

Messverfahren für den kathodischen Korrosionsschutz
Deutsche Fassung EN 13509:2003**DIN**
EN 13509

ICS 23.040.99; 77.060

Ersatz für
DIN 50925:1992-10Cathodic protection measurement techniques;
German version EN 13509:2003Techniques de mesure applicables en protection cathodique;
Version allemande EN 13509:2003**Die Europäische Norm EN 13509:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.****Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm ist im Komitee CEN/TC 219 ausgearbeitet worden.

Für die deutsche Mitarbeit und Übersetzung ist der Arbeitsausschuss NMP 171 „Korrosion und Korrosionsschutz“ des Normenausschusses Materialprüfung verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN 50925:1992-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neue Gliederung;
- b) Anwendungsbereich auf Wässer erweitert;
- c) Hinweise für die Anwendung einzelner Messverfahren sind in den Anhängen A bis K angegeben.

Frühere Ausgaben

DIN 50925: 1992-10

Fortsetzung 36 Seiten EN

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Messverfahren für den kathodischen Korrosionsschutz

Cathodic protection measurement techniques

Techniques de mesures applicables en protection
cathodique

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Dezember 2002 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Definitionen und Symbole	5
3.1 Begriffe und Definitionen	5
3.2 Symbole	9
4 Anlage in Böden/Elektrolyt-Potential	10
4.1 Elektrische Geräte	10
4.2 Potentialmessung	10
4.3 Einflussfaktoren auf die Potentialmessung	10
4.4 Potentialmessverfahren	12
5 Anlage/Elektrolyt-Potential in Wässern	15
5.1 Elektrische Ausrüstung	15
5.2 Potentialmessungen	15
6 Andere Messungen	16
6.1 Gleichstrommessungen	16
6.2 Isolierstücke	16
6.3 Fremdanlagen	17
6.4 Umhüllung	17
Anhang A (informativ) Tabelle A.1: Elektroden zur Potentialmessung im Boden und/oder in wässrigen Medien	18
Anhang B (informativ) Stromreduktionstechnik	19
Anhang C (informativ) Übergrunduntersuchungen zur Messung des Rohr/Boden-Potentials entlang einer Rohrleitung in Böden	20
Anhang D (informativ) Übergrunduntersuchungen zur Bestimmung des Umhüllungszustandes und zum Auffinden von Umhüllungsdefekten	21
Anhang E (informativ) Spezialmethode der Ausschalttechnik bei Beeinflussung durch Streuströme	23
Anhang F (informativ) Erläuternde Anmerkungen zur Anwendung der Intensivmesstechnik und der Berechnung des IR-freien Potentials ($E_{IR\ free}$)	24
Anhang G (informativ) Beispiele typischer Probebleche und externer Potentialprüfsonden für Rohre	26
Anhang H (normativ) Genauigkeit der Potentialmessgeräte	27
Anhang I (informativ) Genauigkeit der Strommessung	29
Anhang J (informativ) Widerstandsmessungen an Isolierstücken	31
Anhang K (informativ) Stromeinspeiseprüfung an Isolierstücken	33
Literaturhinweise	35

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13509:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 219 "Korrosionsschutz metallener Werkstoffe" erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2003 zurückgezogen werden.

Diese vorliegende Norm als ein Grundlagenpapier zu verstehen, das allgemeine Messverfahren für den Kathodischen Korrosionsschutz von metallischen Anlagen in Böden oder Wässern aufzeigt.

Die Anhänge A, B, C, D, E, F, G, I, J und K sind informativ.

Der Anhang H ist normativ.

Das Dokument enthält Literaturhinweise.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, die Tschechische Republik, Ungarn und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Die vorliegende Europäische Norm beschreibt die Grundlagen verschiedener Messmethoden, die bei der Errichtung von Kathodischen Korrosionsschutzsystemen für metallische Anlagen in Böden oder Wässern, für den Nachweis der Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzes und für einen optimalen Betrieb des Systems angewendet werden.

Im Mittelpunkt steht dabei die Messung des Anlage/Elektrolyt-Potentials, mit dem geprüft werden kann, ob das Schutzpotentialkriterium für die jeweilige Anlage erfüllt ist.

Neben den verschiedenen Faktoren, die eine Potentialmessung beeinflussen können, beschreibt die Europäische Norm auch die unterschiedlichen Messverfahren und ihre Anwendbarkeit unter verschiedenen Bedingungen.

Darüber hinaus enthält die Norm Parameter, die überwacht und Messungen (Potential-, Potentialgradienten-, Strom- und Widerstandsmessungen) die durchzuführen sind, um die ordnungsgemäße Funktion und die Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzsystems für die gesamte Anlage sicherzustellen.

Einige der in den Kapiteln vorgestellten Messmethoden werden in Anhängen näher erläutert. Sie unterscheiden sich hinsichtlich Art und Zustand der zu schützenden Anlage, der örtlichen Bedingungen und der jeweiligen Genauigkeitsanforderungen.

Die Durchführung und Auswertung von Messungen an schlecht zugänglichen erdverlegten Anlagen (z. B. Leitungsnetze in bebauten Gebieten) ist äußerst schwierig. Werden Messungen in Unkenntnis aller bei Anwendung einer Messmethode möglichen Probleme durchgeführt, so können die ermittelten Messwerte mit Fehlern behaftet sein, was wiederum die Auswertung beeinflussen und zu falschen Entscheidungen führen kann.

Daher geht diese Europäische Norm in einem Kapitel auf die Schwierigkeiten bei der Messung des Anlage/Elektrolyt-Potentials ein und stellt verschiedene Messmethoden vor, mit denen derartige Schwierigkeiten berücksichtigt bzw. vermieden werden.

Mit entsprechendem Fachwissen und Erfahrung kann von den in dieser Europäische Norm vorgestellten Messverfahren das für den jeweiligen Anwendungsfall am besten geeignete Verfahren ausgewählt werden.

Um einen wirksamen und effizienten Kathodischen Korrosionsschutz zu erreichen, sollten die Messungen durch geschultes, erfahrenes und verantwortungsbewusstes Personal ausgeführt werden.

Das Messinstrumentarium sollte gut gewartet und periodisch kalibriert sowie sicherheitstechnisch überprüft werden.

1 Anwendungsbereich

Gegenstand dieser Europäischen Norm ist der Kathodische Korrosionsschutz von metallischen Anlagen in Böden oder Wässern. Sie beschreibt die Messmethoden zum Nachweis der Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzes sowie Messungen und Maßnahmen für dessen Überwachung während des Betriebs.

In dieser Norm werden die Messmethoden weitgehend am Beispiel von Rohrleitungen vorgestellt. Sie lassen sich jedoch auf alle anderen metallischen Anlagen in Böden oder Wässern (ausgenommen off-shore-Anlagen) anwenden.

Die Grundlagen des Kathodischen Korrosionsschutzes sind in EN 12954 erläutert. Weitere Messmethoden für bestimmte Fälle sind Gegenstand anderer Europäischer Normen (z. B. prEN 50 162).

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 12954:2001, *Kathodischer Korrosionsschutz von metallischen Anlagen in Böden oder Wässern — Grundlagen und Anwendung für Rohrleitungen*.

EN ISO 8044:1999, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Grundbegriffe und Definitionen (ISO 8044:1999)*.

3 Begriffe, Definitionen und Symbole

3.1 Begriffe und Definitionen

Für diese Europäische Norm gelten folgende Begriffe und Definitionen. Für weitere Begriffe und Definitionen sei bezüglich Korrosion auf die EN ISO 8044:1999 und für Kathodischen Korrosionsschutz auf die EN 12954:2001 verwiesen.

3.1.1

Anodenbettungsmasse

niederohmiges, gegebenenfalls Feuchtigkeit bewahrendes Material, in das eine im Erdboden platzierte Anode zur Minimierung des ohmschen Ausbreitungswiderstands eingebettet wird

3.1.2

Bettungsmasse

siehe Anodenbettungsmasse

3.1.3

Potentialverbindung

ein metallischer Leiter, meist aus Kupfer, zwischen zwei Punkten derselben Anlage oder an zwei verschiedenen Anlagen zur Herstellung eines Potentialausgleichs

3.1.4

Anlage in Böden

jede metallische, im Erdboden errichtete bzw. verlegte oder an der Erdoberfläche errichtete und danach mit einer Erdschicht bedeckte Anlage

3.1.5

Kalomel-Bezugselektrode

Bezugselektrode aus Quecksilber und Quecksilberchlorid in einer Kaliumchloridlösung

3.1.6

Kathodisches Korrosionsschutzsystem

die Gesamtheit aller Installationen für den Kathodischen Korrosionsschutz, einschließlich aller aktiven und passiven Komponenten

3.1.7

Zellstrom

in einer Korrosionszelle fließender Strom

3.1.8

Umhüllungsschaden

Fehler in einer Schutzhülle (z. B. Fehlstelle, Porosität)

3.1.9

Umhüllungswiderstand oder Anlage/Bodenwiderstand (R_{CO})

elektrischer Widerstand zwischen einem umhüllten Metall und dem Elektrolyten in Ω ; ergibt sich im Wesentlichen aus Größe und Anzahl der Umhüllungsschäden/-poren und dem Widerstand des Elektrolyten

3.1.10

Kupfer/gesättigte Kupfersulfat-Bezugselektrode

Bezugselektrode aus Kupfer in einer gesättigten Kupfersulfatlösung

3.1.11

Probeblech

eine repräsentative Metallprobe, mit der der Korrosionsgrad oder die Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzes beurteilt werden kann

3.1.12

Gleichstrom-Bahnanlage

mit Gleichstrom betriebene Bahnanlage

ANMERKUNG Ist der Leiter für die Stromrückführung an mehr als einer Stelle geerdet oder nicht vollständig isoliert, können diese Anlagen Streuströme und damit Korrosionsschäden verursachen.

3.1.13

Gleichstrom-Industrieanlage

jede, mit Gleichstrom betriebene Anlage, mit Ausnahme von Bahnanlagen

ANMERKUNG Erfolgt bei diesen Anlagen die Stromrückführung teilweise über Erde, so können diese Anlagen Streuströme und damit Korrosionsschäden verursachen. Bei Kathodischen Korrosionsschutzanlagen ist die Erde Teil des Stromkreises.

3.1.14

Elektrolytlösung

Flüssigkeit oder Flüssigkeitsbestandteil in einem Medium, wie z. B. dem Erdboden, in dem der Stromfluss durch Ionenbewegung erfolgt

3.1.15

Elektrolytlösungswiderstand (ρ)

der spezifische Widerstand eines homogenen Elektrolyten

ANMERKUNG Normalerweise in Ω m angegeben.

3.1.16

Ausgleichsströme

Ströme, die nach Ausschalten des Schutzstromes zwischen Bereichen unterschiedlicher Polarisation fließen und bei Bestimmung des IR-freien Potentials Messfehler verursachen können

3.1.17

externe Potentialprüfsonde

Einrichtung, bestehend aus einem Probeblech mit zugehöriger Bezugselektrode zur Messung IR-freier Anlage/Elektrolyt-Potentiale

3.1.18**Fremdanode**

siehe Fremdelektrode

3.1.19**Fremdkathode**

siehe Fremdelektrode

3.1.20**Fremdelektrode**

eine Fremdelektrode ist entweder eine Fremdanode oder eine Fremdkathode; eine Fremdanode ist ein Metall oder leitfähiges Material, das mit der jeweiligen Anlage Kontakt hat, und dessen Potential negativer als das der Anlage ist; eine Fremdkathode ist ein Metall oder leitfähiges Material, das mit der jeweiligen Anlage Kontakt hat, und dessen Potential positiver als das der Anlage ist

3.1.21**Fremdanlage**

jede, zu der zu schützenden Anlage benachbarte Anlage

3.1.22**galvanische Anode**

Anode, die mittels galvanischer Reaktion einen kathodischen Schutzstrom liefert

3.1.23**Fehlstelle**

Fehler in einer Schutzumhüllung, an der das Metall freiliegt

3.1.24**Anlage in Wässern**

jede metallische Anlage oder Teile davon, die in einer flüssigen Umgebung, wie z. B. Süßwasser (Fluss, See), Brackwasser (Flussmündung) oder Meerwasser, errichtet sind

3.1.25**Isolierflansch**

Flanschverbindung zwischen zwei Rohrlängen, bei der die Bolzen und Muttern an einem oder beiden Flanschen elektrisch trennend ausgeführt sind und die Flanschdichtung elektrisch nicht leitend ist, so dass an dieser Stelle der Rohrleitung die elektrische Verbindung unterbrochen ist

3.1.26**Beeinflussung**

eine durch eine Fremdstromquelle verursachte Veränderung des Anlage/Elektrolyt-Potentials

3.1.27**IR-Abfall**

die in einem Elektrolyten, z. B. Erdboden, gemäß dem Ohmschen Gesetz ($U = I \cdot R$) zwischen der Bezugselektrode und dem Metall der Anlage durch Fließen eines Stroms erzeugte Spannung

3.1.28**IR-freies Potential ($E_{\text{IR free}}$)**

Anlage/Elektrolyt-Potential, in dem der zu Messfehlern führende, durch den Schutzstrom oder einen anderen Strom verursachte IR-Abfall, nicht enthalten ist

3.1.29**Isolierstück**

eine elektrisch nicht leitende Verbindung, die zur elektrischen Trennung zwischen zwei Rohrenden eingefügt wird, wie z. B. eine Isolierkupplung oder ein Isolierflansch

3.1.30**Messelektrode**

Elektrode mit einem in einem gegebenen Elektrolyten stabilen Potential zur Messung der Potentiale einer Anlage in demselben Elektrolyten; das Potential einer einfachen Metallelektrode in einem gegebenen Elektrolyten gegenüber einer Bezugselektrode zu bestimmen

3.1.31

Messpunkt

Stelle, an der die tatsächliche Messung stattfindet; bei Anlage/Elektrolyt-Potentialmessungen ist dies der Aufstellungsort der Bezugselektrode

3.1.32

Ausschaltpotential (E_{off})

das unmittelbar nach gleichzeitigem Ausschalten des Schutzstroms aller kathodischen Schutzstromspeisungen gemessene Anlage/Elektrolyt-Potential

3.1.33

Einschaltpotential (E_{on})

das bei Fließen des kathodischen Schutzstroms gemessene Anlage/Elektrolyt-Potential

3.1.34

Dauerbezugselektrode

eine nahe der Anlage im Boden oder Wasser installierte und für eine lange Standzeit ausgelegte Bezugselektrode

3.1.35

Polarisation

die durch Fließen von Strom von/zu einer Elektrode (z. B. Anlage) an der Elektrode bewirkte Potentialänderung

3.1.36

Potentialgradient¹⁾

Potentialunterschied zwischen zwei verschiedenen Punkten desselben elektrischen Feldes

3.1.37

Potentialprüfsonde

siehe externe Potentialprüfsonde

3.1.38

geschützte Anlage

Anlage, die wirksam kathodisch geschützt ist

3.1.39

Schutzstrom (I_p)

der zur Gewährleistung des Kathodischen Korrosionsschutzes einer metallischen Anlage aus dem Elektrolyten in die Anlage fließende Strom

3.1.40

Schutzpotential

Anlage/Elektrolyt-Potential bei dem die Metallkorrosionsrate akzeptabel ist

3.1.41

Silber/Silberchlorid-Elektrode

eine mit Silberchlorid beschichtete Messelektrode aus Silber in einem Chloridionen enthaltenden Elektrolyten

3.1.42

Silber/Silberchlorid-Bezugselektrode

eine mit Silberchlorid beschichtete Bezugselektrode aus Silber in einer Chloridlösung mit bestimmter Konzentration

3.1.43

Normal-Wasserstoff-Elektrode

eine im Labor als Standard verwendete Bezugselektrode, bestehend aus einem inerten Metall, wie z. B. Platin, in einem Elektrolyten die Wasserstoffionen bei Einheitsaktivität enthält und mit Wasserstoffgas einer Standardatmosphäre gesättigt ist

1) im Deutschen auch „Spannungstrichter“

3.1.44**Anlage**

metallisches Bauwerk, entweder umhüllt oder nicht, das mit einem Elektrolyten (z. B. Boden, Wasser) in Kontakt ist

ANMERKUNG Eine Anlage kann ein Bauwerk mit einer großen Länge, wie z. B. eine Rohrleitung, Rohrleitungsnetze und unterirdische Elektrokabel oder sowohl Verkleidungen als auch Bauwerke kleinerer Art wie z. B. Pfähle, Stützwände, Tanks oder andere unterirdische Bauwerke sein.

3.1.45**Anlage/Elektrolyt-Potential (auch Elektrodenpotential genannt)**

der Potentialunterschied zwischen einer Anlage und einer bekannten Bezugselektrode in einem Elektrolyten in unmittelbarer Nähe der Anlage, jedoch ohne diese zu berühren

3.1.46**Prüfsonde**

siehe externe Potentialprüfsonde

3.1.47**Messstelle**

Installation mit Mess- und Prüfeinrichtungen für die erdverlegte Anlage, einschließlich Kabel und Anschlüsse an der Anlage

3.1.48**Zinkelektrode**

Messelektrode aus Reinzink

3.2 Symbole

I	Strom
E	Potential
R	Widerstand
J	Stromdichte
U	Spannung
a	Jahr
a. c.	Wechselstrom
d. c.	Gleichstrom
E_{Ag}	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Silber/Silberchlorid-Elektrode
E_{Cu}	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Kupfer/gesättigte Kupfersulfat-Bezugselektrode
$E_{IR\ free}$	IR-freies Potential
E_{KCl}	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Silber/Silberchlorid/ gesättigte Kaliumchlorid-Bezugselektrode
E_n	freies Korrosionspotential
E_{off}	Ausschaltpotential
E_{on}	Einschaltpotential
E_p	Schutzpotential
E_{Hg}	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Quecksilber/Kalomel/gesättigte Kaliumchlorid-Bezugselektrode
E_H	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Normal-Wasserstoff-Bezugselektrode
E_{Zn}	Metall/Elektrolyt-Potential gegen eine Zinkelektrode
I_p	Schutzstrom
I_s	Streustrom
R_{CO}	Umhüllungswiderstand (Ω)
T	Temperatur
t	Zeit
ρ	Widerstand ($\Omega\ m$)

4 Anlage in Böden/Elektrolyt-Potential

Die Kriterien für den Kathodischen Korrosionsschutz basieren im Allgemeinen auf der Größe des Anlage/Elektrolyt-Potentials. Die Messung dieses Potentials ist daher notwendig, um die Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzes zu gewährleisten. Dieses Unterkapitel beschreibt verschiedene Verfahren zur Potentialbestimmung.

4.1 Elektrische Geräte

Typ und Verwendung des Messinstrumentes sollte passend für die herrschenden elektrischen und umgebenden Bedingungen sein (siehe Anhang H).

Die Ausrüstung, die zur Messung genutzt wird, muss gut gewartet sein sowie periodisch kalibriert und Sicherheitsüberprüfungen unterzogen werden.

4.2 Potentialmessung

Da insbesondere an freiliegendem Metall (z. B. an Umhüllungsfehlstellen) Korrosionsgefährdung besteht, müsste zum Nachweis, ob das Schutzpotential E_p erfüllt ist, die Messung unmittelbar an der Phasengrenze Metall/Elektrolyt (z. B. Metall/Boden) erfolgen (EN 12954).

Ein derartiges Verfahren ist technisch nicht durchführbar, so dass andere Methoden zur Beurteilung der Wirksamkeit des Kathodischen Korrosionsschutzes herangezogen werden müssen. Dabei ist die jeweils am besten geeignete Methode in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten (wie z. B. Art und Qualität der Umhüllung, Bodenwiderstand, Streuströme) zu wählen.

Im Allgemeinen erfolgt die Messung der Anlage/Elektrolyt-Potentiale mit einer auf die Erdoberfläche aufgesetzten Bezugselektrode (siehe Bild 1). Die auf die Normal-Wasserstoff-Bezugselektrode bezogenen Potentialwerte verschiedener üblich verwendeter Bezugs- und Messelektroden sind in Anhang A aufgeführt.

Gesättigte Kalomelelektroden dürfen aus verschiedenen Gründen z.B. der Gefahr einer Quecksilberfreisetzung von den Elektroden nicht in Boden oder Wasser genutzt werden.

An Stellen, wo sich die Umhüllung von der Anlage gelöst hat, können Messwerte erhalten werden, die nicht die tatsächlichen Bedingungen widerspiegeln²⁾.

4.3 Einflussfaktoren auf die Potentialmessung

Bild 1 zeigt die Anordnung von Bezugselektroden zur Bestimmung von Anlage/Elektrolyt-Potentialen.

2) Fließt Wasser durch den Spalt zwischen der abgehobenen Umhüllung und der Anlagenoberfläche, so gibt das gemessene Potential, nicht das elektrochemische Geschehen unter der gelösten Umhüllung wieder.