

Houben-Weyl

Methods of Organic Chemistry

Additional and Supplementary Volumes to the 4th Edition

Editorial Board: K.H. Büchel, J. Falbe, H. Hagemann, M. Hanack, D. Klamann,
R. Kreher, H. Kropf, M. Regitz, E. Schaumann

Vol. E 4

Carbonic Acid Derivates

Publication Year
1983

ISBN (Print)
978-3-13-217404-7



Thieme

**METHODEN DER
ORGANISCHEN CHEMIE**

METHODEN DER ORGANISCHEN CHEMIE

(HOUBEN-WEYL)

ERWEITERUNGS- UND FOLGEBÄNDE
ZUR VIERTEN AUFLAGE

HERAUSGEBER

K. H. BÜCHEL · J. FALBE · H. HAGEMANN
LEVERKUSEN OBERHAUSEN LEVERKUSEN

M. HANACK · D. KLAMANN · R. KREHER
TÜBINGEN HAMBURG DORTMUND

H. KROPF · M. REGITZ
HAMBURG KAISERSLAUTERN

ZENTRALREDAKTION

H. G. PADEKEN
STUTTGART



GEORG THIEME VERLAG STUTTGART · NEW YORK

BAND E4

KOHLensäURE-DERIVATE

HERAUSGEGEBEN VON

HERMANN HAGEMANN

LEVERKUSEN

BEARBEITET VON

B. BAASNER · P. H. BENDERS · A. BOTTA · K. FINDEISEN
LEVERKUSEN ENSCHEDE/NIEDERLANDE UERDINGEN LEVERKUSEN

J. GOERDELER · H. HAGEMANN · A. HARTMANN · G. HEYWANG
BONN LEVERKUSEN DORMAGEN LEVERKUSEN

J. HOCKER · F. JONAS J. IPPEN · K. KÖNIG · U. KRAATZ
LEVERKUSEN LEVERKUSEN LEVERKUSEN DORMAGEN LEVERKUSEN

E. KÜHLE · R. LANTZSCH · F. LIEB · A. MARHOLD
LEVERKUSEN ELBERFELD LEVERKUSEN LEVERKUSEN

U. PETERSEN · W. RASSHOFER · H. SALZBURG · W. SCHÄFER
LEVERKUSEN LEVERKUSEN LEVERKUSEN LEVERKUSEN

M. SCHWAMBORN · R. SUNDERMANN
LEVERKUSEN DORMAGEN



GEORG THIEME VERLAG STUTTGART · NEW YORK

In diesem Handbuch sind zahlreiche Gebrauchs- und Handelsnamen, Warenzeichen u. dgl. (auch ohne besondere Kennzeichnung), Patente, Herstellungs- und Anwendungsverfahren aufgeführt. Herausgeber und Verlag machen ausdrücklich darauf aufmerksam, daß vor deren gewerblicher Nutzung in jedem Falle die Rechtslage sorgfältig geprüft werden muß. Industriell hergestellte Apparaturen und Geräte sind nur in Auswahl angeführt. Ein Werturteil über Fabrikate, die in diesem Band nicht erwähnt sind, ist damit nicht verbunden.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Methoden der organischen Chemie / (Houben-Weyl).

– Stuttgart ; New York : Thieme

Teilw. mit d. Angabe: Begr. von Eugen Müller u.

Otto Bayer – Teilw. nur mit Erscheinungsort Stuttgart

NE: Müller, Eugen [Begr.]; Houben, Josef [Begr.]

Erweiterungs- u. Folgebd. zur 4. Aufl. Hrsg. K. H. Büchel . . .

Bd. E 4. → Kohlensäure-Derivate

NE: Büchel, Karl Heinz [Hrsg.]

Kohlensäure-Derivate / hrsg. von Hermann Hagemann

Bearb. von B. Baasner . . . – Stuttgart ; New York :

Thieme, 1983.

(Methoden der organischen Chemie ; Erweiterungs-

u. Folgebd. zur 4. Aufl. ; Bd. E 4)

NE: Hagemann, Hermann [Hrsg.]; Baasner, Bernd [Mitverf.]

Erscheinungstermin 20.12.1983

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 1983, Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, Postfach 732, D-7000 Stuttgart 30 – Printed in Germany

Satz und Druck: Tutte Druckerei GmbH, 8391 Salzweg-Passau

ISBN 3-13-217104-2

Vorwort

Die **METHODEN DER ORGANISCHEN CHEMIE** wurden 1909 von **THEODOR WEYL** begründet und 1913 von **HEINRICH J. HOUBEN** fortgeführt. Die 3. Auflage umfaßte vier Bände, die in der Zeit von 1923–1941 erschienen sind.

Die 4. Auflage wurde 1952 begonnen von dem Herausgeber-Kollegium

OTTO BAYER	EUGEN MÜLLER
HANS MEERWEIN	KARL ZIEGLER
HEINZ KROPP, Hamburg (seit 1975)	

und wird 1985 mit 65 Bänden und einem Generalregister abgeschlossen sein.

Durch Zusammenarbeit von Hochschul- und Industrie-Chemikern war es möglich, die in Fachzeitschriften und in der Patentliteratur veröffentlichten Ergebnisse angemessen zu berücksichtigen und ein ausgewogenes Gesamtwerk zu gestalten. Der Houben-Weyl hat sich so zu einem wichtigen Standardwerk des chemischen Schrifttums entwickelt.

Die vollständige Beschreibung von Methoden und deren kritische Wertung haben die Bedeutung des Houben-Weyl begründet. Dabei wird die Herstellung einer Verbindungsklasse ausführlich und zusammenfassend beschrieben, Umwandlungen an typischen Beispielen abgehandelt.

Die 4. Auflage des **HOUBEN-WEYL** wird von dem Herausbergremium

KARL HEINZ BÜCHEL, Leverkusen	DIETER KLAMANN, Hamburg
JÜRGEN FALBE, Oberhausen	RICHARD KREHER, Dortmund
HERMANN HAGEMANN, Leverkusen	HEINZ KROPP, Hamburg
MICHAEL HANACK, Tübingen	MANFRED REGITZ, Kaiserslautern

in Erweiterungs- und Folgebänden mit dem Ziel fortgeführt, neue präparative Entwicklungen und methodische Fortschritte aufzuzeigen. In diesem Sinne werden behandelt:

Stoffklassen, die bisher nicht beschrieben wurden (z. B. 5- und 6-gliedrige Heteroarene) Stoffklassen, bei deren Herstellung in der Zwischenzeit wesentliche Fortschritte und Verbesserungen erzielt wurden

(z. B. Kohlensäure-Derivate, Carbonsäuren und Carbonsäure-Derivate, Aldehyde, Carbonyl-Derivate, Halogen-Verbindungen, Peroxide, Schwefel-, Selen-, Tellur-, Stickstoff- und Phosphor-Verbindungen).

Die Erweiterungs- und Folgebände sind mit den Bänden der 4. Auflage des Houben-Weyl abgestimmt und durch Verweise miteinander verknüpft.

Für die Gliederung der Verbindungsklassen und damit für die Einteilung ihrer Herstellungsmethoden wurden systematische Leitlinien erstellt; diese sind in dem Sonderheft „Das Aufbauprinzip“ (s. a. Übersichtstafel) zusammengestellt.

Die Herausgeber

Vorwort zu Band E 4

In der 4. Auflage des Houben-Weyl ist ein Teil der Kohlensäure-Derivate, wie sie auf S. LXXXIIIff. definiert sind und wie sie in den meisten zusammenfassenden Darstellungen der organischen Chemie nur sehr lückenhaft oder gar nicht unter diesem Oberbegriff abgehandelt werden, in einigen Abschnitten hauptsächlich der Bände VIII und IX vor 30 Jahren beschrieben worden.

Die Fülle der inzwischen erschienenen Publikationen über neue oder verbesserte Methoden, die damit einhergehende Vergrößerung der Anwendungsbreite, die Auffindung neuer Stoffklassen und wichtiger Grundbausteine der Mono-, Di- und Trikohlenensäure-Derivate, sowie die große Bedeutung dieser gesamten Verbindungsklasse auf allen Gebieten, besonders auch der angewandten industriellen Chemie, machten eine neue umfassende Beschreibung wünschenswert.

Der vorliegende Band ist zur guten Übersichtlichkeit sehr weitgehend nach Strukturen untergliedert, die durch Halbfettdruck auf einen Blick erfaßbar sind. Das sehr umfangreiche Inhaltsverzeichnis (s. S. XI–LXXXI), ebenfalls mit Formelbildern versehen), ermöglicht den Verzicht auf ein in diesem Falle aus verschiedenen Gründen unzweckmäßig erscheinendes Sachregister. Zahlreich vorgenommene Querverweise bei den vielen eng verwandten Verbindungstypen und Herstellungsmethoden, Verweise zur 4. Auflage, sowie in Einzelfällen auch die kurze Wiedergabe heute noch gültiger Details daraus, werden für den Benutzer in der Praxis hilfreich sein.

Das Autorenregister entfällt ab Bd. E 4.

Die in der Literatur auf diesem Gebiet gebräuchliche Nomenklatur ist sehr uneinheitlich. Daraus sich ergebende Schwierigkeiten werden durch Benutzung unterschiedlicher, je nach Zusammenhang sinnvoll erscheinender Namen und weitgehende Verdeutlichung durch Formelzeichnungen gering gehalten.

Danken möchte ich in erster Linie den Autoren für ihren unermüdlichen Einsatz. Die Schwierigkeiten der Recherche bzw. der Stoffauswahl waren in einigen Fällen unvorhergesehen groß. Zu danken ist ferner dem Georg Thieme Verlag für entgegenkommende Zusammenarbeit sowie der BayerAG für die außergewöhnliche Förderung dieses Bandes.

Leverkusen, Dezember 1983

H. Hagemann

Kohlensäure-Derivate

Einführung	LXXXIII
------------------	---------

A. Monokohlensäure-Derivate 1

I. Einfache Monokohlensäure-Derivate 1

a) mit einer Carbonyl-Funktion 1



α) Kohlensäure-dihalogenide	1
β) Kohlensäure-ester-halogenide	9
γ) Thiokohlensäure-S-ester-halogenide	30
δ) Carbamidsäure-halogenide	36
ε) Kohlensäure-O,O-Derivate	64
ζ) Thiokohlensäure-O,S-Derivate	102
η) Dithiokohlensäure-S,S-Derivate	128
θ) Carbamidsäuren und deren Derivate (Kohlensäure-O,N-Derivate)	142
ι) Thiocarbamidsäure-S-Derivate (Kohlensäure-S,N-Derivate)	293
κ) Harnstoffe (Kohlensäure-N,N-Derivate)	334

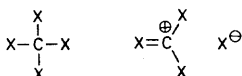
b) mit einer Thioxo-Funktion 407



c) mit einer Imino-Funktion 522

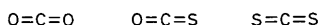


II. Orthokohlensäure-Derivate 625



III. Monokohlensäure-Derivate mit zwei kumulierten C,X-Doppelbindungen 725

a) Kohlendioxid, -oxid-sulfid, -disulfid 725



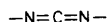
b) Isocyanate 738



c) Isothiocyanate 834



e) Carbodiimide 883



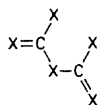
IV. Monokohlensäure-Derivate mit einer Cyan-Funktion 915



B. Dikohlensäure-Derivate 1000

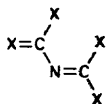
I. mit zwei einfachen Kohlensäure-Funktionen 1000

a) über ein Sauerstoff-, Schwefel- bzw. Amin-N-Atom verknüpft 1000



α) offenkettig	1000
β) cyclisch	1077

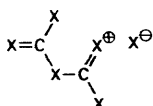
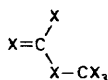
b) über ein Imin-N-Atom verknüpft	1170
--	-------------



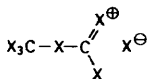
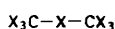
α) offenkettig	1170
β) cyclisch	1188

II. mit Orthokohlensäure-Funktionen	1203
--	-------------

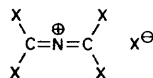
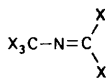
a) mit einer Orthokohlensäure-Funktion	1203
---	-------------



b) mit zwei Orthokohlensäure-Funktionen	1210
--	-------------

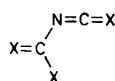


c) über ein Imin-N-Atom verknüpft	1220
--	-------------

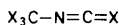


III. mit einer Isocyanat-, Isothiocyanat- bzw. Carbodiimid-Funktion	1234
--	-------------

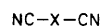
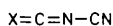
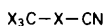
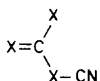
a) und einer einfachen Kohlensäure-Funktion	1234
--	-------------



b) und einer Orthokohlensäure-Funktion	1268
---	-------------



IV. mit Cyan-Funktionen	1275
--------------------------------------	-------------



C. Trikohlensäure-Derivate	1313
---	-------------

I. mit drei einfachen Kohlensäure-Funktionen	1313
---	-------------

II. mit Orthokohlensäure-Funktionen	1368
--	-------------

III. mit Isocyanat-, Isothiocyanat- bzw. Carbodiimid-Funktionen	1374
--	-------------

IV. mit Cyan-Funktionen	1382
--------------------------------------	-------------

Kohlensäure-Derivate

herausgegeben von
HERMANN HAGEMANN
Bayer AG, Werk Leverkusen

bearbeitet von

BERND BAASNER
Bayer AG, Werk Leverkusen

PIET HEIN BENDERS
Technische Hochschule Twente
Abt CF/OR, Enschede/Niederlande

ARTHUR BOTTA
Bayer AG, Werk Uerdingen

KURT FINDEISEN
Bayer AG, Werk Leverkusen

JOACHIM GOERDELER
Organisch Chemisches Institut
der Universität Bonn

HERMANN HAGEMANN
Bayer AG, Werk Leverkusen

ALFONS HARTMANN
Bayer AG, Werk Dormagen

GERHARD HEYWANG
Bayer AG, Werk Leverkusen

JÜRGEN HOCKER
Bayer AG, Werk Leverkusen

FRIEDRICH JONAS
Bayer AG, Werk Leverkusen

JOACHIM IPPEN
Bayer AG, Werk Leverkusen

KLAUS KÖNIG
Bayer AG, Werk Dormagen

UDO KRAATZ
Bayer AG, Werk Leverkusen

ENGELBERT KÜHLE
Bayer AG, Werk Leverkusen

REINHARD LANTZSCH
Bayer AG, Werk Elberfeld

FOLKER LIEB
Bayer AG, Werk Leverkusen

ALBRECHT MARHOLD
Bayer AG, Werk Leverkusen

UWE PETERSEN
Bayer AG, Werk Leverkusen

WERNER RASSHOFFER
Bayer AG, Werk Leverkusen

HERBERT SALZBURG
Bayer AG, Werk Leverkusen

WALTER SCHÄFER
Bayer AG, Werk Leverkusen

MICHAEL SCHWAMBORN
Bayer AG, Werk Leverkusen

RUDOLF SUNDERMANN
Bayer AG, Werk Dormagen

Mit 2 Abbildungen
und 156 Tabellen

Inhalt

Kohlensäure-Derivate (Einführung)	LXXXIII
--	---------

A. Monokohlensäure-Derivate	1
--	---

I. Einfache Kohlensäure-Derivate	1
---	---



a) mit einer Carbonyl-Funktion	1
---	---

α) Kohlensäure-dihalogenide	1
--	---



(bearbeitet von H. Hagemann)

α₁) Carbonyl-difluorid	1
--	---

1. aus Phosgen mit Fluorierungsmitteln	2
2. durch elektrochemische Fluorierung	3
3. aus Tetrafluor-ethen durch Oxidation	3
4. durch andere Verfahren	3

α₂) Carbonyl-chlorid-fluorid	4
--	---

1. aus Phosgen mit Fluorierungsmitteln	4
2. aus Fluor-trichlor-methan mit Oleum oder Schwefeltrioxid	5
3. nach anderen Verfahren	5

α₃) Carbonyl-bromid-fluorid	5
---	---

1. aus Kohlenmonoxid mit Bromtrifluorid	5
2. aus Fluor-tribrom-methan mit Schwefeltrioxid	6

α₄) Carbonyl-fluorid-jodid	6
--	---

α₅) Phosgen	6
-------------------------------------	---

Herstellung	6
Umwandlung	7

α₆) Carbonyl-dibromid	8
---	---

β) Kohlensäure-ester-halogenide	9
--	---



(bearbeitet von G. Heywang)

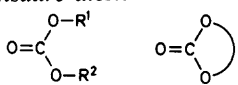
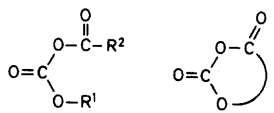
β₁) Kohlensäure-ester-fluoride (Fluorameisensäureester)	9
---	---

1. aus Fluorphosgen-Derivaten	9
2. aus Kohlensäure-chlorid-estern	12
3. aus Carbamidsäureestern	13

β₂) Kohlensäure-chlorid-ester (Chlorameisensäureester)	13
--	----

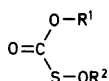
1. aus Kohlenmonoxid	14
2. aus Phosgen	15
2.1. mit Alkoholen bzw. Phenolen	15
2.2. mit Oximen bzw. Hydroxylaminen	17

2.3. mit Carbonyl-Verbindungen	24
2.4. mit Carbonsäure-amiden	25
2.5. mit Oxiranen	25
3. durch spezielle Verfahren	26
β_3) Kohlensäure-bromid-ester und -ester-jodide (Brom- bzw. Jodameisensäureester) ..	29
γ) Thiokohlensäure-S-ester-halogenide	30
$\begin{array}{c} \text{SR} \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{Hal} \end{array}$	
(bearbeitet von G. Heywang)	
γ_1) Thiokohlensäure-S-ester-fluoride	30
γ_2) Thiokohlensäure-chlorid-S-ester	31
1. aus Kohlenmonoxid	31
2. aus Phosgen	31
3. aus Thioorthokohlensäure-Derivaten	32
4. aus Chlorcarbonylsulfonylchlorid	35
γ_3) Thiokohlensäure-bromid-S-ester bzw. -S-ester-jodide	36
δ) Carbaminsäure-halogenide (Carbamoylhalogenide)	36
$\begin{array}{c} \text{NR}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{Hal} \end{array}$	
(bearbeitet von G. Heywang)	
δ_1) Carbaminsäure-fluoride (Carbamoylfluoride)	36
1. aus Carbonyl-fluorid-halogeniden	37
2. aus Isocyanaten	38
3. aus Carbaminsäure-fluoriden	38
4. aus Carbaminsäure-chloriden	41
5. aus Orthokohlensäure-Derivaten und nach anderen Methoden	42
δ_2) Carbaminsäure-chloride (Carbamoylchloride)	44
1. aus Kohlenmonoxid	44
2. aus Phosgen	45
2.1. mit Ammoniak bzw. Ammoniumchlorid	45
2.2. mit prim. Aminen	45
2.3. mit sek. Aminen	46
2.4. mit tert. Aminen	47
2.5. mit Hydroxylaminen bzw. Hydrazonen	51
2.6. mit Säureamiden	52
2.7. mit Iminen	53
2.7.1. mit NH-Ketimininen	53
2.7.2. mit N-substituierten Iminen	54
2.7.3. mit Carbonsäure-ester-imiden	56
3. aus Isocyanaten	57
3.1. mit Chlorwasserstoff	57
3.2. durch Anlagerung von Acylchloriden	58
3.3. nach weiteren Methoden	59
4. aus Orthokohlensäure-Derivaten	60
5. aus Formamiden	60
6. nach weiteren Methoden	61
δ_3) Carbaminsäure-bromide und -jodide (Carbamoyl-bromide und -jodide)	63
ϵ) Kohlensäure-monoester, -diester bzw. -ester-Carbonsäure-Anhydride	64
(bearbeitet von U. Petersen)	

ε_1) Kohlensäure-monoester	64
	
ε_2) Kohlensäure-diester	66
	
$\varepsilon\varepsilon_1$) offenkettige	66
1. aus Phosgen mit Hydroxy-Verbindungen	66
2. aus Halogenameisensäure-estern	68
2.1. mit Hydroxy-Verbindungen bzw. ihren O-Silyl-Derivaten	68
2.2. mit Magnesiumoxid bzw. -chlorid	73
2.3. mit Organo-quecksilber-Verbindungen	73
3. aus Alkalimetallcarbonaten oder Alkalimetall-Salzen der Kohlensäure-monoester durch Alkylierung	74
4. aus Kohlensäure-diestern durch Umesterung	75
5. aus Thiokohlensäure-O,S- bzw. -O,O-diestern	77
6. aus Carbamidsäure-estern, Harnstoffen bzw. (Diorganooxy-methylen)-ammoniumchloriden mit Hydroxy-Verbindungen	78
7. aus Kohlendioxid, -oxid-sulfid bzw. -disulfid	80
8. aus Dikohlensäure-Derivaten mit Hydroxy-Verbindungen	80
9. aus Peroxodicarbonsäure-diestern	81
10. aus Kohlenmonoxid durch oxidative Alkylierung	81
11. aus Ameisensäure- bzw. Essigsäure-estern	82
$\varepsilon\varepsilon_2$) cyclische	82
1. aus Phosgen mit Diolen	83
2. aus Chlorameisensäure-estern mit Diolen	86
3. aus Alkalimetall-hydrogencarbonaten oder Alkalimetall-Salzen der Kohlensäure-monoester	87
4. aus Kohlensäure-diestern	88
4.1. durch Umesterung mit Diolen	88
4.2. durch Cyclisierung	92
4.3. durch Umwandlungen am C-Atom	92
5. aus Thiokohlensäure-O,O-diestern	93
6. aus Carbamidsäureestern, Harnstoffen bzw. (Diorganooxy-methylen)-ammoniumchloriden	93
7. aus Kohlendioxid	95
7.1. mit Oxiranen	95
7.2. mit 3-Hydroxy-1-alkinen	96
7.3. mit 2-Halogen-alkoholen	97
8. aus Chlorsulfonyl-isocyanat	97
9. aus Orthokohlensäure-Derivaten	97
ε_3) Kohlensäure-ester-Carbonsäure-Anhydride	97
	
1. aus Phosgen mit Hydroxy-carbonsäuren	98
2. aus Chlorameisensäure-estern mit Carbonsäuren	99
3. aus Alkalimetall-Salzen von Kohlensäure-monoestern bzw. aus Kohlensäure-alkylester-silylestern mit Carbonsäure-chloriden	100
4. aus Kohlensäure-diestern mit Salzen von Carbonsäuren	100
5. aus Carbamidsäure-estern mit Carbonsäuren	101
6. aus Diacylperoxiden	101

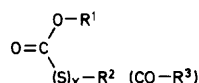
ξ) Thiokohlensäure und deren Derivate	102
(bearbeitet von U. Petersen)	
ξ ₁) <i>Thiokohlensäure-O- bzw. -S-ester-Salze</i>	102
$\begin{array}{cc} \text{O}-\text{R} & \text{S}-\text{R} \\ & \\ \text{O}=\text{C} & \text{O}=\text{C} \\ & \\ \text{SM} & \text{OM} \end{array}$	
ξ ₂) <i>Thiokohlensäure-O,S-diester</i>	103
$\begin{array}{cc} \text{O}-\text{R}^1 & \text{O} \\ & \\ \text{O}=\text{C} & \text{O}=\text{C} \\ & \\ \text{S}-\text{R}^2 & \text{S} \end{array}$	
ξ ₂₁) offenkettige	103
1. aus Chlorameisensäureestern mit Thiolen	103
2. aus Thiokohlensäure-S-ester-halogeniden mit Hydroxy-Verbindungen bzw. O-Silylethern	105
3. aus Dikohlensäure-diestern bzw. Kohlensäure-diestern mit Thiolen	107
4. aus Alkalimetall-Salzen der Thiokohlensäure-O-monoester	108
5. aus S-Halogen-thiokohlensäure-O-estern mit CH-aciden Verbindungen bzw. Arenen	108
6. aus Thiokohlensäure-O,O-diestern	110
6.1 aus offenkettigen durch Umlagerung	110
6.2 aus cyclischen durch Alkylierung	110
7. aus Dithiokohlensäure-O,S-diestern durch Schwefel-Sauerstoff- Austausch	111
ξ ₂₂) cyclische	112
1. aus Phosgen bzw. Kohlensäure-diestern mit 2-Hydroxy-thiolen	112
2. aus S-Chlor-thiokohlensäure-chloriden mit Hydroxy-Verbindungen ...	112
3. auf Thiokohlensäure-O,S-diestern bzw. -amid-S-estern durch Cyclisierung	113
4. aus cyclischen Thiokohlensäure-O,O-diestern durch Umlagerung	113
5. aus cyclischen Dithiokohlensäure-O,S-diestern durch Schwefel- Sauerstoff-Austausch	114
6. aus Imino-thiokohlensäure-cycl.-O,S-diestern durch Hydrolyse	114
7. aus Kohlenoxidsulfid mit Oxirane	115
8. aus Kohlenmonoxid mit 2-Hydroxy-thiolen	115
ξ ₃) <i>O- bzw. S-Acyl-thiokohlensäure-S-ester bzw. -O-ester, S-Iminocarbonyl- thiokohlensäure-O-ester</i>	116
$\begin{array}{ccc} \text{O}-\text{CO}-\text{R}^1 & \text{O}-\text{R}^1 & \text{O}-\text{R}^1 \\ & & \\ \text{O}=\text{C} & \text{O}=\text{C} & \text{O}=\text{C} \\ & & \\ \text{S}-\text{R}^2 & \text{S}-\text{CO}-\text{R}^2 & \text{S}-\text{C}-\text{R}^2 \\ & & \\ & & \text{N}-\text{R}^3 \end{array}$	
ξ ₄) <i>Thiokohlensäure-O,S-diester-S-oxide bzw. -S-dioxide</i>	117
$\begin{array}{cc} \text{O}-\text{R}^1 & \text{O}-\text{R}^1 \\ & \\ \text{O}=\text{C} & \text{O}=\text{C} \\ & \\ \text{S}-\text{R}^2 & \text{S}-\text{R}^2 \\ & \\ \text{O} & \text{O}_2 \end{array}$	
ξ ₅) <i>Thiokohlensäure-S-alkylester-O-aminoester</i>	118
$\begin{array}{c} \text{O}-\text{N} \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{S}-\text{R} \end{array}$	
ξ ₆) <i>S-Hetero-funktionell subst. Thiokohlensäure-O-ester</i>	118
ξ ₆₁) S-Halogen-Derivate	118
$\begin{array}{c} \text{O}-\text{R} \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{S}-\text{Hal} \end{array}$	
1. aus S-Chlor-thiokohlensäure-halogeniden mit Alkoholen	118
2. aus S-Acyl-thiokohlensäure-O-estern mit Halogen	119

ζζ ₂) S-Alkoxy-thiokohlensäure-O-ester	120
--	-----

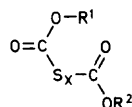


ζζ ₃) Alkoxycarbonyl-disulfane bzw. -trisulfane	120
---	-----

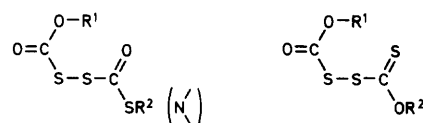
i ₁) Alkoxycarbonyl-alkyl(acyl)-disulfane bzw. -trisulfane	120
--	-----



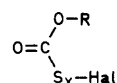
i ₂) Bis-[alkoxycarbonyl]-disulfane bzw. -trisulfane	122
--	-----



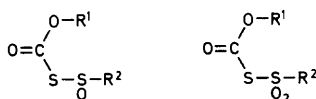
i ₃) Alkoxycarbonyl-(alkylthio-carbonyl)-, -(alkoxy-thiocarbonyl)- und -aminocarbonyl-disulfane	124
--	-----



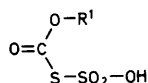
i ₄) Alkoxycarbonyl-halogen-disulfane	125
---	-----



ζζ ₄) S-Sulfinyl- bzw. S-Sulfonyl-thiokohlensäure-O-ester	125
---	-----



ζζ ₅) S-Sulfo-thiokohlensäure-O-ester	126
---	-----



ζζ ₆) S-Amino-thiokohlensäure-O-ester	127
---	-----



η) Dithiokohlensäure-ester und deren Derivate	128
(bearbeitet von U. Petersen)	

η ₁) Dithiokohlensäure-S-monoester	128
--	-----



η ₂) Dithiokohlensäure-S,S-diester	129
--	-----



ηη ₁) offenkettige	129
--------------------------------------	-----

1. aus Phosgen, Thiokohlensäure-chlorid-S-estern bzw. Harnstoffen mit Thiolen
2. aus Dithiokohlensäure-O,S-diestern (Xanthogenaten)