen Hinweise in den jeweiligen Kapiteln der Inbetriebnahme- und Wartungsanleitung.</p>
	<p>Der Elektromotor darf ohne Sicherheitseinrichtungen nicht betrieben werden, die motortypenbezogenen Betriebsanleitungen und Sicherheitshinweise sind zu beachten.</p> <p>Zur Montage und Demontage von Komponenten und Systemen, die zur Überwachung des sicheren Motorbetriebs vorgesehen sind, muss der Motor außer Betrieb gesetzt werden</p>

3.2 Erst-Inbetriebnahme

Vor der Erst-Inbetriebnahme sind eine Rastwinkelfahrt und gegebenenfalls die Überprüfung der Bremsenfunktion erforderlich, damit eventuelle Abweichungen frühzeitig erkannt und somit potentiell verbundene „unsichere Ausfälle“ verhindert werden können.


3.3 Bedingungen im Betrieb

Die Angaben des Motor- Umrichter- und Geberherstellers, sowie die für die Verwendung bzw. den geplanten Einsatzzweck zutreffenden Gesetze und Richtlinien sind zu beachten.

Die mechanischen und elektrischen Kennwerte (z. B. Umgebungstemperatur, Drehzahl, mechanische Belastung, max. Versorgungsspannung, elektromagnetische und elektrostatische Felder, usw.) des Motors und des verwendeten Drehgebers, dürfen in keinem Fall die vom Hersteller angegebenen Grenzwerte überschreiten.

4 Störungsbeseitigung, Wartung, Instandhaltung und Reinigung

4.1 Sicherheitshinweise

	<p>Wartungsarbeiten im Inneren des Motors und am Gebersystem, sowie Reparaturen oder Generalüberholungen dürfen <u>nur</u> in den Stammwerken der Fa. Baumüller durchgeführt werden. Sollten diese vorgenannten Arbeiten in unseren Inbetriebnahme- und Wartungsanleitungen anders beschrieben sein, so sind diese Arbeiten ausdrücklich <u>nicht</u> auszuführen.</p> <p>Reparaturwerke oder Servicebetriebe haben keine Berechtigung diese Arbeiten auszuführen, wenn keine entsprechende Schulung in den Stammwerken durchgeführt worden ist!</p> <p>Die Reparatur von sicheren Motoren ist kundenseitig untersagt.</p> <p>Das Aufbrechen von Siegelstellen führt unmittelbar zum Haftungsausschluss für die Firma Baumüller.</p>
---	--

4.2 Störungsbeseitigung, Wartung und Instandhaltung

Kundenseitig dürfen nur die von Baumüller zugelassenen Wartungsarbeiten durchgeführt werden; z. B. Nachschmieren von Lagern, sofern eine Nachschmiereinrichtung vorhanden ist. Dabei sind sämtliche Sicherheitshinweise und sicherheitsrelevante Informationen dieses Dokumentes sowie die Vorgaben und Hinweise der jeweiligen Inbetriebnahme- und Wartungsanleitung zu beachten.

Nach Motor-, Bremsen- oder Gebertausch bzw. Reparatur ist eine Rastwinkelfahrt und gegebenenfalls die Überprüfung der Bremsenfunktion erforderlich (vgl. auch Kap. 3.2).

4.3 Reinigung

Reinigung der Motoroberfläche erfolgt gemäß der Inbetriebnahme- und Wartungsanleitung. Eine Reinigung der Motoroberfläche mit Hochdruck oder Wasserdampf ist nicht zulässig.

Gewährleistung und Haftung

Alle Angaben in dieser Dokumentation sind unverbindliche Kundeninformationen, unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung und werden fortlaufend durch unseren permanenten Änderungsdienst aktualisiert. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche gegen die Firma Baumüller Nürnberg GmbH sind ausgeschlossen, wenn insbesondere eine oder mehrere der von uns nachfolgend aufgeführten Ursachen den Schaden bewirkt hat/haben:

- Sie haben Hinweise dieser Dokumentation missachtet.
- Sie haben das System nicht bestimmungsgemäß verwendet.
- Sie haben das System
 - unsachgemäß montiert, angeschlossen, in Betrieb genommen, bedient bzw. nicht gewartet
 - von nicht bzw. nicht ausreichend qualifiziertem Personal montieren, anschließen, in Betrieb nehmen, betreiben und / oder warten lassen,
 - überlastet,
 - betrieben mit
 - defekten Sicherheitseinrichtungen,
 - nicht ordnungsgemäß angebrachten bzw. ohne Sicherheitsvorrichtungen,
 - nicht funktionsfähigen Sicherheits- und Schutzvorrichtungen.
 - nicht innerhalb der vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen betrieben.
- Sie haben das System umgebaut, ohne dass dies schriftlich von der Firma Baumüller Nürnberg GmbH genehmigt wurde.
- Sie haben die Anweisungen bzgl. Wartung in den Komponentenbeschreibungen nicht beachtet.
- Sie haben die Teile, die einem Verschleiß unterliegen mangelhaft überwacht.
- Sie haben das System unsachgemäß mit Produkten anderer Hersteller kombiniert.
- Sie haben das Antriebssystem mit fehlerhaften und/oder fehlerhaft dokumentierten Produkten anderer Hersteller kombiniert.

Die „Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen“, der jeweils neuesten Version der Firma Baumüller Nürnberg GmbH gelten grundsätzlich.

Diese stehen Ihnen spätestens seit Vertragsabschluss zur Verfügung.

Änderung :

TAM00697 alte Version von 2012 wurde komplett überarbeitet