

(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  
18. Mai 2006 (18.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/050800 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

C07D 471/04 (2006.01) A61P 35/00 (2006.01)  
C07C 275/28 (2006.01) A61P 35/02 (2006.01)  
A61K 31/519 (2006.01)

ADAN, Jaume [ES/ES]; Pujol, 28, E-08310 Mataro (ES).  
CASES, Claudia [ES/ES]; Roger de Flor, 297, E-08025  
Barcelona (ES).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/011304

(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH;  
Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
20. Oktober 2005 (20.10.2005)

(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, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, 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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 054 215.5  
10. November 2004 (10.11.2004) DE

(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): HOELZEMANN,  
Guenter [DE/DE]; Gutenbergstrasse 6B, 64342 See-  
heim-Jugenheim (DE). ACKERMANN, Karl-August  
[DE/DE]; Am Pfarrweiher 40, 64372 Ober-Ramstadt (DE).  
CRASSIER, Helene [FR/DE]; Soderstrasse 94, 64287  
Darmstadt (DE). JONCZYK, Alfred [DE/DE]; Schepp  
Allee 57, 64295 Darmstadt (DE). RAUTENBERG, Wil-  
fried [DE/DE]; Magdeburger Strasse 13, 64354 Reinheim  
(DE). TARRASON, Gema [ES/ES]; Capité Arenas, 25,  
E-08034 Barcelona (ES). ROSELL-VIVES, Elisabet  
[ES/ES]; Enrique Granados, 43, E-08008 Barcelona (ES).

(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, LV, 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).

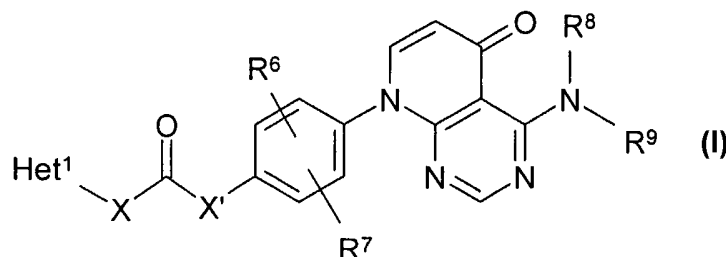
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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: 4-AMINO-5-OXO-8-PHENYL-5H-PYRIDO-[2,3-D]-PYRIMIDINE DERIVATIVES AS TYROSINE KINASE AND  
RAF KINASE INHIBITORS FOR THE TREATMENT OF TUMOURS

(54) Bezeichnung: 4-AMINO-5-OXO-8-PHENYL-5H-PYRIDO-[2,3-D]-PYRIMIDIN-DERIVATE ALS INHIBITOREN DER  
TYROSINKINASEN UND DER RAF-KINASEN ZUR BEHANDLUNG VON TUMOREN



(57) Abstract: Compounds of formula (I),  
where R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup>, Het<sup>1</sup>, X and X' have the  
meanings given in claim 1 are tyrosine kinase  
inhibitors, in particular, of TIE-2, and Raf ki-  
nases and can be used, amongst other things,  
for the treatment of tumours.

(57) Zusammenfassung: Verbindungen der  
Formel (I) worin R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup>, Het<sup>1</sup>, X und  
X' die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutun-  
gen haben, sind Inhibitoren der Tyrosinkina-  
sen, insbesondere TIE-2, und der Raf-Kinasen und können u.a. zur Behandlung von Tumoren eingesetzt werden.

sen, insbesondere TIE-2, und der Raf-Kinasen und können u.a. zur Behandlung von Tumoren eingesetzt werden.

4-AMINO-5-OXO-8-PHENYL-5H-PYRIDO`2,3-D!-PYRIMIDIN-DERIVATE ALS INHIBITOREN DER TYROSINKINASEN UND DER RAF-KINASEN ZUR BEHANDLUNG VON TUMOREN

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

5

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

10

Die vorliegende Erfindung betrifft Verbindungen und die Verwendung von Verbindungen, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation der Signaltransduktion von Kinasen, insbesondere der Tyrosinkinasen und/oder Serin/Threonin-Kinasen eine Rolle spielt, ferner pharmazeutische Zusammensetzungen, die diese Verbindungen enthalten, sowie die Verwendung der Verbindungen zur Behandlung kinasebedingter Krankheiten.

15

20

Im einzelnen betrifft die vorliegende Erfindung Verbindungen der Formel I, die die Signaltransduktion der Tyrosinkinasen hemmen, regulieren und/oder modulieren, Zusammensetzungen, die diese Verbindungen enthalten, sowie Verfahren zu ihrer Verwendung zur Behandlung von tyrosinkinasebedingten Krankheiten und Leiden wie Angiogenese, Krebs, Tumorentstehung, -wachstum und -verbreitung, Arteriosklerose, Augen-erkrankungen, wie altersbedingte Makula-Degeneration, choroidale Neovaskularisierung und diabetische Retinopathie, Entzündungs-erkrankungen, Arthritis, Thrombose, Fibrose, Glomerulonephritis, Neuro-degeneration, Psoriasis, Restenose, Wundheilung, Transplantat-abstossung, metabolische und Erkrankungen des Immunsystems, auch Autoimmunerkrankungen, Zirrhose, Diabetes und Erkrankungen der Blutgefäße, dabei auch Instabilität und Durchlässigkeit (Permeabilität) und dergleichen bei Säugetieren.

25

30

35

Bei den Tyrosinkinasen handelt es sich um eine Klasse von Enzymen mit mindestens 400 Mitgliedern, die die Übertragung des endständigen Phosphats des Adenosintriphosphats (gamma-Phosphat) auf Tyrosinreste bei Proteinsubstraten katalysieren. Man nimmt an, dass den Tyrosin-

5 kinasen bei verschiedenen Zellfunktionen über die Substratphosphorylierung eine wesentliche Rolle bei der Signaltransduktion zukommt. Obwohl die genauen Mechanismen der Signaltransduktion noch unklar sind, wurde gezeigt, dass die Tyrosinkinasen wichtige Faktoren bei der

10 Zellproliferation, der Karzinogenese und der Zelldifferenzierung darstellen. Die Tyrosinkinasen lassen sich in Rezeptor-Tyrosinkinasen und zytosolische Tyrosinkinasen einteilen. Die Rezeptor-Tyrosinkinasen weisen einen extrazellulären Teil, einen Transmembranteil und einen intra-

15 zellulären Teil auf, während die zytosolischen Tyrosinkinasen ausschließlich intrazellulär vorliegen. (siehe Reviews von Schlessinger und Ullrich, Neuron 9, 383-391 (1992) und 1-20 (1992)).

Die Rezeptor-Tyrosinkinasen bestehen aus einer Vielzahl von Transmembranrezeptoren mit unterschiedlicher biologischer Wirksamkeit. So

20 wurden ungefähr 20 verschiedene Unterfamilien von Rezeptor-Tyrosinkinasen identifiziert. Eine Tyrosinkinase-Unterfamilie, die die Bezeichnung HER-Unterfamilie trägt, besteht aus EGFR, HER2, HER3 und HER4. Zu den Liganden dieser Rezeptor-Unterfamilie zählen der Epithel-Wach-

25 tumsfaktor, TGF- $\alpha$ , Amphiregulin, HB-EGF, Betacellulin und Heregulin. Die Insulin-Unterfamilie, zu der INS-R, IGF-IR und IR-R zählen, stellt eine weitere Unterfamilie dieser Rezeptor-Tyrosinkinasen dar. Die PDGF-

Unterfamilie beinhaltet den PDGF- $\alpha$ - and - $\beta$ -Rezeptor, CSFIR, c-kit und

30 FLK-II. Außerdem gibt es die FLK-Familie, die aus dem Kinaseinsertdomänenrezeptor (KDR), der fötalen Leberkinase-1 (FLK-1), der fötalen Leberkinase-4 (FLK-4) und der fms-Tyrosinkinase-1 (flt-1) besteht. Die PDGF- und FLK-Familie werden üblicherweise aufgrund der zwischen den

beiden Gruppen bestehenden Ähnlichkeiten gemeinsam diskutiert. Für

35 eine genaue Diskussion der Rezeptor-Tyrosinkinasen siehe die Arbeit von

Plowman et al., *DN & P* 7(6):334-339, 1994, die hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

Zu den RTKs (Rezeptor-Tyrosin-Kinasen) gehören auch TIE2 und seine Liganden Angiopoietin 1 und 2. Es werden mittlerweile immer mehr Homologe dieser Liganden gefunden, deren Wirkung im Einzelnen noch nicht klar nachgewiesen wurde. Als Homologes von TIE2 ist TIE1 bekannt. Die TIE RTKs werden selektiv auf Endothelzellen exprimiert und finden ihre Aufgabe bei Prozessen der Angiogenese und Maturierung der Blutgefäße. Dadurch können sie insbesondere bei Erkrankungen des Gefäßsystems und bei Pathologien, in denen Gefäße genutzt oder gar umgebildet werden, ein wertvolles Ziel sein. Ausser der Verhinderung der Gefäßneubildung und Maturierung kann auch die Stimulation von Gefäßneubildung ein wertvolles Ziel für Wirkstoffe sein. Bezug genommen wird auf Übersichtsarbeiten zur Angiogenese, Tumorentwicklung und Kinase Signalgebung von

G. Breier Placenta (2000) 21, Suppl A, Trophoblast Res 14, S11-S15

F. Bussolino et al. TIBS 22, 251-256 (1997)

G. Bergers & L.E. Benjamin Nature Rev Cancer 3, 401-410 (2003)

P. Blume-Jensen & J. Hunter Nature 411, 355-365 (2001)

M. Ramsauer & P. D'Amore J. Clin. Invest. 110, 1615-1617 (2002)

S. Tsigkos et al. Expert Opin. Investig. Drugs 12, 933-941 (2003)

Beispiele für Kinase-Inhibitoren, die bereits in der Krebstherapie getestet werden, können L.K. Shawyer et al. Cancer Cell 1, 117-123(2002) und D. Fabbro & C. Garcia-Echeverria Current Opin. Drug Discovery & Development 5, 701-712 (2002) entnommen werden.

Die zytosolischen Tyrosinkinasen bestehen ebenfalls aus einer Vielzahl von Unterfamilien, darunter Src, Frk, Btk, Csk, Abl, Zap70, Fes/Fps, Fak, Jak, Ack, and LIMK. Jede dieser Unterfamilien ist weiter in verschiedene Rezeptoren unterteilt. So stellt zum Beispiel die Src-Unterfamilie eine der größten Unterfamilien dar. Sie beinhaltet Src, Yes, Fyn, Lyn, Lck, Blk, Hck,

Fgr und Yrk. Die Src-Enzymunterfamilie wurde mit der Onkogenese in Verbindung gebracht. Für eine genauere Diskussion der zytosolischen Tyrosinkinasen, siehe die Arbeit von Bolen *Oncogene*, 8:2025-2031 (1993), die hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

5 Sowohl die Rezeptor-Tyrosinkinasen als auch die zytosolischen Tyrosinkinasen sind an Signalübertragungswegen der Zelle, die zu verschiedenen Leidenszuständen führen, darunter Krebs, Schuppenflechte und Hyperimmunreaktionen, beteiligt.

10 Es wurde vorgeschlagen, dass verschiedene Rezeptor-Tyrosinkinasen sowie die an sie bindenden Wachstumsfaktoren eine Rolle bei den Angiogenese spielen, obwohl einige die Angiogenese indirekt fördern könnten (Mustonen und Alitalo, *J. Cell Biol.* 129:895-898, 1995). Eine  
15 dieser Rezeptor-Tyrosinkinasen ist die fötale Leberkinase 1, auch FLK-1 genannt. Das menschliche Analog der FLK-1 ist der kinase-insert-domänenhaltige Rezeptor KDR, der auch unter der Bezeichnung Gefäßendothelzellenwachstumsfaktorrezeptor 2 bzw. VEGFR-2 bekannt ist, da er VEGF hochaffin bindet. Schließlich wurde die Maus-Version dieses  
20 Rezeptors auch ebenfalls NYK genannt (Oelrichs et al., *Oncogene* 8(1):11-15, 1993). VEGF und KDR stellen ein Ligand-Rezeptor-Paar dar, das eine wesentliche Rolle bei der Proliferation der Gefäßendothelzellen und der Bildung und Sprossung der Blutgefäße, die als Vaskulogenese bzw.  
25 Angiogenese bezeichnet werden, spielt.

Die Angiogenese ist durch eine übermäßig starke Aktivität des Gefäßendothelwachstumsfaktors (VEGF) gekennzeichnet. Der VEGF besteht eigentlich aus einer Familie von Liganden (Klagsburn und D'Amore,  
30 *Cytokine & Growth Factor Reviews* 7:259-270, 1996). Der VEGF bindet den hochaffinen transmembranösen Tyrosinkinaserezeptor KDR und die verwandte fms-Tyrosinkinase-1, auch unter der Bezeichnung Flt-1 oder Gefäßendothelzellenwachstumsfaktorrezeptor 1 (VEGFR-1) bekannt. Aus Zellkultur- und Gen- Knockout-Versuchen geht hervor, dass jeder  
35 Rezeptor zu unterschiedlichen Aspekten der Angiogenese beiträgt. Der

KDR führt die mitogene Funktion des VEGF herbei, während Flt-1 nichtmitogene Funktionen, wie diejenigen, die mit der Zelladhäsion in Zusammenhang stehen, zu modulieren scheint. Eine Hemmung des KDR moduliert daher das Niveau der mitogenen VEGF-Aktivität. Tatsächlich  
5 wurde gezeigt, dass das Tumorwachstum von der antiangiogenen Wirkung der VEGF-Rezeptor-Antagonisten beeinflusst wird (Kim et al., Nature 362, S. 841- 844, 1993).

Drei PTK (Protein-Tyrosinkinase)-Rezeptoren für VEGFR sind identifiziert  
10 worden : VEGFR-1 (Flt-1); VEGFR-2 (Flk-1 oder KDR) und VEGFR-3 (Flt-4). Von besonderem Interesse ist VEGFR-2.

Feste Tumore können daher mit Tyrosinkinasehemmern behandelt  
15 werden, da diese Tumore für die Bildung der zur Unterstützung ihres Wachstums erforderlichen Blutgefäße auf Angiogenese angewiesen sind. Zu diesen festen Tumoren zählen die Monozytenleukämie, Hirn-, Urogenital-, Lymphsystem-, Magen-, Kehlkopf- und Lungenkarzinom, darunter Lungenadenokarzinom und kleinzelliges Lungenkarzinom. Zu  
20 weiteren Beispielen zählen Karzinome, bei denen eine Überexpression oder Aktivierung von Raf-aktivierenden Onkogenen (z.B. K-ras, erb-B) beobachtet wird. Zu diesen Karzinomen zählen Bauchspeicheldrüsen- und Brustkarzinom. Hemmstoffe dieser Tyrosinkinasen eignen sich daher zur  
25 Vorbeugung und Behandlung von proliferativen Krankheiten, die durch diese Enzyme bedingt sind.

Die angiogene Aktivität des VEGF ist nicht auf Tumore beschränkt. Der VEGF ist für die bei diabetischer Retinopathie in bzw. in der Nähe der  
30 Retina produzierte angiogene Aktivität verantwortlich. Dieses Gefäßwachstum in der Retina führt zu geschwächter Sehkraft und schließlich Erblindung. Die VEGF-mRNA- und -protein-Spiegel im Auge werden durch Leiden wie Netzhautvenenokklusion beim Primaten sowie verringertem  
pO<sub>2</sub>-Spiegel bei der Maus, die zu Gefäßneubildung führen, erhöht.  
35 Intraokular injizierte monoklonale Anti-VEGF-Antikörper, oder VEGF-Rezeptor-Immunkonjugate, hemmen sowohl im Primaten- als auch im

Nagetiermodell die Gefäßneubildung im Auge. Unabhängig vom Grund der Induktion des VEGF bei der diabetischen Retinopathie des Menschen, eignet sich die Hemmung des Augen-VEGF zur Behandlung dieser Krankheit.

5 Die VEGF-Expression ist auch in hypoxischen Regionen von tierischen und menschlichen Tumoren neben Nekrosezonen stark erhöht. Der VEGF wird außerdem durch die Expression der Onkogene ras, raf, src und p53-Mutante (die alle bei der Bekämpfung von Krebs von Bedeutung sind) 10 hinaufreguliert. Monoklonale Anti-VEGF-Antikörper hemmen bei der Nacktmaus das Wachstum menschlicher Tumore. Obwohl die gleichen Tumorzellen in Kultur weiterhin VEGF exprimieren, verringern die Antikörper ihre Zellteilungsrate nicht. So wirkt der aus Tumoren stammende 15 VEGF nicht als autokriner mitogener Faktor. Der VEGF trägt daher in vivo dadurch zum Tumorwachstum bei, dass er durch seine parakrine Gefäß-endothelzellen-Chemotaxis- und -Mitogeneseaktivität die Angiogenese fördert. Diese monoklonalen Antikörper hemmen auch das Wachstum von 20 typischerweise weniger stark vaskularisierten Human-Kolonkarzinomen bei thymuslosen Mäusen und verringern die Anzahl der aus inokulierten Zellen entstehenden Tumore.

Die Expression eines VEGF-bindenden Konstrukts von Flk-1, Flt-1, dem zur Entfernung der zytoplasmatischen Tyrosinkinasedomänen, jedoch 25 unter Beibehaltung eines Membranankers, verkürzten Maus-KDR-Rezeptorhomologs, in Viren stoppt praktisch das Wachstum eines transplantierbaren Glioblastoms bei der Maus, vermutlich aufgrund des dominant-negativen Mechanismus der Heterodimerbildung mit trans-30 membranösen Endothelzellen-VEGF-Rezeptoren. Embryostammzellen, die in der Nacktmaus üblicherweise in Form von festen Tumoren wachsen, bilden bei Knock-out aller beider VEGF-Allele keine nachweisbaren Tumore. Aus diesen Daten gemeinsam geht die Rolle des VEGF beim 35 Wachstum fester Tumore hervor. Die Hemmung von KDR bzw. Flt-1 ist an der pathologischen Angiogenese beteiligt, und diese Rezeptoren eignen sich zur Behandlung von Krankheiten, bei denen Angiogenese einen Teil

der Gesamtpathologie, z.B. Entzündung, diabetische Retina-Vaskularisierung sowie verschiedene Formen von Krebs, darstellt, da bekannt ist, dass das Tumorwachstum angiogeneseabhängig ist (Weidner et al., N. Engl. J. Med., 324, S. 1-8, 1991).

5

Bei Angiopoietin 1 (Ang1), einem Liganden für die endothelspezifische Rezeptor-Tyrosinkinase TIE-2, handelt es sich um einen neuen angiogenen Faktor (Davis et al, Cell, 1996, 87:1161-1169; Partanen et al, Mol. Cell Biol., 12:1698-1707 (1992); US-Patent Nr. 5,521,073; 5,879,672; 10 5,877,020; und 6,030,831). Das Akronym TIE steht für „Tyrosinkinase mit Ig- und EGF-Homologiedomänen“. TIE wird zur Identifizierung einer Klasse von Rezeptor-Tyrosinkinasen verwendet, die ausschließlich in Gefäßendothelzellen und frühen hämopoietischen Zellen exprimiert 15 werden. TIE-Rezeptorkinasen sind typischerweise durch das Vorhandensein einer EGF-ähnlichen Domäne und einer Immunglobulin (IG)-ähnlichen Domäne charakterisiert, die aus extrazellulären Faltungseinheiten, die durch Disulfidbrückenbindungen zwischen den Ketten stabilisiert sind, besteht (Partanen et al Curr. Topics Microbiol. Immunol., 20 1999, 237:159-172). Im Gegensatz zu VEGF, der seine Funktion während der frühen Stadien in der Gefäßentwicklung ausübt, wirken Ang1 und sein Rezeptor TIE-2 während der späteren Stadien in der Gefäßentwicklung, d.h. während der Gefäßumbildung (Umbildung bezieht sich auf die Bildung 25 eines Gefäßlumens) und Reifung (Yancopoulos et al, Cell, 1998, 93:661-664; Peters, K.G., Circ. Res., 1998, 83(3):342-3; Suri et al, Cell 87, 1171-1180 (1996)).

30

Demzufolge würde man erwarten, daß eine Hemmung von TIE-2 die Umbildung und Reifung eines durch Angiogenese initiierten neuen Gefäßsystems und dadurch den Angiogeneseprozeß unterbrechen sollte. Weiterhin würde eine Hemmung an der Kinasedomäne-Bindungsstelle von 35 VEGFR-2 die Phosphorylierung von Tyrosinresten blockieren und dazu

5 dienen, die Initiation der Angiogenese zu unterbrechen. Daher darf man annehmen, daß die Hemmung von TIE-2 und/oder VEGFR-2 die Tumorangiogenese verhindern und dazu dienen sollte, das Tumorwachstum zu verlangsamen oder vollständig zu beseitigen. Dementsprechend könnte man eine Behandlung von Krebs und anderen mit unangemessener Angiogenese einhergehenden Erkrankungen bereitstellen.

10 Die vorliegende Erfindung richtet sich auf Verfahren zur Regulation, Modulation oder Hemmung der TIE-2 zur Vorbeugung und/oder Behandlung von Erkrankungen im Zusammenhang mit unregulierter oder gestörter TIE-2-Aktivität. Insbesondere lassen sich die Verbindungen der Formel I auch bei der Behandlung gewisser Krebsformen einsetzen. Weiterhin  
15 können die Verbindungen der Formel I verwendet werden, um bei gewissen existierenden Krebschemotherapien additive oder synergistische Effekte bereitzustellen, und/oder können dazu verwendet werden, um die Wirksamkeit gewisser existierender Krebschemotherapien und –bestrahlungen wiederherzustellen.

20 Weiterhin können die Verbindungen der Formel I zur Isolierung und zur Untersuchung der Aktivität oder Expression von TIE-2 verwendet werden. Außerdem eignen sie sich insbesondere zur Verwendung in  
25 diagnostischen Verfahren zu Erkrankungen im Zusammenhang mit unregulierter oder gestörter TIE-2-Aktivität.

30 Die vorliegende Erfindung richtet sich weiterhin auf Verfahren zur Regulation, Modulation oder Hemmung des VEGFR-2 zur Vorbeugung und/oder Behandlung von Erkrankungen im Zusammenhang mit unregulierter oder gestörter VEGFR-2-Aktivität.

35 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin die Verbindungen der Formel I als Inhibitoren von Raf-Kinasen.

Protein-Phosphorylierung ist ein fundamentaler Prozess für die Regulation von Zellfunktionen. Die koordinierte Wirkung von sowohl Proteinkinasen als auch Phosphatasen kontrolliert die Phosphorylierungsgrade und folglich die Aktivität spezifischer Zielproteine. Eine der vorherrschenden Rollen der Protein-Phosphorylierung ist bei der Signaltransduktion, wenn extrazelluläre Signale amplifiziert und durch eine Kaskade von Protein-Phosphorylierungs- und Dephosphorylierungsereignissen, z. B. im p21<sup>ras</sup>/raf-Weg propagiert werden.

Das p21<sup>ras</sup>-Gen wurde als ein Onkogen der Harvey- und Kirsten-Ratten-Sarkom-Viren (H-Ras bzw. K-Ras) entdeckt. Beim Menschen wurden charakteristische Mutationen im zellulären Ras-Gen (c-Ras) mit vielen verschiedenen Krebstypen in Verbindung gebracht. Von diesen mutanten Allelen, die Ras konstitutiv aktiv machen, wurde gezeigt, dass sie Zellen, wie zum Beispiel die murine Zelllinie NIH 3T3, in Kultur transformieren.

Das p21<sup>ras</sup>-Onkogen ist ein wichtiger beitragender Faktor bei der Entwicklung und Progression humaner solider Karzinome und ist bei 30 % aller humaner Karzinome mutiert (Bolton et al. (1994) Ann. Rep. Med. Chem., 29, 165-74; Bos. (1989) Cancer Res., 49, 4682-9). In seiner normalen, nicht mutierten Form ist das Ras-Protein ein Schlüsselement der Signaltransduktionskaskade, die durch Wachstumsfaktor-Rezeptoren in fast allen Geweben gesteuert wird (Avruch et al. (1994) Trends Biochem. Sci., 19, 279-83).

Biochemisch ist Ras ein Guanin-Nukleotid-bindendes Protein, und das Zyklieren zwischen einer GTP-gebundenen aktivierten und einer GDP-gebundenen ruhenden Form wird von Ras-endogener GTPase-Aktivität und anderen Regulatorproteinen strikt kontrolliert. Das Ras-Genprodukt bindet an Guanintriphosphat (GTP) und Guanindiphosphat (GDP) und hydrolysiert GTP zu GDP. Ras ist im GTP-gebundenen Zustand aktiv. In den Ras-Mutanten in Krebszellen ist die endogene GTPase-Aktivität abge-

schwächt, und folglich gibt das Protein konstitutive Wachstumssignale an „Downstream“-Effektoren, wie zum Beispiel an das Enzym Raf-Kinase ab. Dies führt zum krebsartigen Wachstum der Zellen, die diese Mutanten tragen (Magnuson et al. (1994) Semin. Cancer Biol., 5, 247-53). Das  
5 Ras-Proto-Onkogen benötigt ein funktionell intaktes C-Raf-1-Proto-Onkogen, um in höheren Eukaryoten durch Rezeptor- und Nicht-Rezeptor-Tyrosin-Kinasen initiierte Wachstums- und Differenzierungssignale zu transduzieren.

10 Aktiviertes Ras ist für die Aktivierung des C-Raf-1-Proto-Onkogens notwendig, die biochemischen Schritte, durch die Ras die Raf-1-Protein-(Ser/Thr)-Kinase aktiviert, sind jedoch inzwischen gut charakterisiert. Es wurde gezeigt, dass das Inhibieren des Effekts von aktivem Ras durch  
15 Inhibition des Raf-Kinase-Signalwegs mittels Verabreichung von deaktivierenden Antikörpern gegen Raf-Kinase oder mittels Koexpression dominanter negativer Raf-Kinase oder dominanter negativer MEK (MAPKK), dem Substrat der Raf-Kinase, zur Reversion transformierter Zellen zum  
20 normalen Wachstumsphänotyp führt, siehe: Daum et al. (1994) Trends Biochem. Sci., 19, 474-80; Fridman et al. (1994) J Biol. Chem., 269, 30105-8. Kolch et al. (1991) Nature, 349, 426-28) und zur Besprechung Weinstein-Oppenheim et al. Pharm. & Therap. (2000), 88, 229-279.

25 Auf ähnliche Weise wurde die Inhibition von Raf-Kinase (durch Antisense-Oligodesoxynukleotide) in vitro und in vivo mit der Inhibition des Wachstums einer Reihe verschiedener humaner Tumortypen in Beziehung  
30 gebracht (Monia et al., Nat. Med. 1996, 2, 668-75).

Raf-Serin- und Threonin-spezifische Protein-Kinasen sind cytosolische Enzyme, die das Zellwachstum in einer Reihe verschiedener Zellsysteme stimulieren (Rapp, U.R., et al. (1988) in The Oncogene Handbook; T.  
35 Curran, E.P. Reddy und A. Skalka (Hrsg.) Elsevier Science Publishers; Niederlande, S. 213-253; Rapp, U.R., et al. (1988) Cold Spring Harbor

Sym. Quant. Biol. 53:173-184; Rapp, U.R., et al. (1990) Inv Curr. Top. Microbiol. Immunol. Potter und Melchers (Hrsg.), Berlin, Springer-Verlag 166:129-139).

5       Drei Isozyme wurden charakterisiert:

C-Raf (Raf-1) (Bonner, T.I., et al. (1986) Nucleic Acids Res. 14:1009-1015). A-Raf (Beck, T.W., et al. (1987) Nucleic Acids Res. 15:595-609),  
10       und B-Raf (Qkawa, S., et al. (1998) Mol. Cell. Biol. 8:2651-2654;  
Sithanandam, G. et al. (1990) Oncogene:1775). Diese Enzyme unterscheiden sich durch ihre Expression in verschiedenen Geweben. Raf-1 wird in allen Organen und in allen Zelllinien, die untersucht wurden,  
15       exprimiert, und A- und B-Raf werden in Urogenital- bzw. Hirngewebe exprimiert (Storm, S.M. (1990) Oncogene 5:345-351).

Raf-Gene sind Proto-Onkogene: Sie können die maligne Transformation von Zellen initiieren, wenn sie in spezifisch veränderten Formen exprimiert  
20       werden. Genetische Veränderungen, die zu onkogener Aktivierung führen, erzeugen eine konstitutiv aktive Proteinkinase durch Entfernung oder Interferenz mit einer N-terminalen negativen Regulatordomäne des Proteins (Heidecker, G., et al. (1990) Mol. Cell. Biol. 10:2503-2512; Rapp, U.R., et  
25       al. (1987) in Oncogenes and Cancer; S. A. Aaronson, J. Bishop, T. Sugimura, M. Terada, K. Toyoshima und P. K. Vogt (Hrsg.) Japan Scientific Press, Tokyo). Mikroinjektion in NIH 3T3-Zellen von onkogen aktivierten, aber nicht Wildtyp-Versionen des mit Expressionsvektoren von  
30       Escherichia coli präparierten Raf-Proteins führt zu morphologischer Transformation und stimuliert die DNA-Synthese (Rapp, U.R., et al. (1987) in Oncogenes and Cancer; S. A. Aaronson, J. Bishop, T. Sugimura, M. Terada, K. Toyoshima, und P. K. Vogt (Hrsg.) Japan Scientific Press,  
Tokyo; Smith, M. R., et al. (1990) Mol. Cell. Biol. 10:3828-3833).

35

Folglich ist aktiviertes Raf-1 ein intrazellulärer Aktivator des Zellwachstums. Raf-1-Protein-Serin-Kinase ist ein Kandidat für den „Downstream“-Effektor der Mitogen-Signaltransduktion, da Raf-Onkogene dem Wachstumsarrest begegnen, der aus einer Blockade zellulärer Ras-Aktivität  
5 aufgrund einer zellulären Mutation (Ras-revertante Zellen) oder Mikroinjektion von Anti-Ras-Antikörpern resultiert (Rapp, U.R., et al. (1988) in The Oncogene Handbook, T. Curran, E.P. Reddy und A. Skalka (Hrsg.), Elsevier Science Publishers; Niederlande, S. 213-253; Smith, M.R., et al.  
10 (1986) Nature (London) 320:540-543).

Die C-Raf-Funktion ist für die Transformation durch eine Reihe verschiedener Membran-gebundener Onkogene und für die Wachstumsstimulation durch in Sera enthaltene Mitogene erforderlich (Smith, M.R., et al. (1986)  
15 Nature (London) 320:540-543). Raf-1-Protein-Serin-Kinase-Aktivität wird durch Mitogene über die Phosphorylierung reguliert (Morrison, D.K., et al. (1989) Cell 58:648-657), welche auch die subzelluläre Verteilung bewirkt (Olah, Z., et al. (1991) Exp. Brain Res. 84:403; Rapp, U.R., et al. (1988)  
20 Cold Spring Harbor Sym. Quant. Biol. 53:173-184. Zu Raf-1-aktivierenden Wachstumsfaktoren zählen der aus Thrombozyten stammende Wachstumsfaktor (PDGF) (Morrison, D.K., et al. (1988) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859), der Kolonien-stimulierende Faktor (Baccarini, M., et  
25 al. (1990) EMBO J. 9:3649-3657), Insulin (Blackshear, P.J., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12115-12118), der epidermale Wachstumsfaktor (EGF) (Morrison, R.K., et al. (1988) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859), Interleukin-2 (Turner, B.C., et al. (1991) Proc. Natl. Acad. Sci. USA  
30 88:1227) und Interleukin-3 und der Granulozyten-Makrophagen-Kolonien-stimulierende Faktor (Carroll, M.P., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:19812-19817).

Nach der Mitogen-Behandlung von Zellen transloziert die transient  
35 aktivierte Raf-1-Protein-Serin-Kinase in den perinukleären Bereich und den Nukleus (Olah, Z., et al. (1991) Exp. Brain Res. 84:403; Rapp, U.R., et al.

(1988) Cold Spring Harbor Sym. Quant. Biol. 53:173-184). Zellen, die aktiviertes Raf enthalten, sind in ihrem Genexpressionsmuster verändert (Heidecker, G., et al. (1989) in Genes and signal transduction in multistage carcinogenesis, N. Colburn (Hrsg.), Marcel Dekker, Inc., New York, S. 339-374) und Raf-oncogenes activate transcription from Ap-1/PEA3-dependent promoters in transient transfection assays (Jamal, S., et al. (1990) Science 344:463-466; Kaibuchi, K., et al. (1989) J. Biol. Chem. 264:20855-20858; Wasylyk, C., et al. (1989) Mol. Cell. Biol. 9:2247-2250).

Es gibt mindestens zwei unabhängige Wege für die Raf-1-Aktivierung durch extrazelluläre Mitogene: Einen, der Proteinkinase C (KC) beinhaltet, und einen zweiten, der durch Protein-Tyrosin-Kinasen initiiert wird (Black-shear, P.J., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12131-12134; Kovacina, K.S., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:12115-12118; Morrison, D.K., et al. (1988) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85:8855-8859; Siegel, J.N., et al. (1990) J. Biol. Chem. 265:18472-18480; Turner, B.C., et al. (1991) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88:1227). In jedem Fall beinhaltet die Aktivierung Raf-1-Protein-Phosphorylierung. Raf-1-Phosphorylierung kann eine Folge einer Kinase-Kaskade sein, die durch Autophosphorylierung amplifiziert wird, oder kann vollkommen durch Autophosphorylierung hervorgerufen werden, die durch Bindung eines vermutlichen Aktivierungsliganden an die Raf-1-Regulator-domäne, analog zur PKC-Aktivierung durch Diacylglycerol initiiert wird (Nishizuka, Y. (1986) Science 233:305-312).

Einer der Hauptmechanismen, durch den die Zellregulation bewirkt wird, ist durch die Transduktion der extrazellulären Signale über die Membran, die wiederum biochemische Wege in der Zelle modulieren. Protein-Phosphorylierung stellt einen Ablauf dar, über den intrazelluläre Signale von Molekül zu Molekül propagiert werden, was schließlich in einer Zellantwort resultiert. Diese Signaltransduktionskaskaden sind hoch reguliert und überlappen häufig, wie aus dem Vorliegen vieler Protein-

kinasen wie auch Phosphatasen hervorgeht. Phosphorylierung von Proteinen tritt vorwiegend bei Serin-, Threonin- oder Tyrosinresten auf, und Proteinkinasen wurden deshalb nach ihrer Spezifität des Phosphorylierungsortes, d. h. der Serin-/ Threonin-Kinasen und Tyrosin-Kinasen klassifiziert. Da Phosphorylierung ein derartig weit verbreiteter Prozess in Zellen ist und da Zellphänotypen größtenteils von der Aktivität dieser Wege beeinflusst werden, wird zur Zeit angenommen, dass eine Anzahl von Krankheitszuständen und/oder Erkrankungen auf entweder abweichende Aktivierung oder funktionelle Mutationen in den molekularen Komponenten von Kinasekaskaden zurückzuführen sind. Folglich wurde der Charakterisierung dieser Proteine und Verbindungen, die zur Modulation ihrer Aktivität fähig sind, erhebliche Aufmerksamkeit geschenkt (Übersichtsartikel siehe: Weinstein-Oppenheimer et al. *Pharma. & Therap.*, 2000, 88, 229-279).

Die Synthese von kleinen Verbindungen, die die Signaltransduktion der Tyrosinkinasen und/oder Raf-Kinasen spezifisch hemmen, regulieren und/oder modulieren, ist daher wünschenswert und ein Ziel der vorliegenden Erfindung.

Es wurde gefunden, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen und ihre Salze bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen.

Insbesondere zeigen sie inhibierende Eigenschaften der Tyrosinkinase. Es wurde weiterhin gefunden, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen Inhibitoren des Enzyms Raf-Kinase sind. Da das Enzym ein „Downstream“- Effektor von p21<sup>ras</sup> ist, erweisen sich die Inhibitoren in pharmazeutischen Zusammensetzungen für die human- oder veterinärmedizinische Anwendung als nützlich, wenn Inhibition des Raf-Kinase-Weges, z. B. bei der Behandlung von Tumoren und/oder durch

Raf-Kinase vermitteltem krebsartigen Zellwachstum, angezeigt ist. Die Verbindungen sind insbesondere nützlich bei der Behandlung solider Karzinome bei Mensch und Tier, z. B. von murinem Krebs, da die Progression dieser Krebse abhängig ist von der Ras-Protein-Signaltransduktionskaskade und deshalb auf die Behandlung durch Unterbrechung der Kaskade, d. h. durch Inhibition der Raf-Kinase, anspricht. Dementsprechend wird die erfindungsgemäßen Verbindung oder ein pharmazeutisch unbedenkliches Salz davon für die Behandlung von Krankheiten verabreicht, die durch den Raf-Kinase-Weg vermittelt werden, besonders Krebs, einschließlich solider Karzinome, wie zum Beispiel Karzinome (z. B. der Lungen, des Pankreas, der Schilddrüse, der Harnblase oder des Kolons), myeloische Erkrankungen (z. B. myeloische Leukämie) oder Adenome (z. B. villöses Kolonadenom), pathologische Angiogenese und metastatische Zellmigration. Die Verbindungen sind ferner nützlich bei der Behandlung der Komplementaktivierungsabhängigen chronischen Entzündung (Niculescu et al. (2002) Immunol. Res., 24:191-199) und durch HIV-1 (Human Immunodeficiency Virus Typ 1) induzierte Immunschwäche (Popik et al. (1998) J Virol, 72: 6406-6413).

Es wurde überraschend gefunden, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen mit Signalwegen, besonders mit den hierin beschriebenen Signalwegen und bevorzugt dem Raf-Kinase-Signalweg interagieren können. Die erfindungsgemäßen Verbindungen zeigen bevorzugt eine vorteilhafte biologische Aktivität, die in auf Enzymen basierenden Assays, zum Beispiel Assays wie hierin beschrieben, leicht nachweisbar ist. In derartigen auf Enzymen basierenden Assays zeigen und bewirken die erfindungsgemäßen Verbindungen bevorzugt einen inhibierenden Effekt, der gewöhnlich durch  $IC_{50}$ -Werte in einem geeigneten Bereich, bevorzugt im mikromolaren Bereich und bevorzugter im nanomolaren Bereich dokumentiert wird.

Wie hierin besprochen, sind diese Signalwege für verschiedene Erkrankungen relevant. Dementsprechend sind die erfindungsgemäßen Verbindungen nützlich bei der Prophylaxe und/oder Behandlung von Erkrankungen, die von den genannten Signalwegen durch Interaktion mit  
5 einem oder mehreren der genannten Signalwege abhängig sind. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren der hierin beschriebenen Signalwege. Bevorzugter Gegenstand der  
10 Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren des Raf-Kinase-Weges. Ein bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind deshalb erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren  
15 der Raf-Kinase. Ein noch bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren einer oder mehrerer Raf-Kinasen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und C-Raf-1. Ein besonders  
20 bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind erfindungsgemäße Verbindungen als Promotoren oder Inhibitoren, bevorzugt als Inhibitoren von C-Raf-1.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung  
25 einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Verbindungen bei der Behandlung und/oder Prophylaxe von Erkrankungen, bevorzugt den hier beschriebenen Erkrankungen, die durch Raf-Kinasen verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden und insbesondere Erkrankungen, die durch Raf-  
30 Kinasen ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus A-Raf, B-Raf and C-Raf-1 verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden. Gewöhnlich werden die hier besprochenen Erkrankungen in zwei Gruppen eingeteilt, in hyperproliferative und nicht hyperproliferative Erkrankungen. In diesem  
35 Zusammenhang werden Psoriasis, Arthritis, Entzündungen, Endometriose, Vernarbung, gutartige Prostatahyperplasie, immunologische Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten als nicht

krebsartige Krankheiten angesehen, von denen Arthritis, Entzündung, immunologische Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten gewöhnlich als nicht hyperproliferative Erkrankungen angesehen werden. In diesem Zusammenhang sind Hirn-  
5 krebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs, Magenkrebs, Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolorektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs, gynäkologischer Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphome, chronische Leukämie und akute Leukämie als  
10 krebsartige Erkrankungen anzusehen, die alle gewöhnlich als hyperproliferative Erkrankungen angesehen werden. Insbesondere krebsartiges Zellwachstum und insbesondere durch Raf-Kinase vermitteltes krebsartiges Zellwachstum ist eine Erkrankung, die ein Ziel der vorliegenden Erfindung darstellt. Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind deshalb  
15 erfindungsgemäße Verbindungen als Arzneimittel und/oder Arzneimittelwirkstoffe bei der Behandlung und/oder Prophylaxe der genannten Erkrankungen und die Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen zur Herstellung eines Pharmazeutikums für die Behandlung  
20 und/oder Prophylaxe der genannten Erkrankungen wie auch ein Verfahren zur Behandlung der genannten Erkrankungen umfassend die Verabreichung eines oder mehrerer erfindungsgemäßer Verbindungen an einen Patienten mit Bedarf an einer derartigen Verabreichung.

25 Es kann gezeigt werden, dass die erfindungsgemäßen Verbindungen in einem Xenotransplantat-Tumor-Modell eine in vivo antiproliferative Wirkung aufweisen. Die erfindungsgemäßen Verbindungen werden an  
30 einen Patienten mit einer hyperproliferativen Erkrankung verabreicht, z. B. zur Inhibition des Tumorwachstums, zur Verminderung der mit einer lymphoproliferativen Erkrankung einhergehenden Entzündung, zur Inhibition der Transplantatabstoßung oder neurologischer Schädigung aufgrund von Gewebereparatur usw. Die vorliegenden Verbindungen sind  
35 nützlich für prophylaktische oder therapeutische Zwecke. Wie hierin verwendet, wird der Begriff „Behandeln“ als Bezugnahme sowohl auf die

Verhinderung von Krankheiten als auch die Behandlung vorbestehender Leiden verwendet. Die Verhinderung von Proliferation wird durch Verabreichung der erfindungsgemäßen Verbindungen vor Entwicklung der evidenten Krankheit, z. B. zur Verhinderung des Tumorwachstums, 5 Verhinderung metastatischen Wachstums, der Herabsetzung von mit kardiovaskulärer Chirurgie einhergehenden Restenosen usw. erreicht. Als Alternative werden die Verbindungen zur Behandlung andauernder Krankheiten durch Stabilisation oder Verbesserung der klinischen 10 Symptome des Patienten verwendet.

Der Wirt oder Patient kann jeglicher Säugerspezies angehören, z. B. einer Primatenspezies, besonders Menschen; Nagetieren, einschließlich 15 Mäusen, Ratten und Hamstern; Kaninchen; Pferden, Rindern, Hunden, Katzen usw. Tiermodelle sind für experimentelle Untersuchungen von Interesse, wobei sie ein Modell zur Behandlung einer Krankheit des Menschen zur Verfügung stellen.

20 Die Suszeptibilität einer bestimmten Zelle gegenüber der Behandlung mit den erfindungsgemäßen Verbindungen kann durch Testen in vitro bestimmt werden. Typischerweise wird eine Kultur der Zelle mit einer erfindungsgemäßen Verbindung bei verschiedenen Konzentrationen für 25 eine Zeitdauer kombiniert, die ausreicht, um den aktiven Mitteln zu ermöglichen, Zelltod zu induzieren oder Migration zu inhibieren, gewöhnlich zwischen ungefähr einer Stunde und einer Woche. Zum Testen in vitro können kultivierte Zellen aus einer Biopsieprobe verwendet werden. Die 30 nach der Behandlung zurückbleibenden lebensfähigen Zellen werden dann gezählt.

Die Dosis variiert abhängig von der verwendeten spezifischen Verbindung, der spezifischen Erkrankung, dem Patientenstatus usw.. Typischerweise ist eine therapeutische Dosis ausreichend, um die unerwünschte 35 Zellpopulation im Zielgewebe erheblich zu vermindern, während die Lebensfähigkeit des Patienten aufrechterhalten wird. Die Behandlung wird

im Allgemeinen fortgesetzt, bis eine erhebliche Reduktion vorliegt, z. B. mindestens ca. 50 % Verminderung der Zelllast und kann fortgesetzt werden, bis im Wesentlichen keine unerwünschten Zellen mehr im Körper nachgewiesen werden.

5

Zur Identifizierung eines Signalübertragungswegs und zum Nachweis von Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Signalübertragungswegen wurden von verschiedenen Wissenschaftlern geeignete Modelle oder Modellsysteme entwickelt, z.B. Zellkulturmodelle (z.B. Khwaja et al., EMBO, 1997, 16, 2783-93) und Modelle transgener Tiere (z.B. White et al., Oncogene, 2001, 20, 7064-7072). Zur Bestimmung bestimmter Stufen in der Signalübertragungskaskade können wechselwirkende Verbindungen genutzt werden, um das Signal zu modulieren (z.B. Stephens et al., Biochemical J., 2000, 351, 95-105). Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch als Reagenzien zur Testung kinaseabhängiger Signalübertragungswege in Tieren und/oder Zellkulturmodellen oder in den in dieser Anmeldung genannten klinischen Erkrankungen verwendet werden.

10

15

20

Die Messung der Kinaseaktivität ist eine dem Fachmann wohlbekannte Technik. Generische Testsysteme zur Bestimmung der Kinaseaktivität mit Substraten, z.B. Histon (z.B. Alessi et al., FEBS Lett. 1996, 399, 3, Seiten 333-338) oder dem basischen Myelinprotein sind in der Literatur beschrieben (z.B. Campos-González, R. und Glenney, Jr., J.R. 1992, J. Biol. Chem. 267, Seite 14535).

25

30

Zur Identifikation von Kinase-Inhibitoren stehen verschiedene Assay-Systeme zur Verfügung. Beim Scintillation-Proximity-Assay (Sorg et al., J. of. Biomolecular Screening, 2002, 7, 11-19) und dem FlashPlate-Assay wird die radioaktive Phosphorylierung eines Proteins oder Peptids als Substrat mit  $\gamma$ ATP gemessen. Bei Vorliegen einer inhibitorischen Verbin-

35

5        dung ist kein oder ein vermindertes radioaktives Signal nachweisbar.  
Ferner sind die Homogeneous Time-resolved Fluorescence Resonance  
Energy Transfer- (HTR-FRET-) und Fluoreszenzpolarisations- (FP-)  
Technologien als Assay-Verfahren nützlich (Sills et al., J. of Biomolecular  
Screening, 2002, 191-214).

10        Andere nicht radioaktive ELISA-Assay-Verfahren verwenden spezifische  
Phospho-Antikörper (Phospho-AK). Der Phospho-AK bindet nur das  
phosphorylierte Substrat. Diese Bindung ist mit einem zweiten Peroxidase-  
konjugierten Anti-Schaf-Antikörper durch Chemilumineszenz nachweisbar  
(Ross et al., 2002, Biochem. J., unmittelbar vor der Veröffentlichung,  
Manuskript BJ20020786).

15        Es gibt viele mit einer Deregulation der Zellproliferation und des Zelltods  
(Apoptose) einhergehende Erkrankungen. Die Leiden von Interesse  
schließen die folgenden Leiden ein, sind aber nicht darauf beschränkt. Die  
erfindungsgemäßen Verbindungen sind nützlich bei der Behandlung einer  
20        Reihe verschiedener Leiden, bei denen Proliferation und/oder Migration  
glatter Muskelzellen und/oder Entzündungszellen in die Intimaschicht  
eines Gefäßes vorliegt, resultierend in eingeschränkter Durchblutung  
dieses Gefäßes, z. B. bei neointimalen okklusiven Läsionen. Zu okklusiven  
Transplantat-Gefäßerkrankungen von Interesse zählen Atherosklerose,  
25        koronare Gefäßerkrankung nach Transplantation, Venentransplantat-  
stenose, peri-anastomotische Prothesenrestenose, Restenose nach  
Angioplastie oder Stent-Platzierung und dergleichen.

30        Die erfindungsgemäßen Verbindungen eignen sich auch als p38 Kinase-  
Inhibitoren.

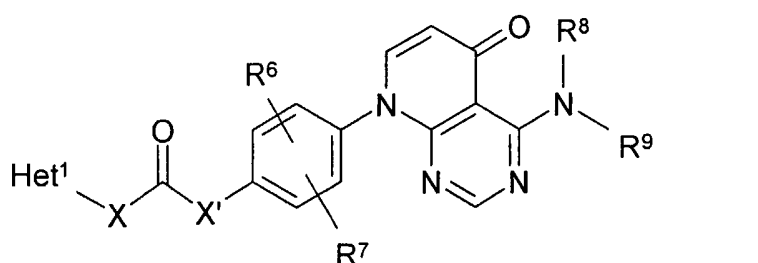
Heteroarylharnstoffe, die p38 Kinase inhibieren sind in der WO 02/85859,  
WO 02/85857 WO99/32111 beschrieben.

## STAND DER TECHNIK

Pyridopyrimidine sind in WO 98/08846 beschrieben.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I



worin

$R^6, R^7$

jeweils unabhängig voneinander H, A, Hal, OH, OA oder CN,

$R^8, R^9$

jeweils unabhängig voneinander H oder A,

Het<sup>1</sup>

einen ein- oder zweikernigen gesättigten, ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, Alkenyl mit 2 bis 6 C-Atomen, Alkynyl mit 2 bis 6 C-Atomen, NO<sub>2</sub>, NH<sub>2</sub>, NHA, NA<sub>2</sub>, COOH, COOA, CN, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup>, -NR<sup>8</sup>-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup>, CONR<sup>8</sup>R<sup>9</sup>, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup> und/oder Carbonylsauerstoff (=O) substituiert sein kann,

Het

einen ein- oder zweikernigen gesättigten, ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, COOA, CN und/oder Carbonylsauerstoff (=O) substituiert sein kann,

A Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,

X, X' jeweils unabhängig voneinander NH oder fehlt,

Hal F, Cl, Br oder I,

bedeuten,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,

Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

Gegenstand der Erfindung sind auch die optisch aktiven Formen

(Stereoisomeren), die Enantiomeren, die Racemate, die Diastereomeren

sowie die Hydrate und Solvate dieser Verbindungen. Unter Solvate der

Verbindungen werden Anlagerungen von inerten Lösungsmittelmolekülen

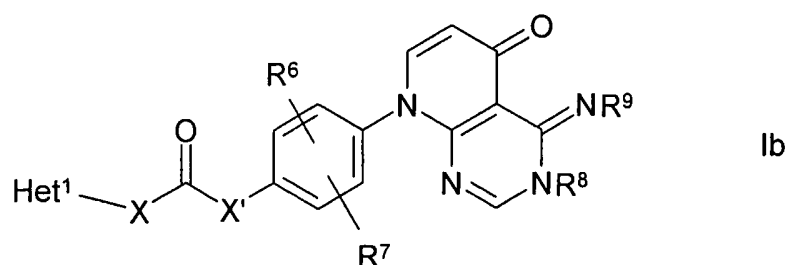
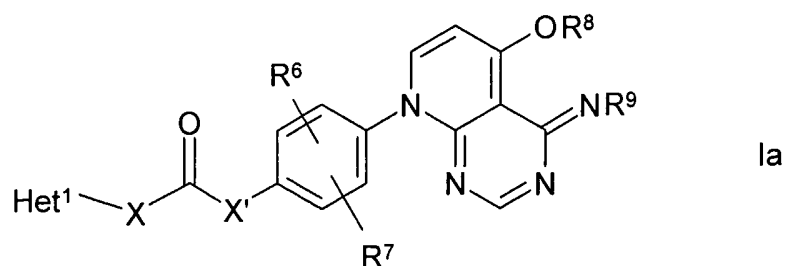
an die Verbindungen verstanden, die sich aufgrund ihrer gegenseitigen

Anziehungskraft ausbilden. Solvate sind z.B. Mono- oder Dihydrate oder

Alkoholate.

Die Formel I umfasst auch die tautomeren Verbindungen der Formeln Ia

und Ib



Unter pharmazeutisch verwendbaren Derivaten versteht man z.B. die Salze der erfindungsgemäßen Verbindungen als auch sogenannte Prodrug-Verbindungen.

5 Unter Prodrug-Derivaten versteht man mit z. B. Alkyl- oder Acylgruppen, Zuckern oder Oligopeptiden abgewandelte Verbindungen der Formel I, die im Organismus rasch zu den wirksamen erfindungsgemäßen Verbindungen gespalten werden.

10 Hierzu gehören auch bioabbaubare Polymerderivate der erfindungsgemäßen Verbindungen, wie dies z. B. in Int. J. Pharm. 115, 61-67 (1995) beschrieben ist.

15 Der Ausdruck "wirksame Menge" bedeutet die Menge eines Arzneimittels oder eines pharmazeutischen Wirkstoffes, die eine biologische oder medizinische Antwort in einem Gewebe, System, Tier oder Menschen hervorruft, die z.B. von einem Forscher oder Mediziner gesucht oder erstrebt wird.

20 Darüberhinaus bedeutet der Ausdruck "therapeutisch wirksame Menge" eine Menge, die, verglichen zu einem entsprechenden Subjekt, das diese Menge nicht erhalten hat, folgendes zur Folge hat:

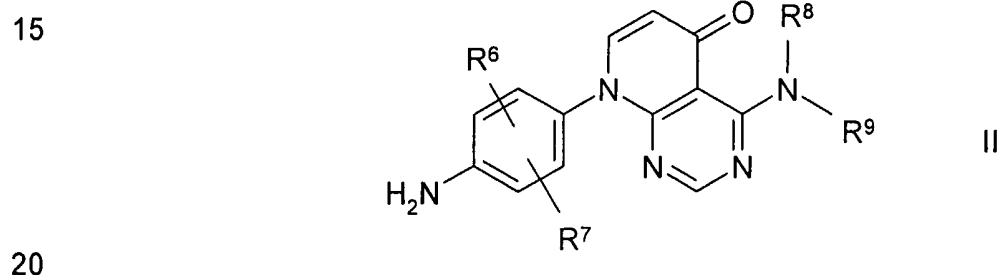
verbesserte Heilbehandlung, Heilung, Prävention oder Beseitigung einer Krankheit, eines Krankheitsbildes, eines Krankheitszustandes, eines  
25 Leidens, einer Störung oder von Nebenwirkungen oder auch die Verminderung des Fortschreitens einer Krankheit, eines Leidens oder einer Störung.

30 Die Bezeichnung "therapeutisch wirksame Menge" umfaßt auch die Mengen, die wirkungsvoll sind, die normale physiologische Funktion zu erhöhen.

Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung von Mischungen der Verbindungen der Formel I, z.B. Gemische zweier Diastereomere z.B. im  
35 Verhältnis 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:10, 1:100 oder 1:1000.

Besonders bevorzugt handelt es sich dabei um Mischungen stereoisomerer Verbindungen.

- 5 Gegenstand der Erfindung sind die Verbindungen der Formel I und ihre Salze sowie ein Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach den Ansprüchen 1-10 sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Salze, Solvate, Tautomeren und Stereoisomeren, dadurch gekennzeichnet, daß man
- 10 a) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, worin X, X' NH bedeuten, eine Verbindung der Formel II



- worin  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$  und  $R^9$  die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,
- 25 mit einer Verbindung der Formel III



- 30 worin  $\text{Het}^1$  die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,
- umsetzt,
- 35 oder

b) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, worin X, X' NH bedeuten,  
eine Verbindung der Formel II mit einer Verbindung der Formel IV



worin Het<sup>1</sup> die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,

10                      und einem Chlorkohlensäureester

umsetzt,

15                      und/oder

eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze umwandelt.

20                      Vor- und nachstehend haben die Reste R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup>, X und X' die bei der Formel I angegebenen Bedeutungen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

25                      A bedeutet Alkyl, ist unverzweigt (linear) oder verzweigt, und hat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 C-Atome. A bedeutet vorzugsweise Methyl, weiterhin Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl, ferner auch Pentyl, 1-, 2- oder 3-Methylbutyl, 1,1-, 1,2- oder 2,2-Dimethylpropyl, 1-Ethylpropyl, Hexyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Methylpentyl, 1,1-, 1,2-, 1,3-, 2,2-, 2,3- oder 3,3-Dimethylbutyl, 1- oder 2-Ethylbutyl, 1-Ethyl-1-methylpropyl, 1-Ethyl-2-methylpropyl, 1,1,2- oder 1,2,2-Trimethylpropyl, weiter bevorzugt z.B. Trifluormethyl.

30                      A bedeutet ganz besonders bevorzugt Alkyl mit 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atomen, vorzugsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl, tert.-Butyl, Pentyl, Hexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl oder 35                      1,1,1-Trifluorethyl. A bedeutet auch Cycloalkyl.

Cycloalkyl bedeutet vorzugsweise Cyclopropyl, Cyclobutyl, Cylopentyl, Cyclohexyl oder Cycloheptyl.

5 Alkylen ist vorzugsweise unverzweigt und bedeutet bevorzugt Methylen, Ethylen, Propylen, Butylen oder Pentylen.

$R^6$  und  $R^7$  bedeuten vorzugsweise H.

10 X und X' bedeuten vorzugsweise NH.

Ungeachtet weiterer Substitutionen, bedeutet Het<sup>1</sup> z.B. 2- oder 3-Furyl, 2- oder 3-Thienyl, 1-, 2- oder 3-Pyrrolyl, 1-, 2, 4- oder 5-Imidazolyl, 1-, 3-, 4- oder 5-Pyrazolyl, 2-, 4- oder 5-Oxazolyl, 3-, 4- oder 5-Isloxazolyl, 2-, 4- oder 15 5-Thiazolyl, 3-, 4- oder 5-Isythiazolyl, 2-, 3- oder 4-Pyridyl, 2-, 4-, 5- oder 6-Pyrimidinyl, weiterhin bevorzugt 1,2,3-Triazol-1-, -4- oder -5-yl, 1,2,4-Triazol-1-, -3- oder 5-yl, 1- oder 5-Tetrazolyl, 1,2,3-Oxadiazol-4- oder -5-yl, 1,2,4-Oxadiazol-3- oder -5-yl, 1,3,4-Thiadiazol-2- oder -5-yl, 1,2,4-Thiadiazol-3- oder -5-yl, 1,2,3-Thiadiazol-4- oder -5-yl, 3- oder 4-Pyridazinyl, 20 Pyrazinyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Indolyl, 4- oder 5-Isoindolyl, 1-, 2-, 4- oder 5-Benzimidazolyl, 1-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzopyrazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzoxazolyl, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzisoxazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 25 7-Benzothiazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzisothiazolyl, 4-, 5-, 6- oder 7-Benz-2,1,3-oxadiazolyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Chinolyl, 1-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Isochinolyl, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Cinnolyl, 2-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Chinazolyl, 5- oder 6-Chinoxalyl, 2-, 3-, 5-, 6-, 7- oder 8-2H-Benzo[1,4]oxazinyl, weiter bevorzugt 1,3-Benzodioxol-5-yl, 1,4-Benzodioxan-6-yl, 2,1,3-Benzothiadiazol-4- oder -5-yl oder 2,1,3-Benz-oxadiazol-5-yl.

Die heterocyclischen Reste können auch teilweise oder vollständig hydriert sein.

35 Het<sup>1</sup> kann also z. B. auch bedeuten 2,3-Dihydro-2-, -3-, -4- oder -5-furyl, 2,5-Dihydro-2-, -3-, -4- oder 5-furyl, Tetrahydro-2- oder -3-furyl, 1,3-Dioxo-

- lan-4-yl, Tetrahydro-2- oder -3-thienyl, 2,3-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrrolyl, 2,5-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrrolyl, 1-, 2- oder 3-Pyrrolidinyl, Tetrahydro-1-, -2- oder -4-imidazolyl, 2,3-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrazolyl, Tetrahydro-1-, -3- oder -4-pyrazolyl, 1,4-Dihydro-1-, -2-, -3- oder -4-pyridyl, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5- oder -6-pyridyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Piperidiny, 2-, 3- oder 4-Morpholinyl, Tetrahydro-2-, -3- oder -4-pyranyl, 1,4-Dioxanyl, 1,3-Dioxan-2-, -4- oder -5-yl, Hexahydro-1-, -3- oder -4-pyridazinyl, Hexahydro-1-, -2-, -4- oder -5-pyrimidinyl, 1-, 2- oder 3-Piperazinyl, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5-, -6-, -7- oder -8-chinoly, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5-, -6-, -7- oder -8-isochinoly, 2-, 3-, 5-, 6-, 7- oder 8- 3,4-Dihydro-2H-benzo[1,4]oxazinyl, weiter bevorzugt 2,3-Methylenedioxyphenyl, 3,4-Methylenedioxyphenyl, 2,3-Ethylendioxyphenyl, 3,4-Ethylendioxyphenyl, 3,4-(Difluormethylenedioxy)phenyl, 2,3-Dihydro-benzofuran-5- oder 6-yl, 2,3-(2-Oxo-methylenedioxy)-phenyl oder auch 3,4-Dihydro-2H-1,5-benzodioxepin-6- oder -7-yl, ferner bevorzugt 2,3-Dihydro-benzofuranyl oder 2,3-Dihydro-2-oxo-furanyl.
- Unsubstituiertes Het<sup>1</sup> bedeutet besonders bevorzugt Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl, Isochinolyl, Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl, [1,2,4]Thiadiazolyl, Furyl, Thienyl, Pyrrolyl, Pyrimidinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl, Oxazolyl, Isothiazolyl, Benzo[1,3]dioxolyl oder Pyrazinyl; ganz besonders bevorzugt Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl, Isochinolyl, Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl oder [1,2,4]Thiadiazolyl.
- Ungeachtet weiterer Substitutionen, bedeutet Het z.B. 2- oder 3-Furyl, 2- oder 3-Thienyl, 1-, 2- oder 3-Pyrrolyl, 1-, 2, 4- oder 5-Imidazolyl, 1-, 3-, 4- oder 5-Pyrazolyl, 2-, 4- oder 5-Oxazolyl, 3-, 4- oder 5-Isoxazolyl, 2-, 4- oder 5-Thiazolyl, 3-, 4- oder 5-Isothiazolyl, 2-, 3- oder 4-Pyridyl, 2-, 4-, 5- oder 6-Pyrimidinyl, weiterhin bevorzugt 1,2,3-Triazol-1-, -4- oder -5-yl, 1,2,4-Triazol-1-, -3- oder 5-yl, 1- oder 5-Tetrazolyl, 1,2,3-Oxadiazol-4- oder -5-yl, 1,2,4-Oxadiazol-3- oder -5-yl, 1,3,4-Thiadiazol-2- oder -5-yl, 1,2,4-Thiadiazol-3- oder -5-yl, 1,2,3-Thiadiazol-4- oder -5-yl, 3- oder 4-Pyridazinyl,

Pyrazinyl, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Indolyl, 4- oder 5-Isoindolyl, 1-, 2-, 4- oder 5-Benzimidazolyl, 1-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzopyrazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzoxazolyl, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzisoxazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzothiazolyl, 2-, 4-, 5-, 6- oder 7-Benzisothiazolyl, 4-, 5-, 6- oder 7-Benz-2,1,3-oxadiazolyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Chinolyl, 1-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Isochinolyl, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Cinnolyl, 2-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Chinazolyl, 5- oder 6-Chinoxalyl, 2-, 3-, 5-, 6-, 7- oder 8-2H-Benzo[1,4]oxazinyl, weiter bevorzugt 1,3-Benzodioxol-5-yl, 1,4-Benzodioxan-6-yl, 2,1,3-Benzothiadiazol-4- oder -5-yl oder 2,1,3-Benzoxadiazol-5-yl.

Die heterocyclischen Reste können auch teilweise oder vollständig hydriert sein.

Het kann also z. B. auch bedeuten 2,3-Dihydro-2-, -3-, -4- oder -5-furyl, 2,5-Dihydro-2-, -3-, -4- oder 5-furyl, Tetrahydro-2- oder -3-furyl, 1,3-Dioxolan-4-yl, Tetrahydro-2- oder -3-thienyl, 2,3-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrrolyl, 2,5-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrrolyl, 1-, 2- oder 3-Pyrrolidinyl, Tetrahydro-1-, -2- oder -4-imidazolyl, 2,3-Dihydro-1-, -2-, -3-, -4- oder -5-pyrazolyl, Tetrahydro-1-, -3- oder -4-pyrazolyl, 1,4-Dihydro-1-, -2-, -3- oder -4-pyridyl, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5- oder -6-pyridyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Piperidinyl, 2-, 3- oder 4-Morpholyl, Tetrahydro-2-, -3- oder -4-pyranyl, 1,4-Dioxanyl, 1,3-Dioxan-2-, -4- oder -5-yl, Hexahydro-1-, -3- oder -4-pyridazinyl, Hexahydro-1-, -2-, -4- oder -5-pyrimidinyl, 1-, 2- oder 3-Piperazinyl, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5-, -6-, -7- oder -8-chinolyl, 1,2,3,4-Tetrahydro-1-, -2-, -3-, -4-, -5-, -6-, -7- oder -8-isochinolyl, 2-, 3-, 5-, 6-, 7- oder 8- 3,4-Dihydro-2H-benzo[1,4]oxazinyl, weiter bevorzugt 2,3-Methylenedioxyphenyl, 3,4-Methylenedioxyphenyl, 2,3-Ethylenedioxyphenyl, 3,4-Ethylenedioxyphenyl, 3,4-(Difluormethylenedioxy)phenyl, 2,3-Dihydrobenzofuran-5- oder 6-yl, 2,3-(2-Oxo-methylenedioxy)-phenyl oder auch 3,4-Dihydro-2H-1,5-benzodioxepin-6- oder -7-yl, ferner bevorzugt 2,3-Dihydrobenzofuranyl oder 2,3-Dihydro-2-oxo-furanyl.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform bedeutet Het einen einkernigen gesättigten Heterocyclus mit 1 bis 3 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert ist oder einfach durch A substituiert sein kann.

5 Der einkernige gesättigte Heterocyclus bedeutet hierin besonders bevorzugt Piperidinyl, Pyrrolidinyl, Morpholinyl oder Piperazinyl.

Hal bedeutet vorzugsweise F, Cl oder Br, aber auch I, besonders bevorzugt F oder Cl.

10

Alkenyl hat 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atome und steht vorzugsweise für Vinyl, 1- oder 2-Propenyl, 1-Butenyl, Isobutenyl, sek.-Butenyl, ferner bevorzugt ist 1-Pentenyl, iso-Pentenyl oder 1-Hexenyl.

15

Alkynyl hat 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atome und steht vorzugsweise für Ethinyl, Propin-1-yl, ferner für Butin-1-, Butin-2-yl, Pentin-1-, Pentin-2- oder Pentin-3-yl.

20

-O-Het bedeutet vorzugsweise z.B. Piperidin-4-yloxy.

-O-Alkylen-Het bedeutet vorzugsweise z.B. Morpholin-4-yl-ethoxy, Morpholin-4-yl-propoxy, 1-Methyl-piperidin-4-yl-methoxy, Piperazin-4-yl-ethoxy, Pyrrolidin-2-ylmethoxy oder Pyrrolidin-1-ylethoxy.

25

-O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> bedeutet vorzugsweise z.B. CH<sub>3</sub>-NH-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-O-, NH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-O- oder (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-O-.

-O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup> bedeutet vorzugsweise z.B.

-O-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-N(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-OCH<sub>3</sub>.

30

Für die gesamte Erfindung gilt, daß sämtliche Reste, die mehrfach auftreten, gleich oder verschieden sein können, d.h. unabhängig voneinander sind.

35

Die Verbindungen der Formel I können ein oder mehrere chirale Zentren besitzen und daher in verschiedenen stereoisomeren Formen vorkommen. Die Formel I umschließt alle diese Formen.

5 Dementsprechend sind Gegenstand der Erfindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden  
10 Teilformeln Ia bis Ih ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I angegebene Bedeutung haben, worin jedoch

15 in Ia X NH,  
X' NH  
bedeuten;

20 in Ib Het<sup>1</sup> einen ein- oder zweikernigen ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup>  
25 substituiert sein kann,  
bedeutet;

30 in Ic Het<sup>1</sup> unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup> substituiertes Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl, Isochinolyl, Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl, [1,2,4]Thiadiazolyl, Furyl, Thienyl, Pyrrolyl,  
35 Pyrimidinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl, Oxazolyl, Isothiazolyl, Benzo[1,3]dioxolyl oder Pyrazinyl,

|    |       |                                 |                                                                                                                                                      |
|----|-------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |       | bedeutet;                       |                                                                                                                                                      |
| 5  | in Id | Het                             | einen einkernigen gesättigten Heterocyclus mit 1 bis 3 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert ist oder einfach durch A substituiert sein kann  |
|    |       | bedeutet;                       |                                                                                                                                                      |
| 10 | in le | Het                             | unsubstituiertes oder einfach durch A substituiertes Piperidinyl, Pyrrolidinyl, Morpholinyl oder Piperazinyl                                         |
|    |       | bedeutet;                       |                                                                                                                                                      |
| 15 | in lf | R <sup>6</sup> , R <sup>7</sup> | H                                                                                                                                                    |
|    |       | bedeuten;                       |                                                                                                                                                      |
| 20 | in lg | X                               | NH,                                                                                                                                                  |
|    |       | X'                              | NH,                                                                                                                                                  |
|    |       | R <sup>6</sup> , R <sup>7</sup> | H,                                                                                                                                                   |
| 25 |       | R <sup>8</sup> , R <sup>9</sup> | jeweils unabhängig voneinander H oder A,                                                                                                             |
|    |       | Het <sup>1</sup>                | einen ein- oder zweikernigen ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-,        |
| 30 |       |                                 | zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het,                                                                                    |
|    |       |                                 | -O-Alkylen-NR <sup>8</sup> R <sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR <sup>8</sup> -Alkylen-OR <sup>8</sup> substituiert sein kann,                       |
|    |       | Het                             | einen einkernigen gesättigten Heterocyclus mit 1 bis 3 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert ist oder einfach durch A substituiert sein kann, |
| 35 |       | A                               | Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,                                                      |
|    |       | Hal                             | F, Cl, Br oder I,                                                                                                                                    |
|    |       | bedeuten;                       |                                                                                                                                                      |

|    |       |                                 |                                                                                         |
|----|-------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|    | in lh | X                               | NH,                                                                                     |
|    |       | X'                              | NH,                                                                                     |
| 5  |       | R <sup>6</sup> , R <sup>7</sup> | H,                                                                                      |
|    |       | R <sup>8</sup> , R <sup>9</sup> | jeweils unabhängig voneinander H oder A,                                                |
|    |       | Het <sup>1</sup>                | unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch                                   |
|    |       |                                 | Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het,                                                 |
| 10 |       |                                 | -O-Alkylen-NR <sup>8</sup> R <sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR <sup>8</sup> -Alkylen- |
|    |       |                                 | OR <sup>8</sup> substituiertes Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl,                           |
|    |       |                                 | Isochinolyl, Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl,                                            |
|    |       |                                 | [1,2,4]Thiadiazolyl, Furyl, Thienyl, Pyrrolyl,                                          |
|    |       |                                 | Pyrimidinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl, Oxazolyl,                                           |
| 15 |       |                                 | Isothiazolyl, Benzo[1,3]dioxolyl oder Pyrazinyl,                                        |
|    |       | Het                             | unsubstituiertes oder einfach durch A substituiertes                                    |
|    |       |                                 | Piperidinyl, Pyrrolidinyl, Morpholinyl oder Piperazinyl,                                |
|    |       | A                               | Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-                                          |
| 20 |       |                                 | Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,                                       |
|    |       | Hal                             | F, Cl, Br oder I                                                                        |
|    |       |                                 | bedeuten;                                                                               |

25 sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Salze, Solvate, Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

30 Die Verbindungen der Formel I und auch die Ausgangsstoffe zu ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die ge-

35 nannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch

von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

5 Die Ausgangsstoffe können, falls erwünscht, auch in situ gebildet werden, so daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort weiter zu den Verbindungen der Formel I umsetzt.

10 Verbindungen der Formel I können vorzugsweise erhalten werden, indem man Verbindungen der Formel II mit Verbindungen der Formel III umsetzt.

Die Verbindungen der Formel II sind neu, die der Formel III sind in der Regel bekannt.

15 Die Umsetzung erfolgt in der Regel in einem inerten Lösungsmittel, in Gegenwart einer organischen Base wie Triethylamin, Dimethylanilin, Pyridin oder Chinolin. Die Reaktionszeit liegt je nach den angewendeten Bedingungen zwischen einigen Minuten und 14 Tagen, die Reaktions-  
20 temperatur zwischen etwa 0° und 150°, normalerweise zwischen 15° und 90°, besonders bevorzugt zwischen 15 und 30°C.

Als inerte Lösungsmittel eignen sich z.B. Kohlenwasserstoffe wie Hexan,  
25 Petrolether, Benzol, Toluol oder Xylol; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform oder Dichlormethan; Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, n-Propanol, n-Butanol oder tert.-Butanol; Ether wie Diethylether, Diisopropylether,  
30 Tetrahydrofuran (THF) oder Dioxan; Glykolether wie Ethylenglykol-monomethyl- oder -monoethylether (Methylglykol oder Ethylglykol), Ethylenglykoldimethylether (Diglyme); Ketone wie Aceton oder Butanon; Amide wie Acetamid, Dimethylacetamid oder Dimethylformamid (DMF);  
35 Nitrile wie Acetonitril; Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid (DMSO); Schwefelkohlenstoff; Carbonsäuren wie Ameisensäure oder Essigsäure; Nitrover-

bindungen wie Nitromethan oder Nitrobenzol; Ester wie Ethylacetat oder Gemische der genannten Lösungsmittel.

5 Verbindungen der Formel I können weiter vorzugsweise erhalten werden, indem man Verbindungen der Formel II mit Verbindungen der Formel IV und einem Chlorkohlensäureester, wie z.B. dem 4-Nitrophenylester, umsetzt. Die Verbindungen der Formel IV sind in der Regel bekannt.

10 Die Umsetzung erfolgt in der Regel in einem inerten Lösungsmittel, in Gegenwart eines säurebindenden Mittels vorzugsweise einer organischen Base wie DIPEA, Triethylamin, Dimethylanilin, Pyridin oder Chinolin oder eines Überschusses der Carboxykomponente der Formel V.

15 Auch der Zusatz eines Alkali- oder Erdalkalimetall-hydroxids, -carbonats oder -bicarbonats oder eines anderen Salzes einer schwachen Säure der Alkali- oder Erdalkalimetalle, vorzugsweise des Kaliums, Natriums, Calciums oder Cäsiums kann günstig sein.

20 Die Reaktionszeit liegt je nach den angewendeten Bedingungen zwischen einigen Minuten und 14 Tagen, die Reaktionstemperatur zwischen etwa  $-30^{\circ}$  und  $140^{\circ}$ , normalerweise zwischen  $-10^{\circ}$  und  $90^{\circ}$ , insbesondere zwischen etwa  $0^{\circ}$  und etwa  $70^{\circ}$ .

Als inerte Lösungsmittel eignen sich die oben genannten.

25

#### Pharmazeutische Salze und andere Formen

Die genannten erfindungsgemäßen Verbindungen lassen sich in ihrer endgültigen Nichtsalzform verwenden. Andererseits umfaßt die  
30 vorliegende Erfindung auch die Verwendung dieser Verbindungen in Form ihrer pharmazeutisch unbedenklichen Salze, die von verschiedenen organischen und anorganischen Säuren und Basen nach fachbekannten Vorgehensweisen abgeleitet werden können. Pharmazeutisch unbedenk-  
35 liche Salzformen der Verbindungen der Formel I werden größtenteils konventionell hergestellt. Sofern die Verbindung der Formel I eine Carbon-

säuregruppe enthält, läßt sich eines ihrer geeigneten Salze dadurch bilden, daß man die Verbindung mit einer geeigneten Base zum entsprechenden Basenadditionssalz umsetzt. Solche Basen sind zum Beispiel Alkalimetallhydroxide, darunter Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid und Lithiumhydroxid; Erdalkalimetallhydroxide wie Bariumhydroxid und Calciumhydroxid; Alkalimetallalkoholate, z.B. Kaliummethanolat und Natriumpropanolat; sowie verschiedene organische Basen wie Piperidin, Diethanolamin und N-Methylglutamin. Die Aluminiumsalze der Verbindungen der Formel I zählen ebenfalls dazu. Bei bestimmten Verbindungen der Formel I lassen sich Säureadditionssalze dadurch bilden, daß man diese Verbindungen mit pharmazeutisch unbedenklichen organischen und anorganischen Säuren, z.B. Halogenwasserstoffen wie Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff oder Jodwasserstoff, anderen Mineralsäuren und ihren entsprechenden Salzen wie Sulfat, Nitrat oder Phosphat und dergleichen sowie Alkyl- und Monoarylsulfonaten wie Ethansulfonat, Toluolsulfonat und Benzolsulfonat, sowie anderen organischen Säuren und ihren entsprechenden Salzen wie Acetat, Trifluoracetat, Tartrat, Maleat, Succinat, Citrat, Benzoat, Salicylat, Ascorbat und dergleichen behandelt. Dementsprechend zählen zu pharmazeutisch unbedenklichen Säureadditionssalzen der Verbindungen der Formel I die folgenden: Acetat, Adipat, Alginat, Arginat, Aspartat, Benzoat, Benzolsulfonat (Besylat), Bisulfat, Bisulfit, Bromid, Butyrat, Kampferat, Kampfersulfonat, Caprylat, Chlorid, Chlorbenzoat, Citrat, Cyclopentanpropionat, Digluconat, Dihydrogenphosphat, Dinitrobenzoat, Dodecylsulfat, Ethansulfonat, Fumarat, Galacterat (aus Schleimsäure), Galacturonat, Glucoheptanoat, Gluconat, Glutamat, Glycerophosphat, Hemisuccinat, Hemisulfat, Heptanoat, Hexanoat, Hippurat, Hydrochlorid, Hydrobromid, Hydroiodid, 2-Hydroxyethansulfonat, Iodid, Isethionat, Isobutytrat, Lactat, Lactobionat, Malat, Maleat, Malonat, Mandelat, Metaphosphat, Methansulfonat, Methylbenzoat, Monohydrogenphosphat, 2-Naphthalinsulfonat, Nicotinat, Nitrat, Oxalat, Oleat, Pamoat, Pectinat, Persulfat, Phenylacetat, 3-

Phenylpropionat, Phosphat, Phosphonat, Phthalat, was jedoch keine Einschränkung darstellt.

5 Weiterhin zählen zu den Basensalzen der erfindungsgemäßen  
Verbindungen Aluminium-, Ammonium-, Calcium-, Kupfer-, Eisen(III)-,  
Eisen(II)-, Lithium-, Magnesium-, Mangan(III)-, Mangan(II), Kalium-,  
Natrium- und Zinksalze, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.  
Bevorzugt unter den oben genannten Salzen sind Ammonium; die  
10 Alkalimetallsalze Natrium und Kalium, sowie die Erdalkalimetallsalze  
Calcium und Magnesium. Zu Salzen der Verbindungen der Formel I, die  
sich von pharmazeutisch unbedenklichen organischen nicht-toxischen  
Basen ableiten, zählen Salze primärer, sekundärer und tertiärer Amine,  
15 substituierter Amine, darunter auch natürlich vorkommender substituierter  
Amine, cyclischer Amine sowie basischer Ionenaustauscherharze, z.B.  
Arginin, Betain, Koffein, Chlorprocain, Cholin, N,N'-Dibenzylethylendiamin  
(Benzathin), Dicyclohexylamin, Diethanolamin, Diethylamin, 2-Diethyl-  
aminoethanol, 2-Dimethylaminoethanol, Ethanolamin, Ethylendiamin, N-  
20 Ethylmorpholin, N-Ethylpiperidin, Glucamin, Glucosamin, Histidin,  
Hydrabamin, Iso-propylamin, Lidocain, Lysin, Meglumin, N-Methyl-D-  
glucamin, Morpholin, Piperazin, Piperidin, Polyaminharze, Procain, Purine,  
Theobromin, Triethanolamin, Triethylamin, Trimethylamin, Tripropylamin  
25 sowie Tris-(hydroxymethyl)-methylamin (Tromethamin), was jedoch keine  
Einschränkung darstellen soll.

Verbindungen der vorliegenden Erfindung, die basische stickstoffhaltige  
30 Gruppen enthalten, lassen sich mit Mitteln wie (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>) Alkylhalogeniden,  
z.B. Methyl-, Ethyl-, Isopropyl- und tert.-Butylchlorid, -bromid und -iodid;  
Di(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)Alkylsulfaten, z.B. Dimethyl-, Diethyl- und Diamylsulfat; (C<sub>10</sub>-  
C<sub>18</sub>)Alkylhalogeniden, z.B. Decyl-, Dodecyl-, Lauryl-, Myristyl- und  
Stearylchlorid, -bromid und -iodid; sowie Aryl-(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)Alkylhalogeniden, z.B.  
35 Benzylchlorid und Phenethylbromid, quarternisieren. Mit solchen Salzen

können sowohl wasser- als auch öllösliche erfindungsgemäße Verbindungen hergestellt werden.

5 Zu den oben genannten pharmazeutischen Salzen, die bevorzugt sind, zählen Acetat, Trifluoracetat, Besylat, Citrat, Fumarat, Gluconat, Hemisuccinat, Hippurat, Hydrochlorid, Hydrobromid, Isethionat, Mandelat, Meglumin, Nitrat, Oleat, Phosphonat, Pivalat, Natriumphosphat, Stearat, Sulfat, Sulfosalicylat, Tartrat, Thiomalat, Tosylat und Tromethamin, was  
10 jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Die Säureadditionssalze basischer Verbindungen der Formel I werden dadurch hergestellt, daß man die freie Basenform mit einer ausreichenden  
15 Menge der gewünschten Säure in Kontakt bringt, wodurch man auf übliche Weise das Salz darstellt. Die freie Base läßt sich durch In-Kontakt-Bringen der Salzform mit einer Base und Isolieren der freien Base auf übliche Weise regenerieren. Die freien Basenformen unterscheiden sich in gewissem Sinn von ihren entsprechenden Salzformen in bezug auf bestimmte  
20 physikalische Eigenschaften wie Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln; im Rahmen der Erfindung entsprechen die Salze jedoch sonst ihren jeweiligen freien Basenformen.

25 Wie erwähnt werden die pharmazeutisch unbedenklichen Basenadditionssalze der Verbindungen der Formel I mit Metallen oder Aminen wie Alkalimetallen und Erdalkalimetallen oder organischen Aminen gebildet. Bevorzugte Metalle sind Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium. Bevorzugte organische Amine sind N,N'-Dibenzylethylendiamin, Chlorprocain,  
30 Cholin, Diethanolamin, Ethylendiamin, N-Methyl-D-glucamin und Procain.

Die Basenadditionssalze von erfindungsgemäßen sauren Verbindungen werden dadurch hergestellt, daß man die freie Säureform mit einer  
35 ausreichenden Menge der gewünschten Base in Kontakt bringt, wodurch man das Salz auf übliche Weise darstellt. Die freie Säure läßt sich durch

In-Kontakt-Bringen der Salzform mit einer Säure und Isolieren der freien Säure auf übliche Weise regenerieren. Die freien Säureformen unterscheiden sich in gewissem Sinn von ihren entsprechenden Salzformen in bezug auf bestimmte physikalische Eigenschaften wie Löslichkeit in polaren Lösungsmitteln; im Rahmen der Erfindung entsprechen die Salze jedoch sonst ihren jeweiligen freien Säureformen.

Enthält eine erfindungsgemäße Verbindung mehr als eine Gruppe, die solche pharmazeutisch unbedenklichen Salze bilden kann, so umfaßt die Erfindung auch mehrfache Salze. Zu typischen mehrfachen Salzformen zählen zum Beispiel Bitartrat, Diacetat, Difumarat, Dimeglumin, Diphosphat, Dinatrium und Trihydrochlorid, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

Im Hinblick auf das oben Gesagte sieht man, daß unter dem Ausdruck "pharmazeutisch unbedenkliches Salz" im vorliegenden Zusammenhang ein Wirkstoff zu verstehen ist, der eine Verbindung der Formel I in der Form eines ihrer Salze enthält, insbesondere dann, wenn diese Salzform dem Wirkstoff im Vergleich zu der freien Form des Wirkstoffs oder irgendeiner anderen Salzform des Wirkstoffs, die früher verwendet wurde, verbesserte pharmakokinetische Eigenschaften verleiht. Die pharmazeutisch unbedenkliche Salzform des Wirkstoffs kann auch diesem Wirkstoff erst eine gewünschte pharmakokinetische Eigenschaft verleihen, über die er früher nicht verfügt hat, und kann sogar die Pharmakodynamik dieses Wirkstoffs in bezug auf seine therapeutische Wirksamkeit im Körper positiv beeinflussen.

Gegenstand der Erfindung sind ferner Arzneimittel, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Träger- und/oder Hilfsstoffe.

Pharmazeutische Formulierungen können in Form von Dosiseinheiten, die eine vorbestimmte Menge an Wirkstoff pro Dosiseinheit enthalten, dargereicht werden. Eine solche Einheit kann beispielsweise 0,5 mg bis 1 g, vorzugsweise 1 mg bis 700 mg, besonders bevorzugt 5 mg bis 100 mg einer erfindungsgemäßen Verbindung enthalten, je nach dem behandelten Krankheitszustand, dem Verabreichungsweg und dem Alter, Gewicht und Zustand des Patienten, oder pharmazeutische Formulierungen können in Form von Dosiseinheiten, die eine vorbestimmte Menge an Wirkstoff pro Dosiseinheit enthalten, dargereicht werden. Bevorzugte Dosierungseinheitsformulierungen sind solche, die eine Tagesdosis oder Teildosis, wie oben angegeben, oder einen entsprechenden Bruchteil davon eines Wirkstoffs enthalten. Weiterhin lassen sich solche pharmazeutischen Formulierungen mit einem der im pharmazeutischen Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren herstellen.

Pharmazeutische Formulierungen lassen sich zur Verabreichung über einen beliebigen geeigneten Weg, beispielsweise auf oralem (einschließlich buccalem bzw. sublingualem), rektalem, nasalem, topischem (einschließlich buccalem, sublingualem oder transdermale), vaginalem oder parenteralem (einschließlich subkutanem, intramuskulärem, intravenösem oder intradermale) Wege, anpassen. Solche Formulierungen können mit allen im pharmazeutischen Fachgebiet bekannten Verfahren hergestellt werden, indem beispielsweise der Wirkstoff mit dem bzw. den Trägerstoff(en) oder Hilfsstoff(en) zusammengebracht wird.

An die orale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können als separate Einheiten, wie z.B. Kapseln oder Tabletten; Pulver oder Granulate; Lösungen oder Suspensionen in wäßrigen oder nichtwäßrigen Flüssigkeiten; eßbare Schäume oder Schaumspeisen; oder Öl-in-Wasser-Flüssigemulsionen oder Wasser-in-Öl-Flüssigemulsionen dargereicht werden.

5 So läßt sich beispielsweise bei der oralen Verabreichung in Form einer  
Tablette oder Kapsel die Wirkstoffkomponente mit einem oralen, nicht-  
toxischen und pharmazeutisch unbedenklichen inerten Trägerstoff, wie  
z.B. Ethanol, Glyzerin, Wasser u.ä. kombinieren. Pulver werden herge-  
stellt, indem die Verbindung auf eine geeignete feine Größe zerkleinert  
und mit einem in ähnlicher Weise zerkleinerten pharmazeutischen  
10 Trägerstoff, wie z.B. einem eßbaren Kohlenhydrat wie beispielsweise  
Stärke oder Mannit vermischt wird. Ein Geschmacksstoff, Konservierungs-  
mittel, Dispersionsmittel und Farbstoff können ebenfalls vorhanden sein.

Kapseln werden hergestellt, indem ein Pulvergemisch wie oben  
15 beschrieben hergestellt und geformte Gelatinehüllen damit gefüllt werden.  
Gleit- und Schmiermittel wie z.B. hochdisperse Kieselsäure, Talkum,  
Magnesiumstearat, Kalziumstearat oder Polyethylenglykol in Festform  
können dem Pulvergemisch vor dem Füllvorgang zugesetzt werden. Ein  
Sprengmittel oder Lösungsvermittler, wie z.B. Agar-Agar, Kalziumcarbonat  
20 oder Natriumcarbonat, kann ebenfalls zugesetzt werden, um die Verfüg-  
barkeit des Medikaments nach Einnahme der Kapsel zu verbessern.

Außerdem können, falls gewünscht oder notwendig, geeignete Bindungs-,  
25 Schmier- und Sprengmittel sowie Farbstoffe ebenfalls in das Gemisch  
eingearbeitet werden. Zu den geeigneten Bindemitteln gehören Stärke,  
Gelatine, natürliche Zucker, wie z.B. Glukose oder Beta-Lactose, Süß-  
stoffe aus Mais, natürliche und synthetische Gummi, wie z.B. Akazia,  
30 Traganth oder Natriumalginat, Carboxymethylzellulose, Polyethylenglykol,  
Wachse, u.ä. Zu den in diesen Dosierungsformen verwendeten Schmier-  
mitteln gehören Natriumoleat, Natriumstearat, Magnesiumstearat, Natrium-  
benzoat, Natriumacetat, Natriumchlorid u.ä. Zu den Sprengmitteln  
gehören, ohne darauf beschränkt zu sein, Stärke, Methylzellulose, Agar,  
35 Bentonit, Xanthangummi u.ä. Die Tabletten werden formuliert, indem  
beispielsweise ein Pulvergemisch hergestellt, granuliert oder trocken-

verpreßt wird, ein Schmiermittel und ein Sprengmittel zugegeben werden und das Ganze zu Tabletten verpreßt wird. Ein Pulvergemisch wird hergestellt, indem die in geeigneter Weise zerkleinerte Verbindung mit einem Verdünnungsmittel oder einer Base, wie oben beschrieben, und  
5 gegebenenfalls mit einem Bindemittel, wie z.B. Carboxymethylzellulose, einem Alginat, Gelatine oder Polyvinylpyrrolidon, einem Lösungsverlangsamer, wie z.B. Paraffin, einem Resorptionsbeschleuniger, wie z.B. einem quaternären Salz und/oder einem Absorptionsmittel, wie z.B. Bentonit, Kaolin oder Dikalziumphosphat, vermischt wird. Das Pulvergemisch läßt  
10 sich granulieren, indem es mit einem Bindemittel, wie z.B. Sirup, Stärkepasta, Acacia-Schleim oder Lösungen aus Zellulose- oder Polymermaterialien benetzt und durch ein Sieb gepreßt wird. Als Alternative zur Granulierung kann man das Pulvergemisch durch eine Tablettiermaschine  
15 laufen lassen, wobei ungleichmäßig geformte Klumpen entstehen, die in Granulate aufgebrochen werden. Die Granulate können mittels Zugabe von Stearinsäure, einem Stearatsalz, Talkum oder Mineralöl gefettet werden, um ein Kleben an den Tablettengußformen zu verhindern. Das  
20 gefettete Gemisch wird dann zu Tabletten verpreßt. Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch mit einem freifließenden inerten Trägerstoff kombiniert und dann ohne Durchführung der Granulierungs- oder Trockenverpressungsschritte direkt zu Tabletten verpreßt werden.  
25 Eine durchsichtige oder undurchsichtige Schutzschicht, bestehend aus einer Versiegelung aus Schellack, einer Schicht aus Zucker oder Polymermaterial und einer Glanzschicht aus Wachs, kann vorhanden sein. Diesen Beschichtungen können Farbstoffe zugesetzt werden, um zwischen unterschiedlichen Dosierungseinheiten unterscheiden zu können.  
30

Orale Flüssigkeiten, wie z.B. Lösung, Sirupe und Elixiere, können in Form von Dosierungseinheiten hergestellt werden, so daß eine gegebene  
35 Quantität eine vorgegebene Menge der Verbindung enthält. Sirupe lassen sich herstellen, indem die Verbindung in einer wäßrigen Lösung mit geeignetem Geschmack gelöst wird, während Elixiere unter Verwendung

eines nichttoxischen alkoholischen Vehikels hergestellt werden.

Suspensionen können durch Dispersion der Verbindung in einem nicht-toxischen Vehikel formuliert werden. Lösungsvermittler und Emulgiermittel, wie z.B. ethoxylierte Isostearylalkohole und Polyoxyethylensorbitolether, Konservierungsmittel, Geschmackszusätze, wie z.B. Pfefferminzöl oder natürliche Süßstoffe oder Saccharin oder andere künstliche Süßstoffe, u.ä. können ebenfalls zugegeben werden.

- 5
- 10 Die Dosierungseinheitsformulierungen für die orale Verabreichung können gegebenenfalls in Mikrokapseln eingeschlossen werden. Die Formulierung läßt sich auch so herstellen, daß die Freisetzung verlängert oder retardiert wird, wie beispielsweise durch Beschichtung oder Einbettung von partikulärem Material in Polymere, Wachs u.ä.
- 15

- Die Verbindungen der Formel I sowie Salze, Solvate und physiologisch funktionelle Derivate davon lassen sich auch in Form von Liposomen-zuführsystemen, wie z.B. kleinen unilamellaren Vesikeln, großen unilamellaren Vesikeln und multilamellaren Vesikeln, verabreichen. Liposomen können aus verschiedenen Phospholipiden, wie z.B. Cholesterin, Stearylamin oder Phosphatidylcholinen, gebildet werden.
- 20

- 25 Die Verbindungen der Formel I sowie die Salze, Solvate und physiologisch funktionellen Derivate davon können auch unter Verwendung monoklonaler Antikörper als individuelle Träger, an die die Verbindungsmoleküle gekoppelt werden, zugeführt werden. Die Verbindungen können auch mit löslichen Polymeren als zielgerichtete Arzneistoffträger gekoppelt werden. Solche Polymere können Polyvinylpyrrolidon, Pyran-Copolymer, Polyhydroxypropylmethacrylamidphenol, Polyhydroxyethylaspartamidphenol oder Polyethylenoxidpolylysin, substituiert mit Palmitoylresten, umfassen. Weiterhin können die Verbindungen an eine Klasse von biologisch abbaubaren Polymeren, die zur Erzielung einer kontrollierten Freisetzung eines Arzneistoffs geeignet sind, z.B. Polymilchsäure, Polyepsilon-Caprolacton,
- 30
- 35

Polyhydroxybuttersäure, Polyorthoester, Polyacetale, Polydihydroxypyrane, Polycyanoacrylate und quervernetzte oder amphipatische Blockcopolymere von Hydrogelen, gekoppelt sein.

5 An die transdermale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können als eigenständige Pflaster für längeren, engen Kontakt mit der Epidermis des Empfängers dargereicht werden. So kann beispielsweise der Wirkstoff aus dem Pflaster mittels Iontophorese  
10 zugeführt werden, wie in Pharmaceutical Research, 3(6), 318 (1986) allgemein beschrieben.

An die topische Verabreichung angepaßte pharmazeutische Verbindungen  
15 können als Salben, Cremes, Suspensionen, Lotionen, Pulver, Lösungen, Pasten, Gele, Sprays, Aerosole oder Öle formuliert sein.

Für Behandlungen des Auges oder anderer äußerer Gewebe, z.B. Mund und Haut, werden die Formulierungen vorzugsweise als topische Salbe oder Creme appliziert. Bei Formulierung zu einer Salbe kann der Wirkstoff  
20 entweder mit einer paraffinischen oder einer mit Wasser mischbaren Cremebasis eingesetzt werden. Alternativ kann der Wirkstoff zu einer Creme mit einer Öl-in-Wasser-Cremebasis oder einer Wasser-in-Öl-Basis  
25 formuliert werden.

Zu den an die topische Applikation am Auge angepaßten pharmazeutischen Formulierungen gehören Augentropfen, wobei der Wirkstoff in  
30 einem geeigneten Träger, insbesondere einem wäßrigen Lösungsmittel, gelöst oder suspendiert ist.

An die topische Applikation im Mund angepaßte pharmazeutische Formulierungen umfassen Lutschtabletten, Pastillen und Mundspülmittel.  
35

An die rektale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können in Form von Zäpfchen oder Einläufen dargereicht werden.

5 An die nasale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen, in denen die Trägersubstanz ein Feststoff ist, enthalten ein grobes Pulver mit einer Teilchengröße beispielsweise im Bereich von 20-500 Mikrometern, das in der Art und Weise, wie Schnupftabak aufgenommen wird, verabreicht wird, d.h. durch Schnellinhalation über die Nasenwege  
10 aus einem dicht an die Nase gehaltenen Behälter mit dem Pulver. Geeignete Formulierungen zur Verabreichung als Nasenspray oder Nasentropfen mit einer Flüssigkeit als Trägersubstanz umfassen Wirkstofflösungen in Wasser oder Öl.

15 An die Verabreichung durch Inhalation angepaßte pharmazeutische Formulierungen umfassen feinpartikuläre Stäube oder Nebel, die mittels verschiedener Arten von unter Druck stehenden Dosierspendern mit Aerosolen, Verneblern oder Insufflatoren erzeugt werden können.  
20

An die vaginale Verabreichung angepaßte pharmazeutische Formulierungen können als Pessare, Tampons, Cremes, Gele, Pasten, Schäume oder Sprayformulierungen dargereicht werden.

25 Zu den an die parenterale Verabreichung angepaßten pharmazeutischen Formulierungen gehören wäßrige und nichtwäßrige sterile Injektionslösungen, die Antioxidantien, Puffer, Bakteriostatika und Solute, durch die die Formulierung isotonisch mit dem Blut des zu behandelnden  
30 Empfängers gemacht wird, enthalten; sowie wäßrige und nichtwäßrige sterile Suspensionen, die Suspensionsmittel und Verdicker enthalten können. Die Formulierungen können in Einzeldosis- oder Mehrfachdosisbehältern, z.B. versiegelten Ampullen und Fläschchen, dargereicht  
35 und in gefriergetrocknetem (lyophilisiertem) Zustand gelagert werden, so

daß nur die Zugabe der sterilen Trägerflüssigkeit, z.B. Wasser für Injektionszwecke, unmittelbar vor Gebrauch erforderlich ist. Rezepturmäßig hergestellte Injektionslösungen und Suspensionen können aus sterilen Pulvern, Granulaten und Tabletten hergestellt werden.

5

Es versteht sich, daß die Formulierungen neben den obigen besonders erwähnten Bestandteilen andere im Fachgebiet übliche Mittel mit Bezug auf die jeweilige Art der Formulierung enthalten können; so können beispielsweise für die orale Verabreichung geeignete Formulierungen Geschmacksstoffe enthalten.

10

Eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung der Formel I hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich z.B. dem Alter und Gewicht des Tiers, dem exakten Krankheitszustand, der der Behandlung bedarf, sowie seines Schweregrads, der Beschaffenheit der Formulierung sowie dem Verabreichungsweg, und wird letztendlich von dem behandelnden Arzt bzw. Tierarzt festgelegt. Jedoch liegt eine wirksame Menge einer erfindungsgemäßen Verbindung für die Behandlung von neoplastischem Wachstum, z.B. Dickdarm- oder Brustkarzinom, im allgemeinen im Bereich von 0,1 bis 100 mg/kg Körpergewicht des Empfängers (Säugers) pro Tag und besonders typisch im Bereich von 1 bis 10 mg/kg Körpergewicht pro Tag. Somit läge für einen 70 kg schweren erwachsenen Säuger die tatsächliche Menge pro Tag für gewöhnlich zwischen 70 und 700 mg, wobei diese Menge als Einzeldosis pro Tag oder üblicher in einer Reihe von Teildosen (wie z.B. zwei, drei, vier, fünf oder sechs) pro Tag gegeben werden kann, so daß die Gesamttagesdosis die gleiche ist. Eine wirksame Menge eines Salzes oder Solvats oder eines physiologisch funktionellen Derivats davon kann als Anteil der wirksamen Menge der erfindungsgemäßen Verbindung *per se* bestimmt werden. Es läßt sich annehmen, daß ähnliche Dosierungen für die Behandlung der anderen, obenerwähnten Krankheitszustände geeignet sind.

15

20

25

30

35

5 Gegenstand der Erfindung sind ferner Arzneimittel enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und mindestens einen weiteren Arzneimittelwirkstoff.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Set (Kit), bestehend aus getrennten Packungen von

10 (a) einer wirksamen Menge an einer Verbindung der Formel I und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und

15 (b) einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs.

Das Set enthält geeignete Behälter, wie Schachteln oder Kartons, individuelle Flaschen, Beutel oder Ampullen. Das Set kann z.B. separate Ampullen enthalten, in denen jeweils eine wirksame Menge an einer  
20 Verbindung der Formel I und/oder ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, und einer wirksamen Menge eines weiteren Arzneimittelwirkstoffs gelöst  
25 oder in lyophilisierter Form vorliegt.

## VERWENDUNG

30 Die vorliegenden Verbindungen eignen sich als pharmazeutische Wirkstoffe für Säugetiere, insbesondere für den Menschen, bei der Behandlung von tyrosinkinasebedingten Krankheiten. Zu diesen Krankheiten zählen die Proliferation von Tumorzellen, die pathologische Gefäßneubildung (oder Angiogenese), die das Wachstum fester Tumoren fördert, die Gefäßneubildung im Auge (diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-

35

Degeneration und dergleichen) sowie Entzündung (Schuppenflechte, rheumatoide Arthritis und dergleichen).

5 Die vorliegende Erfindung umfasst die Verwendung der Verbindungen der Formel I und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von Krebs. Bevorzugte Karzinome für die Behandlung stammen aus der Gruppe Hirnkarzinom, Urogenitaltraktkarzinom, Karzinom des lymphatischen Systems, Magenkarzinom, Kehlkopfkarzinom und Lungenkarzinom. Eine weitere Gruppe bevorzugter Krebsformen sind Monozytenleukämie, Lungenadenokarzinom, kleinzellige Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome und Brustkarzinom.

10 Ebenfalls umfasst ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung einer Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist.

20 Eine derartige Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist, ist eine Augenkrankheit, wie Retina-Vaskularisierung, diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-Degeneration und dergleichen.

25 Die Verwendung von Verbindungen der Formel I und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von Entzündungskrankheiten, fällt ebenfalls unter den Umfang der vorliegenden Erfindung. Zu solchen Entzündungskrankheiten zählen zum Beispiel rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis, Spät-Typ der Überempfindlichkeitsreaktion und dergleichen.

30 Ebenfalls umfasst ist die Verwendung der Verbindungen der Formel I und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung einer tyrosinkinasebedingten Krankheit bzw. eines tyrosinkinasebedingten Leidens bei einem Säugetier, wobei man diesem Verfahren einem kranken

35

Säugetier, das einer derartigen Behandlung bedarf, eine therapeutisch wirksame Menge einer erfindungsgemäßen Verbindung verabreicht. Die therapeutische Menge hängt von der jeweiligen Krankheit ab und kann vom Fachmann ohne allen großen Aufwand bestimmt werden.

5 Die vorliegende Erfindung umfasst auch die Verwendung Verbindungen der Formel I und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung oder Vorbeugung von Retina-Vaskularisierung.

10 Verfahren zur Behandlung oder Vorbeugung von Augenkrankheiten wie diabetischer Retinopathie und altersbedingter Makula-Degeneration sind ebenfalls ein Bestandteil der Erfindung. Die Verwendung zur Behandlung oder Vorbeugung von Entzündungskrankheiten wie rheumatoider Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis und Spät-Typen der Überempfindlich-  
15 keitsreaktion, sowie die Behandlung oder Vorbeugung von Knochen-Pathologien aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis, fällt ebenfalls unter den Umfang der vorliegenden Erfindung.

20 Der Ausdruck „tyrosinkinasebedingte Krankheiten oder Leiden“ bezieht sich auf pathologische Zustände, die von der Aktivität einer oder mehrerer Tyrosinkinasen abhängig sind. Die Tyrosinkinasen sind entweder direkt oder indirekt an den Signaltransduktionswegen verschiedener Zellaktivitäten, darunter Proliferation, Adhäsion und Migration sowie Differenzierung  
25 beteiligt. Zu den Krankheiten, die mit Tyrosinkinaseaktivität assoziiert sind, zählen die Proliferation von Tumorzellen, die pathologische Gefäßneubildung, die das Wachstum fester Tumore fördert, Gefäßneubildung im Auge (diabetische Retinopathie, altersbedingte Makula-Degeneration und dergleichen) sowie Entzündung (Schuppenflechte, rheumatoide Arthritis  
30 und dergleichen).

Die Verbindungen der Formel I können an Patienten zur Behandlung von Krebs verabreicht werden. Die vorliegenden Verbindungen hemmen die  
35 Tumorangiogenese und beeinflussen so das Wachstum von Tumoren (J. Rak et al. *Cancer Research*, 55:4575-4580, 1995). Die angiogenese-

hemmenden Eigenschaften der vorliegenden Verbindungen der Formel I eignen sich auch zur Behandlung bestimmter Formen von Blindheit, die mit Retina-Gefäßneubildung in Zusammenhang stehen.

5 Die Verbindungen der Formel I eignen sich auch zur Behandlung bestimmter Knochen-Pathologien wie Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis, die auch unter der Bezeichnung onkogene Osteomalazie bekannt ist (Hasegawa et al., Skeletal Radiol. 28, S.41-45, 1999; Gerber et al., Nature Medicine, Bd. 5, Nr. 6, S.623-628, Juni 1999). Da der VEGF durch  
10 den in reifen Osteoklasten exprimierten KDR/Flk-1 direkt die osteoklastische Knochenresorption fördert (FEBS Let. 473:161-164 (2000); Endocrinology, 141:1667 (2000)), eignen sich die vorliegenden Verbindungen auch zur Behandlung und Vorbeugung von Leiden, die mit  
15 Knochenresorption in Zusammenhang stehen, wie Osteoporose und Morbus Paget.

Die Verbindungen können dadurch, dass sie zerebrale Ödeme, Gewebeschädigung und ischämiebedingte Reperfusionsverletzungen  
20 reduzieren, auch zur Verringerung oder Vorbeugung von Gewebeschäden, die nach zerebralen ischämischen Ereignissen wie Gehirnschlag auftreten, verwendet werden (*Drug News Perspect* 11:265-270 (1998); *J. Clin. Invest.* 104:1613-1620 (1999)).

25 Gegenstand der Erfindung ist somit die Verwendung von Verbindungen der Formel I, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von  
30 Krankheiten, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation der Signaltransduktion von Kinasen eine Rolle spielt.

Bevorzugt sind hierbei Kinasen ausgewählt aus der Gruppe der Tyrosinkinasen und Raf-Kinasen.  
35

Vorzugsweise handelt es sich bei den Tyrosinkinase um TIE-2, VEGFR, PDGFR, FGFR und/oder FLT/KDR.

5 Bevorzugt ist die Verwendung von Verbindungen der Formel I, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung der Tyrosinkinase durch die Verbindungen nach  
10 Anspruch 1 beeinflusst werden.

Besonders bevorzugt ist die Verwendung zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung von  
15 TIE-2, VEGFR, PDGFR, FGFR und/oder FLT/KDR durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflusst werden. Insbesondere bevorzugt ist die Verwendung zur Behandlung einer Krankheit, wobei die Krankheit ein fester Tumor ist.

20 Der feste Tumor ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe der Tumoren des Plattenepithel, der Blasen, des Magens, der Nieren, von Kopf und Hals, des Ösophagus, des Gebärmutterhals, der Schilddrüse, des Darm, der Leber, des Gehirns, der Prostata, des Urogenitaltrakts, des  
25 lymphatischen Systems, des Magens, des Kehlkopfs und/oder der Lunge.

Der feste Tumor ist weiterhin vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe Lungenadenokarzinom, kleinzellige Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome, Kolonkarzinom und Brustkarzinom.  
30

Weiterhin bevorzugt ist die Verwendung zur Behandlung eines Tumors des Blut- und Immunsystems, vorzugsweise zur Behandlung eines Tumors ausgewählt aus der Gruppe der akuten myelotischen Leukämie, der  
35 chronischen myelotischen Leukämie, akuten lymphatischen Leukämie und/oder chronischen lymphatischen Leukämie.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung der Verbindungen der Formel I zur Behandlung einer Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist.

5

Vorzugsweise handelt es sich bei der Krankheit um eine Augenkrankheit.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung zur Behandlung von Retina-Vaskularisierung, diabetischer Retinopathie, altersbedingter Makula-Degeneration und/oder Entzündungskrankheiten.

10

Die Entzündungskrankheit ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontaktdermatitis und Spät-Typ der Überempfindlichkeitsreaktion stammt.

15

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Behandlung von Knochen-Pathologien, wobei die Knochenpathologie aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis stammt.

20

Die Verbindungen der Formel I eignen sich zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Raf-Kinasen verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden, wobei die Raf-Kinase aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und Raf-1 ausgewählt wird. Bevorzugt ist die Verwendung zur Behandlung von Erkrankungen, vorzugsweise aus der Gruppe der hyperproliferativen und nicht hyperproliferativen Erkrankungen.

25

30

Hierbei handelt es sich um Krebserkrankungen oder nicht krebsartige Erkrankungen.

Die nicht krebsartigen Erkrankungen sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Psoriasis, Arthritis, Entzündungen, Endometriose,

35

Vernarbung, gutartiger Prostatahyperplasie, immunologischer Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten.

5 Die krebsartigen Erkrankungen sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hirnkrebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs, Magenkrebs, Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolorektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs, gynäkologischem Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphom, chronischer Leukämie und akuter  
10 Leukämie.

Die Verbindungen der Formel I können auch gemeinsam mit anderen gut bekannten Therapeutika, die aufgrund ihrer jeweiligen Eignung für das  
15 behandelte Leiden ausgewählt werden, verabreicht werden. So wären zum Beispiel bei Knochenleiden Kombinationen günstig, die antiresorptiv wirkende Bisphosphonate, wie Alendronat und Risedronat, Integrinblocker (wie sie weiter unten definiert werden), wie  $\alpha\text{v}\beta 3$ -Antagonisten, bei der Hormontherapie verwendete konjugierte Östrogene wie Prempro®,  
20 Premarin® und Endometrium®; selektive Östrogenrezeptormodulatoren (SERMs) wie Raloxifen, Droloxifen, CP-336,156 (Pfizer) und Lasofoxifen, Kathepsin-K-Hemmer und ATP-Protonenpumpenhemmer enthalten. Die vorliegenden Verbindungen eignen sich auch zur Kombination mit  
25 bekannten Antikrebsmitteln. Zu diesen bekannten Antikrebsmitteln zählen die folgenden: Östrogenrezeptormodulatoren, Androgenrezeptormodulatoren, Retinoidrezeptormodulatoren, Zytotoxika, antiproliferative Mittel, Prenyl-Proteintransferasehemmer, HMG-CoA-Reduktase-Hemmer,  
30 HIV-Protease-Hemmer, Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie weitere Angiogenesehemmer. Die vorliegenden Verbindungen eignen sich insbesondere zur gemeinsamen Anwendung mit Radiotherapie. Die synergistischen Wirkungen der Hemmung des VEGF in Kombination mit Radiotherapie sind in der Fachwelt beschrieben worden (siehe WO  
35 00/61186).

„Östrogenrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Östrogen an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu den Östrogenrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Tamoxifen, Raloxifen, Idoxifen, LY353381, LY 117081, Toremifen, Fulvestrant, 4-[7-(2,2-Dimethyl-1-oxopropoxy-4-methyl-2-[4-[2-(1-piperidinyloxy)phenyl]-2H-1-benzopyran-3-yl]phenyl-2,2-dimethylpropanoat, 4,4'-Dihydroxybenzophenon-2,4-dinitrophenylhydrazon und SH646, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll.

„Androgenrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Androgenen an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu den Androgenrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Finasterid und andere 5 $\alpha$ -Reduktase-Hemmer, Nilutamid, Flutamid, Bicalutamid, Liarozol und Abirateron-acetat.

„Retinoidrezeptormodulatoren“ bezieht sich auf Verbindungen, die die Bindung von Retinoiden an den Rezeptor stören oder diese hemmen, und zwar unabhängig davon, wie dies geschieht. Zu solchen Retinoidrezeptormodulatoren zählen zum Beispiel Bexaroten, Tretinoin, 13-cis-Retinsäure, 9-cis-Retinsäure,  $\alpha$ -Difluormethylornithin, ILX23-7553, trans-N-(4'-Hydroxyphenyl)retinamid und N-4-Carboxyphenylretinamid.

„Zytotoxika“ bezieht sich auf Verbindungen, die in erster Linie durch direkte Einwirkung auf die Zellfunktion zum Zelltod führen oder die die Zellmyose hemmen oder diese stören, darunter Alkylierungsmittel, Tumornekrosefaktoren, interkalierende Mittel, Mikrotubulin-Hemmer und Topoisomerase-Hemmer.

Zu den Zytotoxika zählen zum Beispiel Tirapazimin, Sertene, Cachectin, Ifosfamid, Tasonermin, Lonidamin, Carboplatin, Altretamin, Prednimustin, Dibromdulcit, Ranimustin, Fotemustin, Nedaplatin, Oxaliplatin, Temozolomid, Heptaplatin, Estramustin, Improsulfan-tosylat, Trofosfamid, Nimustin, Dibrospidium-chlorid, Pumitepa, Lobaplatin, Satraplatin, Proflomycin, Cisplatin, Irofulven, Dexifosfamid, cis-Amindichlor(2-

methilpyridin)platin, Benzylguanin, Glufosfamid, GPX100,  
(trans,trans,trans)-bis-mu-(hexan-1,6-diamin)-mu-[diamin-platin(II)]bis-  
[diamin(chlor)platin(II)]-tetrachlorid, Diarizidinylspermin, Arsentrioxid, 1-(11-  
Dodecylamino-10-hydroxyundecyl)-3,7-dimethylxanthin, Zorubicin,  
5 Idarubicin, Daunorubicin, Bisantren, Mitoxantron, Pirarubicin, Pinafid,  
Valrubicin, Amrubicin, Antineoplaston, 3'-Desamino-3'-morpholino-13-  
desoxo-10-hydroxycarminomycin, Annamycin, Galarubicin, Elnafid,  
MEN10755 und 4-Desmethoxy-3-desamino-3-aziridiny-4-methylsulfonyl-  
10 daunorubicin (siehe WO 00/50032), was jedoch keine Einschränkung  
darstellen soll.

Zu den Mikrotubulin-Hemmern zählen zum Beispiel Paclitaxel, Vindesin-  
sulfat, 3',4'-Dideshydro-4'-desoxy-8'-norvincal leukoblastin, Docetaxol,  
15 Rhizoxin, Dolastatin, Mivobulin-isethionat, Auristatin, Cemadotin,  
RPR109881, BMS184476, Vinflunin, Cryptophycin, 2,3,4,5,6-pentafluor-N-  
(3-fluor-4-methoxyphenyl)benzolsulfonamid, Anhydrovinblastin, N,N-  
dimethyl-L-valyl-L-valyl-N-methyl-L-valyl-L-prolyl-L-prolin-t-butylamid,  
TDX258 und BMS188797.

20 Topoisomerase-Hemmer sind zum Beispiel Topotecan, Hycaptamin,  
Irinotecan, Rubitecan, 6-Ethoxypropionyl-3',4'-O-exo-benzyliden-  
chartreusin, 9-Methoxy-N,N-dimethyl-5-nitropirazolo[3,4,5-kl]acridin-2-  
(6H)propanamin, 1-Amino-9-ethyl-5-fluor-2,3-dihydro-9-hydroxy-4-methyl-  
25 1H,12H-benzo[de]pyrano[3',4':b,7]indolizino[1,2b]chinolin-10,13(9H,15H)-  
dion, Lurtotecan, 7-[2-(N-Isopropylamino)ethyl]-(20S)camptothecin,  
BNP1350, BNPI1100, BN80915, BN80942, Etoposid-phosphat, Teniposid,  
Sobuzoxan, 2'-Dimethylamino-2'-desoxy-etoposid, GL331, N-[2-  
30 (Dimethylamino)ethyl]-9-hydroxy-5,6-dimethyl-6H-pyrido[4,3-b]carbazol-1-  
carboxamid, Asulacrin, (5a,5aB,8aa,9b)-9-[2-[N-[2-(Dimethylamino)ethyl]-  
N-methylamino]ethyl]-5-[4-hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl]-5,5a,6,8,8a,9-  
hexahydrofuro(3',4':6,7)naphtho(2,3-d)-1,3-dioxol-6-on, 2,3-(Methylen-  
dioxo)-5-methyl-7-hydroxy-8-methoxybenzo[c]phenanthridinium, 6,9-Bis[(2-  
35 aminoethyl)amino]benzo[g]isochinolin-5,10-dion, 5-(3-Aminopropylamino)-  
7,10-dihydroxy-2-(2-hydroxyethylaminomethyl)-6H-pirazolo[4,5,1-de]-

acridin-6-on, N-[1-[2(Diethylamino)ethylamino]-7-methoxy-9-oxo-9H-thioxanthen-4-ylmethyl]formamid, N-(2-(Dimethyl-amino)-ethyl)acridin-4-carboxamid, 6-[[2-(Dimethylamino)-ethyl]amino]-3-hydroxy-7H-indeno[2,1-c]chinolin-7-on und Dimesna.

5 Zu den „antiproliferativen Mitteln“ zählen Antisense-RNA- und -DNA-Oligonucleotide wie G3139, ODN698, RVASKRAS, GEM231 und INX3001, sowie Antimetaboliten wie Enocitabin, Carmofur, Tegafur, Pentostatin, Doxifluridin, Trimetrexat, Fludarabin, Capecitabin, Galocitabin, 10 Cytarabin-ocfosfat, Fosteabin-Natriumhydrat, Raltitrexed, Paltitrexid, Emitefur, Tiazofurin, Decitabin, Nolatrexed, Pemetrexed, Nelzarabin, 2'-Desoxy-2'-methylidencytidin, 2'-Fluormethylen-2'-desoxycytidin, N-[5-(2,3-Dihydrobenzofuryl)sulfonyl]-N'-(3,4-dichlorphenyl)harnstoff, N6-[4-Desoxy-4-[N2-[2(E),4(E)-tetradecadienoyl]glycylamino]-L-glycero-B-L-manno- 15 heptopyranosyl]adenin, Aplidin, Ecteinasidin, Troxacitabine, 4-[2-Amino-4-oxo-4,6,7,8-tetrahydro-3H-pyrimidino[5,4-b][1,4]thiazin-6-yl-(S)-ethyl]-2,5-thienoyl-L-glutaminsäure, Aminopterin, 5-Flurouracil, Alanosin, 11-Acetyl-8-(carbamoyloxymethyl)-4-formyl-6-methoxy-14-oxa-1,11-diaza- 20 tetracyclo(7.4.1.0.0)-tetradeca-2,4,6-trien-9-ylessigsäureester, Swainsonin, Lometrexol, Dexrazoxan, Methioninase, 2'-cyan-2'-desoxy-N4-palmitoyl-1-B-D-Arabinofuranosylcytosin und 3-Aminopyridin-2-carboxaldehydthiosemicarbazon. Die „antiproliferativen Mittel“ beinhalten auch andere 25 monoklonale Antikörper gegen Wachstumsfaktoren als bereits unter den „Angiogenese-Hemmern“ angeführt wurden, wie Trastuzumab, sowie Tumorsuppressorgene, wie p53, die über rekombinanten virusvermittelten Gentransfer abgegeben werden können (siehe z.B. US-Patent Nr. 30 6,069,134).

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der Verbindungen der Formel I zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von 35 Krankheiten, wobei die Krankheit durch gestörte Angiogenese gekennzeichnet ist. Bei der Krankheit handelt es sich vorzugsweise um Krebserkrankungen.

Die gestörte Angiogenese resultiert vorzugsweise aus einer gestörten VEGFR-1-, VEGFR-2- und/oder VEGFR-3-Aktivität.

Besonders bevorzugt ist daher auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Herstellung eines Arzneimittels zur Inhibierung der VEGFR-2-Aktivität.

## ASSAYS

Die in den Beispielen beschriebenen Verbindungen der Formel I wurden in den unten beschriebenen Assays geprüft, und es wurde gefunden, dass sie eine kinasehemmende Wirkung aufweisen. Weitere Assays sind aus der Literatur bekannt und könnten vom Fachmann leicht durchgeführt werden (siehe z.B. Dhanabal et al., *Cancer Res.* 59:189-197; Xin et al., *J. Biol. Chem.* 274:9116-9121; Sheu et al., *Anticancer Res.* 18:4435-4441; Ausprunk et al., *Dev. Biol.* 38:237-248; Gimbrone et al., *J. Natl. Cancer Inst.* 52:413-427; Nicosia et al., *In Vitro* 18:538- 549).

### VEGF-Rezeptorkinase-Assay

Die VEGF-Rezeptorkinaseaktivität wird durch Einbau von radioaktiv markiertem Phosphat in 4:1 Polyglutaminsäure/Tyrosin-Substrat (pEY) bestimmt. Das phosphorylierte pEY-Produkt wird auf einer Filtermembran festgehalten, und der Einbau des radioaktiv markierten Phosphats wird durch Szintillationszählung quantitativ bestimmt.

## MATERIALIEN

### VEGF-Rezeptorkinase

Die intrazelluläre-Tyrosinkinase-Domänen des menschlichen KDR (Terman, B. I. et al. *Oncogene* (1991) Bd. 6, S. 1677-1683.) und Flt-1 (Shibuya, M. et al. *Oncogene* (1990) Bd. 5, S. 519-524) wurden als Glutathion-S-transferase (GST)-Genfusionsproteine kloniert. Dies geschah durch Klonieren der Zytoplasma-Domäne der KDR-Kinase als leserastergerechte Fusion am Carboxy-Terminus des GST-Gens. Die

löslichen rekombinanten GST-Kinasedomäne-Fusionsproteine wurden in *Spodoptera frugiperda* (Sf21) Insektenzellen (Invitrogen) unter Verwendung eines Baculovirus-Expressionsvektors (pAcG2T, Pharmingen) exprimiert.

5

Lysepuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,5% Triton X-100, 10% Glycerin, je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 1 mM Phenylmethylsulfonylfluorid (alle von Sigma).

10

Waschpuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,05% Triton X-100, 10% Glycerin, je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 1 mM Phenylmethylsulfonylfluorid.

15

Dialysepuffer

50 mM Tris pH 7,4, 0,5 M NaCl, 5 mM DTT, 1 mM EDTA, 0,05% Triton X-100, 50% Glycerin, je 10 mg/ml Leupeptin, Pepstatin und Aprotinin sowie 1 mM Phenylmethylsulfonylfluorid.

20

10× Reaktionspuffer

200 mM Tris, pH 7,4, 1,0 M NaCl, 50 mM MnCl<sub>2</sub>, 10 mM DTT und 5 mg/ml Rinderserumalbumin [bovine serum albumin = BSA] (Sigma).

Enzymverdünnungspuffer

50 mM Tris, pH 7,4, 0,1 M NaCl, 1 mM DTT, 10% Glycerin, 100 mg/ml BSA.

25

10× Substrat

750 µg/ml Poly(glutaminsäure/Tyrosin; 4:1) (Sigma).

Stopp-Lösung

30

30% Trichloressigsäure, 0,2 M Natriumpyrophosphat (beide von Fisher).

Waschlösung

15% Trichloressigsäure, 0,2 M Natriumpyrophosphat.

Filterplatten

Millipore #MAFC NOB, GF/C 96-Well-Glasfaserplatte.

35

Verfahren A – Proteinaufreinigung

1. Die Sf21-Zellen wurden mit dem rekombinanten Virus bei einer m.o.i. (Multiplizität der Infektion) von 5 Viruspartikeln/Zelle infiziert und 48 Stunden lang bei 27°C gezüchtet.

5 2. Alle Schritte wurden bei 4°C durchgeführt. Die infizierten Zellen wurden durch Zentrifugieren bei 1000×g geerntet und 30 Minuten bei 4°C mit 1/10 Volumen Lysepuffer lysiert und anschließend 1 Stunde lang bei 100.000×g zentrifugiert. Der Überstand wurde dann über eine mit Lysepuffer äquilibrierte Glutathion-Sepharose-Säure (Pharmacia) gegeben und mit 5  
10 Volumina des gleichen Puffers und anschließend 5 Volumina Waschpuffer gewaschen. Das rekombinante GST-KDR-Protein wurde mit Waschpuffer/10 mM reduziertem Glutathion (Sigma) eluiert und gegen Dialysepuffer dialysiert.

15 Verfahren B – VEGF-Rezeptorkinase-Assay

1. Assay mit 5 µl Hemmstoff oder Kontrolle in 50% DMSO versetzen.
2. Mit 35 µl Reaktionsmischung, die 5 µl 10× Reaktionspuffer, 5 µl 25 mM ATP/10 µCi [<sup>33</sup>P]ATP (Amersham) und 5 µl 10× Substrat enthält, versetzen.
- 20 3. Reaktion durch Zugabe von 10 µl KDR (25 nM) in Enzymverdünnungspuffer starten.
4. Mischen und 15 Minuten lang bei Raumtemperatur inkubieren.
5. Reaktion durch Zugabe von 50 µl Stopp-Lösung stoppen.
- 25 6. 15 Minuten lang bei 4°C inkubieren.
7. 90-µl-Aliquot auf Filterplatte überführen.
8. Absaugen und 3 Mal mit Waschlösung waschen.
9. 30 µl Szintillations-Cocktail zugeben, Platte verschließen und in einem  
30 Szintillations-Zähler Typ Wallac Microbeta zählen.

Mitogenese-Assay an menschlichen Nabelschnurvenenendothelzellen

Die Expression von VEGF-Rezeptoren, die mitogene Reaktionen auf den Wachstumsfaktor vermitteln, ist größtenteils auf Gefäßendothelzellen be-  
35 schränkt. Kultivierte menschliche Nabelschnurvenenendothelzellen (HUVECs) proliferieren als Reaktion auf Behandlung mit VEGF und können als Assaysystem zur quantitativen Bestimmung der Auswirkungen

von KDR-Kinasehemmern auf die Stimulation des VEGF verwendet werden. In dem beschriebenen Assay werden Einzelzellschichten von HUVECs im Ruhezustand 2 Stunden vor der Zugabe von VEGF oder „basic fibroblast growth factor“ (bFGF) mit dem Konstituens oder der Testverbindung behandelt. Die mitogene Reaktion auf VEGF oder bFGF wird durch Messung des Einbaus von [<sup>3</sup>H]Thymidin in die Zell-DNA bestimmt.

### **Materialien**

#### **HUVECs**

Als Primärkulturisolate tiefgefrorene HUVECs werden von Clonetics Corp bezogen. Die Zellen werden im Endothel-Wachstumsmedium (Endothelial Growth Medium = EGM; Clonetics) erhalten und in der 3. – 7. Passage für die Mitogenitätsassays verwendet.

#### **Kulturplatten**

NUNCCLON 96-Well-Polystyrol-Gewebekulturplattten (NUNC #167008).

#### **Assay-Medium**

Nach Dulbecco modifiziertes Eagle-Medium mit 1 g/ml Glucose (DMEM mit niedrigem Glucosegehalt; Mediatech) plus 10% (v/v) fötales Rinderserum (Clonetics).

#### **Testverbindungen**

Mit den Arbeitsstammlösungen der Testverbindungen wird mit 100% Dimethylsulfoxid (DMSO) solange eine Reihenverdünnung durchgeführt, bis ihre Konzentrationen um das 400-fache höher als die gewünschte Endkonzentration sind. Die letzten Verdünnungen (Konzentration 1×) werden unmittelbar vor Zugabe zu den Zellen mit Assay-Medium hergestellt.

#### **10× Wachstumsfaktoren**

Lösungen des menschlichen VEGF 165 (500 ng/ml; R&D Systems) und bFGF (10 ng/ml; R&D Systems) werden mit Assay-Medium hergestellt.

#### **10× [<sup>3</sup>H]-Thymidin**

[Methyl-<sup>3</sup>H]-Thymidin (20 Ci/mmol; Dupont-NEN) wird mit DMEM-Medium mit niedrigem Glucosegehalt auf 80 µCi/ml verdünnt.

## Zellwaschmedium

Hank's balanced salt solution (Mediatech) mit 1 mg/ml Rinderserumalbumin (Boehringer-Mannheim).

## Zell-Lyse-Lösung

5 1 N NaOH, 2% (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

## Verfahren 1

In EGM gehaltene HUVEC-Einzelzellschichten werden durch Trypsinbehandlung geerntet und in einer Dichte von 4000 Zellen pro 100 µl Assay-Medium pro Näpfchen in 96-Well-Platten überimpft. Das Wachstum der  
10 Zellen wird 24 Stunden bei 37°C in einer 5% CO<sub>2</sub> enthaltenden feuchten Atmosphäre gestoppt.

## Verfahren 2

15 Das Wachstumsstoppmedium wird durch 100 µl Assay-Medium ersetzt, das entweder das Konstituens (0,25% [v/v] DMSO) oder die erwünschte Endkonzentration der Testverbindung enthält. Alle Bestimmungen werden in dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Zellen werden dann 2  
20 Stunden bei 37°C/5% CO<sub>2</sub> inkubiert, so dass die Testverbindungen in die Zellen eindringen können.

## Verfahren 3

Nach 2-stündiger Vorbehandlung werden die Zellen durch Zugabe von 10 µl Assay-Medium, 10× VEGF-Lösung oder 10× bFGF-Lösung pro  
25 Näpfchen stimuliert. Die Zellen werden dann bei 37°C/5% CO<sub>2</sub> inkubiert.

## Verfahren 4

Nach 24 Stunden in Anwesenheit der Wachstumsfaktoren wird mit 10× [<sup>3</sup>H]-Thymidin (10 µl/well) versetzt.

30 Verfahren 5

Drei Tage nach dem Versetzen mit [<sup>3</sup>H]-Thymidin wird das Medium abgesaugt und die Zellen werden zweimal mit Zellwaschmedium gewaschen (400 µl/well, anschließend 200 µl/well). Die gewaschenen, adhären-  
35 ten Zellen werden dann durch Zugabe von Zell-Lyse-Lösung (100 µl/well) und 30-minutiges Erwärmen auf 37°C solubilisiert. Die Zell-Lysate werden in 7-ml-Szintillationsröhrchen aus Glas, die 150 µl Wasser

enthalten, überführt. Man versetzt mit dem Szintillations-Cocktail (5 ml/Röhrchen), und die mit den Zellen assoziierte Radioaktivität wird flüssigkeitsszintillationsspektroskopisch bestimmt.

5 Gemäß diesen Assays stellen die Verbindungen der Formel I VEGF-Hemmer dar und eignen sich daher zur Hemmung der Angiogenese, wie bei der Behandlung von Augenkrankheiten, z.B. diabetischer Retinopathie, und zur Behandlung von Karzinomen, z.B. festen Tumoren. Die vorliegenden Verbindungen hemmen die VEGF-stimulierte Mitogenese  
10 von kultivierten menschlichen Gefäßendothelzellen mit HK50-Werten von 0,01-5,0  $\mu$ M. Diese Verbindungen sind im Vergleich zu verwandten Tyrosinkinasen (z.B. FGFR1 sowie Src-Familie; zur Beziehung zwischen Src-Kinasen und VEGFR-Kinasen siehe Eliceiri et al., Molecular Cell, Bd. 4, S.915-924, Dezember 1999) auch selektiv.  
15

Die *TIE-2*-Tests können z.B. analog der in WO 02/44156 angegebenen Methoden durchgeführt werden.

20 Der Assay bestimmt die inhibierende Aktivität der zu testenden Substanzen bei der Phosphorylierung des Substrats Poly(Glu, Tyr) durch Tie-2-Kinase in Gegenwart von radioaktivem  $^{33}\text{P}$ -ATP. Das phosphorylierte Substrat bindet während der Inkubationszeit an die Oberfläche einer "flashplate"-Mikrotiterplatte. Nach Entfernen der Reaktionsmischung wird  
25 mehrmals gewaschen und anschließend die Radioaktivität an der Oberfläche der Mikrotiterplatte gemessen. Ein inhibierender Effekt der zu messenden Substanzen hat eine geringere Radioaktivität, verglichen mit einer ungestörten enzymatischen Reaktion, zur Folge.

30 Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit  
35 Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase

über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und /oder durch Kristallisation. Rf-Werte an Kieselgel; Laufmittel: Ethylacetat/Methanol 9:1.

Massenspektrometrie (MS): EI (Elektronenstoß-Ionisation)  $M^+$

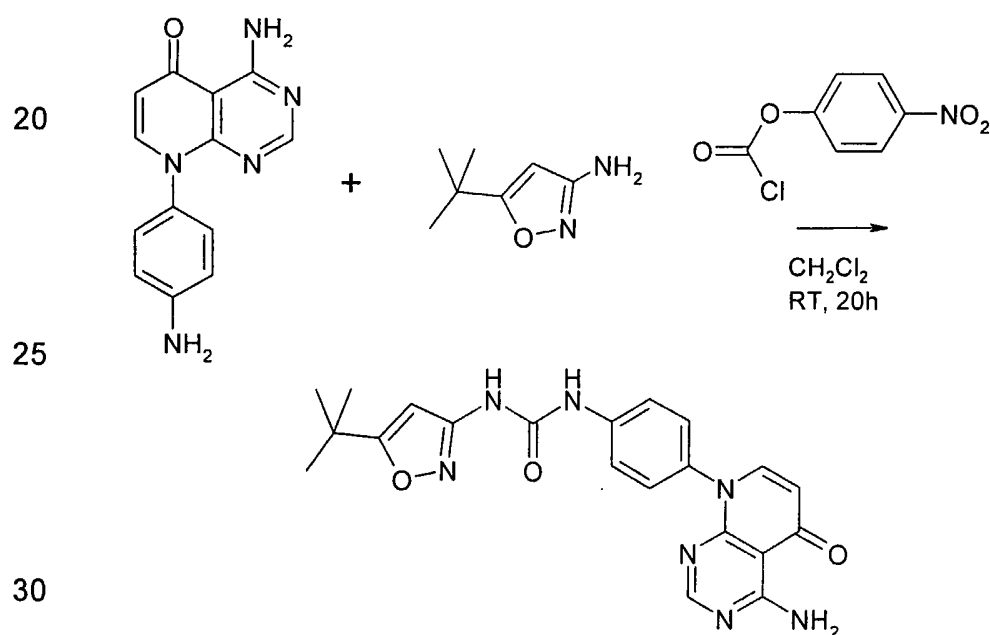
FAB (Fast Atom Bombardment)  $(M+H)^+$

ESI (Electrospray Ionization)  $(M+H)^+$

APCI-MS (atmospheric pressure chemical ionization - mass spectrometry)  $(M+H)^+$ .

### Beispiel 1

Die Herstellung von 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(5-tert-butyl-isoxazol-3-yl)-harnstoff ("1") erfolgt analog nachstehendem Schema



1.1 Die Herstellung von 4-Amino-8H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-5-on erfolgt nach Literaturvorschrift: Jean-Luc Girardet et al. J. Med. Chem. **2000**, 43, 3704-3713.

1.2 Herstellung von 4-Amino-8-(4-nitro-phenyl)-8*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-5-on ("A2"):

5.96 g 4-Amino-8*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-5-on werden in 120 ml DMF  
5 gelöst und nacheinander 4ml Fluor-4-nitrobenzol und 12 g  
Cäsiumcarbonat zugegeben. Die Mischung wird über Nacht bei 85 C  
gerührt. Nach der Umsetzung wird das Lösungsmittel einrotiert und der  
Rückstand mit Wasser versetzt. Das unlösliche Produkt wird abgesaugt  
10 und gut mit Wasser gewaschen. Man erhält 9.5 g einer ockerfarbenen  
Festschubstanz.

R<sub>f</sub> (Dichlormethan/Methanol 9:1) 0.4

EI-MS (M+H)<sup>+</sup> 284.

1.3 Herstellung von 4-Amino-8-(4-amino-phenyl)-8*H*-pyrido[2,3-*d*]-  
pyrimidin-5-on ("A3"):

7 g "A2" werden mit Raney-Nickel in DMF reduziert. Man erhält 5.4 g des  
gewünschten Produktes als braune Festschubstanz.

R<sub>f</sub> (Dichlormethan/Methanol 9:1) 0.3

EI-MS (M+H)<sup>+</sup> 253.

1.4 40 mg 3-Amino-5-tert.-butyl-isoxazol und 63 mg 4-Nitrophenyl-  
chlorformiat werden in 5 ml Dichlormethan gelöst. Es wird 0.03 ml Pyridin  
zugegeben und das Gemisch zwei Stunden bei Raumtemperatur gerührt.  
Danach werden 100 mg 4-Amino-8-(4-amino-phenyl)-8*H*-pyrido[2,3-  
*d*]pyrimidin-5-on als Suspension in 5 ml Dichlormethan zugegeben. Am  
30 Ende gibt man 0.1 ml N-Ethyl-diisopropylamin hinzu.

Das Ganze rührt 16 Stunden bei Raumtemperatur.

Man arbeitet wie üblich auf und erhält 100 mg gelbes Rohprodukt.

Die Aufreinigung erfolgt mit präparativer HPLC und man erhält "1",

35 APCI-MS 420.

Die Bedingungen für die präparative HPLC sind:

Säule: RP 18 (7  $\mu$ m) Lichrosorb 250x25

Fließmittel: A: 98H<sub>2</sub>O, 2CH<sub>3</sub>CN, 0,1%TFA

B: 10H<sub>2</sub>O, 90CH<sub>3</sub>CN, 0,1%TFA

5

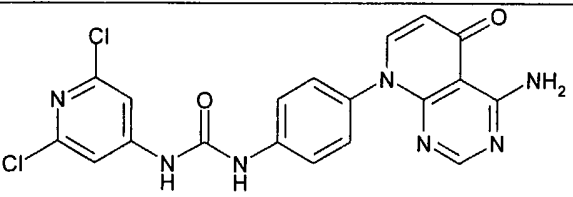
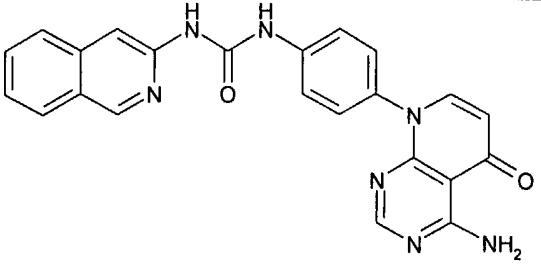
UV: 225NM

Fluß: 10ml/min

## 10 Beispiel 2

Analog Beispiel 1 erhält man die nachstehenden Verbindungen

15

| Nr. | Struktur / Name                                                                                    | MW    | APCI-MS |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| 2   |                | 442.3 | 442     |
|     | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2,6-dichlor-pyridin-4-yl)-harnstoff |       |         |
| 3   |                | 423.4 | 442     |
|     | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-isochinolin-3-yl-harnstoff           |       |         |

20

25

30

35

5

10

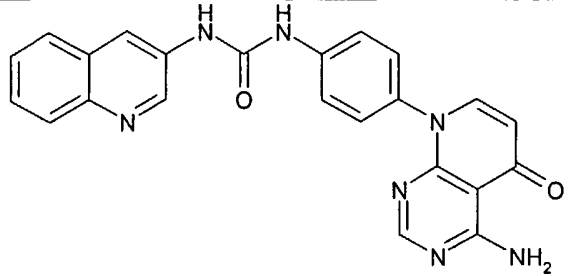
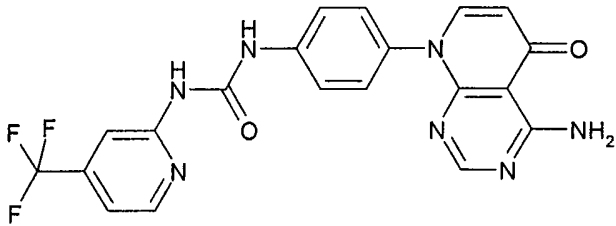
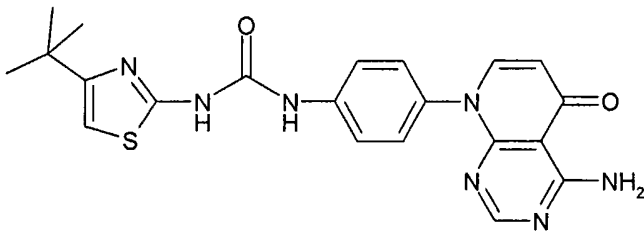
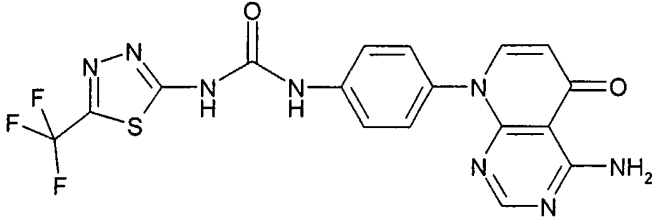
15

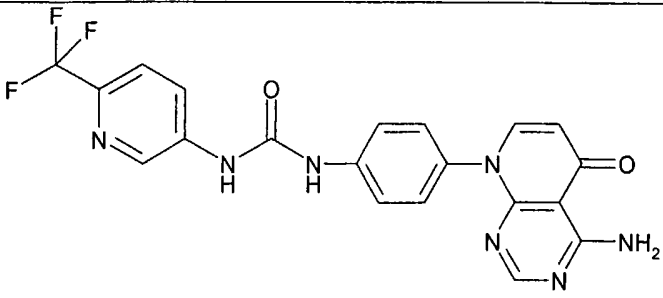
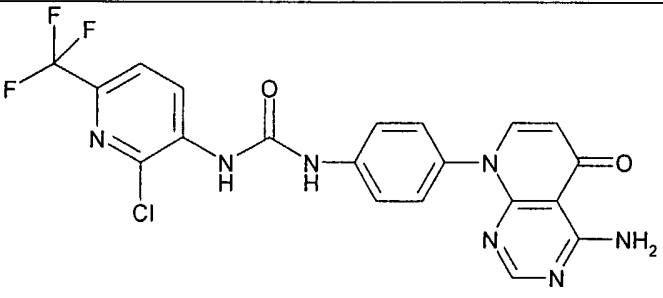
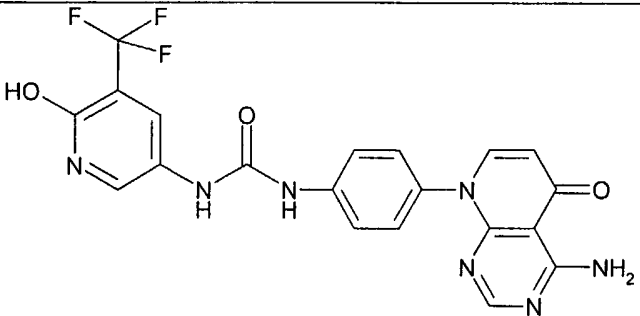
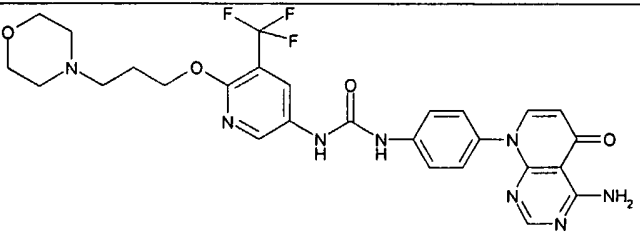
20

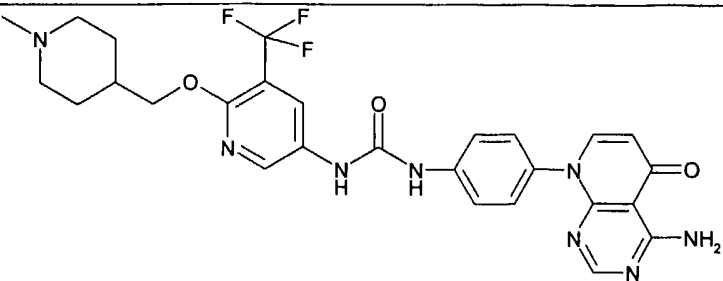
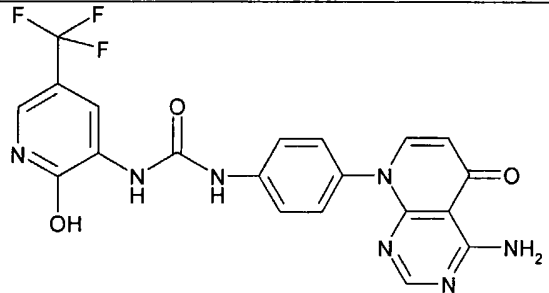
25

30

35

|   |                                                                                                                   |       |     |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 4 |                                 | 423.4 | 424 |
|   | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-chinolin-3-yl-harnstoff                             |       |     |
| 5 | <br>Trifluoracetat              | 441.4 | 442 |
|   | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(4-trifluormethyl-pyridin-2-yl)-harnstoff           |       |     |
| 6 |                               | 435.5 | 436 |
|   | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(4-tert.-butyl-thiazol-2-yl)-harnstoff              |       |     |
| 7 |                               | 448.4 | 449 |
|   | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(5-trifluormethyl-[1,3,4]thiadiazol-2-yl)-harnstoff |       |     |

|    |    |                                                                                                                   |       |     |
|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 5  | 8  |                                 | 441.4 | 442 |
| 10 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(6-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff           |       |     |
| 15 | 9  |                                | 475   | 476 |
| 20 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-chlor-6-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff   |       |     |
| 25 | 10 |                               |       |     |
| 30 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(6-hydroxy-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff |       |     |
| 35 | 11 |                               |       |     |
|    |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-                                                              |       |     |

|    |    |                                                                                                                                            |  |  |
|----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|    |    | phenyl]-3-[6-(3-morpholin-4-yl-propoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl]-harnstoff                                                           |  |  |
| 5  | 12 |                                                          |  |  |
| 10 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[6-(1-methyl-piperidin-4-ylmethoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl]-harnstoff |  |  |
| 15 | 13 |                                                         |  |  |
| 20 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-hydroxy-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff                          |  |  |
| 25 | 14 | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[2-(3-morpholin-4-yl-propoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl]-harnstoff       |  |  |
| 30 | 15 | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[2-(1-methyl-piperidin-4-ylmethoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl]-harnstoff |  |  |

|    |    |                                                                                                                                                       |       |     |
|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 5  | 16 |                                                                                                                                                       |       |     |
| 10 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-{2-[(2-methoxy-ethyl)-methyl-amino]-ethoxy}-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff |       |     |
| 15 | 17 | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(6-{2-[(2-methoxy-ethyl)-methyl-amino]-ethoxy}-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff |       |     |
| 20 | 18 |                                                                                                                                                       | 416.4 | 417 |
| 25 |    | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-benzo[1,3]dioxol-5-yl-harnstoff                                                         |       |     |
| 30 | 19 | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2,2-dimethyl-benzo[1,3]dioxol-5-yl)-harnstoff                                          | 444.4 | 445 |
|    | 20 | 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5H-pyrido[2,3-d]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2,2-difluor-benzo[1,3]dioxol-5-yl)-harnstoff                                           | 452.4 | 453 |
| 35 |    |                                                                                                                                                       |       |     |

Die nachfolgenden Beispiele betreffen Arzneimittel:

5      **Beispiel A: Injektionsgläser**

10      Eine Lösung von 100 g eines Wirkstoffes der Formel I und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 N Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

15      **Beispiel B: Suppositorien**

20      Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines Wirkstoffes der Formel I mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und läßt erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

**Beispiel C: Lösung**

25      Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines Wirkstoffes der Formel I, 9,38 g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , 28,48 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

30      **Beispiel D: Salbe**

35      Man mischt 500 mg eines Wirkstoffes der Formel I mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

**Beispiel E: Tabletten**

Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff der Formel I, 4 kg Lactose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher Weise zu Tabletten verpreßt, derart, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

**Beispiel F: Dragees**

Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Tragant und Farbstoff überzogen werden.

**Beispiel G: Kapseln**

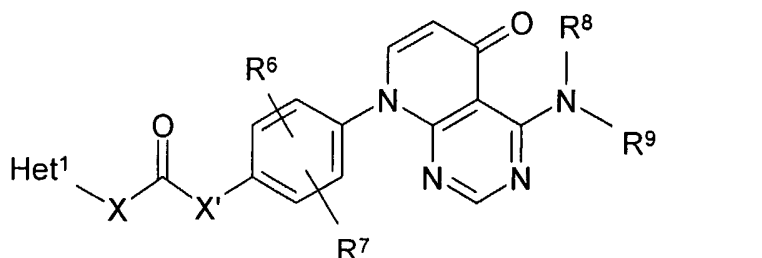
2 kg Wirkstoff der Formel I werden in üblicher Weise in Hartgelatine-kapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

**Beispiel H: Ampullen**

Eine Lösung von 1 kg Wirkstoff der Formel I in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg Wirkstoff.

# Patentansprüche

## 1. Verbindungen der Formel I



worin

$R^6, R^7$  jeweils unabhängig voneinander H, A, Hal, OH, OA oder CN,

$R^8, R^9$  jeweils unabhängig voneinander H oder A,  
 $Het^1$  einen ein- oder zweikernigen gesättigten, ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, Alkenyl mit 2 bis 6 C-Atomen, Alkynyl mit 2 bis 6 C-Atomen,  $NO_2$ ,  $NH_2$ , NHA,  $NA_2$ ,  $COOH$ ,  $COOA$ , CN, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen- $NR^8R^9$ , - $NR^8$ -Alkylen- $NR^8R^9$ ,  $CONR^8R^9$ , -O-Alkylen- $NR^8$ -Alkylen- $OR^8$  und/oder Carbonylsauerstoff (=O) substituiert sein kann,

Het einen ein- oder zweikernigen gesättigten, ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA,  $COOA$ , CN und/oder Carbonylsauerstoff (=O) substituiert sein kann,

A Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,

X, X' jeweils unabhängig voneinander NH oder fehlt,

Hal F, Cl, Br oder I,

bedeuten,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze, Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

- 5           2. Verbindungen nach Anspruch 1, worin  
          X           NH,  
          X'          NH  
          bedeuten,  
10       sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
          Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
          allen Verhältnissen.
- 15       3. Verbindungen nach Anspruch 1 oder 2, worin  
          Het<sup>1</sup>       einen ein- oder zweikernigen ungesättigten oder  
                      aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder  
                      S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder  
                      dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het,  
20       -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup>  
                      substituiert sein kann,  
          bedeutet,  
          sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
25       Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
          allen Verhältnissen.
- 30       4. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-3, worin  
          Het<sup>1</sup>       unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch  
                      Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het,  
                      -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup>  
                      substituiertes Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl, Isochinolyl,  
35       Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl, [1,2,4]Thiadiazolyl, Furyl,  
          Thienyl, Pyrrolyl, Pyrimidinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl,  
          Oxazolyl, Isothiazolyl, Benzo[1,3]dioxolyl oder Pyrazinyl,

bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
allen Verhältnissen.

5

5. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-4, worin  
Het einen einkernigen gesättigten Heterocyclus mit 1 bis 3  
N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert ist oder  
einfach durch A substituiert sein kann,

10

bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
allen Verhältnissen.

15

6. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-5, worin  
Het unsubstituiertes oder einfach durch A substituiertes  
Piperidinyl, Pyrrolidinyl, Morpholinyl oder Piperazinyl,

20

bedeutet,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
allen Verhältnissen.

25

7. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-6, worin  
 $R^6, R^7$  H  
bedeuten,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
allen Verhältnissen.

30

8. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-7, worin  
worin  
X NH,

35

- 5  
10  
15  
20  
25  
30  
35
- X' NH,  
R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> H,  
R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> jeweils unabhängig voneinander H oder A,  
Het<sup>1</sup> einen ein- oder zweikernigen ungesättigten oder aromatischen Heterocyclus mit 1 bis 4 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup> substituiert sein kann,
- Het einen einkernigen gesättigten Heterocyclus mit 1 bis 3 N-, O- und/oder S-Atomen, der unsubstituiert ist oder einfach durch A substituiert sein kann,
- A Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-Atome durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,
- Hal F, Cl, Br oder I, bedeuten,  
sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze, Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.
9. Verbindungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-8, worin  
X NH,  
X' NH,  
R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> H,  
R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> jeweils unabhängig voneinander H oder A,  
Het<sup>1</sup> unsubstituiertes oder ein-, zwei- oder dreifach durch Hal, A, OA, OH, -O-Het, -O-Alkylen-Het, -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>R<sup>9</sup> und/oder -O-Alkylen-NR<sup>8</sup>-Alkylen-OR<sup>8</sup> substituiertes Pyridyl, Isoxazolyl, Chinolyl, Isochinolyl, Thiazolyl, [1,3,4]Thiadiazolyl, [1,2,4]Thiadiazolyl, Furyl,

- Thienyl, Pyrrolyl, Pyrimidinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl,  
Oxazolyl, Isothiazolyl, Benzo[1,3]dioxolyl oder Pyrazinyl,  
Het unsubstituiertes oder einfach durch A substituiertes  
Piperidinyl, Pyrrolidinyl, Morpholinyl oder Piperazinyl,  
5 A Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, wobei auch 1-7 H-Atome  
durch F und/oder Chlor ersetzt sein können,  
Hal F, Cl, Br oder I,  
bedeuten,  
10 sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze,  
Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in  
allen Verhältnissen.
- 15 10. Verbindungen nach Anspruch 1, ausgewählt aus der Gruppe
- 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
(5-*tert*-butyl-isoxazol-3-yl)-harnstoff,  
20 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
(2,6-dichlor-pyridin-4-yl)-harnstoff,  
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
isochinolin-3-yl-harnstoff,  
25 1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
chinolin-3-yl-harnstoff,  
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
(4-trifluormethyl-pyridin-2-yl)-harnstoff,  
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
30 (4-*tert*.-butyl-thiazol-2-yl)-harnstoff,  
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
(5-trifluormethyl-[1,3,4]thiadiazol-2-yl)-harnstoff,  
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-  
35 (6-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-chlor-6-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(6-hydroxy-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[6-(3-morpholin-4-yl-propoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[6-(1-methyl-piperidin-4-ylmethoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-hydroxy-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[2-(3-morpholin-4-yl-propoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-[2-(1-methyl-piperidin-4-ylmethoxy)-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2-{2-[(2-methoxy-ethyl)-methyl-amino]-ethoxy}-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(6-{2-[(2-methoxy-ethyl)-methyl-amino]-ethoxy}-5-trifluormethyl-pyridin-3-yl)-harnstoff,

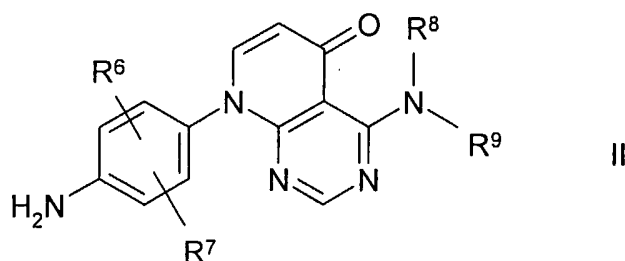
1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-benzo[1,3]dioxol-5-yl-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2,2-dimethyl-benzo[1,3]dioxol-5-yl)-harnstoff,

1-[4-(4-Amino-5-oxo-5*H*-pyrido[2,3-*d*]-pyrimidin-8-yl)-phenyl]-3-(2,2-difluor-benzo[1,3]dioxol-5-yl)-harnstoff,

sowie ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate, Salze, Tautomere und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen.

- 5 11. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach den Ansprüchen 1-10 sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Salze, Solvate, Tautomeren und Stereoisomeren, dadurch gekennzeichnet, daß man
- 10 a) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, worin X, X' NH bedeuten, eine Verbindung der Formel II



worin  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$  und  $R^9$  die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

- 25 mit einer Verbindung der Formel III



- 30 worin Het<sup>1</sup> die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,

umsetzt,

- 35 oder

b) zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, worin X, X' NH bedeuten,  
eine Verbindung der Formel II mit einer Verbindung der Formel IV

5



worin Het<sup>1</sup> die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat,

10

und einem Chlorkohlensäureester

umsetzt,

15

und/oder

eine Base oder Säure der Formel I in eines ihrer Salze umwandelt.

20

12. Arzneimittel, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Salze, Solvate, Tautomeren und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, sowie gegebenenfalls Träger- und/oder Hilfsstoffe.

25

13. Verwendung von Verbindungen nach Anspruch 1 sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Salze, Solvate, Tautomeren und Stereoisomeren, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen,  
zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, bei denen die Hemmung, Regulierung und/oder Modulation der Signaltransduktion von Kinasen eine Rolle spielt.

30  
35

14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei die Kinasen ausgewählt sind aus der Gruppe der Tyrosinkinase und Raf-Kinasen.
- 5 15. Verwendung nach Anspruch 14, wobei es sich bei den Tyrosinkinase um TIE-2, VEGFR, PDGFR, FGFR und/oder FLT/KDR handelt.
- 10 16. Verwendung nach Anspruch 14 von Verbindungen gemäß Anspruch 1, sowie ihrer pharmazeutisch verwendbaren Derivate, Solvate und Stereoisomere, einschließlich deren Mischungen in allen Verhältnissen, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung der Tyrosinkinase durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflusst werden.
- 15 17. Verwendung nach Anspruch 16, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Inhibierung von TIE-2, VEGFR, PDGFR, FGFR und/oder FLT/KDR durch die Verbindungen nach Anspruch 1 beeinflusst werden.
- 20 18. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17, wobei die zu behandelnde Krankheit ein fester Tumor ist.
- 25 19. Verwendung nach Anspruch 18, wobei der feste Tumor aus der Gruppe der Tumoren des Plattenepithel, der Blasen, des Magens, der Nieren, von Kopf und Hals, des Ösophagus, des Gebärmutterhals, der Schilddrüse, des Darm, der Leber, des Gehirns, der Prostata, des Urogenitaltrakts, des lymphatischen Systems, des Magens, des Kehlkopf und/oder der Lunge stammt.
- 30 20. Verwendung nach Anspruch 18, wobei der feste Tumor aus der Gruppe Monozytenleukämie, Lungenadenokarzinom, kleinzellige
- 35

Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome und Brustkarzinom stammt.

- 5      21. Verwendung nach Anspruch 18, wobei der feste Tumor aus der Gruppe der Lungenadenokarzinom, kleinzellige Lungenkarzinome, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Glioblastome, Kolonkarzinom und Brustkarzinom stammt.
- 10      22. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17, wobei die zu behandelnde Krankheit ein Tumor des Blut- und Immunsystems ist.
- 15      23. Verwendung nach Anspruch 22, wobei der Tumor aus der Gruppe der akuten myelotischen Leukämie, der chronischen myelotischen Leukämie, akuten lymphatischen Leukämie und/oder chronischen lymphatischen Leukämie stammt.
- 20      24. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17 zur Behandlung einer Krankheit, an der Angiogenese beteiligt ist.
- 25      25. Verwendung nach Anspruch 24, wobei es sich bei der Krankheit um eine Augenkrankheit handelt.
- 30      26. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17 zur Behandlung von Retina-Vaskularisierung, diabetischer Retinopathie, altersbedingter Makula-Degeneration und/oder Entzündungskrankheiten.
- 35      27. Verwendung nach Anspruch 26, wobei die Entzündungskrankheit aus der Gruppe rheumatoide Arthritis, Schuppenflechte, Kontakt-dermatitis und Spät-Typ der Überempfindlichkeitsreaktion stammt.

28. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17 zur Behandlung von Knochen-Pathologien, wobei die Knochenpathologie aus der Gruppe Osteosarkom, Osteoarthritis und Rachitis stammt.
- 5 29. Verwendung von Verbindungen der Formel I gemäß Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von festen Tumoren, wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung der
- 10 Formel I in Kombination mit einer Verbindung aus der Gruppe 1) Östrogenrezeptormodulator, 2) Androgenrezeptormodulator, 3) Retinoidrezeptormodulator, 4) Zytotoxikum, 5) antiproliferatives Mittel, 6) Prenyl-Proteintransferasehemmer, 7) HMG-CoA-Reduktase-
- 15 Hemmer, 8) HIV-Protease-Hemmer, 9) Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie 10) weiterer Angiogenese-Hemmer verabreicht wird.
30. Verwendung von Verbindungen der Formel I gemäß Anspruch 1 und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur
- 20 Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von festen Tumoren wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung der Formel I in Kombination mit Radiotherapie und einer Verbindung aus der Gruppe 1) Östrogenrezeptormodulator, 2) Androgenrezeptor-
- 25 modulator, 3) Retinoidrezeptormodulator, 4) Zytotoxikum, 5) antiproliferatives Mittel, 6) Prenyl-Proteintransferasehemmer, 7) HMG-CoA-Reduktase-Hemmer, 8) HIV-Protease-Hemmer, 9) Reverse-Transkriptase-Hemmer sowie 10) weiterer Angiogenese-
- 30 Hemmer verabreicht wird.
31. Verwendung nach Anspruch 16 oder 17, zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die auf einer
- 35 gestörten TIE-2-Aktivität beruhen,

wobei eine therapeutisch wirksame Menge einer Verbindung nach Anspruch 1 in Kombination mit einem Wachstumsfaktorrezeptor-Hemmer verabreicht wird.

- 5
32. Verwendung nach Anspruch 13 oder 14, von Verbindungen der Formel I zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Krankheiten, die durch Raf-Kinasen verursacht, vermittelt und/oder propagiert werden.
- 10
33. Verwendung nach Anspruch 32, wobei die Raf-Kinase aus der Gruppe bestehend aus A-Raf, B-Raf und Raf-1 ausgewählt wird.
- 15
34. Verwendung nach Anspruch 32, wobei die Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe der hyperproliferativen und nicht hyperproliferativen Erkrankungen.
- 20
35. Verwendung nach Anspruch 32 oder 34, wobei die Erkrankung Krebs ist.
- 25
36. Verwendung nach Anspruch 32 oder 34, wobei die Erkrankung nicht krebsartig ist.
- 30
37. Verwendung nach Anspruch 32, 34 oder 36, wobei die nicht krebsartigen Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Psoriasis, Arthritis, Entzündungen, Endometriose, Vernarbung, gutartiger Prostatahyperplasie, immunologischer Krankheiten, Autoimmunkrankheiten und Immunschwächekrankheiten.
- 35
38. Verwendung nach einem der Ansprüche 32, 34 oder 35 wobei die Erkrankungen ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Hirnkrebs, Lungenkrebs, Plattenepithelkrebs, Blasenkrebs,

Magenkrebs, Pankreaskrebs, Leberkrebs, Nierenkrebs, Kolo-  
rektalkrebs, Brustkrebs, Kopfkrebs, Halskrebs, Ösophaguskrebs,  
gynäkologischem Krebs, Schilddrüsenkrebs, Lymphom, chronischer  
Leukämie und akuter Leukämie.

5

10

15

20

25

30

35

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/011304

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07D471/04 C07C275/28 A61K31/519 A61P35/00 A61P35/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07D C07C A61K A61P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                       | Relevant to claim No. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A          | WO 2004/085436 A (F. HOFFMANN-LA ROCHE AG)<br>7 October 2004 (2004-10-07)<br>the whole document<br>----- | 1-38                  |
| A          | WO 2004/039774 A (MERCK & CO.)<br>13 May 2004 (2004-05-13)<br>the whole document<br>-----                | 1-38                  |
| A          | WO 03/027110 A (WARNER-LAMBERT COMPANY)<br>3 April 2003 (2003-04-03)<br>the whole document<br>-----      | 1-38                  |
| P,X        | WO 2005/047283 A (MERCK PATENT GMBH)<br>26 May 2005 (2005-05-26)<br>the whole document<br>-----          | 1-38                  |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 January 2006

Date of mailing of the international search report

30/01/2006

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cortés, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/011304

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2004085436                             | A | 07-10-2004          | CA 2515605 A1              | 07-10-2004          |
|                                           |   |                     | US 2005130984 A1           | 16-06-2005          |
| WO 2004039774                             | A | 13-05-2004          | AU 2003299517 A1           | 25-05-2004          |
|                                           |   |                     | CA 2485343 A1              | 13-05-2004          |
|                                           |   |                     | EP 1517904 A2              | 30-03-2005          |
| WO 03027110                               | A | 03-04-2003          | AT 303385 T                | 15-09-2005          |
|                                           |   |                     | BR 0113037 A               | 20-01-2004          |
|                                           |   |                     | CA 2424057 A1              | 03-04-2003          |
|                                           |   |                     | DE 60113161 D1             | 06-10-2005          |
|                                           |   |                     | EP 1417207 A2              | 12-05-2004          |
|                                           |   |                     | JP 2005507392 T            | 17-03-2005          |
|                                           |   |                     | MX PA03000865 A            | 18-06-2003          |
|                                           |   |                     | PT 1417207 T               | 30-11-2005          |
| WO 2005047283                             | A | 26-05-2005          | DE 10352979 A1             | 09-06-2005          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PO/EP2005/011304

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

C07D471/04 C07C275/28 A61K31/519 A61P35/00 A61P35/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C07D C07C A61K A61P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | WO 2004/085436 A (F. HOFFMANN-LA ROCHE AG)<br>7. Oktober 2004 (2004-10-07)<br>das ganze Dokument   | 1-38               |
| A          | WO 2004/039774 A (MERCK & CO.)<br>13. Mai 2004 (2004-05-13)<br>das ganze Dokument                  | 1-38               |
| A          | WO 03/027110 A (WARNER-LAMBERT COMPANY)<br>3. April 2003 (2003-04-03)<br>das ganze Dokument        | 1-38               |
| P,X        | WO 2005/047283 A (MERCK PATENT GMBH)<br>26. Mai 2005 (2005-05-26)<br>das ganze Dokument            | 1-38               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Januar 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/01/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cortés, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/011304

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                                                                                     | Datum der<br>Veröffentlichung                                                                                |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2004085436 A                                     | 07-10-2004                    | CA 2515605 A1<br>US 2005130984 A1                                                                                                     | 07-10-2004<br>16-06-2005                                                                                     |
| WO 2004039774 A                                     | 13-05-2004                    | AU 2003299517 A1<br>CA 2485343 A1<br>EP 1517904 A2                                                                                    | 25-05-2004<br>13-05-2004<br>30-03-2005                                                                       |
| WO 03027110 A                                       | 03-04-2003                    | AT 303385 T<br>BR 0113037 A<br>CA 2424057 A1<br>DE 60113161 D1<br>EP 1417207 A2<br>JP 2005507392 T<br>MX PA03000865 A<br>PT 1417207 T | 15-09-2005<br>20-01-2004<br>03-04-2003<br>06-10-2005<br>12-05-2004<br>17-03-2005<br>18-06-2003<br>30-11-2005 |
| WO 2005047283 A                                     | 26-05-2005                    | DE 10352979 A1                                                                                                                        | 09-06-2005                                                                                                   |