

(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
10. Oktober 2013 (10.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/150127 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 33/68 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/057161

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. April 2013 (05.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 102 998.9 5. April 2012 (05.04.2012) DE
10 2012 108 598.6
14. September 2012 (14.09.2012) DE
10 2012 108 599.4
14. September 2012 (14.09.2012) DE

(71) Anmelder: **FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH**
GMBH [DE/DE]; 52425 Jülich (DE).

(72) Erfinder: **WILLBOLD, Dieter**; Theodor-Heuss-Str. 179,
52428 Jülich (DE). **FUNKE, Susanne Aileen**; Denkmalstr.
14, 52445 Titz (DE). **BRENER, Oleksander**; Kölner
Landstr. 199, 40591 Düsseldorf (DE). **NAGEL-STEGER,**

Luitgard; Alt-Langenfeld 12, 40764 Langenfeld (DE).
BARTNIK, Dirk; Subbelrather Str. 144, 50823 Köln
(DE).

(74) Anwalt: **FITZNER, Uwe**; Hauser Ring 10, 40878
Ratingen (DE).

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

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POLYMERS CONTAINING MULTIVALENT AMYLOID-BETA-BINDING D-PEPTIDES AND THEIR USE

(54) Bezeichnung : POLYMERE, ENTHALTEND MULTIVALENTE AMYLOID-BETA-BINDENDE D-PEPTIDE UND DEREN
VERWENDUNG

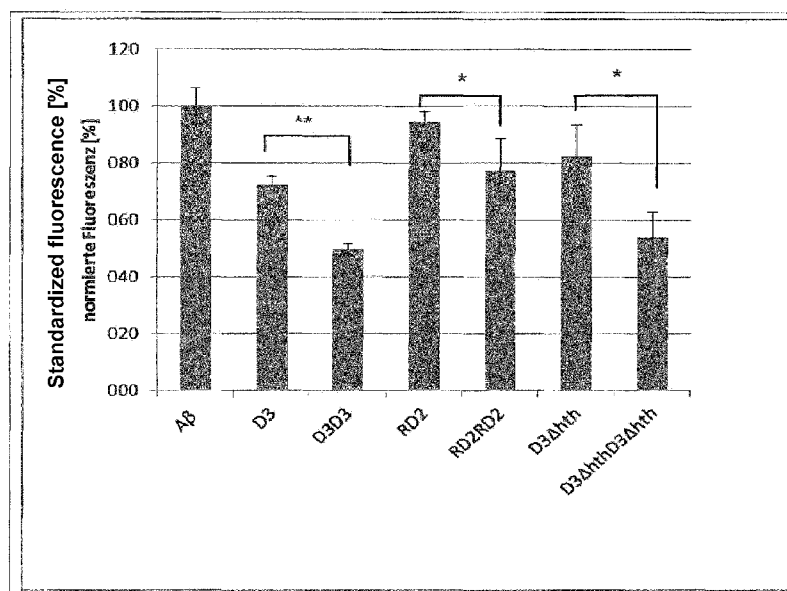


Fig. 4

(57) **Abstract:** The invention relates to novel multivalent amyloid-beta-binding polymeric substances consisting of a plurality of substances joined together which per se already have amyloid-beta-binding properties, and the use of these substances, called "polymers" hereinbelow, especially in medicine.

(57) **Zusammenfassung:** Gegenstand der Erfindung sind neue multivalente Amyloid-Beta-bindende polymere Substanzen, bestehend aus mehreren miteinander verbundenen Substanzen, die für sich bereits Amyloid-Beta-bindende Eigenschaften haben, sowie die Verwendung dieser im Folgenden „Polymere“ genannten Substanzen insbesondere in der Medizin.



CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*
- *mit dem Sequenzprotokollteil der Beschreibung (Regel 5 Absatz 2 Buchstabe a)*

Polymere, enthaltend multivalente Amyloid-Beta-bindende D-Peptide und deren Verwendung

Die vorliegende Erfindung betrifft neue multivalente Amyloid-Beta-bindende polymere
5 Substanzen, bestehend aus mehreren miteinander verbundenen Substanzen, die für sich
bereits Amyloid-Beta-bindende Eigenschaften haben, sowie die Verwendung dieser im
Folgenden „Polymere“ genannten Substanzen insbesondere in der Medizin.

Aufgrund der demographischen Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten wird sich die
10 Zahl der Personen, die an altersbedingten Erkrankungen leiden, erhöhen. Hier ist
insbesondere die sog. Alzheimer-Krankheit (AD, Alzheimersche Demenz, lateinisch =
Morbus Alzheimer) zu nennen.

Bisher existiert kein Wirkstoff oder Medikament, das gegen die Ursachen von AD wirkt. Die
15 bisher eingesetzten und zugelassenen Medikamente mildern einige der bei der
Alzheimerschen Demenz auftretenden Symptome. Sie sind aber nicht in der Lage, den
Krankheitsfortschritt zu verlangsamen oder eine Heilung herbeizuführen. Es existieren
einige Substanzen, die im Tierversuch Erfolge bei der Prävention, aber nicht (unbedingt)
bei der Behandlung von AD gezeigt haben. Wirkstoffe gegen neurodegenerative
20 Erkrankungen sind aus der DE 10 2006 015 140 A1 bekannt.

Ein Merkmal der Alzheimer-Erkrankung sind extrazelluläre Ablagerungen des Amyloid-
Beta-Peptids (A-Beta-Peptid, A β oder A β -Peptid). Diese Ablagerung des A-Beta-Peptids in
Plaques ist typischerweise in den Gehirnen von AD-Patienten *post mortem* festzustellen.
25 Deshalb werden verschiedene Formen des A-Beta-Peptids - wie z.B. Fibrillen - für die
Entstehung und das Fortschreiten der Krankheiten verantwortlich gemacht. Zusätzlich
werden seit einigen Jahren die kleinen, frei diffundierbaren A-Beta-Oligomere als
hauptsächliche Verursacher der Entstehung und des Fortschritts der AD gesehen.

30 A-Beta-Monomere, als Bausteine der A-Beta-Oligomere, entstehen im menschlichen
Körper ständig und sind vermutlich *per se* nicht toxisch. Es besteht sogar die Möglichkeit,
dass Monomere eine positive Funktion besitzen. A-Beta-Monomere können sich in
Abhängigkeit von ihrer Konzentration zufällig zusammen lagern. Die Konzentration ist

abhängig von ihrer Bildungs- und Abbaurate im Körper. Findet mit zunehmendem Alter eine Erhöhung der Konzentration an A-Beta-Monomeren im Körper statt, ist eine spontane Zusammenlagerung der Monomere zu A-Beta-Oligomeren immer wahrscheinlicher. Die so entstandenen A-Beta-Oligomere könnten sich analog zu den Prionen vermehren und
5 letztendlich zur Morbus Alzheimer-Krankheit führen.

Ein wichtiger Unterschied zwischen Prävention und Behandlung oder gar Heilung der AD liegt in der Tatsache, dass eine Prävention möglicherweise schon durch die Verhinderung der Bildung der ersten A-Beta-Oligomere erreicht werden kann. Hierzu sind einige, wenige
10 A-Beta-Liganden ausreichend, die wenig affin und selektiv bezüglich der A-Beta-Oligomere sind.

Die Bildung der A-Beta-Oligomere aus vielen Monomeren ist eine Reaktion hoher Ordnung und damit in hoher Potenz von der A-Beta-Monomer-Konzentration abhängig. Somit führt schon eine kleine Verringerung der aktiven A-Beta-Monomer-Konzentration zu einer
15 Verhinderung der Bildung der ersten A-Beta-Oligomere. Auf diesem Mechanismus basieren vermutlich die bisher sich in der Entwicklung befindlichen eher präventiven Therapie-Konzepte und Substanzen.

Bei der Behandlung von AD ist jedoch von einer völlig veränderten Situation auszugehen. Hier liegen A-Beta-Oligomere oder evtl. auch schon größere Polymere oder Fibrillen vor,
20 die sich durch Prionen-ähnliche Mechanismen vermehren. Diese Vermehrung ist jedoch eine Reaktion niederer Ordnung und ist kaum noch von der A-Beta-Monomer-Konzentration abhängig.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Substanzen verringern die Konzentration von
25 A-Beta-Monomeren und/oder Oligomeren auf verschiedenste Art und Weise. So sind z.B. Gamma-Sekretase-Modulatoren bekannt, die im Tierversuch zur Prävention eingesetzt wurden.

Aus der WO 02/081505 A2 sind verschiedene Sequenzen von D-Aminosäuren bekannt, die an A-Beta-Peptide binden. Diese Sequenzen aus D-Aminosäuren binden mit einer
30 Dissoziationskonstante (K_D -Wert) von 4 μ M an Amyloid-Beta-Peptide.

Aus der WO 2011/147797 A2 sind Hybridverbindungen bekannt, bestehend aus Aminopyrazolen und Peptiden, die A-Beta-Oligomerisation verhindern.

Verbindungen die mit A-Beta-Peptiden interagieren sind aus der DE 10 2008 037 564 A1, DE 696 21 607 T2 oder DE 10 2010 019 336 A1 bekannt. Die Bindung eines multivalenten Polymers an zwei Bindungspartner wird in der WO 2008/116293 A1 beschrieben.

- 5 Bei vielen Substanzen, die im Tierversuch positive Ergebnisse gezeigt haben, konnte diese Wirkung in klinischen Studien am Menschen nicht bestätigt werden. In klinischen Studien der Phase II und III dürfen nur Menschen behandelt werden, die eindeutig mit AD diagnostiziert wurden. Hier reicht eine geringe Verringerung der A-Beta-Monomerkonzentration nicht mehr aus, um zu verhindern, dass sich aus den bereits
10 vorhandenen A-Beta-Oligomeren noch mehr bilden, z.B. durch einen Prion-ähnlichen Mechanismus. Die Vermehrung der A-Beta-Oligomere oder noch besser ihre Zerstörung oder Unschädlichmachung ist aber unbedingt erforderlich, um Einfluss auf den Krankheitsverlauf zu nehmen.
- 15 Bisher wird die Alzheimersche Demenz hauptsächlich durch neuro-psychologische Tests diagnostiziert, durch Experimente an Personen, bei denen Demenzsymptome erkannt wurden. Es ist jedoch bekannt, dass A-Beta-Oligomere und die zeitlich darauf folgenden Fibrillen und Plaques bis zu 20 Jahre vor dem Auftreten der Symptome im Gehirn der Patienten entstehen, und schon irreversible Schäden verursacht haben können. Allerdings
20 gibt es bisher noch keine Möglichkeit, die AD vor dem Ausbruch der Symptome zu diagnostizieren.

Es besteht somit weiterhin ein Bedarf an neuen Verbindungen (Wirkstoffen), die sehr spezifisch und mit hoher Affinität an A-Beta-Oligomere binden, und so deren Vermehrung
25 verhindern. Diese Verbindungen sollten keine Effekte mit unerwünschten Nebenwirkungen zeigen, insbesondere keine Immunreaktion hervorrufen. Die Verbindungen sollen außerdem toxische A-Beta-Oligomere und damit auch die kleinen frei diffundierbaren Oligomere auch in kleinen Konzentrationen erkennen, vollständig vernichten und/oder deren (Prionen-ähnliche) Vermehrung verhindern.

30

Des Weiteren besteht auch ein Bedarf an neuen Verbindungen, die als Sonden für die Erkennung und Markierung von A-Beta-Oligomeren einsetzbar sein, insbesondere, wenn diese Oligomere erst in kleinen Konzentrationen auftreten.

Diese Aufgabe wird durch die erfindungsgemäßen Polymere, enthaltend mindestens zwei Substanzen (Monomere), die an Amyloid-Beta-Oligomere binden, gelöst.

5 Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet der Begriff A-Beta-Oligomere sowohl A-Beta-Aggregate als auch A-Beta-Oligomere und auch kleine frei diffundierende A-Beta-Oligomere. Polymere im Sinne der Erfindung ist eine Substanz gebildet aus 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 oder 20 für sich bereits Amyloid-Beta-bindenden Substanzen (Monomeren) oder Vielfachen davon.

10

In einer Ausführung handelt es sich bei den Polymeren um Peptide. Diese bestehen bevorzugt im Wesentlichen aus D-Aminosäuren.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet der Begriff „im Wesentlichen aus D-
15 Aminosäuren“, dass die einzusetzenden Monomere mindestens 60%, bevorzugt 75%, 80%, besonders bevorzugt 85%, 90%, 95%, insbesondere 96%, 97%, 98%, 99%, 100% aus D-Aminosäuren aufgebaut sind.

In einer Variante der Erfindung werden Monomere eingesetzt, die an ein A-Beta-Monomer
20 und/oder A-Beta-Oligomere und/oder Fibrillen des A-Beta-Peptids mit einer Dissoziationskonstante (K_D -Wert) von höchstens 500 μM , bevorzugt 250, 100, 50 μM , besonders bevorzugt 25, 10, 6 μM , insbesondere 4, 2, 1 μM bindet.

Das erfindungsgemäße Polymer enthält 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr der oben
25 beschriebenen Monomere.

In einer weiteren Ausführung werden die Monomere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

SEQ ID NO:1, SEQ ID NO:2, SEQ ID NO:3, SEQ ID NO:4, SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:6,
30 SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:21, SEQ ID NO:22, SEQ ID NO:23, SEQ ID NO:24, SEQ ID NO:25, SEQ ID NO:26, SEQ ID NO:27, SEQ ID NO:28,

SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:41, SEQ ID NO:42, SEQ ID NO:43, SEQ ID NO:44, SEQ ID NO:45, SEQ ID NO:46, SEQ ID NO:47, SEQ ID NO:48, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:50, 5 SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:56, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:64. SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:77, SEQ ID 10 NO:78 und SEQ ID NO:79 sowie Homologe davon.

In einer weiteren Variante binden die erfindungsgemäßen Polymere an Teile des Amyloid beta-Peptids.

15 In einer weiteren Variante weisen die Monomere Sequenzen auf, die sich von den angegebenen Sequenzen um bis zu drei Aminosäuren unterscheiden.

Ferner werden als Monomere auch Sequenzen eingesetzt, die die oben genannten Sequenzen enthalten.

20 In einer weiteren Variante weisen die Monomere Fragmente der oben genannten Sequenzen auf oder weisen homologe Sequenzen zu den oben genannten Sequenzen auf.

„Homologe Sequenzen“ oder „Homologe“ bedeutet im Sinne der Erfindung, dass eine 25 Aminosäuresequenz eine Identität mit einer der oben genannten Aminosäuresequenz der Monomere von mindestens 50, 55, 60, 65, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100 % aufweist. Anstelle des Begriffs „Identität“ werden in der vorliegenden Beschreibung die Begriffe „homolog“ oder „Homologie“ gleichbedeutend verwendet. Die Identität zwischen zwei 30 Nukleinsäuresequenzen oder Polypeptidsequenzen wird durch Vergleich mit Hilfe des Programms BESTFIT basierend auf dem Algorithmus von Smith, T.F. und Waterman, M.S (Adv. Appl. Math. 2: 482-489 (1981)) berechnet unter Einstellung folgender Parameter für Aminosäuren: Gap creation penalty: 8 und Gap extension penalty: 2; und folgender

Parameter für Nukleinsäuren: Gap creation penalty: 50 und Gap extension penalty: 3. Bevorzugt wird die Identität zwischen zwei Nukleinsäuresequenzen oder Polypeptidsequenzen durch die Identität der Nukleinsäuresequenz / Polypeptidsequenz über die jeweils gesamte Sequenzlänge definiert, wie sie durch Vergleich mit Hilfe des

5 Programms GAP basierend auf dem Algorithmus von Needleman, S.B. und Wunsch, C.D. (J. Mol. Biol. 48: 443-453) unter Einstellung folgender Parameter für Aminosäuren berechnet wird: Gap creation penalty: 8 und Gap extension penalty: 2; und die folgenden Parameter für Nukleinsäuren Gap creation penalty: 50 und Gap extension penalty: 3.

Zwei Aminosäuresequenzen sind im Sinne der vorliegenden Erfindung identisch wenn sie

10 die selbe Aminosäuresequenz besitzen.

Unter Homologe sind in einer Variante die entsprechenden retro-inversen Sequenzen der oben genannten Monomere zu verstehen. Mit dem Begriff "retro-inverse Sequenz" wird erfindungsgemäß eine Aminosäuresequenz bezeichnet, die sich aus Aminosäuren in der

15 enantiomeren Form zusammensetzt (invers: Chiralität des alpha-C-Atoms invertiert) und bei der zusätzlich die Sequenzreihenfolge zur ursprünglichen Aminosäuresequenz umgekehrt wurde (retro = rückwärts).

Das erfindungsgemäße Polymer ist aus identischen Monomeren aufgebaut, oder enthält

20 verschiedene Monomere.

In einer Alternative ist das erfindungsgemäße Polymer aus jeder beliebigen Kombination aus 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr der oben beschriebenen Monomere aufgebaut.

25 In einer Ausführung ist das erfindungsgemäße Polymer ein Dimer aus zwei D3-Monomeren (SEQ ID NO:13).

In einer weiteren Ausführung ist das erfindungsgemäße Polymer ein Dimer aus zwei RD2-Monomeren (SEQ ID NO:76).

30

Dimere können beispielsweise über chemische Synthese bzw. Peptidsynthese hergestellt werden.

In einer Ausführung der Erfindung sind die Monomere kovalent miteinander verknüpft. In einer weiteren Ausführung sind die Monomere nicht kovalent miteinander verbunden.

Eine kovalente Verbindung bzw. Verknüpfung der Monomer-Einheiten liegt im Sinne der Erfindung vor, falls die Peptide Kopf an Kopf, Schwanz an Schwanz oder Kopf an Kopf
5 linear miteinander verknüpft werden, ohne dass dazwischen Linker oder Linker-Gruppen eingesetzt werden.

Eine nicht kovalente Verknüpfung im Sinne der Erfindung liegt vor, falls die Monomere über Biotin und Streptavidin, insbesondere Streptavidin-Tetramer miteinander verknüpft sind.

10

In einer Variante der vorliegenden Erfindung können die Monomere linear miteinander verknüpft sein, insbesondere wie oben beschrieben. In einer anderen Variante sind die Monomere verzweigt miteinander zu dem erfindungsgemäßen Polymer verknüpft.

15 Bei einem verzweigten Polymer kann es sich erfindungsgemäß um ein Dendrimer handeln, bei dem die Monomere kovalent oder nicht kovalent miteinander verknüpft sind.

Alternativ können die Monomere auch mit einem Plattform-Molekül (wie z.B. PEG oder Zucker) verknüpft sein und so ein verzweigtes Polymer bilden.

20

Alternativ sind auch Kombinationen dieser Optionen möglich.

Das erfindungsgemäße Polymer ist dadurch gekennzeichnet, dass es Amyloid-Beta-Oligomere mit einer Dissoziationskonstante von höchstens 1 μ M, bevorzugt 800, 600, 400,
25 200, 100, 10 nM, besonders bevorzugt, 1.000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50 pM, insbesondere höchstens 20 pM bindet. In einer weiteren Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Polymer dadurch gekennzeichnet, dass es Amyloid-Beta-Oligomere mit einer Dissoziationskonstante von höchstens 1 mM, bevorzugt 800, 600, 400, 200, 100, 10 μ M, besonders bevorzugt 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200,
30 100, 50 nM, insbesondere bevorzugt, 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50 pM, am meisten bevorzugt höchstens 20 pM, insbesondere 15, 10, 9, 8, 7, 6, 5 pM bindet.

Das erfindungsgemäße Polymer ist geeignet zur Verwendung in der Medizin.

In einer Ausführung handelt es sich um ein Polymer zur Behandlung von Morbus Alzheimer. In einer weiteren Ausführung handelt es sich um ein Polymer, welches zur
5 Behandlung von Parkinson, CJD (*Creutzfeldt Jakob Disease*), oder Diabetes eingesetzt werden kann.

Die erfindungsgemäß aufgebauten Polymere aus Monomeren, die ihrerseits an A-Beta-Oligomere binden, zeigen deutliche, synergetische Effekte in Bezug auf ihre Selektivität
10 und Affinität zu den A-Beta-Oligomeren im Vergleich zu den Monomeren. Mit anderen Worten: Die erfindungsgemäßen Polymere sind den Monomeren überlegen. Synergetische Effekte im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Effekte, die eine höhere Selektivität und Affinität bezüglich der A-Beta-Oligomere zeigen, insbesondere des K_D -Wertes betreffend die Bindung an A-Beta-Oligomere als die Monomere einzeln oder in
15 ihrer Addition.

Unter einem Linker sind ein oder mehrere Moleküle zu verstehen, die über kovalente Bindungen an die Monomere gebunden sind, wobei diese Linker untereinander auch durch kovalente Bindungen verknüpft sein können.

20 In einer Alternative der vorliegenden Erfindung werden durch die Linker die durch die Monomere vorgegebenen Eigenschaften des Polymers, nämlich die Bindung an A-Beta-Oligomere, nicht verändert.

In einer weiteren Alternative bewirken die Linker eine Veränderung der Eigenschaften des Polymers, die durch die Monomere vorgegeben sind. In einer solchen Ausführung wird die
25 Selektivität und/oder Affinität der erfindungsgemäßen Polymere bezüglich der A-Beta-Oligomere verstärkt und/oder die Dissoziationskonstante herabgesetzt. In einer weiteren Ausführung werden die Linker so ausgewählt oder können so angeordnet sein, dass sie die sterische Wirkung der erfindungsgemäßen Polymere derart verändern, dass diese selektiv nur an A-Beta-Oligomere einer bestimmten Größe binden.

30

Ein nicht limitierendes Beispiel für einen Linker ist die Aminosäuresequenz „nwn“.

Eine solche Änderung der sterischen Wirkung der erfindungsgemäßen Polymere kann auch durch den Aufbau verzweigter erfindungsgemäßen Polymere, durch Dendrimere eines besonderen Aufbaus oder den entsprechenden Aufbau des Polymers mittels Monomere und einem Plattformmolekül oder Kombinationen dieser Optionen erreicht
5 werden.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Zusammensetzung enthaltend das erfindungsgemäße Polymer, insbesondere zur Behandlung von Morbus Alzheimer.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner eine Zusammensetzung enthaltend das
10 erfindungsgemäße Polymer, insbesondere zur Verhinderung von toxischen A-Beta-Oligomeren oder zur Zerstörung von daraus gebildeten Polymeren oder Fibrillen.

Die erfindungsgemäße „Zusammensetzung“ kann z. B. ein Impfstoff, ein Medikament (z. B. in Tablettenform), eine Injektionslösung, ein Nahrungs- oder Nahrungsergänzungsmittel sein enthaltend das erfindungsgemäße Polymer in einer aufgrund des Fachwissens
15 herzustellenden Formulierung.

Die erfindungsgemäßen Polymere enttoxifizieren die A-Beta-Oligomere oder daraus gebildete Polymere sowie Fibrillen, indem sie daran binden und so in nicht toxische Verbindungen überführen. Substanzen, die in der Lage sind, die Bildung von Fibrillen zu
20 inhibieren, müssen nicht notwendigerweise auch in der Lage sein, vorgeformte Fibrillen zu zerstören, da vorgeformte A-beta-Fibrillen sehr stabil sind und nur sehr schwer und langsam wieder zerstört werden können.

Demgemäß ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung auch ein Verfahren zur Enttoxifizierung der A-Beta-Oligomeren, daraus gebildeten Polymeren oder Fibrillen
25

Aufgrund ihrer Eigenschaft sowohl die kleinen, frei diffundierbaren A-Beta-Oligomere, größere A-Beta-Oligomere bis hin zu Fibrillen zu binden, sind die erfindungsgemäßen Polymere in allen Stadien der AD einsetzbar. Auf Basis der Lehre der vorliegenden Erfindung können Polymere hergestellt werden, die auch selektiv an verschiedene Formen
30 der A-Beta-Oligomere binden.

Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Polymers. Bevorzugte Verfahren sind beispielsweise Peptid-

Synthese-Verfahren (Peptide), die rekombinante Herstellung von Proteinen und anerkannte organische Synthese-Methoden für beliebige sog. *low-molecular-weight compounds*.

5 Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung des Polymers als Sonde zur Identifizierung, qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Amyloid-Beta-Oligomeren. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Sonde, enthaltend das erfindungsgemäße Polymer zur Identifizierung, qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Amyloid-Beta-Oligomeren.

10

Solche Sonden sind von großer Bedeutung, da damit eine frühe Diagnose der Alzheimerschen Demenz möglich wird. Damit kann der Krankheit schon in einem sehr frühen Stadium entgegengewirkt werden.

Solche molekularen Sonden enthalten das erfindungsgemäße Polymer und können den
15 Patienten z.B. intravenös injiziert werden. Weitere Bestandteile der Sonden können sein: Farbstoffe, Fluoreszenzfarbstoffe, radioaktive Isotope (z.B. PET), Gadolinium (MRI) und/oder Bestandteile, die für Sonden in der Bildgebung eingesetzt werden. Nach Passage über die Blut-Hirn-Schranke können die Sonden an A-Beta-Oligomere und/oder Plaques binden. Die so markierten A-Beta-Oligomere und/oder Plaques können mittels
20 bildgebender Verfahren wie z.B. SPECT, PET, CT, MRT, Protonen-MR-Spektroskopie usw. sichtbar gemacht werden.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung des Polymers zur Verhinderung der Vermehrung von toxischen Amyloid-Beta-Oligomeren.

25

Die erfindungsgemäßen Polymeren werden außerdem auch zur Bildung von nicht-toxischen Polymer-Amyloid-Beta-Oligomer-Komplexen eingesetzt.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kit, enthaltend das
30 erfindungsgemäße Polymer. In einem solchen Kit können die erfindungsgemäßen Polymere in Behältern ggf. mit/in Puffern oder Lösungen verpackt sein. Alle Komponenten des Kits können in demselben Behälter oder getrennt voneinander verpackt sein. Ferner kann das Kit Anweisungen für dessen Gebrauch enthalten. Ein solches Kit kann

beispielsweise die erfindungsgemäßen in einer Injektionsflasche mit Stopfen und/oder Septum enthalten. Ferner kann darin beispielsweise auch eine Einmal-Spritze enthalten sein.

5 Sequenzen, die erfindungsgemäß einsetzbar sind, sind nachfolgend dargestellt:

- RD 2: ptlhthnrrrrr (SEQ ID NO: 1)
D3D3: rprtrlhthrnrrprtrlhthrn (SEQ ID NO:13)
D3nwnD3: rprtrlhthrnwnrprtrlhthrn (SEQ ID NO:14)
10 doppel-D3-freie-Ntermini: (rprtrlhthrn)₂-PEG3 (SEQ ID NO:15)
doppel-D3-freie-Ctermini: PEG5-(rprtrlhthrn)₂ (SEQ ID NO:16)
- kqhhveygsdhrfead (SEQ ID NO:2)
shyrhisp (SEQ ID NO:3)
15 giswqqshhlva (SEQ ID NO:4)
prtrlhth (SEQ ID NO:5)
qshyrhispaqv (SEQ ID NO:6)
qshyrhispdqv (SEQ ID NO:7)
qshyrhispar (SEQ ID NO:8)
20 kshyrhispaqv (SEQ ID NO:9)
rprtrlhthrn (SEQ ID NO:10)
rprtrlhthrte (SEQ ID NO:11)
kprtrlhthrn (SEQ ID NO:12)
- 25 daefrhdsgye (SEQ ID NO:17)
- hhghspnvsqvr (SEQ ID NO:18)
gsfstqvgslhr (SEQ ID NO:19)
htgtqsyvprl (SEQ ID NO:20)
30 tlayaraymvap (SEQ ID NO:21)
tlayaraymvap (SEQ ID NO:22)
atpqndlktfph (SEQ ID NO:23)
tqpstdllrvqf (SEQ ID NO:24)

citwpptglty (SEQ ID NO:25)
tfletgpiyadg (SEQ ID NO:26)
lvppthrhwpvt (SEQ ID NO:27)
appgnwrnylmp (SEQ ID NO:28)
5 dnysnyvpgtkp (SEQ ID NO:29)
svsvgmksprp (SEQ ID NO:30)
slpnpfsvssfg (SEQ ID NO:31)
yvhnpyhlpnpp (SEQ ID NO:32)
crrlhityigpvt (SEQ ID NO:33)
10 gatmkkmdhvt (SEQ ID NO:34)
lgktqklsdahs (SEQ ID NO:35)
ddqarpymaygp (SEQ ID NO:36)
gdtwvnmvsmvh (SEQ ID NO:37)
gytwvnmvsmvh (SEQ ID NO:38)
15 wtntvarlatpy (SEQ ID NO:39)
qtqalyhsrqvh (SEQ ID NO:40)
nsqtqtlhlfp (SEQ ID NO:41)
hntsanilhssh (SEQ ID NO:42)
shinptsfwpap (SEQ ID NO:43)
20 tfsnplymwprp (SEQ ID NO:44)
gpspfnpqptpv (SEQ ID NO:45)
fsdhksptpppr (SEQ ID NO:46)
stsvyppppsaw (SEQ ID NO:47)
yglptqansmql (SEQ ID NO:48)
25 hnrttdntyirpt (SEQ ID NO:49)
lqqplgnnrpns (SEQ ID NO:50)
kpedsaaypqr (SEQ ID NO:51)
rpedsvitktqnt (SEQ ID NO:52)
raadsgctptkh (SEQ ID NO:53)
30 rprtrlhthrnt (SEQ ID NO:54)
rprtrlhthtnv (SEQ ID NO:55)
rprtrlhthtnr (SEQ ID NO:56)
rprtrlhthrkq (SEQ ID NO:57)

rprtrlhtlrnr (SEQ ID NO:58)
 rrrsplhthrn timer (SEQ ID NO:59)
 lrsprqrrripri (SEQ ID NO:60)
 rkrqlrmttprrp (SEQ ID NO:61)

5

shyrhispaqk (SEQ ID NO:62)

doppel-D3-freie-Ntermini: (rprtrlhthrn timer)2- (SEQ ID NO:63)
 doppel-D3-freie-Ctermini: (rprtrlhthrn timer)2 (SEQ ID NO:64)

10

DB 3: rpitrlrthqnr (SEQ ID NO: 65),
 D3: rprtrlhthrn timer (SEQ ID NO:66)
 RD 1: pnhrrrrrrrrtl (SEQ ID NO: 67)
 RD 3: rrptlrhthnrrr (SEQ ID NO: 68)

15 D3-delta-hth: rprtrlrnr (SEQ ID NO:69)

NT-D3: rprtrl (SEQ ID NO: 70)
 DB 1: rpitrlhtnrrnr (SEQ ID NO: 71),
 DB 2:rpittlqthqnr (SEQ ID NO: 72),
 DB 4: rprtrlrthqnr (SEQ ID NO: 73 ()

20 DB 5: rpitrlqtheqr (SEQ ID NO. 74)

D3-delta-hth D3-delta-hth: rprtrlrnrprprtrlrnr (SEQ ID NO:75)
 RD 2- RD 2: ptlhthnrrrrrrptlhthnrrrrrr (SEQ ID NO: 76)

25 DO 3: sgwhynwqywwk (SEQ ID NO:77)
 rprtrsgwhynwqywwkrnr (SEQ ID NO:78)
 ptlsgwhynwqywwkrrrrrr (SEQ ID NO:79)

Antikörper, die an A-Beta binden sind nachfolgend dargestellt:

30 Antikörper, die

a) an eine retro-inverse Sequenz des Amyloid beta-Peptids oder Amyloid beta-Peptid-Teilfragmenten binden und/oder

b) an die Multimerisierungsdomäne des Amyloid beta-Peptids binden und auch an das Amyloid beta-Peptid und/oder

c) an eine der oben genannten erfindungsgemäßen Sequenzen ausgewählt aus der Gruppe:

- 5 SEQ ID NO:1, SEQ ID NO:2, SEQ ID NO:3, SEQ ID NO:4, SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:11, SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:21, SEQ ID NO:22, SEQ ID NO:23, SEQ ID NO:24, SEQ ID NO:25, SEQ ID NO:26, SEQ ID NO:27, SEQ ID NO:28,
- 10 SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:41, SEQ ID NO:42, SEQ ID NO:43, SEQ ID NO:44, SEQ ID NO:45, SEQ ID NO:46, SEQ ID NO:47, SEQ ID NO:48, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:50, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:55, SEQ ID
- 15 NO:56, SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:78 und SEQ ID NO:79 oder homologe Sequenzen davon;
- 20 binden.

Beispiele:Beispiel 1:

5 Es wurden folgende vier D3-Dimere hergestellt:

D3D3: rprrlhthrnrrprrlhthrn (SEQ ID NO:13)

D3nwnD3: rprrlhthrnrrnwnrprrlhthrn (SEQ ID NO:14)

doppel-D3-freie-Ntermini: (rprrlhthrn)₂-PEG3 (SEQ ID NO:15)

doppel-D3-freie-Ctermini: PEG5-(rprrlhthrn)₂ (SEQ ID NO:16)

10

Weiterhin wurden Dimere (über chemische Synthese bzw. Peptidsynthese) hergestellt, die aus D3 und D1 (Sequenz qshyrhispaqv, SEQ ID NO:6) bestehen oder D3 und V1, wobei V1 einer Variante des D1 mit Deletion der ersten Aminosäure am N-Terminus (Sequenz shyrhispaqk, SEQ ID NO:62)

15 D3D1

D3V1

V1D3

Beispiel 2:

20

Thioflavin T-Test

Die im Beispiel 1 hergestellten D3-Dimere sowie ein D3-Monomer wurden in einem üblichen, dem Fachmann bekannten Thioflavin-T-(ThT)-Test verglichen. ThT ist ein Farbstoff, der bei Bindung an reguläre Fibrillen eine höhere Fluoreszenz besitzt und somit
25 als Maß für die Fibrillierung dient. Die D3-Dimere reduzierten die A-beta-Fibrillierung viel effizienter als das D3-Monomer.

Die Figur 1 zeigt die Ergebnisse des ThT-Tests zur Analyse des Aggregationsverhaltens von A-Beta 1-42 in Anwesenheit von D3 bzw. D3-Multimeren. A-Beta-Pellets wurde durch Vorinkubation mit HFIP über Nacht und anschließender Evaporation mittels
30 Vakuumzentrifuge hergestellt (222 µM Aß in HFIP). A-beta-Pellets wurden in 250 µL PBS pH 7,4 (inkl. 10 µM ThT und 10 µM D3 bzw. D3-Multimer) resuspendiert und für eine 4-fach-Bestimmung aliquotiert. Die Fluoreszenz des ThT wurde bei λ_{ex} 440 nm und λ_{em} = 490 nm im Fluoreszenzspektrometer gemessen.

Beispiel 3:

5 Die im Beispiel 1 hergestellten D3D1-Dimere sowie die D1- und D3-Monomere wurden in einem üblichen, dem Fachmann bekannten ThT-Test ChTThT-Test verglichen.

Die D3D1-Dimere waren reduzierten die A-beta-Fibrillierung viel effizienter als das D3-Monomer.

Die Figur 2 zeigt die Ergebnisse des ThT-Tests zur Analyse des Aggregationsverhaltens
10 von A-beta1-42 in Anwesenheit von D3 und D1 bzw. D3D1-Multimeren. A-beta wurde in HFIP über Nacht vorinkubiert (222 µM A-beta in HFIP). Anschließend wurden Aliquots à 13.5 µg hergestellt und das HFIP über Nacht abgedampft. A-beta-Pellets wurden in 270 µL PBS pH 7,4 (inkl. 10 µM ThT) resuspendiert und anschließend die entsprechende Konzentration D3 bzw D3D1-Multimer (5 µM, 10 µM, 50 µM bzw 100 µM) zugegeben,
15 danach wurde für eine 5-fach-Bestimmung aliquotiert. Die Fluoreszenz des ThT wurde bei λ_{ex} 440 nm und λ_{em} = 490 nm im Fluoreszenzspektrometer gemessen.

Beispiel 4:

20

Die im Beispiel 1 hergestellten D3-Dimere sowie das D3-Monomer wurden mit Abeta1-42 vermischt und einer Dichtegradientenzentrifugation unterworfen. Die Größenverteilungen von A-beta in Lösung und A-beta-Peptid-Mischungen wurden dabei durch Sedimentationsanalyse auf einem Iodixanol-Gradienten (5-50 %) untersucht. Die
25 Mischungen enthielten 80 µM A-beta und 20 (D3) oder 10 (D3D3) µM Peptid. Nach der Zentrifugation wurden 15 Fraktionen von je 140 µl durch sequentielles Pipettieren von der Oberfläche gewonnen und mittels denaturierender Polyacrylamidgelelektrophorese (SDS-PAGE) und anschließender Silberfärbung analysiert. Die Ergebnisse (Fig. 3) zeigen, dass die Peptide den Gehalt an A-beta-Oligomeren signifikant reduzieren (Fraktionen 4-10),
30 D3D3 zu dem untersuchten Zeitpunkt in einem weitaus höheren Maße als D3. Es entstehen große Aggregate, die in den Fraktionen 12-15 detektierbar sind. In weiteren Studien stellte sich heraus, dass D3-A-beta-Oligomere präzipitiert und in große, amorphe und untöxische Aggregate umwandelt (Funke et al., ACS Chem. Neurosci. 2010).

Beispiel 5:

Erfindungsgemäße Substanzen sind in der Lage, die Bildung von Fibrillen zu inhibieren und vorgeformte Fibrillen zu zerstören. Es wurde untersucht wie effizient Inhibitor-Dimere
5 (D3D3 SEQ ID NO: 13, RD2RD2 SEQ ID NO: 76, D3(Δ)delta-hthD3(Δ)delta-hth SEQ ID NO: 75) im Vergleich zu den entsprechenden Inhibitor-Monomeren (D3 SEQ ID NO: 66, RD2 SEQ ID NO: 1, D3(Δ)delta-hth SEQ ID NO: 69) in einem Thioflavin T (ThT)-Disfibrilisationsassay sind.

Dabei wird untersucht, welcher Anteil an vorgeformten ThT-positiven Fibrillen nach einer
10 bestimmten Inkubationszeit reduziert wird. Thioflavin T (ThT) verändert bei der Interaktion mit amyloiden, ThT-positiven Fibrillen seine spektroskopischen Eigenschaften messbar. Die Abnahme der gemessenen ThT Fluoreszenz (λ_{em} : 450 nm, λ_{ex} : 490 nm) spiegelt eine Abnahme von β -Faltblatt-Strukturen wieder, die charakteristisch für Abeta-Fibrillen sind.

Zur Herstellung von vorgeformten A-beta-Fibrillen wurde 33 μ M synthetisches Abeta(1-42)
15 6 Tage lang in 10 mM Natriumphosphat pH 7.4 und 8,5 % DMSO bei 37 °C inkubiert. Die dadurch entstandenen Abeta-Fibrillen wurden zu 20 μ M mit 0,1 μ g/ μ l der jeweiligen Substanz (D3D3, RD2RD2, D3delta-hthD3delta-hth, D3, RD2, D3 Δ hth) und 10 μ M ThT zusammengegeben. 50 μ L jedes Reaktionsansatzes wurden in eine Vertiefung einer schwarzen Mikrotiterplatte mit 384 Vertiefungen (Nunc, Langenselbold) gefüllt. Die ThT-
20 Fluoreszenz wurde über 17,5 h verfolgt. Dabei wurde die Mikrotiterplatte vor jeder Messung 30 s geschüttelt. Alle Proben wurden fünffach gemessen.

Bei der Auswertung wurden Mittelwert, Standardabweichung und Signifikanz (zwischen monomeren und dimeren Effektoren) ermittelt. Die ThT-Fluoreszenz der Effektoren wurde auf die ThT-Fluoreszenz von Abeta-Fibrillen in Abwesenheit von Inhibitor-Substanzen
25 normiert.

Alle getesteten Inhibitor-Substanzen zeigten eine Abnahme der ThT-Fluoreszenz (Fig. 4). Dies zeigt, dass sie alle in der Lage waren vorgeformte A-beta-Fibrillen in nicht-fibrilläre A-beta-Spezies umzuwandeln. Die dimeren Substanzen D3D3, RD2RD2 und D3delta-hthD3delta-hth zeigten dabei einen signifikant stärkeren Effekt gegenüber den monomeren
30 Peptiden D3, RD2 und D3delta- Δ hth. Die Signifikanz wurde mittels Mann-Whitney Test ermittelt und ist in der Abbildung mit Sternchen angegeben: *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$.

Beispiel 6:

Um vergleichende quantitative Affinitätsdaten für D3 und D3D3 zu erhalten, wurden Abeta-1-42-Fibrillen präpariert, wie in Beispiel 6 beschrieben. Im Unterschied dazu wurde eine Mischung aus 90% Abeta-1-42 und 10 % Abeta-1-42, das aminoterminal biotinyliert war, für den Fibrillierungsversuch verwendet. Um diese Fibrillen von möglichen Anteilen anderer Abeta-Konformere, z.B. Monomere und amorphen Oligomere zu trennen, wurde die Fibrillen-Präparationen einem Dichtegradientenzentrifugationslauf unterworfen, wie in Beispiel 4 beschrieben. Nur die in den Fraktionen 11 und 12 erhaltenen Fibrillen wurden anschließend als Ligand in einer Oberflächenplasmonenresonanz-Analyse eingesetzt. Dabei wurden diese auf einem Streptavidin-beschichteten Chip (Sensor Chip SA) immobilisiert. Anschließend wurden die Affinitäten der Analyten D3 und D3D3 mittels "single cycle kinetic"-Analyse bestimmt. Die eingesetzten Analyt-Konzentrationen, die erhaltenen Sensorgramme (dicke Linien), die erhaltenen Fit-Kurven (dünne gestrichelte Linien) und die erhalten Dissoziationskonstanten sind in den Fig. 5 und 6 enthalten.

Aus den Ergebnissen wird klar, dass das D3-Monomer an zwei leicht unterschiedliche Bindungsstellen mit Dissoziationskonstanten von 1,1 μM und 0,12 μM bindet. Auch das D3-Dimer bindet an zwei unterschiedliche Bindungsstellen, eine davon mit einer zum D3-Monomer ähnlichen Dissoziationskonstanten von 0,17 μM , die andere aber mit einer um mehrere Größenordnungen geringeren Dissoziationskonstanten von 8,8 pM. Dies zeigt, dass polyvalente Substanzen (hier D3D3) fast 10000-fach stärker an ihr Ziel binden als die entsprechende monovalente Substanz (hier D3).

Patentansprüche:

1. Polymer, enthaltend mindestens zwei Substanzen (Monomere), die an Amyloid-Beta-Oligomere binden.
5
2. Polymer nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Monomere Peptide sind, die im Wesentlichen aus D-Aminosäuren bestehen oder aus Antikörpern oder Antikörperfragmenten, die an Amyloid-Beta binden.
10
3. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass jedes Monomer, aus denen das Polymer aufgebaut ist, an ein Monomer und/oder Oligomer und/oder Fibrillen des Amyloid-Beta-Peptids mit einer Dissoziationskonstante (K_D -Wert) von höchstens 500 μM , vorzugsweise höchstens 100 μM , bevorzugt höchstens 10 μM , besonders bevorzugt 6 μM , insbesondere höchstens 4 μM bindet.
15
4. Polymer nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass es 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr Monomere enthält.
20
5. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dass die Monomere ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus:
SEQ ID NO:1, SEQ ID NO:2, SEQ ID NO:3, SEQ ID NO:4, SEQ ID NO:5, SEQ ID NO:6, SEQ ID NO:7, SEQ ID NO:8, SEQ ID NO:9, SEQ ID NO:10, SEQ ID NO:11,
25 SEQ ID NO:12, SEQ ID NO:13, SEQ ID NO:14, SEQ ID NO:15, SEQ ID NO:16, SEQ ID NO:17, SEQ ID NO:18, SEQ ID NO:19, SEQ ID NO:20, SEQ ID NO:21, SEQ ID NO:22, SEQ ID NO:23, SEQ ID NO:24, SEQ ID NO:25, SEQ ID NO:26, SEQ ID NO:27, SEQ ID NO:28, SEQ ID NO:29, SEQ ID NO:30, SEQ ID NO:31, SEQ ID NO:32, SEQ ID NO:33, SEQ ID NO:34, SEQ ID NO:35, SEQ ID NO:36, SEQ ID NO:37, SEQ ID NO:38, SEQ ID NO:39, SEQ ID NO:40, SEQ ID NO:41, SEQ ID NO:42, SEQ ID NO:43, SEQ ID NO:44, SEQ ID NO:45, SEQ ID NO:46, SEQ ID NO:47, SEQ ID NO:48, SEQ ID NO:49, SEQ ID NO:50, SEQ ID NO:51, SEQ ID NO:52, SEQ ID NO:53, SEQ ID NO:54, SEQ ID NO:55, SEQ ID NO:56,
30

- SEQ ID NO:57, SEQ ID NO:58, SEQ ID NO:59, SEQ ID NO:60, SEQ ID NO:61, SEQ ID NO:62, SEQ ID NO:63, SEQ ID NO:64, SEQ ID NO:65, SEQ ID NO:66, SEQ ID NO:67, SEQ ID NO:68, SEQ ID NO:69, SEQ ID NO:70, SEQ ID NO:71, SEQ ID NO:72, SEQ ID NO:73, SEQ ID NO:74, SEQ ID NO:75, SEQ ID NO:76, SEQ ID NO:77, SEQ ID NO:78 und SEQ ID NO:79
oder jede beliebige Kombination aus 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 oder mehr der oben beschriebenen Monomere
- 5
6. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Dimer aus zwei D3-Monomeren handelt.
- 10
7. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Monomere kovalent oder nicht kovalent miteinander verknüpft sind.
- 15
8. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Monomere ohne Linker, also unmittelbar miteinander verknüpft, oder mit einer Linker-Gruppe miteinander verknüpft sind.
- 20
9. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Monomere linear oder verzweigt miteinander verknüpft sind.
- 25
10. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Dendrimer handelt oder dass die Monomere mit einem Plattform-Molekül verknüpft sind oder in einer Kombination dieser Optionen verknüpft sind
- 30
11. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass identische oder nicht identische Monomere enthält.
12. Polymer dadurch gekennzeichnet, dass es Amyloid-Beta-Oligomere mit einer Dissoziationskonstante von höchstens 1 μ M, bevorzugt 800, 600, 400, 200, 100, 10 nM, besonders bevorzugt 1.000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 pM, insbesondere bevorzugt höchstens 50 pM, am meisten bevorzugt höchstens 20 pM bindet.

13. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Verwendung in der Medizin.
- 5 14. Polymer nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Behandlung von Morbus Alzheimer.
15. Kit enthaltend ein Polymer nach einem der Ansprüche 1 – 14.
- 10 16. Sonde enthaltend ein Polymer nach einem der Ansprüche 1 – 14.
17. Zusammensetzung, enthaltend ein Polymer nach einem der Ansprüche 1 – 14, bevorzugt zur Behandlung von Morbus Alzheimer.
- 15 18. Verfahren zur Herstellung des Polymers nach einem der Ansprüche 1 – 16 dadurch gekennzeichnet, dass ein Peptid-Synthese-Verfahren oder eine organische Synthese-Methode für *low-molecular-weight compounds* verwendet wird oder das Polymer über die rekombinante Herstellung von Proteinen hergestellt wird.
- 20 19. Verwendung des Polymers nach einem der Ansprüche 1 – 17 als Sonde zur Identifizierung, qualitativen und/oder quantitativen Bestimmung von Amyloid-Beta-Oligomeren.
20. Verwendung des Polymers nach einem der Ansprüche 1 – 18 zur Verhinderung von
25 Amyloid-Beta-Oligomeren.
21. Verwendung der Polymere nach einem der Ansprüche 1 – 19 zur Bildung von nicht toxischen Polymer-Amyloid-Beta-Oligomer-Komplexen.

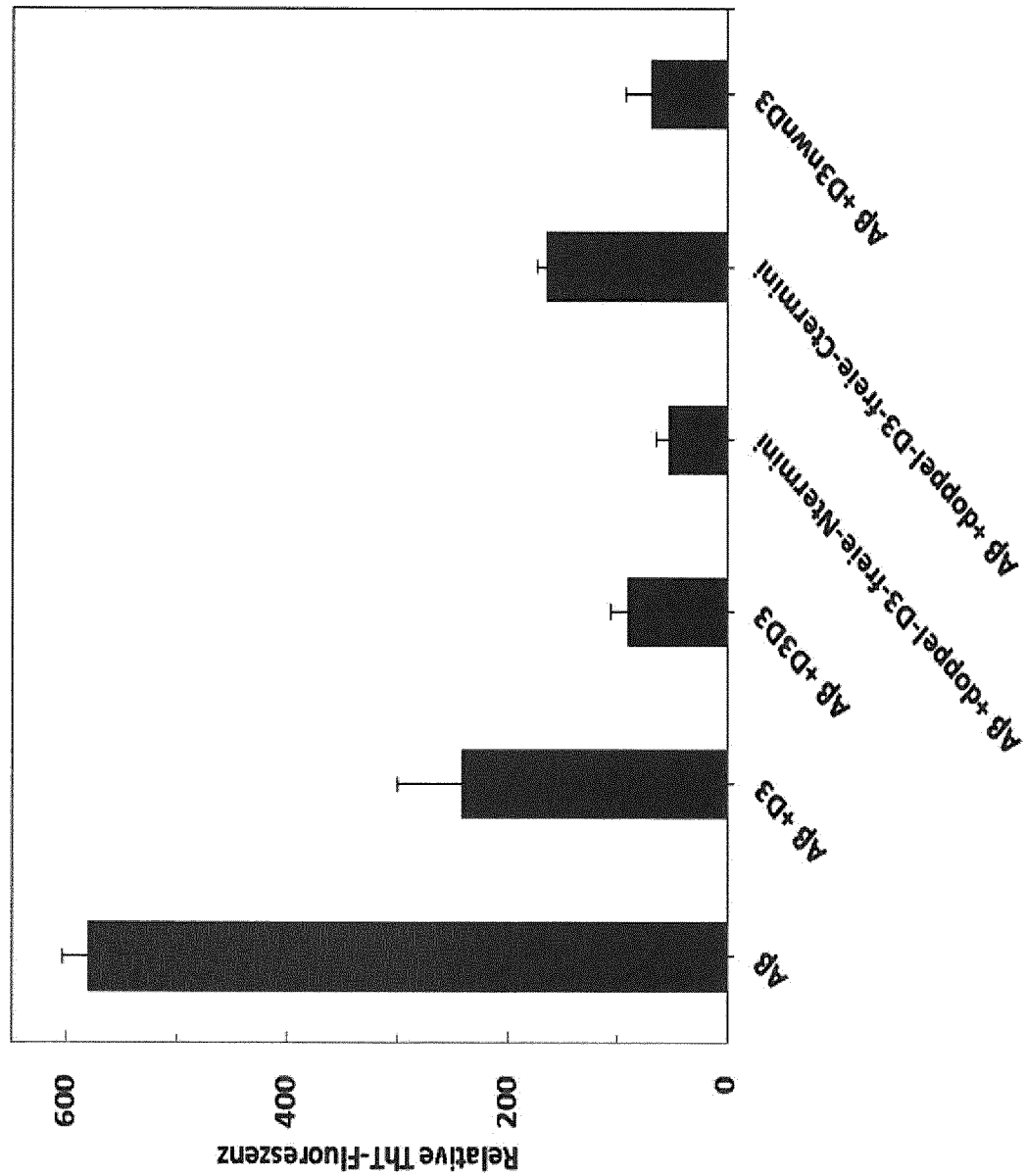


Fig. 1

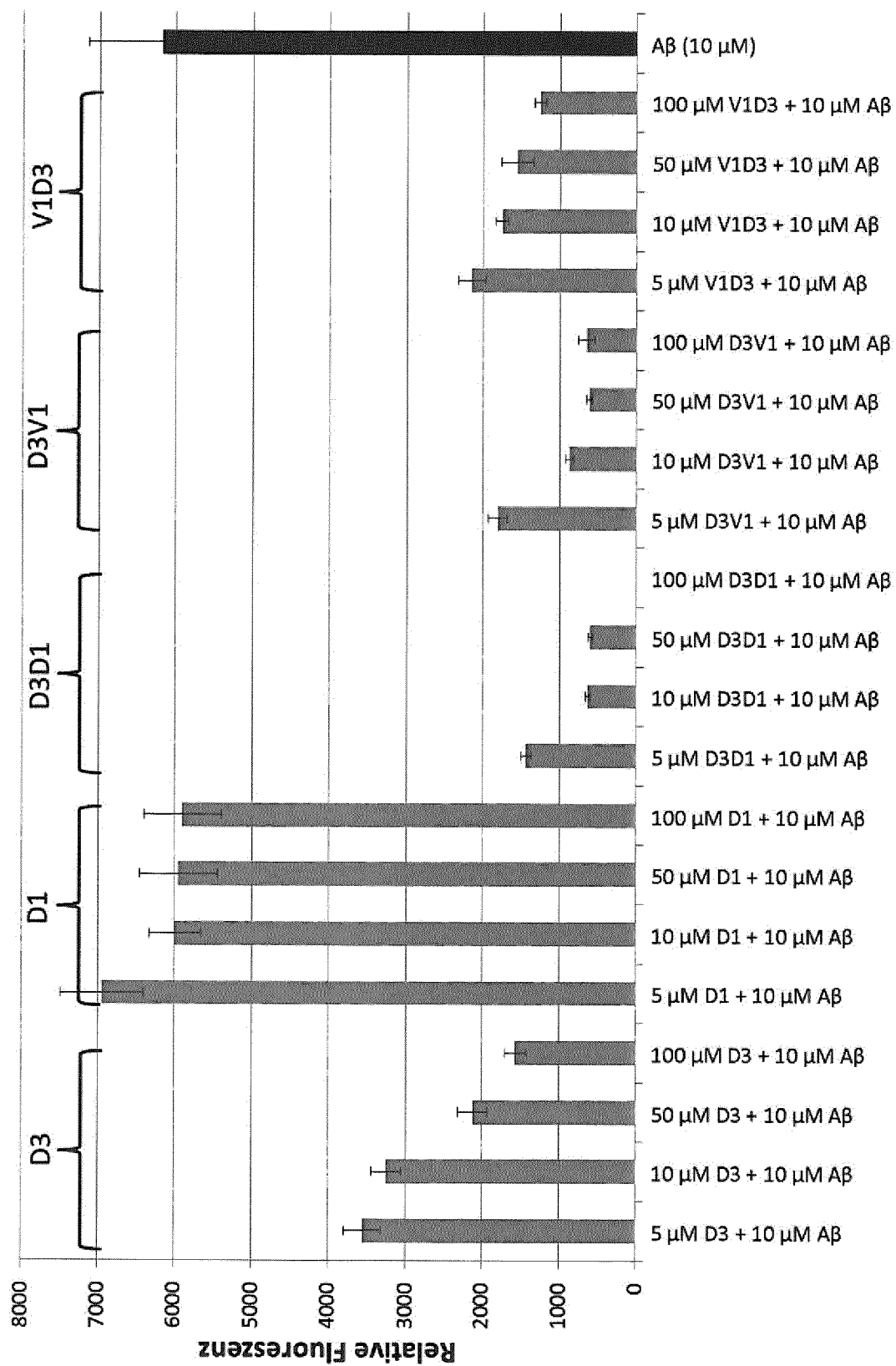


Fig. 2

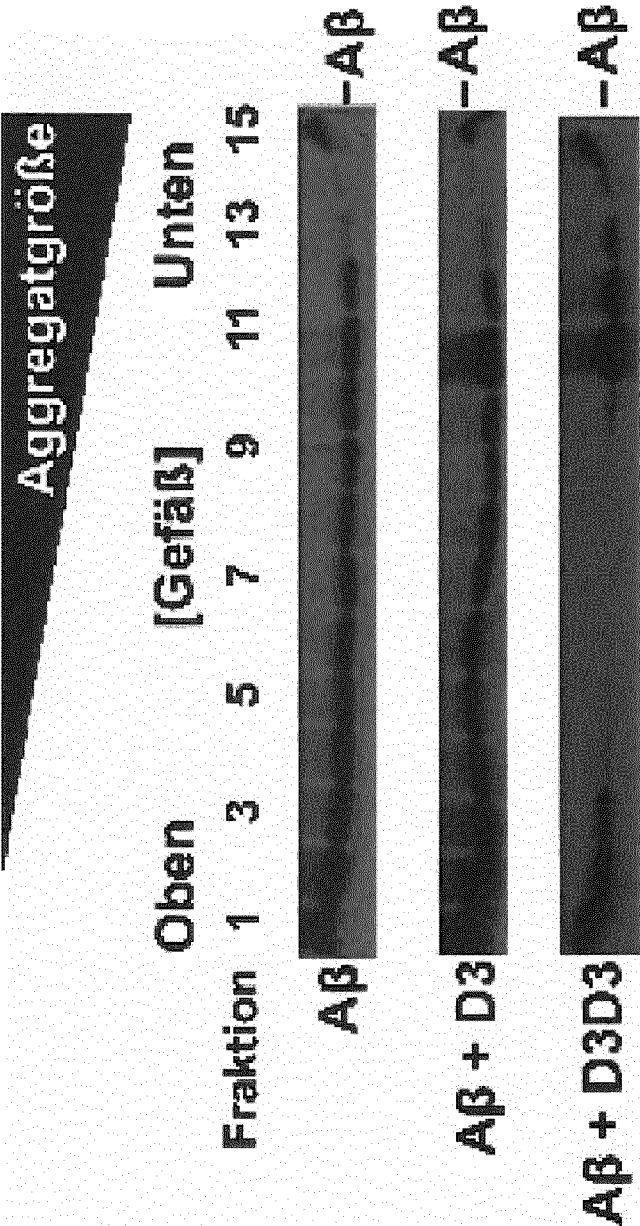


Fig. 3

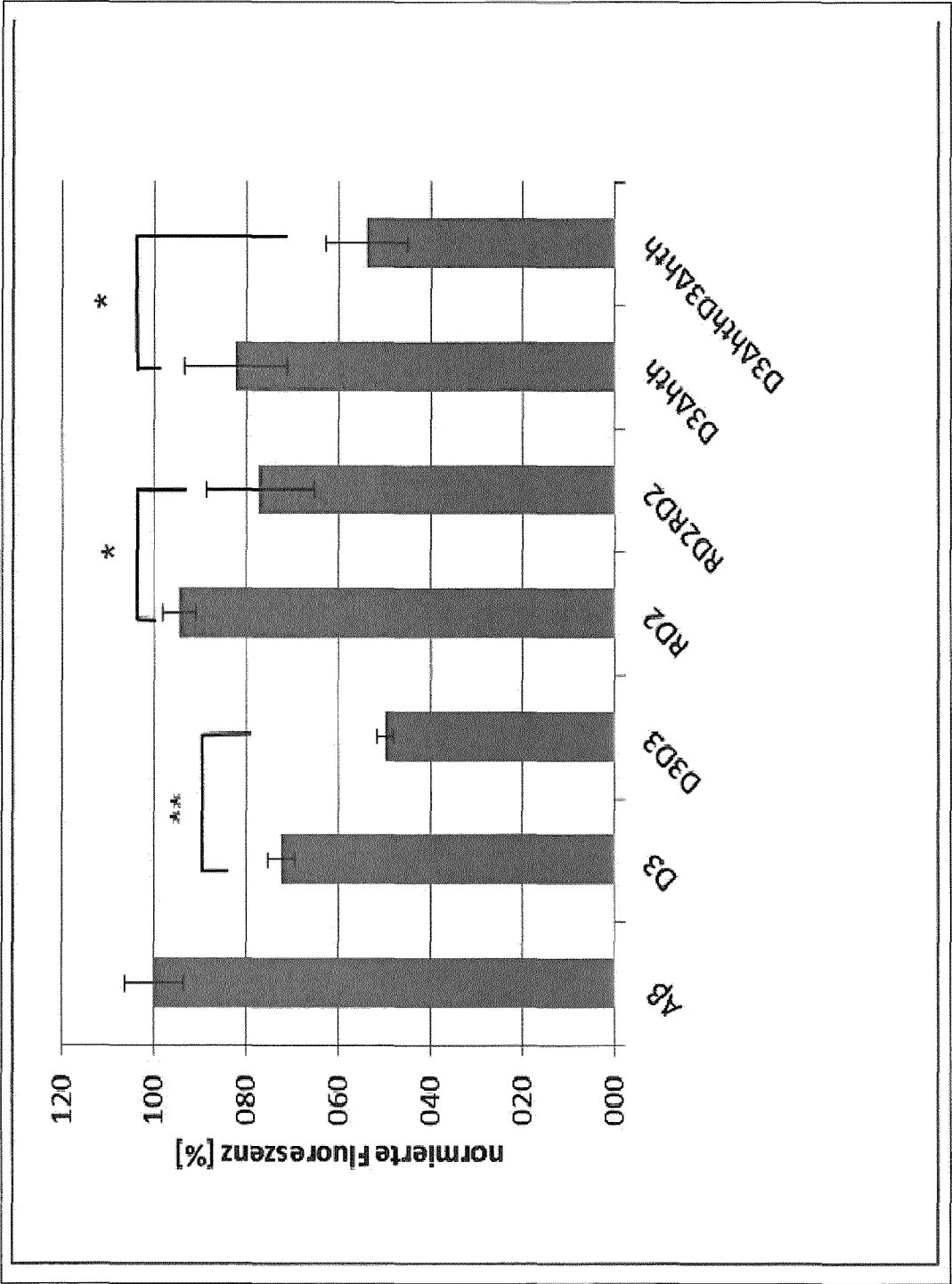


Fig. 4

D3-Bindung an Abeta(1-42)-Fibrillen

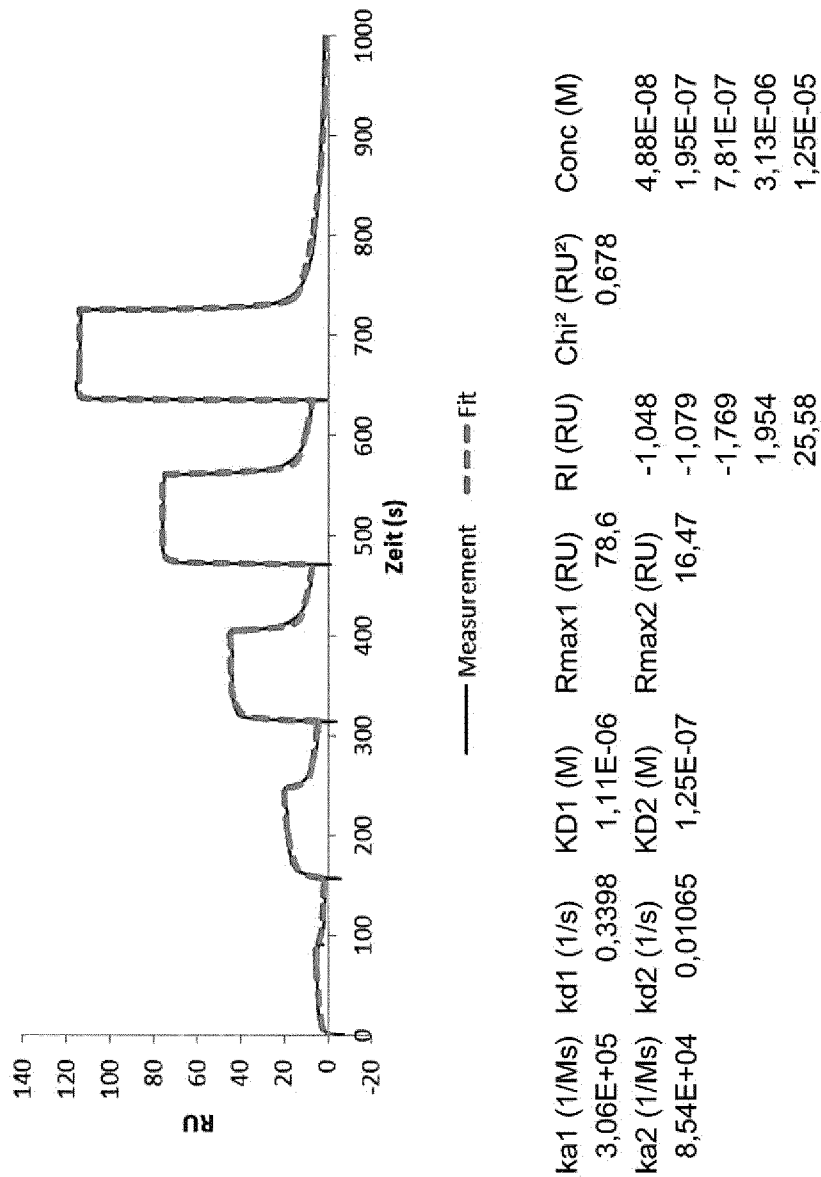
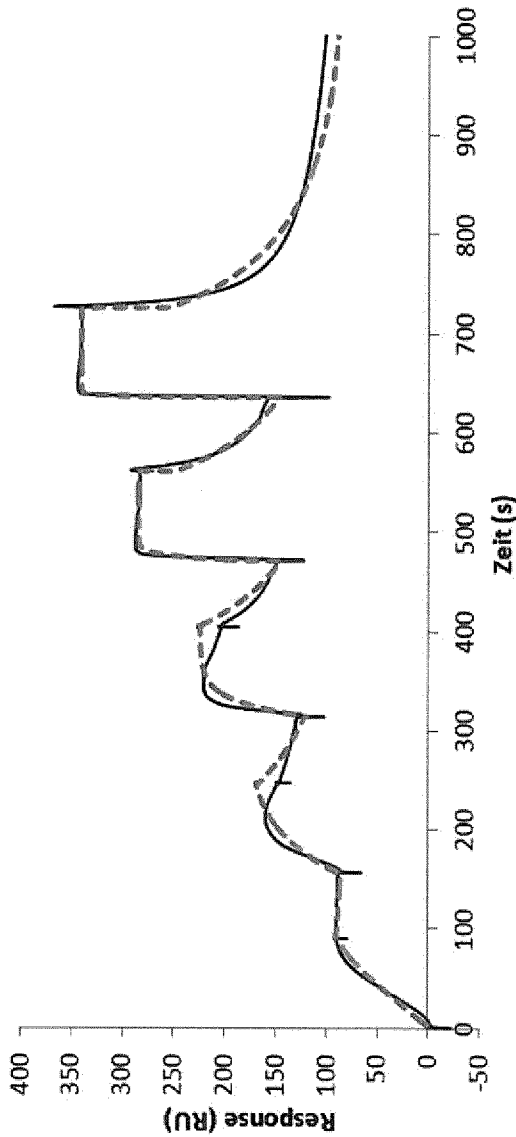


Fig. 5

D3D3-Bindung an Abeta(1-42)-Fibrillen



ka1 (1/Ms)	kd1 (1/s)	KD1 (M)	Rmax1 (RU)	Conc (M)	RI (RU)	Chi² (RU²)
4,00E+06	3,51E-05	8,77E-12	81,73	4,88E-08	-1,455	80,7
ka2 (1/Ms)	kd2 (1/s)	KD2 (M)	Rmax2 (RU)			
9,50E+04	0,01566	1,65E-07	175,6	1,95E-07	3,096	
				7,81E-07	-2,225	
				3,13E-06	36,46	
				1,25E-05	85,86	

Fig. 6