

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. Januar 2006 (05.01.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2006/000390 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H01L 51/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/006729

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Juni 2005 (22.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 031 000.9 26. Juni 2004 (26.06.2004) DE  
04 028 407.7 1. Dezember 2004 (01.12.2004) EP  
05 001 891.0 31. Januar 2005 (31.01.2005) EP  
05 009 644.5 3. Mai 2005 (03.05.2005) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter  
Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STÖSSEL, Philipp  
[DE/DE]; Hortensienring 17, 65929 Frankfurt (DE).  
VESTWEBER, Horst [DE/DE]; Denkmalstrasse 6,  
34630 Gilserberg (DE). HEIL, Holger [DE/DE]; Wein-  
bergstr. 49, 64285 Darmstadt (DE). BREUNING, Esther  
[DE/DE]; Eppsteiner Strasse 5, 65817 Eppstein-Nieder-  
josbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,  
MD, MG, MK, MN, MW, MX, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,  
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: COMPOUNDS FOR ORGANIC ELECTRONIC DEVICES

(54) Bezeichnung: VERBINDUNGEN FÜR ORGANISCHE ELEKTRONISCHE VORRICHTUNGEN

(57) Abstract: The invention relates to the improvement of organic electroluminescent devices, especially blue-emitting devices, by using compounds of formula (1) as dopants in the emitting layer.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verbesserung organischer Elektrolumineszenzvorrichtungen, insbesondere blau emittierender Vorrichtungen, indem Verbindungen gemäß Formel (1) als Dotanden in der emittierenden Schicht verwendet werden.

WO 2006/000390 A2

## Beschreibung

### Verbindungen für organische elektronische Vorrichtungen

Die vorliegende Erfindung beschreibt neue Verbindungen und deren Einsatz in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen.

Der Einsatz halbleitender organischer Verbindungen, die zur Emission von Licht im sichtbaren Spektralbereich befähigt sind, in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLEDs) steht gerade am Anfang der Markteinführung. Der allgemeine Aufbau derartiger Vorrichtungen ist beispielsweise in US 4539507, US 5151629, EP 0676461 und WO 98/27136 beschrieben. Für einfache OLEDs enthaltende Vorrichtungen ist die Markteinführung bereits erfolgt, wie die Autoradios der Firma Pioneer, die Mobiltelefone der Firmen Pioneer und SNMD oder eine Digitalkamera der Firma Kodak mit "organischem Display" belegen. Weitere derartige Produkte stehen kurz vor der Einführung.

Allerdings zeigen diese Vorrichtungen immer noch erhebliche Probleme, die einer dringenden Verbesserung bedürfen:

1. Die Effizienz ist gerade bei fluoreszierenden OLEDs immer noch zu niedrig und muss verbessert werden.
2. Die operative Lebensdauer ist insbesondere bei blauer Emission immer noch gering, so dass bis dato nur einfache Anwendungen kommerziell realisiert werden konnten.
3. Stilbenamine, die gemäß dem Stand der Technik als blau emittierende Dotanden verwendet werden, zeigen im Allgemeinen nur eine hellblaue, aber keine tiefblaue Emission. Insbesondere für die Herstellung großformatiger Vollfarbdisplays wird jedoch tiefblaue Emission benötigt.
4. Viele blau emittierende Emitter, die sowohl aromatische Amine, wie auch Doppelbindungssysteme enthalten, sind thermisch nicht stabil und zersetzen sich beim Sublimieren oder beim Aufdampfen. Dadurch ist die Verwendung dieser Systeme nicht bzw. nur unter großen Verlusten und mit hohem technischen Aufwand möglich.

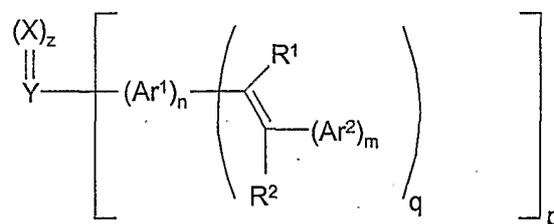
Als nächstliegender Stand der Technik kann die Verwendung bestimmter Arylvinylamine von Idemitsu genannt werden (z. B. WO 04/013073, WO 04/016575, WO 04/018587). Damit werden sehr gute Lebensdauern bei tiefblauer Emission zitiert. Allerdings sind diese Ergebnisse, wie man sieht, stark abhängig vom verwendeten Hostmaterial, so dass die zitierten Lebensdauern nicht als Absolutwerte verglichen werden können, sondern immer nur bei Einsatz in einem optimierten

System. Weiterhin sind diese Verbindungen thermisch instabil und lassen sich nicht unzersetzt verdampfen, was daher einen hohen technischen Aufwand für die Aufdampfung erfordert und somit einen deutlichen technischen Nachteil darstellt. Einen weiteren Nachteil stellt die Emissionsfarbe dieser Verbindungen dar. Während Idemitsu tiefblaue Emission (CIE-y-Koordinaten im Bereich von 0.15-0.18) zitiert, konnten diese Farbkoordinaten nicht in einfachen Vorrichtungen gemäß dem Stand der Technik reproduziert werden. Im Gegenteil erhält man hier grünblaue Emission. Es ist nicht offensichtlich, wie mit diesen Verbindungen tatsächlich blaue Emission erzeugt werden kann.

Es besteht also weiterhin ein Bedarf an blau emittierenden Verbindungen, die in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zu guten Effizienzen und gleichzeitig zu hohen Lebensdauern führen und die technisch unproblematisch zu verarbeiten sind.

Es wurde nun überraschend gefunden, dass organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, die bestimmte – im Folgenden aufgeführte – Verbindungen als blau emittierende Dotanden, vorzugsweise in einem Hostmaterial, enthalten, deutliche Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik aufweisen. Mit diesen Materialien ist es möglich, längere Lebensdauern bei höherer Effizienz zu erhalten. Außerdem lassen sich diese Verbindungen im Gegensatz zu Materialien gemäß dem Stand der Technik ohne merkliche Zersetzung sublimieren und aufdampfen und sind daher deutlich leichter zu handhaben als Materialien gemäß dem Stand der Technik. Diese Verbindungen und deren Verwendung in OLEDs sind daher Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung von Verbindungen gemäß Formel (1),



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

Y ist bei jedem Auftreten Phosphor, Arsen, Antimon, Bismut, Sauerstoff, Schwefel, Selen oder Tellur, wobei im Falle von Y = Sauerstoff der Rest X für ein freies Elektronenpaar steht und wobei im Falle von Y = Schwefel, Selen oder Tellur der Rest X gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für ein freies Elektronenpaar oder für Sauerstoff steht;

- X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur oder steht für ein freies Elektronenpaar;
- Ar<sup>1</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- Ar<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, CN, F, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen im Rest R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>20</sup>, -O-, -S-, -COOR<sup>20</sup>- oder -CONR<sup>20</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, SCN oder NO<sub>2</sub> ersetzt sein können, oder ein aromatisches System mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder ein heteroaromatisches System mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> können jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest Ar<sup>1</sup> und/oder Ar<sup>2</sup> gemeinsam ein cyclisches System bilden;
- R<sup>10</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Cl, Br, I, CN, NO<sub>2</sub>, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen im Rest R<sup>10</sup> durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>20</sup>, -O-, -S-, -COOR<sup>20</sup>- oder -CONR<sup>20</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder NO<sub>2</sub> ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>20</sup> substituiert sein können, oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 24 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 24 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch

einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann,  
oder eine Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei  
können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie  
auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches,  
5 aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem  
Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  eine Ringsystem bilden;

$R^{20}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H oder ein aliphatischer oder  
aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen;

n ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
1, 2, 3, 4 oder 5;

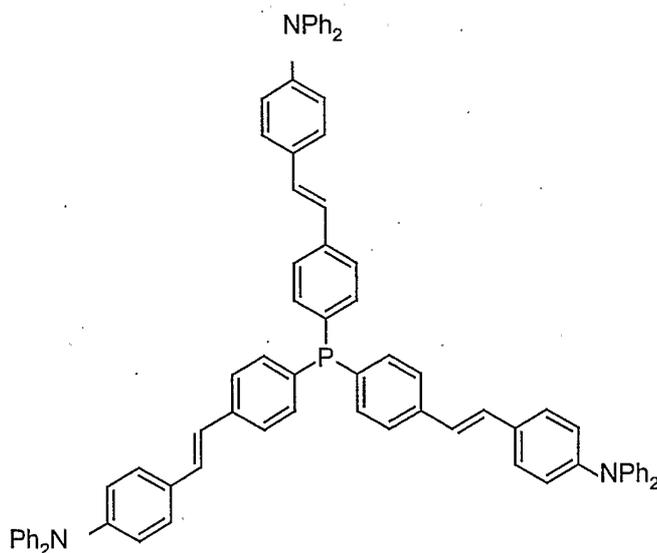
m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
1, 2, 3, 4 oder 5;

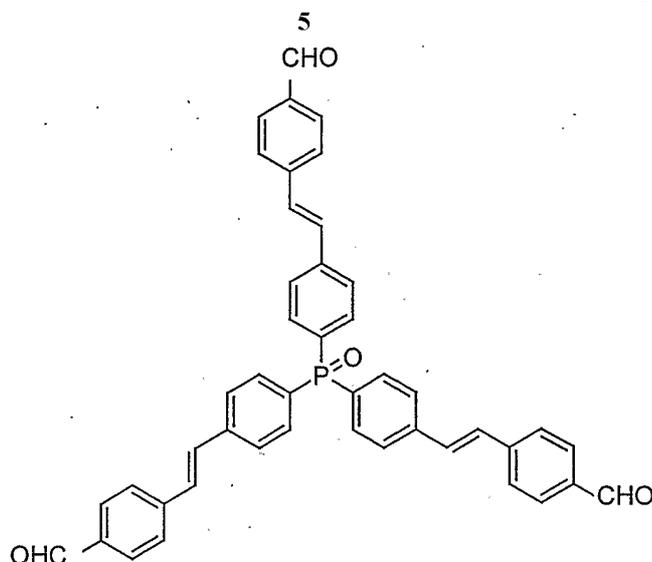
q ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
1, 2, 3, 4 oder 5, mit der Maßgabe, dass mindestens ein Index  $q \neq \text{null}$  ist;

p steht im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des  
Periodensystems steht, für die ganze Zahl 2 und im Falle, dass der Rest Y für  
ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl  
3,

z für den Fall dass Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems ist  
für die ganze Zahl 1 und für den Fall dass Y für ein Element der 6. Hauptgruppe  
des Periodensystems ist für die ganze Zahl 2 steht;

ausgenommen die Verbindungen





in elektronischen Vorrichtungen, insbesondere in organischen Leuchtdioden (O-LEDs), organischen Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organischen lichtemittierenden Transistoren (O-LETs), organischen Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organischen integrierten Schaltungen (O-ICs), organischen Solarzellen (O-SCs), organischen Feld-Quench-Devices (O-FQDs) oder organischen Laserdioden (O-Laser), besonders bevorzugt in organischen Leuchtdioden (O-LEDs).

Unter einer Arylgruppe bzw. einer Heteroarylgruppe im Sinne dieser Erfindung wird eine aromatische Gruppe bzw. heteroaromatische Gruppe mit einem gemeinsamen aromatischen Elektronensystem verstanden. Dies kann im Sinne dieser Erfindung ein einfacher Homo- oder Heterocyclus sein, beispielsweise Benzol, Pyridin, Thiophen, etc., oder es kann ein kondensiertes aromatisches Ringsystem sein, in dem mindestens zwei aromatische oder heteroaromatische Ringe, beispielsweise Benzolringe, miteinander „verschmolzen“, d. h. durch Anellierung einander ankondensiert sind, also mindestens eine gemeinsame Kante und dadurch auch ein gemeinsames aromatisches System aufweisen. Diese Aryl- oder Heteroarylgruppen können substituiert oder unsubstituiert sein; ebenso können gegebenenfalls vorhandene Substituenten weitere Ringsysteme bilden. So sind beispielsweise Systeme wie Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Pyren, etc. als Arylgruppen und Chinolin, Acridin, Benzothiophen, Carbazol, etc. als Heteroarylgruppen im Sinne dieser Erfindung zu sehen, während beispielsweise Biphenyl, Fluoren, Spirobifluoren, etc. keine Arylgruppen darstellen, da es sich hierbei um separate aromatische Elektronensysteme handelt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter einer Alkylgruppe, in der auch einzelne H-Atome oder CH<sub>2</sub>-Gruppen durch die oben genannten Gruppen substituiert

sein können, besonders bevorzugt die Reste Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-Butyl, i-Butyl, s-Butyl, t-Butyl, 2-Methylbutyl, n-Pentyl, s-Pentyl, Cyclopentyl, n-Hexyl, Cyclohexyl, n-Heptyl, Cycloheptyl, n-Octyl, Cyclooctyl, 2-Ethylhexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl, 2,2,2-Trifluorethyl, Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl, Cyclooctenyl, Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl oder Octinyl verstanden. Unter einer Alkoxygruppe werden besonders bevorzugt Methoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy oder 2-Methylbutoxy verstanden. Unter einer Aryl- oder Heteroarylgruppe, die je nach Verwendung monovalent oder bivalent sein kann, die noch jeweils mit den oben genannten Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann und die über beliebige Positionen am Aromaten bzw. Heteroaromaten verknüpft sein kann, werden insbesondere Gruppen verstanden, welche abgeleitet sind von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Pyren, Chrysen, Perylen, Fluoranthen, Tetracen, Pentacen, Benzpyren, Furan, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Thiophen, Benzothiophen, Isobenzothiophen, Dibenzothiophen, Pyrrol, Indol, Isoindol, Carbazol, Pyridin, Chinolin, Isochinolin, Acridin, Phenanthridin, Benzo-5,6-chinolin, Benzo-6,7-chinolin, Benzo-7,8-chinolin, Phenothiazin, Phenoxazin, Pyrazol, Indazol, Imidazol, Benzimidazol, Naphthimidazol, Phenanthrimidazol, Pyridimidazol, Pyrazinimidazol, Chinoxalinimidazol, Oxazol, Benzoxazol, Naphthoxazol, Anthroxazol, Phenanthroxazol, Isoxazol, 1,2-Thiazol, 1,3-Thiazol, Benzothiazol, Pyridazin, Benzopyridazin, Pyrimidin, Benzpyrimidin, Chinoxalin, Pyrazin, Phenazin, Naphthyridin, Azacarbazol, Benzocarbolin, Phenanthrolin, 1,2,3-Triazol, 1,2,4-Triazol, Benzotriazol, 1,2,3-Oxadiazol, 1,2,4-Oxadiazol, 1,2,5-Oxadiazol, 1,3,4-Oxadiazol, 1,2,3-Thiadiazol, 1,2,4-Thiadiazol, 1,2,5-Thiadiazol, 1,3,4-Thiadiazol, 1,3,5-Triazin, 1,2,4-Triazin, 1,2,3-Triazin, Tetrazol, 1,2,4,5-Tetrazin, 1,2,3,4-Tetrazin, 1,2,3,5-Tetrazin, Purin, Pteridin, Indolizin und Benzothiadiazol.

Die durch Kombination dieser Systeme und Bildung zusätzlicher Ringsysteme entstehenden Systeme sind bevorzugt Biphenylen, Terphenylen, Fluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihydropyren, Tetrahydropyren oder cis- oder trans-Indenofluoren.

Bevorzugt sind Verbindungen gemäß Formel (1), in denen das Symbol Y für Phosphor, Sauerstoff oder Schwefel steht, besonders bevorzugt für Phosphor oder Sauerstoff, ganz besonders bevorzugt für Phosphor.

Bevorzugt sind Verbindungen gemäß Formel (1), in denen das Symbol X für Sauerstoff, Schwefel oder ein freies Elektronenpaar steht, besonders bevorzugt für Sauerstoff oder ein freies Elektronenpaar.

Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel (1), bei denen für den Fall, dass der Rest Y für Phosphor, X für ein freies Elektronenpaar, Ar<sup>1</sup> für Phenyl, n und q gleich 1, p gleich 3, R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> für Wasserstoff und Ar<sup>2</sup> für einen mit einem Rest R<sup>10</sup> substituierten Phenylrest steht, der Rest R<sup>10</sup> nicht für NPh<sub>2</sub> steht. Der Rest Ph steht für einen unsubstituierten Phenylrest.

Ganz besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel (1), bei denen für den Fall, dass der Rest Y für Phosphor, X für Sauerstoff, Ar<sup>1</sup> für Phenyl, n und q gleich 1, p gleich 3, R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> für Wasserstoff und Ar<sup>2</sup> für ein mit einem Rest R<sup>10</sup> substituierten Phenylrest steht, der Rest R<sup>10</sup> nicht für CHO steht.

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen gemäß Formel (1), in denen die Symbole Ar<sup>1</sup> und Ar<sup>2</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen stehen, die jeweils mit einem oder zwei Resten R<sup>10</sup> substituiert sein können, besonders bevorzugt für eine Arylgruppe mit 6 bis 14 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 14 C-Atomen, die jeweils mit einem oder zwei Resten R<sup>10</sup> substituiert sein können, ganz besonders bevorzugt für eine Aryl- oder Heteroarylgruppe, ausgewählt aus Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Pyridin und Thiophen, insbesondere Benzol, die jeweils mit einem oder zwei Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann.

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen gemäß Formel (1), in denen das Symbol R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, CN, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, -O- oder -S- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest Ar<sup>1</sup> und/oder Ar<sup>2</sup> gemeinsam ein cyclisches System bilden können, steht.

Besonders bevorzugt stehen die Symbole R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> für H, CN, Methyl, Ethyl, Propyl, i- Propyl, n-, sek- oder tert-Butyl, oder eine Phenylgruppe oder eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 6 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann, und/oder R<sup>1</sup> bzw. R<sup>2</sup> bilden jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest Ar<sup>1</sup> und/oder Ar<sup>2</sup> gemeinsam ein cyclisches System. Ganz besonders bevorzugt stehen die Symbole R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> für H.

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen gemäß Formel (1), in denen das Symbol R<sup>10</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, F, CN, eine geradkettige Alkyl-

oder Alkoxygruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, eine verzweigte Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, eine cyclische Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 5 bis 20 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten  $R^{20}$  substituiert sein können, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $-R^{20}C=CR^{20}-$ ,  
5  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^{20})_2$ ,  $C=O$ ,  $-O-$  oder  $-S-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 16 aromatischen C-Atomen, die durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert  
10 sein kann, oder eine Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  eine Ringsystem bilden.

15 Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen gemäß Formel (1), in denen die Symbole  $Ar^1$  und  $Ar^2$  gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für eine Phenylgruppe oder eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 6 C-Atomen steht,  $R^1$  und  $R^2$  gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 10 C-Atomen oder  
20 eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 4 C-Atomen, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $-O-$  oder  $-S-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können und der Rest  $R^{10}$  bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Br, CN,  
25 eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei bei der vorstehend genannten Alkylgruppe unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $-O-$  oder  $-S-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder  $NO_2$  ersetzt sein können,  
30 oder eine Arylgruppe mit 6 bis 14 C-Atomen, insbesondere Benzol, Naphthalin, Anthracen und Phenanthren, oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 10 C-Atomen, insbesondere Pyridin und Thiophen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein können,  
oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 10 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 10 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann.

35 Besonders bevorzugt ist der Rest  $R^{10}$  am Rest  $Ar^2$  gebunden, insbesondere in ortho- oder para-Position, ganz besonders bevorzugt in der para-Position.

40 Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen, in denen die Summe der Indices n und m mindestens die ganze Zahl 1 ergibt.

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen, in denen der Index n gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht, besonders bevorzugt für 1 oder 2, ganz besonders bevorzugt für 1.

5

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen, in denen der Index m gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht, besonders bevorzugt für 1 oder 2, ganz besonders bevorzugt für 1.

10 Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen, in denen der Index q gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht, besonders bevorzugt für 1 oder 2, ganz besonders bevorzugt für 1.

15 Die Aryl- bzw. Heteroarylgruppen  $Ar^1$  - und im Falle eines  $Ar^2$ , das mit einem Arylrest ( $R^{10}$ ) substituiert ist - weisen vorzugsweise eine gerade Anzahl aromatischer Ringatome zwischen den beiden Verknüpfungsstellen auf. Insbesondere der Rest  $Ar^1$  und auch der vorstehend genannte Rest  $Ar^2$  weisen eine durch vier teilbare Anzahl an Ringatomen auf. So ist beispielsweise für Phenylensysteme die ortho- und die para-Verknüpfung bevorzugt, insbesondere die para-Verknüpfung.

20

Besonders bevorzugt sind Verbindungen gemäß Formel (1), die symmetrisch aufgebaut sind und eine dreizählige Drehachse aufweisen, was sich nicht nur auf die aromatischen Gruppen  $Ar^1$  und  $Ar^2$  bezieht, sondern besonders bevorzugt auch auf die Reste  $R^1$  und  $R^2$ . Diese Bevorzugung ist durch die leichtere synthetische Zugänglichkeit der Verbindungen zu begründen. Jedoch auch die unsymmetrischen Verbindungen sind in mehr Stufen zugänglich.

25

Wenn die Verbindung Atropisomerie um eine oder um mehrere Bindungen zeigen kann, so sind jeweils auch die isolierten oder angereicherten Atropisomere Gegenstand der Erfindung. Dies bezieht sich sowohl auf Enantiomere wie auch auf Diastereomere. Durch die Wahl geeigneter Atropisomere lässt sich beispielsweise die Löslichkeit der Verbindung beeinflussen.

30

Beispiele für bevorzugte Verbindungen gemäß Formel (1) sind die im Folgenden abgebildeten Beispiele 1 bis 63.

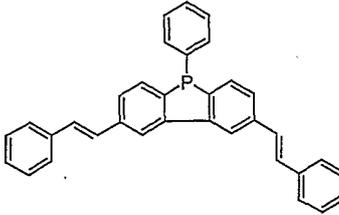
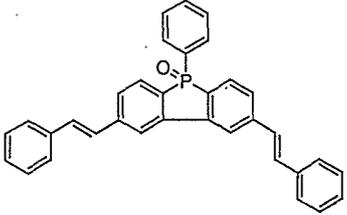
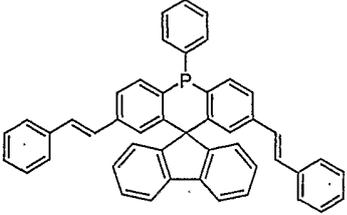
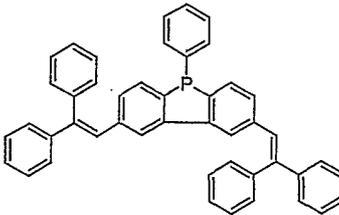
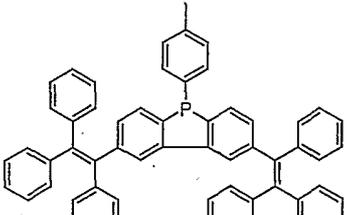
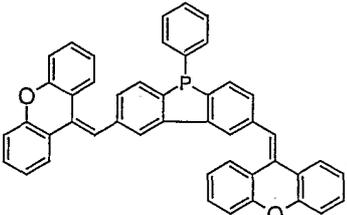
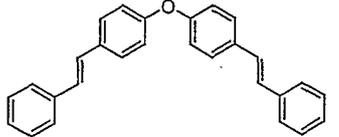
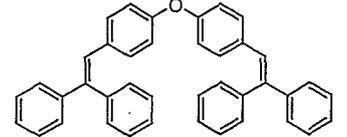
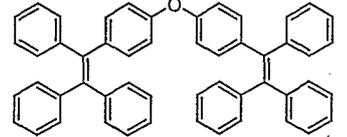
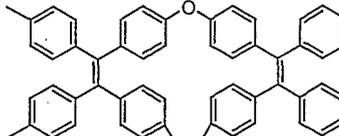
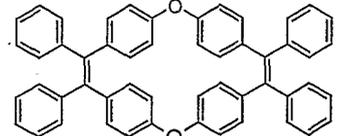
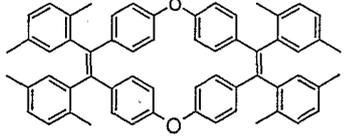
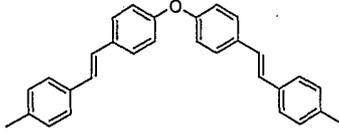
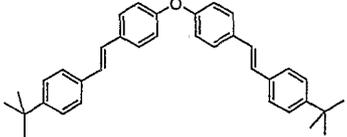
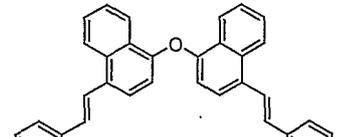
35

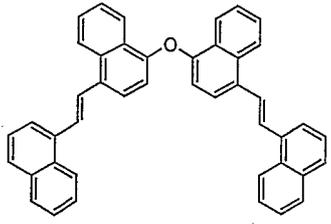
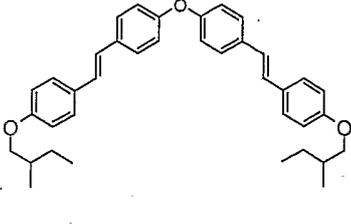
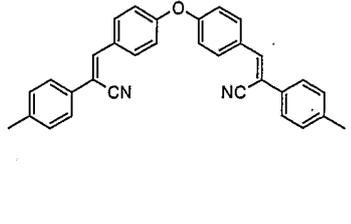
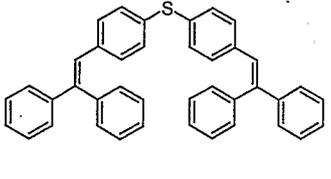
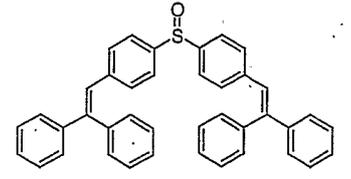
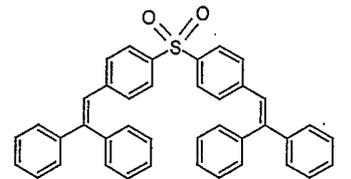
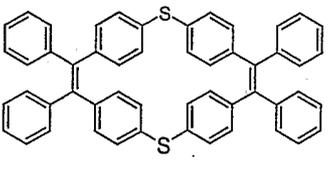
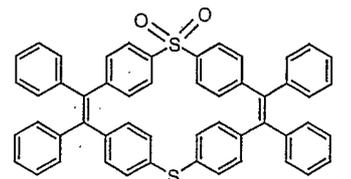
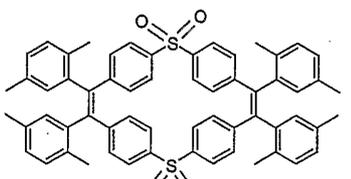
<p>Beispiel 1</p>	<p>Beispiel 2</p>	<p>Beispiel 3</p>
<p>Beispiel 4</p>	<p>Beispiel 5</p>	<p>Beispiel 6</p>
<p>Beispiel 7</p>	<p>Beispiel 8</p>	<p>Beispiel 9</p>

<p>Beispiel 10</p>	<p>Beispiel 11</p>	<p>Beispiel 12</p>
<p>Beispiel 13</p>	<p>Beispiel 14</p>	<p>Beispiel 15</p>
<p>Beispiel 16</p>	<p>Beispiel 17</p>	<p>Beispiel 18</p>

<p>Beispiel 19</p>	<p>Beispiel 20</p>	<p>Beispiel 21</p>
<p>Beispiel 22</p>	<p>Beispiel 23</p>	<p>Beispiel 24</p>
<p>Beispiel 25</p>	<p>Beispiel 26</p>	<p>Beispiel 27</p>

<p>Beispiel 28</p>	<p>Beispiel 29</p>	<p>Beispiel 30</p>
<p>Beispiel 31</p>	<p>Beispiel 32</p>	<p>Beispiel 33</p>
<p>Beispiel 34</p>	<p>Beispiel 35</p>	<p>Beispiel 36</p>
<p>Beispiel 37</p>	<p>Beispiel 38</p>	<p>Beispiel 39</p>

		
<p>Beispiel 40</p>	<p>Beispiel 41</p>	<p>Beispiel 42</p>
		
<p>Beispiel 43</p>	<p>Beispiel 44</p>	<p>Beispiel 45</p>
		
<p>Beispiel 46</p>	<p>Beispiel 47</p>	<p>Beispiel 48</p>
		
<p>Beispiel 49</p>	<p>Beispiel 50</p>	<p>Beispiel 51</p>
		
<p>Beispiel 52</p>	<p>Beispiel 53</p>	<p>Beispiel 54</p>

		
Beispiel 55	Beispiel 56	Beispiel 57
		
Beispiel 58	Beispiel 59	Beispiel 60
		
Beispiel 61	Beispiel 62	Beispiel 63

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können nach dem Fachmann bekannten Syntheseschritten, wie z. B. Bromierung, Suzuki-Kupplung, Wittig-Horner-Reaktion, etc., dargestellt werden. Triarylphosphine lassen sich beispielsweise leicht durch Salzmetathese aus Metallaryl-Verbindungen (beispielsweise Aryllithium-Verbindungen oder Aryl-Grignard-Verbindungen) durch Reaktion mit Phosphortrihalogeniden synthetisieren. Die Bromierung dieser Triarylphosphinen führt zu Tris-p-brom-substituierten Triarylphosphinen, wobei hier - bedingt durch den +M-dirigierenden Effekt des Phosphoratoms - häufig sehr gute Ausbeuten bei exzellenten Regioselektivitäten erreicht werden. Als Bromierungsmitteln können neben elementarem Brom vor allen auch N-Brom-Verbindungen wie N-Bromsuccinimid (NBS) verwendet werden. Die so dargestellten Tris-p-brom-substituierten Triarylphosphine lassen sich leicht z. B. durch Suzuki-Kupplung unter Standardbedingungen mit funktionalisierten Arylboronsäuren in ausgezeichneten Ausbeuten umsetzen. Als Funktionalisierung kommen insbesondere Formyl-, Alkylcarbonyl- und Arylcarbonyl-Gruppen oder deren geschützte Analoga, z. B. in Form der entsprechenden Dioxolane, in Frage. Weiterhin lassen sich die Tris-p-brom-substituierten Triarylphosphine beispielsweise durch Vielsmeyer-Formylierung mit Aldehyd-Gruppen funktionalisieren und können so als Edukte für Wittig-Horner-

Reaktionen eingesetzt werden. Selbstverständlich können auch andere Kupplungsreaktionen (z. B. Stille-Kupplung, Heck-Kupplung, etc.) Verwendung finden. Die so erhaltenen Carbonyl-Substrate können dann leicht, z. B. durch eine Wittig-Horner-Reaktion, in die entsprechenden Olefine überführt werden.

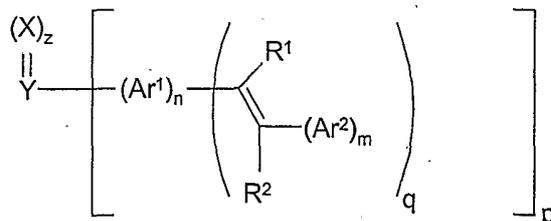
5 Entsprechende Phosphinoxide sind durch Oxidation der Phosphine, beispielsweise mit Wasserstoffperoxid, zugänglich. Die Synthese entsprechender aromatischer Ether kann analog erfolgen, wobei einfache bromierte Diarylether auch kommerziell verfügbar sind. Aromatische Ether können weiterhin durch Palladium-katalysierte Kupplungsreaktion eines aromatischen Halogenids mit einem Phenol synthetisiert  
10 und weiter in Analogie zu den oben beschriebenen Phosphinen umgesetzt werden.

Geeignet funktionalisierte Verbindungen gemäß Formel (1), insbesondere bromierte Verbindungen, wie beispielsweise die oben abgebildeten Beispielstrukturen 34 und 35, können auch zum Einbau in Polymere verwendet werden.

15 Gegenstand der Erfindung sind daher weiterhin konjugierte, teilkonjugierte oder nicht-konjugierte Polymere, Oligomere oder Dendrimere, enthaltend Wiederholeinheiten gemäß Formel (1). Diese Wiederholeinheiten können beispielsweise in Polyfluorene (z. B. gemäß EP 842208 oder WO 00/22026), Poly-  
20 spirobifluorene (z. B. gemäß EP 707020, EP 894107 oder EP 04028865.6), Poly-para-phenylene (z. B. gemäß WO 92/18552), Poly-dihydrophenanthrene (z. B. gemäß WO 05/014689), Poly-phenanthrene (z. B. gemäß DE 102004020298.2), Poly-indenofluorene (z. B. gemäß WO 04/041901 oder WO 04/113412), Poly-  
25 carbazole (z. B. gemäß WO 04/070772 oder WO 04/113468), Poly-anthracene, Polynaphthaline (z. B. gemäß EP 04030093.1) oder Polythiophene (z. B. gemäß EP 1028136) einpolymerisiert werden. Auch Polymere mit mehreren dieser Einheiten oder Homopolymere der Wiederholeinheiten gemäß Formel (1) sind möglich. Ebenso Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung dieser Polymere, Oligomere oder Dendrimere in organischen elektronischen Vorrichtungen.

30 Die Verbindungen gemäß Formel (1) können in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen eingesetzt werden. Dabei wird die Verbindung bevorzugt in der emittierenden Schicht und vorzugsweise als Mischung mit mindestens einem Hostmaterial eingesetzt. Es ist bevorzugt, wenn die Verbindung gemäß Formel (1) in der Mischung die emittierende Verbindung (der Dotand) ist.  
35 Bevorzugte Hostmaterialien sind organische Verbindungen, deren Emission kürzerwellig ist als die der Verbindung gemäß Formel (1) oder die überhaupt nicht im sichtbaren Bereich emittieren. Auch die Verwendung der Verbindungen gemäß Formel (1) als Lochtransportmaterial ist möglich.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Mischungen enthaltend mindestens eine Verbindungen gemäß Formel (1),



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

- 5 Y ist bei jedem Auftreten Phosphor, Arsen, Antimon, Bismut, Sauerstoff, Schwefel, Selen oder Tellur, wobei im Falle von Y = Sauerstoff der Rest X für ein freies Elektronenpaar steht und im Falle von Y = Schwefel, Selen oder Tellur der Rest X gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für ein freies Elektronenpaar oder für Sauerstoff steht;
- 10 X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur oder steht für ein freies Elektronenpaar;
- Ar<sup>1</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- 15 Ar<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, CN, F, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen im Rest R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>20</sup>, -O-, -S-, -COOR<sup>20</sup>- oder -CONR<sup>20</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, SCN oder NO<sub>2</sub> ersetzt sein können,
- 20 oder ein aromatisches System mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder heteroaromatisches System mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder
- 30

$R^1$ ,  $R^2$  können jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest  $Ar^1$  und/oder  $Ar^2$  gemeinsam ein cyclisches System bilden;

$R^{10}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$ , eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten  $R^{20}$  substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen im Rest  $R^{10}$  durch  $-R^{20}C=CR^{20}-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^{20})_2$ ,  $Ge(R^{20})_2$ ,  $Sn(R^{20})_2$ , C=O, C=S, C=Se,  $C=NR^{20}$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-COOR^{20}-$  oder  $-CONR^{20}-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder  $NO_2$  ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein können,

oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 24 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 24 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann,

oder eine Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  ein Ringsystem bilden;

$R^{20}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen;

n ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5;

m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5;

q ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5, mit der Maßgabe, dass mindestens ein Index q  $\neq$  null ist;

p steht im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl 2 und im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl 3,

z für den Fall dass Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems ist für die ganze Zahl 1 und für den Fall dass Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des Periodensystems ist für die ganze Zahl 2 steht;

und

mindestens ein Hostmaterial.

Auf eine Wiederholung der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen wird an dieser Stelle verzichtet. Sämtliche bevorzugte Ausführungsformen der Verbindungen der Formel (1) gelten auch für die erfindungsgemäße Mischung enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel (1) und mindestens ein Hostmaterial.

Als Hostmaterialien kommen verschiedene Stoffklassen in Frage. Bevorzugte Hostmaterialien sind ausgewählt aus den Klassen der Oligo-arylene (z. B. 2,2',7,7'-tetraphenyl-spirobifluoren gemäß EP 676461 oder Dinaphthylanthracen), insbesondere der Oligo-arylene enthaltend kondensierte aromatische Gruppen, der Oligo-arylenvinylene (z. B. DPVBi oder Spiro-DPVBi gemäß EP 676461), der polypodalen Metallkomplexe (z. B. gemäß WO 04/081017), der lochleitenden Verbindungen (z. B. gemäß WO 04/058911), der elektronenleitenden Verbindungen, insbesondere Ketone, Phosphinoxide, Sulfoxide, etc. (z. B. gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102004008304.5) oder der Atropisomere (z. B. gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung EP 04026402.0). Besonders bevorzugte Hostmaterialien sind ausgewählt aus den Klassen der Oligoarylene, enthaltend Naphthalin, Anthracen und/oder Pyren oder Atropisomeren dieser Verbindungen, der Oligo-arylenvinylene, der Ketone, der Phosphinoxide und der Sulfoxide. Ganz besonders bevorzugte Hostmaterialien sind ausgewählt aus den Klassen der Oligoarylene, enthaltend Anthracen und/oder Pyren oder Atropisomeren dieser Verbindungen, der Phosphinoxide und der Sulfoxide.

Der Anteil der Verbindung gemäß Formel (1) in der Mischung beträgt zwischen 0.1 und 99.0 Gew.%, bevorzugt zwischen 0.5 und 50.0 Gew.%, besonders bevorzugt zwischen 1.0 und 20.0 Gew.%, insbesondere zwischen 1.0 und 10.0 Gew.%. Entsprechend beträgt der Anteil des Hostmaterials in der Mischung zwischen 1.0 und 99.9 Gew.%, bevorzugt zwischen 50.0 und 99.5 Gew.%, besonders bevorzugt zwischen 80.0 und 99.0 Gew.%, insbesondere zwischen 90.0 und 99.0 Gew.%.

Weiterhin bevorzugt sind organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere emittierende Verbindungen in derselben Schicht oder in unterschiedlichen Schichten verwendet werden, wobei mindestens eine dieser Verbindungen eine Struktur gemäß Formel (1) aufweist. Besonders bevorzugt weisen diese Verbindungen insgesamt mehrere Emissionsmaxima zwischen 380 nm und 750 nm auf, so dass insgesamt weiße Emission resultiert, d. h. außer der Verbindung gemäß Formel (1) wird noch mindestens eine weitere emittierende Verbindung verwendet, die fluoreszieren oder phosphoreszieren kann und die gelbes, orange oder rotes Licht emittiert. Insbesondere bevorzugt sind Dreischichtsysteme, wovon mindestens eine dieser Schichten eine Verbindung

gemäß Formel (1) enthält und wobei die Schichten blaue, grüne und orange oder rote Emission zeigen (für den prinzipiellen Aufbau siehe z. B. WO 05/011013).

Außer Kathode, Anode und der emittierenden Schicht kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese können beispielsweise sein: Lochinjektionsschicht, Lochtransportschicht, Elektronentransportschicht und/oder Elektroneninjectionsschicht. Es sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass nicht notwendigerweise jede dieser Schichten vorhanden sein muss. So werden insbesondere bei Verwendung von Verbindungen gemäß Formel (1) mit elektronenleitenden Hostmaterialien weiterhin sehr gute Ergebnisse erhalten, wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung keine separate Elektronentransportschicht enthält und die emittierende Schicht direkt an die Elektroneninjectionsschicht oder an die Kathode grenzt. Alternativ kann das Hostmaterial auch gleichzeitig in einer Elektronentransportschicht als Elektronentransportmaterial dienen. Ebenfalls kann es bevorzugt sein, wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung keine separate Lochtransportschicht enthält und die emittierende Schicht direkt an die Lochinjektionsschicht oder an die Anode grenzt. Weiterhin kann es bevorzugt sein, wenn die Verbindung gemäß Formel (1) nicht oder nicht nur als Dotand in der emittierenden Schicht, sondern auch als lochleitende Verbindung (als Reinsubstanz oder als Mischung) in einer Lochtransportschicht verwendet wird.

Weiterhin bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit einem Sublimationsverfahren beschichtet werden. Dabei werden die Materialien in Vakuum-Sublimationsanlagen bei einem Druck kleiner  $10^{-5}$  mbar, bevorzugt kleiner  $10^{-6}$  mbar, besonders bevorzugt kleiner  $10^{-7}$  mbar aufgedampft.

Bevorzugt ist ebenfalls eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit dem OVPD (Organic Vapour Phase Deposition) Verfahren oder mit Hilfe einer Trägergassublimation beschichtet werden. Dabei werden die Materialien bei einem Druck zwischen  $10^{-5}$  mbar und 1 bar aufgebracht.

Weiterhin bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten aus Lösung, wie z. B. durch Spincoating, oder mit einem beliebigen Druckverfahren, wie z. B. Siebdruck, Flexodruck oder Offsetdruck, besonders bevorzugt aber LITI (Light Induced Thermal Imaging, Thermotransferdruck) oder Ink-Jet Druck (Tintenstrahldruck), hergestellt

werden. Hierfür sind lösliche Verbindungen gemäß Formel (1) nötig. Hohe Löslichkeit lässt sich beispielsweise durch geeignete Substitution der Verbindungen erreichen.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen weisen bei Verwendung in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen folgende überraschende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf:

1. Die Effizienz entsprechender Vorrichtungen wird höher im Vergleich zu Systemen gemäß dem Stand der Technik.
2. Die Stabilität entsprechender Vorrichtungen wird höher im Vergleich zu Systemen gemäß dem Stand der Technik, was sich vor allem in einer deutlich höheren Lebensdauer zeigt.
3. In organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zeigen die Verbindungen gemäß Formel (1) eine deutlich tiefer blaue Emission als Stilbenamine gemäß dem Stand der Technik. Insbesondere für Vollfarb-Displays ist dies von entscheidender Bedeutung.
4. Die Verbindungen lassen sich gut und ohne erhebliche Zersetzung sublimieren und aufdampfen, sind dadurch leichter zu verarbeiten und deshalb besser für die Verwendung in OLEDs geeignet als Materialien gemäß dem Stand der Technik.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit eine elektrische Vorrichtung, vorzugsweise eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, die mindestens eine Schicht aufweist, die mindestens eine Verbindung der Formel (1) oder eine Mischung aus mindestens einer Verbindung der Formel (1) und mindestens einem Hostmaterial aufweist.

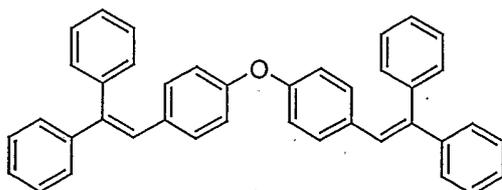
Im vorliegenden Anmeldetext und auch in den im Weiteren folgenden Beispielen wird auf die Verwendung erfindungsgemäßer Verbindungen in Bezug auf OLEDs und die entsprechenden Displays abgezielt. Trotz dieser Beschränkung der Beschreibung ist es für den Fachmann ohne weiteres erfinderisches Zutun möglich, die erfindungsgemäßen Verbindungen auch für weitere Verwendungen in anderen elektronischen Vorrichtungen zu benutzen, z. B. für organische Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organische Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organische integrierte Schaltungen (O-ICs), organische Solarzellen (O-SCs) oder organische Laserdioden (O-Laser), um nur einige Anwendungen zu nennen.

Die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen in den entsprechenden Vorrichtungen ebenso wie diese Vorrichtungen selbst sind ebenfalls ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele näher erläutert, ohne sie dadurch einschränken zu wollen.

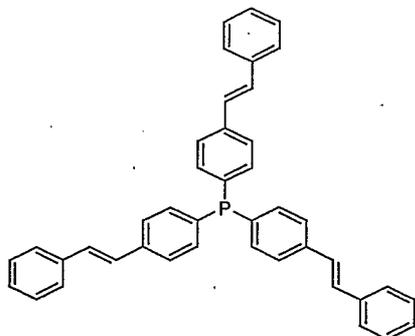
**Beispiele:**

Die nachfolgenden Synthesen wurden, sofern nicht anders angegeben, unter einer Schutzgasatmosphäre durchgeführt. Die Edukte wurden von den Firmen ALDRICH  
5 bzw. ABCR (Bis(4-bromphenyl)ether, 1,1-Diphenylethen, N,N-Dimethylglycin, Palladium(II)acetat, Anorganika, Lösemittel) bezogen. Tris(4-formylphenyl)phosphin wurde nach Chaliar *et al.*, *J. Phys. Chem.* **1996**, *100*(10); 4323 dargestellt.

**Beispiel 1: Synthese von Bis(4-(1,1-diphenyl-2-vinyl)phenyl)ether, Dotand D1**

Ein entgaste Suspension von 32.8 g (100 mmol) Bis(4-bromphenyl)ether, 53.0 ml  
(300 mmol) 1,1-Diphenylethen, 449 mg (2 mmol) Palladium(II)acetat, 32 mg  
(0.2 mmol) Eisen(III)chlorid, 2.1 g (20 mmol) N,N-Dimethylglycin und 46.2 g  
(550 mmol) Natriumhydrogencarbonat in 500 ml N-Methylpyrrolidon wurde 16 h auf  
15 145 °C erhitzt. Nach Erkalten wurde die Suspension mit 1000 ml Dichlormethan und  
1000 ml Wasser versetzt. Die org. Phase wurde abgetrennt, dreimal mit 1000 ml  
Wasser gewaschen, über Magnesiumsulfat getrocknet und dann über eine kurze  
Säule aus Kieselgel filtriert. Der nach Entfernen des Dichlormethans erhaltene gelbe  
Feststoff wurde viermal aus DMSO (2 ml/g) umkristallisiert. Nach zweimaligem  
20 Auskochen mit je 500 ml Ethanol und Trocknen des Feststoffs im Vakuum wurde  
dieser bei T = 290 °C, p = 5 x 10<sup>-5</sup> mbar sublimiert. Ausbeute: 23.6 g (45 mmol),  
44.8 % d. Th., Reinheit nach HPLC 99.9 %.

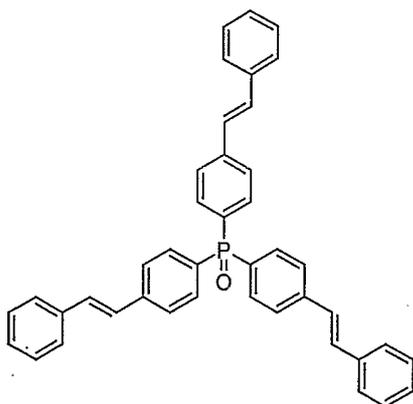
<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ [ppm] = 7.42-7.24 (m, 20 H), 6.90 (s, 2H), 6.88 (d, 4H), 6.81 (d,  
4H).

**Beispiel 2: Synthese von Tris(4-stilbenyl)phosphin, Dotand D2**

Ein Gemisch aus 50.0 ml (240 mmol) Phenylmethanphosphonsäurediethylester und 1000 ml DMF wurde unter gutem Rühren bei 0 °C mit 46.1 g (480 mmol) Natrium-*tert*-butylat versetzt. Zu dieser Mischung wurde bei 0-10 °C eine 30 °C warme Lösung von 22.9 g (66 mmol) Tris(4-formylphenyl)phosphin in 1000 ml DMF langsam zugetropft. Nach vollendeter Zugabe wurde weitere 3 h bei 0 °C bis 10 °C und 12 h bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wurden 100 ml 2.5 N HCl, dann 300 ml Wasser und dann 300 ml Ethanol zugegeben. Der gelbe feinkristalline Niederschlag wurde abgesaugt (P3), dreimal mit je 200 ml eines Gemischs aus Ethanol / Wasser (1:1, v:v) und dreimal mit je 200 ml Ethanol gewaschen. Der Feststoff wurde nach Trocknen im Vakuum viermal unter Lichtausschluss aus DMF (ca. 3 ml/g) umkristallisiert. Nach zweimaligem Auskochen mit je 300 ml Ethanol und Trocknen des Feststoffs im Vakuum wurde dieser bei  $T = 320\text{ °C}$ ,  $p = 5 \times 10^{-5}\text{ mbar}$  sublimiert. Ausbeute: 24.9 g (44 mmol), 66.3 % d. Th., Reinheit nach HPLC 99.9 % über alle Isomere, Anteil der *cis*-isomeren Doppelbindungen im Sublimat ca. 10 %.

$^{31}\text{P}$ -NMR (Tetrachlorethan- $d_2$ ):  $\delta$  [ppm] = -11.3 (s, Hauptpeak, all-*trans*-Isomer).

### Beispiel 3: Synthese von Tris(4-stilbenyl)phosphinoxid, Dotand D3



Tris(4-stilbenyl)phosphinoxid wurde nach Xu *et al.* (*J. Organomet. Chem.* **2003**, 687(2), 301) dargestellt. Der so erhaltene Feststoff wurde viermal aus DMSO (2.5 ml/g) umkristallisiert und dann im Vakuum bei  $T = 340\text{ °C}$ ,  $p = 5 \times 10^{-5}\text{ mbar}$  sublimiert. Ausbeute bei einem Einsatz von 100 mmol

Tris(4-bromphenyl)phosphinoxid: 30.9 g (53 mmol), 52.9 % d. Th., Reinheit nach HPLC 99.9 % über alle Isomere, Anteil der *cis*-isomeren Doppelbindungen im Sublimat ca. 8 %.

$^{31}\text{P}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  [ppm] = 34.3 (s, Hauptpeak, all-*trans*-Isomer).

### Beispiel 4: Herstellung der OLEDs

Die Herstellung von OLEDs erfolgte nach einem allgemeinen Verfahren gemäß WO 04/058911, das im Einzelfall auf die jeweiligen Gegebenheiten (z. B.

Schichtdickenvariation, um optimale Effizienz bzw. Farbe zu erreichen) angepasst wurde.

In den folgenden Beispielen werden die Ergebnisse verschiedener OLEDs vorgestellt. Der grundlegende Aufbau, die verwendeten Materialien und Schichtdicken, außer der emittierenden Schicht und der Lochtransportschicht, waren zur besseren Vergleichbarkeit identisch. Analog dem o. g. allgemeinen Verfahren wurden OLEDs mit folgendem Aufbau erzeugt:

Lochinjektionsschicht (HIL)	20 nm PEDOT/ PSS (aus wässriger Dispersion aufgeschleudert; bezogen von H. C. Starck, Goslar, Deutschland; Poly(3,4-ethylenedioxy-2,5-thiophen)+Polystyrolsulfonsäure)
Lochtransportschicht (HTM)	20 nm NaphDATA (aufgedampft; bezogen von SynTec, Wolfen, Deutschland; 4,4',4''-Tris(N-1-naphthyl-N-phenyl-amino)-triphenylamin), darauf 20 nm S-TAD (aufgedampft; hergestellt nach WO 99/12888; 2,2',7,7'-Tetrakis(diphenylamino)-spiro-9,9'-bifluoren)
Emissionsschicht (EML)	siehe Tabelle 1 für Materialien, Konzentration und Schichtdicken
Elektronenleiter (ETL)	20 nm Alq <sub>3</sub> (bezogen von SynTec; Tris(chinolinato)aluminium(III))
LiF-Al (Kathode)	1 nm LiF, darauf 150 nm Al

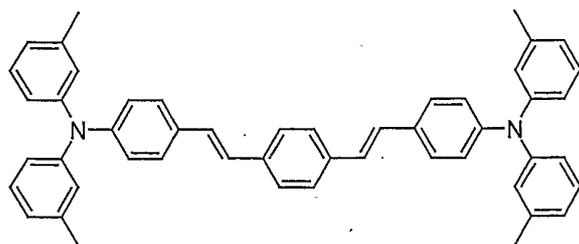
Diese noch nicht optimierten OLEDs wurden standardmäßig charakterisiert; hierfür wurden die Elektrolumineszenzspektren, die Effizienz (gemessen in cd/A), die Leistungseffizienz (gemessen in lm/W) in Abhängigkeit der Helligkeit, berechnet aus Strom-Spannungs-Leuchtdichte-Kennlinien (IUL-Kennlinien), und die Lebensdauer bestimmt. Als Lebensdauer wird die Zeit definiert, nach der die Anfangshelligkeit von 250 cd/m<sup>2</sup> auf die Hälfte gesunken ist.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse einiger OLEDs zusammengefasst, wobei jeweils die Zusammensetzung der EML und der HTL inklusive der Schichtdicken mit aufgeführt ist.

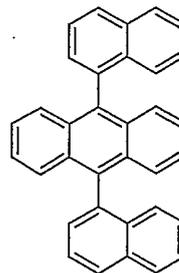
Beispiele 4a und 4b sind Vergleichsbeispiele, die in der Emissionsschicht entweder nur das Hostmaterial **H1** enthalten oder den Dotanden **D4** gemäß dem Stand der Technik dotiert in das Hostmaterial **H1**.

In den erfindungsgemäßen Beispielen 4c - e enthalten die erfindungsgemäßen Dotanden **D1**, **D2** und **D3** als emittierende Materialien dotiert in das Hostmaterial **H1**.

Strukturformeln des verwendeten Vergleichsdotanden und des Hostmaterials:



Dotand D4



Host H1

Tabelle 1

Beispiel	EML	Max. Effizienz (cd/A)	Spannung (V) bei 100 cd/m <sup>2</sup>	CIE <sup>a</sup>	Lebensdauer (h) <sup>b</sup>
<b>Beispiel 4a</b> (Vergleich)	<b>H1</b> (30 nm)	1.1	5.8	x=0.17 y=0.19	1800
<b>Beispiel 4b</b> (Vergleich)	<b>H1 : D4</b> (2 %) (30 nm)	5.2	6.5	x=0.18 y=0.34	4500
<b>Beispiel 4c</b>	<b>H1 : D1</b> (2 %) (30 nm)	2.0	5.7	x=0.13 y=0.09	1700
<b>Beispiel 4d</b>	<b>H1 : D2</b> (2 %) (30 nm)	1.7	5.8	x=0.12 y=0.08	1500
<b>Beispiel 4e</b>	<b>H1 : D3</b> (2 %) (30 nm)	1.5	5.5	x=0.10 y=0.08	1350

5

<sup>a</sup> CIE-Koordinaten: Farbkoordinaten der Commission Internationale de l'Éclairage 1931.

<sup>b</sup> Lebensdauer: Zeit bis zum Abfall der Helligkeit auf 50 % der Anfangshelligkeit, gemessen bei einer Anfangshelligkeit von 250 cd/m<sup>2</sup>.

10

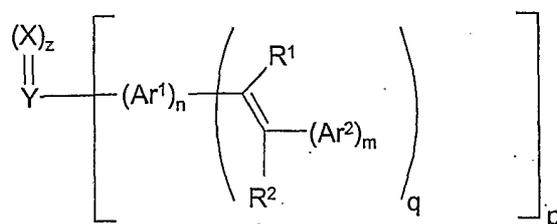
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass OLEDs, enthaltend emittierende Verbindungen **D1**, **D2** oder **D3**, eine deutlich tiefer blaue Farbe bei weiterhin sehr guter Effizienz und Lebensdauer aufweisen als Materialien gemäß dem Stand der Technik, wie man leicht Tabelle 1 entnehmen kann. Dies ist insbesondere für großformatige Displays, die den NTSC-Farbstandard nutzen, von entscheidender Bedeutung. Daher eignen sich diese Verbindungen besser für die Verwendung in

15

OLEDs als Materialien gemäß dem Stand der Technik.

Patentansprüche:

1. Verwendung von Verbindungen gemäß Formel (1),



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

Y ist bei jedem Auftreten Phosphor, Arsen, Antimon, Bismut, Sauerstoff, Schwefel, Selen oder Tellur, wobei im Falle von Y = Sauerstoff der Rest X für ein freies Elektronenpaar steht und wobei im Falle von Y = Schwefel, Selen oder Tellur der Rest X gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für ein freies Elektronenpaar oder für Sauerstoff steht;

X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur oder steht für ein freies Elektronenpaar;

Ar<sup>1</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;

Ar<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;

R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, CN, F, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen im Rest R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>20</sup>, -O-, -S-, -COOR<sup>20</sup>- oder -CONR<sup>20</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, SCN oder NO<sub>2</sub> ersetzt sein können,

oder ein aromatisches System mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder ein heteroaromatisches System mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann,

oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder

$R^1$ ,  $R^2$  können jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest  $Ar^1$  und/oder  $Ar^2$  gemeinsam ein cyclisches System bilden;

$R^{10}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$ ,  
eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte  
5 Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-  
Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder  
mehreren Resten  $R^{20}$  substituiert sein können und unabhängig voneinander  
eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen im Rest  $R^{10}$  durch  
- $R^{20}C=CR^{20}$ -,  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^{20})_2$ ,  $Ge(R^{20})_2$ ,  $Sn(R^{20})_2$ ,  $C=O$ ,  $C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^{20}$ ,  
10 -O-, -S-,  $-COOR^{20}$ - oder  $-CONR^{20}$ - ersetzt sein können und wobei ein oder  
mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder  $NO_2$  ersetzt sein können,  
oder eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2  
bis 24 C-Atomen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$   
substituiert sein können,  
15 oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 24 aromatischen C-Atomen oder eine  
Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 24 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch  
einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann,  
oder eine Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei  
können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie  
20 auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches,  
aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem  
Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  eine Ringsystem bilden;

$R^{20}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H oder ein aliphatischer oder  
aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen;

n ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
1, 2, 3, 4 oder 5;

m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
1, 2, 3, 4 oder 5;

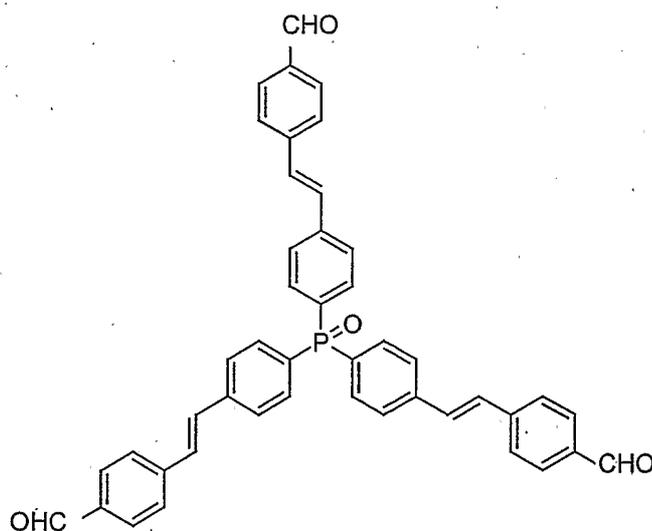
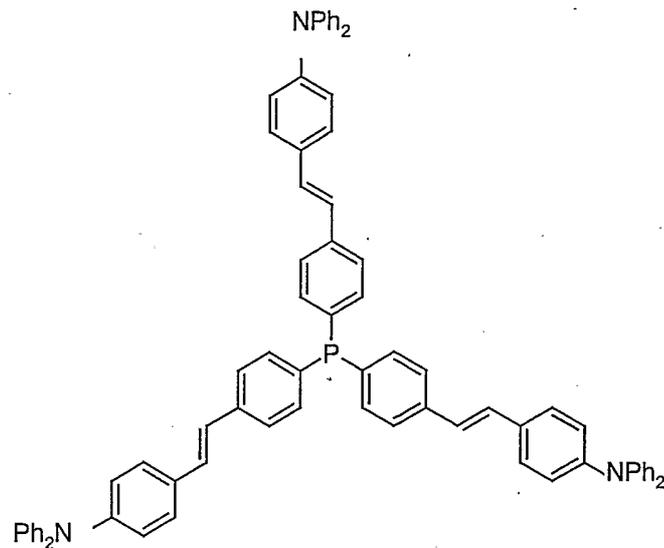
q ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0,  
30 1, 2, 3, 4 oder 5, mit der Maßgabe, dass mindestens ein Index q  $\neq$  null ist;

p steht im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des  
Periodensystems steht, für die ganze Zahl 2 und im Falle, dass der Rest Y für  
ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl  
3,

35 z für den Fall dass Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems ist  
für die ganze Zahl 1 und für den Fall dass Y für ein Element der 6. Hauptgruppe  
des Periodensystems ist für die ganze Zahl 2 steht;

ausgenommen die Verbindungen

28



5

in elektronischen Vorrichtungen.

10 2. Verwendung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der elektronischen Vorrichtung um organische Leuchtdioden (O-LEDs), organische Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organische lichtemittierende Transistoren (O-LETs), organische Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organische integrierte Schaltungen (O-ICs), organische Solarzellen (O-SCs), organische Feld-Quench-Devices (O-FQDs) oder organische Laserdioden (O-Laser) handelt.

15

3. Verwendung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Rest Y für Phosphor, Sauerstoff oder Schwefel steht.

4. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rest X für Sauerstoff, Schwefel oder ein freies Elektronenpaar steht.

5. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Reste Ar<sup>1</sup> und Ar<sup>2</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen stehen, die jeweils mit einem oder zwei Resten R<sup>10</sup> substituiert sein können.

6. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reste R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, CN, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, -O- oder -S- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann, stehen und/oder R<sup>1</sup> bzw. R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest Ar<sup>1</sup> und/oder Ar<sup>2</sup> gemeinsam ein cyclisches System bilden können.

7. Verwendung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Reste R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> für H, CN, Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-, sek- oder tert-Butyl, oder eine Phenylgruppe oder eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 6 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann, stehen und/oder R<sup>1</sup> bzw. R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest Ar<sup>1</sup> und/oder Ar<sup>2</sup> gemeinsam ein cyclisches System bilden können.

8. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rest R<sup>10</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, F, CN, eine geradkettige Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, eine verzweigte Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, eine cyclische Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 5 bis 20 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, -O- oder -S- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 16 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 16 C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>20</sup> substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 16 aromatischen C-Atomen, die durch einen oder mehrere Reste R<sup>20</sup> substituiert sein kann, oder eine

Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  eine Ringsystem bilden.

9. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reste  $Ar^1$  und  $Ar^2$  gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für eine Phenylgruppe oder eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 6 C-Atomen steht,  $R^1$  und  $R^2$  gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 10 C-Atomen oder eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 4 C-Atomen, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch -O- oder -S- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können und der Rest  $R^{10}$  bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Br, CN, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei bei der vorstehend genannten Alkylgruppe unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch -O- oder -S- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder  $NO_2$  ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 14 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 10 C-Atomen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein können, oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 10 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 10 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann.

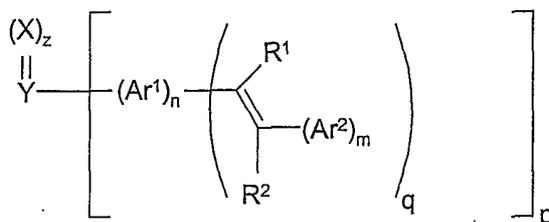
10. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Indices n und m mindestens die ganze Zahl 1 ergibt.

11. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Index n gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht.

12. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Index m gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht.

13. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Index q gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für 1, 2 oder 3 steht.

14. Mischungen enthaltend mindestens eine Verbindungen gemäß Formel (1),



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

- 5 Y ist bei jedem Auftreten Phosphor, Arsen, Antimon, Bismut, Sauerstoff, Schwefel, Selen oder Tellur, wobei im Falle von Y = Sauerstoff der Rest X für ein freies Elektronenpaar steht und im Falle von Y = Schwefel, Selen oder Tellur der Rest X gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für ein freies Elektronenpaar oder für Sauerstoff steht;
- 10 X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur oder steht für ein freies Elektronenpaar;
- Ar<sup>1</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- 15 Ar<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, die mit einem oder mehreren Resten R<sup>10</sup> substituiert sein kann;
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, CN, F, eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten R<sup>20</sup> substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen im Rest R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> durch -R<sup>20</sup>C=CR<sup>20</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>20</sup>)<sub>2</sub>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>20</sup>, -O-, -S-, -COOR<sup>20</sup>- oder -CONR<sup>20</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, SCN oder NO<sub>2</sub> ersetzt sein können,
- 20 oder ein aromatisches System mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder heteroaromatisches System mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen oder Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 40 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R<sup>10</sup> substituiert sein kann, oder
- 30

$R^1$ ,  $R^2$  können jeweils unabhängig voneinander mit dem Rest  $Ar^1$  und/oder  $Ar^2$  gemeinsam ein cyclisches System bilden;

- $R^{10}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$ , eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, eine verzweigte Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, eine cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die vorstehend genannten Alkylgruppen mit einem oder mehreren Resten  $R^{20}$  substituiert sein können und unabhängig voneinander eine oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen im Rest  $R^{10}$  durch  $-R^{20}C=CR^{20}-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^{20})_2$ ,  $Ge(R^{20})_2$ ,  $Sn(R^{20})_2$ ,  $C=O$ ,  $C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^{20}$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-COOR^{20}-$  oder  $-CONR^{20}-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder  $NO_2$  ersetzt sein können, oder eine Arylgruppe mit 6 bis 24 C-Atomen oder eine Heteroarylgruppe mit 2 bis 24 C-Atomen, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein können,
- oder eine Aryloxygruppe mit 6 bis 24 aromatischen C-Atomen oder eine Heteroaryloxygruppe mit 2 bis 24 aromatischen C-Atomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste  $R^{20}$  substituiert sein kann,
- oder eine Kombination aus zwei, drei, vier oder fünf dieser Systeme; dabei können auch zwei oder mehrere Substituenten  $R^{10}$  sowohl am selben Ring wie auch an unterschiedlichen Ringen miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden oder zusammen mit einem Rest  $R^1$  und/oder  $R^2$  eine Ringsystem bilden;
- $R^{20}$  ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen;
- n ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5;
- m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5;
- q ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für eine ganze Zahl 0, 1, 2, 3, 4 oder 5, mit der Maßgabe, dass mindestens ein Index q  $\neq$  null ist;
- p steht im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl 2 und im Falle, dass der Rest Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems steht, für die ganze Zahl 3,
- z für den Fall dass Y für ein Element der 5. Hauptgruppe des Periodensystems ist für die ganze Zahl 1 und für den Fall dass Y für ein Element der 6. Hauptgruppe des Periodensystems ist für die ganze Zahl 2 steht;

und

mindestens ein Hostmaterial.

15. Mischungen gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass als Hostmaterialien Oligo-arylene, Oligo-arylvinylene, polypodale Metallkomplexe, Ketone, Phosphinoxide, Sulfoxide oder Atropisomere dieser Verbindungen eingesetzt werden.

5

16. Mischungen gemäß Anspruch 13 oder 14, enthaltend dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Verbindung gemäß Formel (1) in der Mischung zwischen 0.1 und 99.0 Gew.% beträgt.

10

17. Mischungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Hostmaterials in der Mischung zwischen 1.0 und 99.9 Gew.% beträgt.

15

18. Konjugierte, teilkonjugierte oder nicht-konjugierte Polymere, Oligomere oder Dendrimere, enthaltend Wiederholeinheiten gemäß Formel (1) gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17.

20

19. Verwendung von Polymeren gemäß Anspruch 18 in organischen elektronischen Vorrichtungen.

20. Elektronische Vorrichtung enthaltend mindestens eine Verbindung gemäß Anspruch 1 bis 12 und/oder eine Mischung gemäß Anspruch 13 bis 17 und/oder ein Polymer gemäß Anspruch 18.

25

21. Elektronische Vorrichtung gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der elektronischen Vorrichtung um organische Leuchtdioden (O-LEDs), organische Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organische lichtemittierende Transistoren (O-LETs), organische Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organische integrierte Schaltungen (O-ICs), organische Solarzellen (O-SCs), organische Feld-Quench-Devices (O-FQDs) oder organische Laserdioden (O-Laser) handelt.

30