

## Ausschlusspatent

ISSN 0433-6461

(11)

0153 211

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum PatentgesetzInt.Cl.<sup>3</sup>

3(51) C 09 K 3/34

## AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21) AP C 09 K/ 222 420  
31) P2927277.3(22) 04.07.80  
(32) 05.07.79(44) 30.12.81  
(33) DE

- 71) MERCK PATENTGESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER HAFTUNG;DE;  
 72) EIDENSCHINK, RUDOLF,DR.;ERDMANN, DIETRICH,DR.;KRAUSE, JOACHIM,DR.;POHL, LUDWIG,DR.;DE;  
 73) MERCK PATENTGESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER HAFTUNG;DE;  
 74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTR. 23/24

## 54) FLUESSIGKRISTALLINES DIELEKTRIKUM

57)Die Erfindung betrifft ein fluessigkristallines Dielektrikum, das in elektrooptischen Anzeigeelementen eingesetzt werden kann. Erfindungsaufgabe ist die Bereitstellung solcher Dielektrika, die eine nematische Phase im geforderten Temperaturbereich aufweisen und in Fluessigkristallzellen bei Raumtemperatur ausreichend kurze Schaltzeiten ermoeglichen. Erfindungsgemaess enthaelt das fluessigkristalline Dielektrikum mindestens ein Cyclohexylbiphenyl der Formel (I), worin  $R_1$  eine Alkylgruppe mit 1-12 C-Atomen und  $R_2$  eine gegebenenfalls perfluorierte Alkyl-, Alkoxy- oder Alkanoyloxygruppe mit 1-12 C-Atomen bedeutet, sowie mindestens eine weitere, eine fluessigkristalline Mesophase bildende Verbindung. - Formel I -

Merck Patent Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung  
D a r m s t a d t

Verfahren zur Herstellung von Cyclohexylbiphenylen,  
diese enthaltende Dielektrika und elektrooptisches  
Anzeigeelement

a) Anwendungsgebiet der Erfindung

Für elektrooptische Anzeigeelemente werden in zunehmendem Maße die Eigenschaften nematischer oder nematisch-cholesterischer flüssigkristalliner Materialien ausgenutzt, ihre optischen Eigenschaften wie Lichtabsorption, Lichtstreuung, Doppelbrechung, Reflexionsvermögen oder Farbe unter dem Einfluß elektrischer Felder signifikant zu verändern. Die Funktion derartiger Anzeigeelemente beruht dabei beispielsweise auf den Phänomenen der dynamischen Streuung, der Deformation aufgerichteter Phasen, dem Schadt-Helfrich-Effekt in der verdrillten Zelle oder dem cholesterisch-nematischen Phasenübergang.

Für die technische Anwendung dieser Effekte in elektronischen Bauelementen werden flüssigkristalline Dielektrika

benötigt, die einer Vielzahl von Anforderungen genügen müssen. Besonders wichtig sind hier die chemische Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit, Luft und physikalischen Einflüssen wie Wärme, Strahlung im infraroten, sichtbaren und ultravioletten Bereich und elektrische Gleich- und Wechselfelder. Ferner wird von technisch verwendbaren flüssigkristallinen Dielektrika eine flüssigkristalline Mesophase im Temperaturbereich von mindestens  $+10^{\circ}$  C bis  $+50^{\circ}$  C, bevorzugt von  $0^{\circ}$  C bis  $60^{\circ}$  C, und eine möglichst niedrige Viskosität bei Raumtemperatur, die vorzugsweise nicht mehr als  $70 \cdot 10^{-3}$  Pa.s betragen soll, gefordert. Schließlich dürfen sie im Bereich des sichtbaren Lichtes keine Eigenabsorption aufweisen, d.h. sie müssen farblos sein.

b) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bereits eine Anzahl von flüssigkristallinen Verbindungen bekannt, die den an Dielektrika für elektronische Bauelemente gestellten Stabilitätsanforderungen genügen und auch farblos sind. Hierzu gehören insbesondere die in der DE-OS 2 139 628 beschriebenen p,p'-disubstituierten Benzoesäurephenylester und die in der DE-OS 2 636 684 beschriebenen p,p'-disubstituierten Phenylcyclohexanderivate. In beiden genannten Verbindungsklassen wie auch in anderen bekannten Reihen von Verbindungen mit flüssigkristalliner Mesophase gibt es keine Einzelverbindungen, die in dem geforderten Temperaturbereich von  $10^{\circ}$  C bis  $60^{\circ}$  C eine flüssigkristalline nematische Mesophase ausbilden. Es werden daher in der Regel Mischungen von zwei oder mehreren Verbindungen hergestellt, um als flüssigkristalline Dielektrika verwendbare Substanzen zu erhalten. Hierzu mischt man gewöhnlich mindestens eine Verbindung mit niedrigem Schmelz- und Klärpunkt mit einer anderen mit deutlich höherem Schmelz- und Klärpunkt.

Hierbei wird normalerweise ein Gemisch erhalten, dessen Schmelzpunkt unter dem der niedriger schmelzenden Komponente liegt, während der Klärpunkt zwischen den Klärpunkten der Komponenten liegt. Optimale Dielektrika lassen sich jedoch auf diese Weise nicht herstellen, da die Komponenten mit den hohen Schmelz- und Klärpunkten den Gemischen fast immer auch eine hohe Viskosität verleihen. Dadurch werden die Schaltzeiten der damit hergestellten elektro-optischen Anzeigeelemente in unerwünschter Weise verlängert.

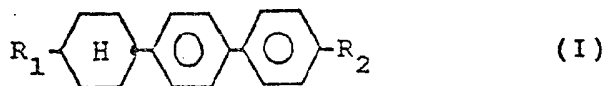
Aus der DE-OS 27 01 591 sind bereits Hexahydroterphenyl-derivate bekannt, mit denen diese Aufgabe für den Teilbereich der flüssigkristallinen Dielektrika mit positiver dielektrischer Anisotropie gelöst werden kann. Zur Herstellung flüssigkristalliner Dielektrika mit negativer dielektrischer Anisotropie, die z.B. für nach dem Prinzip der dynamischen Streuung arbeitende Flüssigkristall-Anzeigeelemente benötigt werden, sind diese Hexahydroterphenyl-derivate jedoch nicht brauchbar.

c) Ziel der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, flüssigkristalline Dielektrika herzustellen, die eine nematische Phase im geforderten Temperaturbereich aufweisen und in Flüssigkristallzellen bei Raumtemperatur ausreichend kurze Schaltzeiten ermöglichen.

d) Darlegung des Wesens der Erfindung

Es wurde nun gefunden, daß die Cyclohexylbiphenyle der Formel (I)



worin R<sub>1</sub> eine Alkylgruppe mit 1 - 12 C-Atomen und R<sub>2</sub> eine gegebenenfalls perfluorierte Alkyl-, Alkoxy- oder

Alkanoyloxygruppe mit 1 - 12 C-Atomen bedeutet, vorzüglich als Mischungs-Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika geeignet sind. Die Verbindungen der Formel (I) besitzen überraschenderweise selbst flüssigkristalline Mesophasen in einem breiten Temperaturbereich, wobei die Klärpunkte in der Regel bei etwa 150° C oder darüber liegen. Derartig breite Mesophasen waren auch im Hinblick auf die strukturverwandten cyanosubstituierten Hexahydroterphenyl-derivate nach der DE-OS 27 01 591 nicht zu erwarten, wie beispielsweise der Vergleich zwischen den flüssigkristallinen Cyanobiphenylderivaten gemäß der DE-OS 23 56 085 und den vorbekannten nicht flüssigkristallinen p,p'-Dialkyl- bzw. Alkyl-Alkoxy-Biphenylen zeigt. Die dielektrische Anisotropie der Cyclohexylbiphenyle der Formel (I) liegt etwa zwischen -1 und +3, in der Regel um Null. Durch den Zusatz dieser Verbindungen wird der Temperaturbereich der Mesophase flüssigkristalliner Basismaterialien deutlich erweitert; in vielen Fällen wird überraschenderweise auch die Viskosität von an sich relativ niederviskosen Flüssigkristallmaterialien noch vermindert.

Gegenstand der Erfindung sind ferner flüssigkristalline Dielektrika mit einem Gehalt an mindestens einem Cyclohexylbiphenylderivat der Formel (I) sowie elektrooptische Anzeigeelemente auf der Basis einer Flüssigkristallzelle, die ein derartiges flüssigkristallines Dielektrikum enthalten.

Der Substituent  $R_1$  in den Verbindungen der Formel (I) kann geradkettig oder verzweigt sein. Wenn R geradkettig ist, also Methyl, Äthyl, n-Propyl, n-Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl, n-Heptyl, n-Octyl, n-Nonyl, n-Decyl, n-Undecyl

oder n-Dodecyl bedeutet, besitzen die dadurch charakterisierten Verbindungen der Formel (I) in der Regel besonders hohe Klärpunkte. Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der allgemeinen Formel (I), in denen  $R_1$  ein Alkylrest mit 1 - 10, insbesondere mit 1 - 8 C-Atomen ist. Gelegentlich sind jedoch auch Verbindungen der allgemeinen Formel (I) mit verzweigtem Substituenten  $R_1$  von Bedeutung, da diese häufig bessere Löslichkeitseigenschaften in den üblichen flüssigkristallinen Grundmischungen aufweisen. Ferner können die Verbindungen mit einem verzweigten Substituenten  $R_1$  in optisch aktiver Form hergestellt werden; diese Substanzen haben als chirale Dotierstoffe Bedeutung. Solche nicht geradkettigen Substituenten  $R_1$  enthalten nicht mehr als eine Kettenverzweigung. Bevorzugte verzweigte Substituenten sind die, in denen sich an einer längeren Kohlenstoffkette in 2- oder 3-Stellung eine Methyl- oder Äthylgruppe befindet, beispielsweise 2-Methylpropyl, 2-Methylbutyl, 3-Methylbutyl, 2-Methylpentyl oder 2-Äthylhexyl.

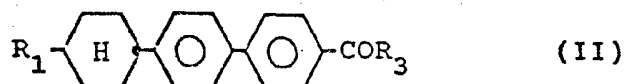
Diese Auswahlkriterien gelten analog auch für den Substituenten  $R_2$  in den Verbindungen der Formel (I), wenn dieser eine Alkylgruppe ist. Wenn  $R_2$  eine Alkoxy- oder Alkanoyloxygruppe bedeutet, gelten diese Kriterien auch für den Alkylteil dieser Gruppen; zusätzlich sind darin aber auch noch in 1-Stellung verzweigte Alkylteile interessant, so daß als Alkoxygruppen  $R_2$  außer den von den vorstehend genannten Alkylgruppen abgeleiteten auch noch beispielsweise 1-Methylpropyloxy, 1-Methylbutyloxy, 1-Methylpentyloxy, 1-Methylhexyloxy oder 1-Methylheptyloxy von Bedeutung sind; als verzweigte Alkanoyloxygruppen sind Isobutyryloxy und Isovaleryloxy von besonderem Interesse.

In den Verbindungen der Formel (I) enthält höchstens einer der Substituenten  $R_1$  und  $R_2$  eine verzweigte Kohlenstoffkette.

Wenn  $R_2$  eine perfluorierte Alkyl-, Alkoxy- oder Alkanoyloxygruppe ist, sind unter diesen die nicht mehr als 8 C-Atome enthaltenden, und insbesondere die mit 1 - 5 C-Atomen bevorzugt. Auch diese enthalten maximal nur eine Kettenverzweigung, wobei eine Trifluormethylgruppe in 2- oder 3-Stellung bevorzugt ist.

In allen Verbindungen der Formel (I) sind die Substituenten am Cyclohexanring trans-ständig angeordnet; in den Formelbildern ist dies durch die schwarze Markierung an der rechten Seite des Cyclohexanringes zum Ausdruck gebracht.

Die Verbindungen der Formel I werden gemäß der Erfindung wie folgt hergestellt: Verbindungen der Formel (I), worin  $R_2$  eine Alkylgruppe bedeutet, werden erhalten, indem in einer Verbindung der Formel (II)

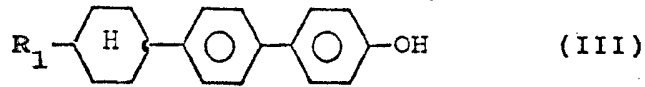


worin  $R_3$  H oder Alkyl mit 1 - 11 C-Atomen bedeutet, die Carbonylgruppe zur Methylengruppe reduziert wird.

Diese Reduktion erfolgt in an sich bekannter Weise, zum Beispiel durch katalytische Hydrierung oder mit Hydrazinhydrat und einem Alkalimetallhydroxid oder -alkoholat in einem hochsiedenden Lösungsmittel wie Diäthylenglykol oder Dimethylsulfoxid, mit Zink und Chlorwasserstoff in Diäthyläther oder mit amalgamiertem Zink in wässriger Salzsäure. Nach an sich üblicher Aufarbeitung werden die so erhaltenen Verbindungen der Formel (I) durch fraktionierte Destillation unter vermindertem Druck oder durch Umkristallisieren aus einem geeigneten Lösungsmittel, zum Beispiel Äthanol oder Essigsäureäthylester, gereinigt.

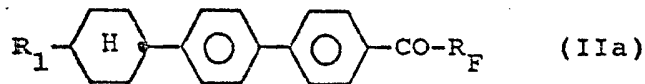
Die Verbindungen der Formel (I), in denen  $R_2$  eine Alkoxygruppe bedeutet, werden hergestellt, indem ein Keton der Formel (II), worin  $R_3$  vorzugsweise Methyl bedeutet, durch

Behandlung mit einem Oxidationsmittel und anschließende Hydrolyse in ein Phenol der Formel (III)



überführt wird, und dieses dann mit einem O-alkylierenden Mittel umgesetzt wird. Als Oxidationsmittel für die Überführung des Ketons (II) in das Phenol (III) wird beispielsweise Perameisensäure oder eine andere Persäure verwendet. Die Umsetzung mit einem O-alkylierenden Mittel, zum Beispiel einem Alkyljodid oder Alkylbromid erfolgt in der Regel in Gegenwart einer Base wie Natriumhydroxid oder Natriumcarbonat in einem polaren Lösungsmittel, zum Beispiel Aceton.

Die Verbindungen der Formel (I), in denen  $R_2$  eine Perfluoralkylgruppe bedeutet, werden hergestellt, indem ein Keton der Formel (IIa)



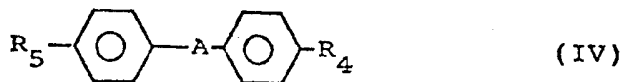
worin  $R_F$  einen Perfluoralkylrest mit 1-11 C-Atomen bedeutet, mit Schwefeltetrafluorid umgesetzt wird. Die Ketone (IIa) werden dabei durch Umsetzung des entsprechenden 4-(4-Alkylcyclohexyl)-biphenyls mit einem Perfluorcarbonsäurehalogenid in Gegenwart eines Friedel-Crafts-Katalysators erhalten.

Die Verbindungen der Formel (I), in denen  $R_2$  eine Perfluoralkoxygruppe ist, werden hergestellt, indem ein Phenol (III) mit einer Perfluorcarbonsäure unter an sich üblichen Bedingungen verestert wird und der erhaltene

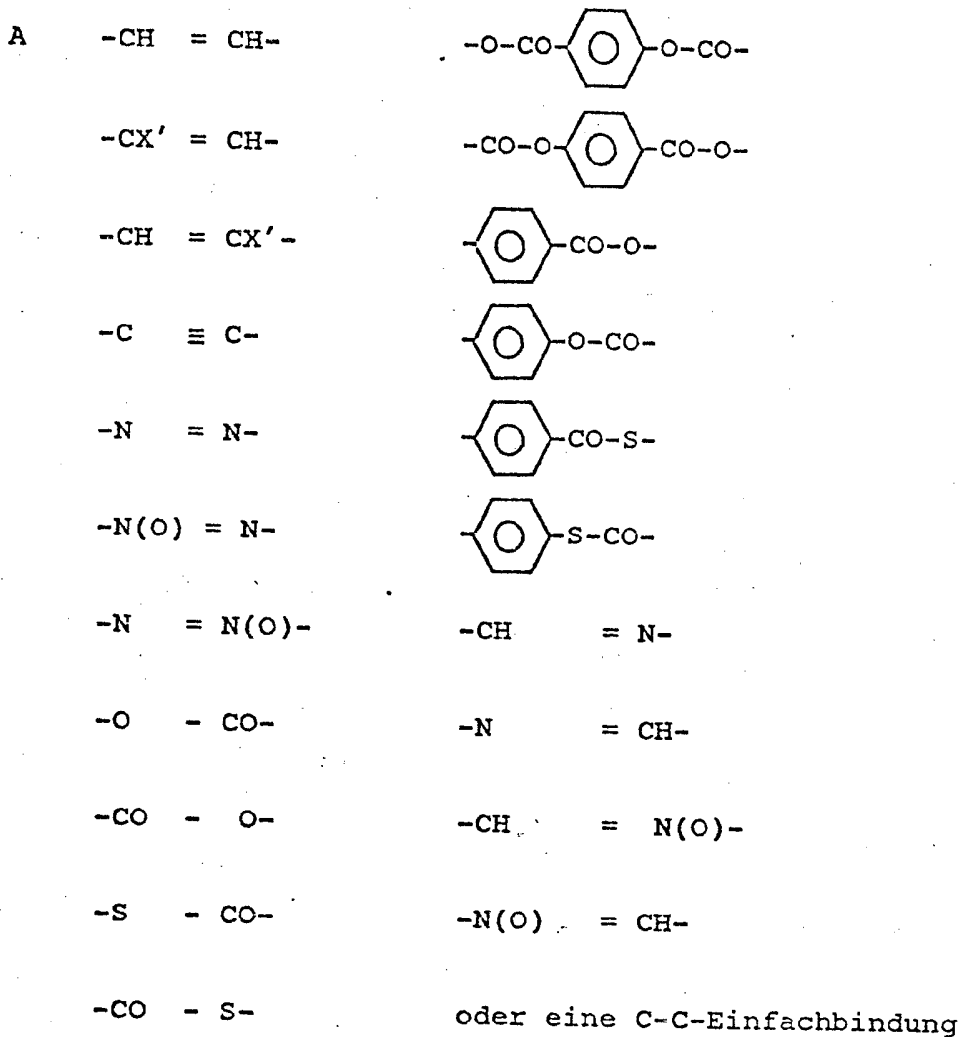
Ester mit Schwefeltetrafluorid in Gegenwart einer fluorhaltigen Lewis-Säure, zum Beispiel Fluorwasserstoff, Bortrifluorid oder Titan-tetrafluorid umgesetzt wird. Die Verbindungen der Formel (I), in denen  $R_2$  eine gegebenenfalls perfluorierte Alkanoyloxygruppe ist, werden hergestellt, indem ein Phenol (III) mit einer Carbonsäure bzw. Perfluorcarbonsäure oder einem reaktiven Derivat einer solchen Säure, zum Beispiel einem Säurehalogenid, vorzugsweise Säurechlorid, oder einem Säureanhydrid, zweckmäßig in Gegenwart einer Base wie zum Beispiel Pyridin oder Triäthylamin umgesetzt wird.

Die Cyclohexylbiphenyle der Formel (I) werden als Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika zu dem Zweck verwendet, den Temperaturbereich der flüssigkristallinen Mesophase zu erweitern, insbesondere den Klärpunkt zu erhöhen. Gegenüber den bisher für diesen Zweck verwendeten Benzoyloxybenzoesäurephenylesterderivaten nach der DE-OS 21 39 628 oder den Biphenylcarbonsäurephenylesterderivaten bzw. Benzoesäurebiphenylesterderivaten nach der DE-OS 24 50 088 bieten die Verbindungen der Formel (I) den wesentlichen Vorteil, daß sie die Viskosität der flüssigkristallinen Basisdielektrika weniger erhöhen bzw. sogar herabsetzen. Aufgrund der niedrigen Werte ihrer dielektrischen Anisotropie werden sie bevorzugt als Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika mit negativer dielektrischer Anisotropie verwendet.

Die erfindungsgemäßen flüssigkristallinen Dielektrika bestehen aus zwei oder mehr Komponenten, darunter mindestens eine der Formel (I). Die weiteren Komponenten sind vorzugsweise nematische oder nematogene Substanzen aus den Klassen der Azobenzole, Azoxybenzole, Biphenyle, Schiffischen Basen, insbesondere Benzyliden-Derivate, Phenylbenzoate, Phenylcyclohexane, gegebenenfalls halogenierten Stilbine, Diphenylacetylen-Derivate, Diphenylnitrene und substituierten Zimtsäuren. Die wichtigsten als derartige weitere Komponenten in Frage kommenden Verbindungen lassen sich durch die Formel (IV) charakterisieren:



worin



bedeutet. Weitere mögliche Komponenten der erfindungsgemäßen Dielektrika sind solche Verbindungen der Formel (IV), in denen einer oder mehrere Phenylringe durch eine entsprechende Zahl von trans-Cyclohexylringen ersetzt sind; X' bedeutet Halogen, vorzugsweise Cl oder -CN. R<sub>5</sub> und R<sub>4</sub> sind gleich oder verschieden und können Alkyl-, Alkoxy-, Alkanoyl-, Alkanoyloxy- oder Alkoxy-carbo-nyloxyreste mit bis zu 18, vorzugsweise bis zu 8 C-Atomen bedeuten. Bei den meisten dieser Verbindungen sind R<sub>5</sub> und R<sub>4</sub> vorzugsweise verschieden, wobei einer der Reste meist

eine Alkyl- oder Alkoxygruppe bedeutet. Aber auch eine große Zahl anderer Varianten der vorgesehenen Substituenten sind gebräuchlich. Viele solcher Substanzen sind im Handel erhältlich.

Die erfindungsgemäßen Dielektrika enthalten in der Regel mindestens 30, vorzugsweise 50 - 99, insbesondere 60 - 98 Gewichtsteile der Verbindungen der Formeln (I) und gegebenenfalls (IV). Hiervon entfallen bevorzugt mindestens 5 Gewichtsteile, meist auch 10 oder mehr Gewichtsteile auf eine oder mehrere Verbindungen der Formel (I). Es werden von der Erfindung auch solche flüssigkristallinen Dielektrika umfaßt, denen beispielsweise zu Dotierzwecken nur weniger als 5 Gewichtsteile, zum Beispiel 0,1 bis 3 Gewichtsteile einer oder mehrerer Verbindungen der Formel (I) zugesetzt worden sind.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Dielektrika erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel wird die gewünschte Menge einer oder mehrerer Verbindungen der Formel (I) in den weiteren Komponenten gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Wenn dabei eine Temperatur oberhalb des Klärpunkts des Basismaterials gewählt wird, kann die Vollständigkeit des Lösevorgangs besonders leicht beobachtet werden.

Es ist jedoch auch möglich, Lösungen der Komponenten der Formeln (I) und (IV) in einem geeigneten organischen Lösungsmittel, zum Beispiel Aceton, Chloroform oder Methanol, zu mischen und das Lösungsmittel nach gründlicher Durchmischung wieder zu entfernen, beispielsweise durch Destillation unter vermindertem Druck. Selbstverständlich muß bei dieser Verfahrensweise darauf geachtet werden, daß durch das Lösungsmittel keine Verunreinigungen oder unerwünschten Dotierstoffe eingeschleppt werden.

Durch geeignete Zusätze können die flüssigkristallinen Dielektrika nach der Erfindung so modifiziert werden, daß sie in allen bisher bekannt gewordenen Arten von Flüssigkristallanzeigeelementen verwendet werden können. Derartige Zusätze sind dem Fachmann bekannt und sind in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben. Beispielsweise können Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der Viskosität, der Leitfähigkeit und/oder der Orientierung der nematischen Phasen zugesetzt werden. Derartige Substanzen sind zum Beispiel in den DE-OS 22 09 127, 22 40 864, 23 21 632, 23 38 281 und 24 50 088 beschrieben.

e) Ausführungsbeispiele

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen. In den Beispielen bedeuten F. den Schmelzpunkt und K. den Klärpunkt einer flüssigkristallinen Substanz in Grad Celsius; Siedetemperaturen sind mit Kp. bezeichnet. Wenn nichts anderes angegeben ist, bedeuten Angaben von Teilen oder Prozent Gewichtsteile bzw. Gewichtsprozent.

Beispiel 1

(a) In einer Suspension von 150 g wasserfreiem Aluminiumchlorid in 2000 ml Dichlormethan werden bei 10° unter Rühren 306 g 4-(4-n-Pentylcyclohexyl)-biphenyl gelöst und zu der Lösung unter Rühren im Lauf von 2 Stunden eine Lösung von 79 g Acetylchlorid in 250 ml Dichlormethan getropft. Das Reaktionsgemisch wird noch 16 Stunden gerührt und in eine Lösung von 300 ml konzentrierter Salzsäure in 2,5 l Eiswasser gegossen. Die organische Phase wird abgetrennt, mit Wasser und Natriumhydrogencarbonatlösung gewaschen, über Calcium-

chlorid getrocknet und eingedampft. Das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-acetylbi-phenyl wird aus Äthanol umkristallisiert; F. 125°, Ausbeute 315 g.

- (b) 175 g p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-acetylbi-phenyl werden in 1,5 l Tetrahydrofuran gelöst und in Gegenwart von 10 g Palladium/Kohle (5 % Pd) bei Raumtemperatur und Normaldruck 80 Stunden hydriert. Anschließend wird der Katalysator abfiltriert, das Filtrat eingedampft und das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthylbi-phenyl aus Äthanol umkristallisiert; F. 34°, K. 164°, Ausbeute 149 g.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-methylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl, F. 44°, K 156°;  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl, F. 14°, K. 158°;  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-propylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-propylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-propylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-propylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-propylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl, F. 20°, K. 170,5°;  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-butylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-butylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-butylbiphenyl,  
p- $\frac{\bar{4}}{\bar{4}}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\frac{\bar{7}}{\bar{7}}$ -p'-n-butylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl, F. 13°, K. 170°;  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-pentylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-hexylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-heptylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-octylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octylbiphenyl,  
 p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-nonylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-nonylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-nonylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-nonylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-nonylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-decylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-decylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-decylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-decylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-decylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-undecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-undecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-undecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-undecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-undecylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-dodecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-dodecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-dodecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-dodecylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-dodecylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl, F. 50°,  
K. 88°;

p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyl)-biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-(2-methylpentyl)-biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-(2-äthylhexyl)-biphenyl.

Beispiel 2

Eine Suspension von 35 g p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-acetyl-biphenyl in 200 ml 98%iger Ameisensäure wird mit einer Mischung von 20 ml 33%igem Wasserstoffperoxid und 50 ml 98%iger Ameisensäure versetzt und bei Raumtemperatur 72 Stunden gerührt. Das Reaktionsgemisch wird auf 1000 g Eis gegossen und zweimal mit je 500 ml Dichlormethan extrahiert. Das nach Abdampfen des Lösungsmittels zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl wird aus Äthanol umkristallisiert; F. 77°, K. 215°.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-acetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-acetoxybiphenyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-acetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-acetoxybiphenyl.

### Beispiel 3

- a) 46 g p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-acetoxybiphenyl werden mit 20 g Natriumhydroxid in 250 ml Wasser und 85 ml Äthanol suspendiert. Die Suspension wird 2 Stunden unter Rückfluß zum Sieden erhitzt und anschließend mit Salzsäure angesäuert. Das ausgefallene p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-hydroxybiphenyl wird abfiltriert und mit Wasser neutral gewaschen; F. 202°.

- b) Zu 9,0 g p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-hydroxybiphenyl wird im Laufe von 10 Minuten eine Lösung von 3,4 g Valeriansäurechlorid in 20 ml Toluol so zugetropft, daß die Temperatur 30° nicht übersteigt. Anschließend werden 2,5 g Pyridin zugefügt und die Mischung 12 Stunden bei 20° gerührt. Danach wird das Reaktionsgemisch in 500 ml Wasser eingegossen, die organische Phase abgetrennt, mit Wasser neutral gewaschen und eingedampft. Das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl wird aus Äthanol umkristallisiert; F. 69°, K. 199°.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-propionyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-propionyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-butyryloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-butyryloxybi-  
phenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-butyryloxybiphe-  
nyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-butyryloxybiphe-  
nyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-butyryloxybiphe-  
nyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-n-pentanoyloxy-  
biphenyl,

p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,

p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-pentanoyloxybiphenyl,

p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-n-pentanoyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-hexanoyloxybiphenyl,

p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-n-hexanoyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-heptanoyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-n-heptanoyloxy-  
biphenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-heptanoyloxy-  
biphenyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-heptanoyloxy-  
biphenyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-n-heptanoyloxy-  
biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-octanoyloxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-n-octanoyloxy-  
biphenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-octanoyloxy-  
biphenyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-n-octanoyloxybi-  
phenyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-n-octanoyloxybi-  
phenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-trifluoroacetoxybiphenyl,  
p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-trifluoroacetoxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-[4-(2-Methylpropyl)-cyclohexyl]-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-[4-(2-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-[4-(3-Methylbutyl)-cyclohexyl]-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl,

p-[4-(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl]-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl.

#### Beispiel 4

Eine Lösung von 32 g p-(4-Pentylcyclohexyl)-p'-hydroxybiphenyl in 250 ml Aceton wird mit 31 g n-Pentylbromid in Gegenwart von 70 g wasserfreiem Kaliumcarbonat 24 Stunden unter Rückfluß zum Sieden erhitzt. Nach Abkühlen wird das Reaktionsgemisch filtriert, das Filtrat eingedampft und das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-pentyl-oxybiphenyl aus Äthanol umkristallisiert; F. 42°, K. 183°, Ausbeute 37 g.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl, F. 80°, K. 165°;

p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,

p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-methoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-methoxy-biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl, F. 89°, K. 148°;  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-äthoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthoxy-biphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-äthoxy-biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,

p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-propyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-propyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-propyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-propyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-propyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-butyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-butyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-butyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-butyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-butyloxybiphenyl.  
p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentyloxybiphenyl,

p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-pentyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-hexyloxybiphenyl.  
p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-heptyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-octyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-octyloxybiphenyl.  
p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-nonyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-nonyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-n-decyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-decyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-decyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-n-decyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-undecyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-undecyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-dodecyloxybiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{1}$ -p'-n-dodecyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Undecylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Dodecylcyclohexyl)-p'-(2-methylbutyloxy)-biphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-(2-methylheptyloxy)-biphenyl.

#### Beispiel 5

Eine Lösung von 32 g p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-hydroxybiphenyl in 200 ml Toluol wird mit 42 g Heptafluorbuttersäureanhydrid und 2 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure 7 Stunden unter Rückfluß zum Sieden erhitzt. Das abgekühlte Reaktionsgemisch wird mit 150 ml wässriger Natriumhydrogencarbonatlösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet und eingedampft. Das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-heptafluorbutyryloxybiphenyl wird in einem Druckgefäß in Gegenwart von 25 g wasserfreier Flußsäure und 108 g Schwefeltetrafluorid 8 Stunden auf 170° erhitzt.

Anschließend werden die flüchtigen Anteile des Reaktionsgemisches durch Ausblasen mit Stickstoff entfernt, der Rückstand in einer Suspension von 50 g Natriumfluorid in 250 ml Tetrahydrofuran aufgenommen und die erhaltene Suspension nach 2-stündigem Rühren filtriert. Das Filtrat wird eingedampft und das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl aus Äthanol umkristallisiert.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-perfluoräthoxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-perfluorpropyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-perfluorbutyloxybiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorpentyloxybiphenyl.

#### Beispiel 6

Analog Beispiel 1(a) wird aus 4-(4-n-Pentylcyclohexyl)-biphenyl und Trifluoracetylchlorid in Gegenwart von Aluminiumchlorid p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-trifluoracetyl-biphenyl hergestellt. 40 g dieser Verbindung werden in einem Druckgefäß 8 Stunden mit 50 g Schwefeltetrafluorid auf 100° erhitzt. Nach dem Abkühlen wird das überschüssige Schwefeltetrafluorid und flüchtige Reaktionsprodukte durch Einblasen von Stickstoff entfernt und das zurückbleibende p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl aus Äthanol umkristallisiert.

Analog werden hergestellt:

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-trifluormethylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylpropyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(3-Methylbutyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-perfluoräthylbiphenyl,  
p- $\overline{4}$ -(2-Äthylhexyl)-cyclohexyl $\overline{7}$ -p'-perfluoräthylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Nonylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl,  
p-(4-n-Decylcyclohexyl)-p'-perfluorpropylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorbutylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorpentylbiphenyl.

p-(4-Methylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-Äthylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Propylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Butylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Heptylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl,  
p-(4-n-Octylcyclohexyl)-p'-perfluorisobutylbiphenyl.

Die folgenden Beispiele betreffen erfindungsgemäße Dielektrika

Beispiel 7

Das Dielektrikum aus 67 % 4-n-Butyl-4'-methoxyazoxybenzol und 33 % 4-Äthyl-4'-methoxyazoxybenzol hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-5^{\circ}$  bis  $+73^{\circ}$  und eine Viskosität von  $31 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Ein Dielektrikum aus 95 % dieser Zweikomponentenmischung und 5 % p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthoxybiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-10^{\circ}$  bis  $+79^{\circ}$  und eine Viskosität von  $28 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Beispiel 8

Das Dielektrikum aus

67 % Anissäure-4-n-pentylphenylester und 33 % 4-n-Hexyloxybenzoesäure-4'-n-pentylphenylester hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $+15^{\circ}$  bis  $+48^{\circ}$  und eine Viskosität von  $58 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Ein Dielektrikum aus 80 % dieser Zweikomponentenmischung und 20 % p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $0^{\circ}$  bis  $+71^{\circ}$  und eine Viskosität von  $49 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Beispiel 9

Ein Dielektrikum aus 77 % der Zweikomponentenmischung gemäß Beispiel 7 und 23 % p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-15^{\circ}$  bis  $+95^{\circ}$  und eine Viskosität von  $30 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Beispiel 10

Ein Dielektrikum aus 80 % der Zweikomponentenmischung gemäß Beispiel 8 und 20 % p-(4-n-Hexylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $6^{\circ}$  bis  $68^{\circ}$  und eine Viskosität von  $52 \cdot 10^{-3}$  Pa.s bei  $20^{\circ}$ .

Beispiel 11

Das Dielektrikum aus 29 % 4-(4-n-Propylcyclohexyl)-benzonitril, 41 % 4-(4-n-Pentylcyclohexyl)-benzonitril und 30 % 4-(4-n-Heptylcyclohexyl)-benzonitril hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-3^{\circ}$  bis  $+52^{\circ}$  und eine Viskosität von 24 cSt bei  $20^{\circ}$ .

Ein Dielektrikum aus 74 % dieses ternären Gemisches und 26 % p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-äthylbiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-10^{\circ}$  bis  $+74^{\circ}$  und eine Viskosität von 23 cSt bei  $20^{\circ}$ .

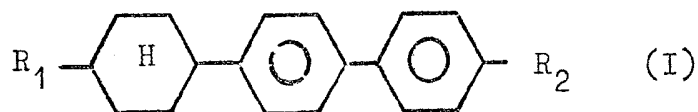
Beispiel 12

Die flüssigkristalline Verbindung p-n-Pentyl-p'-cyanobiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $22,5^{\circ}$  bis  $35^{\circ}$  und eine Viskosität von 29,5 cSt bei  $20^{\circ}$  (unterkühlter Zustand).

Ein Gemisch aus 90 % p-n-Pentyl-p'-cyanobiphenyl und 10 % p-(4-n-Pentylcyclohexyl)-p'-n-butylbiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $18,5^{\circ}$  bis  $49,2^{\circ}$  und eine Viskosität von 29 cSt bei  $20^{\circ}$ .

Erfindungsanspruch

Flüssigkristallines Dielektrikum, gekennzeichnet dadurch, daß es mindestens ein Cyclohexylbiphenyl der Formel (I)



worin

R<sub>1</sub> eine Alkylgruppe mit 1 - 12 C-Atomen und

R<sub>2</sub> eine gegebenenfalls perfluorierte Alkyl-, Alkoxy- oder Alkanoyloxygruppe mit 1 - 12 C-Atomen

bedeutet, sowie } mindestens eine weitere, eine flüssigkristalline Mesophase bildende Verbindung enthält.