

WIKIPEDIA

# Monoklonaler Antikörper

**Monoklonale Antikörper** (**mAK**<sup>[1]</sup> oder englisch **mAB** für „molecular antibodies“) sind Antikörper, also immunologisch aktive Proteine, die von einer Zelllinie (Zellklon) produziert werden, die auf einen einzigen B-Lymphozyten zurückgehen, und die sich gegen ein einzelnes Epitop richten. Eine physiologisch (natürlich) vorkommende Immunantwort gegen ein in den Körper eingedrungenes Antigen ist dagegen stets polyklonal und richtet sich z. B. gegen viele verschiedene Epitope auf einem Bakterium.

In der Diagnostik und Forschung spielen monoklonale Antikörper eine große Rolle, da sie mit hoher Spezifität eine Anzahl von Molekülen binden können. Die Bindung der Antikörper lässt sich dann mit unterschiedlichen Techniken nachweisen. Diese Antigen-Antikörper-Reaktion bildet die Grundlage für zahlreiche experimentelle und diagnostische Verfahren (z. B. Immunphänotypisierung, FACS, Immunhistologie, ELISA, ELISPOT, Radioimmunassay und Western Blot).

Viele der von monoklonalen Antikörpern erkannten Zelloberflächenantigene menschlicher Zellen werden in der CD-Nomenklatur klassifiziert.

## Inhaltsverzeichnis

**Herstellung monoklonaler Antikörper**

**Therapeutische monoklonale Antikörper**

**Terminologie der monoklonalen Antikörper**

**Listen entwickelter Antikörper**

Zugelassene oder in klinischer Erprobung (Phase III) befindliche therapeutische monoklonale Antikörper

Zur In-vivo-Diagnostik zugelassene monoklonale Antikörper

Zurückgezogene oder aufgegebene diagnostische monoklonale Antikörper

In präklinischer Prüfung oder Phase I/II-Studien befindliche therapeutische monoklonale Antikörper

Zurückgezogene oder aufgegebene therapeutische monoklonale Antikörper

**Einzelnachweise**

## Herstellung monoklonaler Antikörper

→ *Hauptartikel: Hybridom-Technik*

Das Prinzip der Herstellung monoklonaler Antikörper wurde 1975 von César Milstein, Georges Köhler und Niels Jerne publiziert,<sup>[2]</sup> die dafür im Jahr 1984 den Nobelpreis für Medizin erhielten.<sup>[3]</sup> Die Technik beruht auf der Verschmelzung von Antikörper-produzierenden B-Zellen mit Zellen einer Myelom-Zelllinie, wodurch hybride Zellen entstehen, die unbegrenzt Antikörper einer bestimmten Spezifität produzieren.

Bei der Herstellung monoklonaler Antikörper gegen ein bestimmtes Antigen wird zunächst eine Maus mit diesem Antigen infiziert (1, siehe Abbildung). Aufgrund der Immunantwort kommt es zur Bildung von B-Lymphozyten, die Antikörper bilden, welche mit dem Antigen reagieren und die sich in der Milz anreichern. Aus der entnommenen Milz (2) werden die B-Lymphozyten isoliert und mit Zellen (Plasmazellen) einer aus einem Myelom (Plasmozytom) gewonnenen Zelllinie (3) fusioniert (4), es entstehen sogenannte Hybridomzelllinien (5). Diese Hybridomzellen vereinigen Eigenschaften ihrer Ursprungszellen: vom B-Lymphozyt die Eigenschaft einen bestimmten Antikörper zu produzieren, von der Myelomzelle die Fähigkeit zu unbegrenztem Wachstum in vitro („im Reagenzglas“). Für die Gewinnung des monoklonalen Antikörpers wird die Hybridomzelllinie ausgewählt, die am besten das gewünschte Epitop auf dem Antigen bindet (6). Die unsterbliche Zelllinie wird aufbewahrt und der Zellüberstand wird regelmäßig bei Bedarf geerntet. Die Produktion der monoklonalen Antikörper kann in vitro (7a), oder in vivo (7b) erfolgen. Die Antikörper (8) heißen monoklonal, weil sie aus einer einzigen Ursprungs-B-Zelle stammen und daher alle identisch sind.

Die Hybridzellen werden durch ein sogenanntes HAT-Medium selektiert. In diesem Nährmedium sind Hypoxanthin (ein natürlich vorkommendes Purinderivat), Thymidin und Aminopterin (Zellgift, das die Biosynthese von Purin- und Pyrimidinbasen hemmt) enthalten. Die B-Lymphozyten und damit auch die Hybridzellen können Hypoxanthin und Thymidin verstoffwechseln und so die Blockade, die durch das Aminopterin verursacht wird, umgehen. Die

verwendeten Myelomzellen sind bezüglich des alternativen Stoffwechselweges Mangelmutanten und sterben im HAT-Medium ab.

Die nicht fusionierten B-Lymphozyten haben nur eine begrenzte Lebenszeit, sodass sich nach einigen Passagen nur noch die Hybridzellen in der Kultur finden lassen.

Einen großen Fortschritt insbesondere zur Klonierung humaner Antikörper bildet die Technik des Phagen-Display.

## Therapeutische monoklonale Antikörper

Die Versuche, monoklonale Antikörper in der Therapie einzusetzen, waren zunächst nicht sehr erfolgreich. Die verwendeten Antikörper der Maus (murine Antikörper, Endung: -omab) wirken im menschlichen Organismus selbst als Antigen und können eine gegen sie gerichtete Immunantwort auslösen. Auch die für ihre erwünschte Wirkung wichtige Interaktion mit Zellen des Immunsystems des Empfängers war aufgrund der unterschiedlichen Spezies nicht optimal.

Wesentliche Fortschritte wurden erst gemacht, nachdem es in den letzten Jahren gelungen ist, modifizierte, den menschlichen Antikörpern besser angepasste monoklonale Antikörper zu entwickeln.

Daneben werden auch Antikörperkonjugate, wie beispielsweise Immunzytokine, für therapeutische und diagnostische Anwendungen, speziell in der Krebsimmuntherapie, eingesetzt.<sup>[4]</sup>

## Terminologie der monoklonalen Antikörper

→ Hauptartikel: Nomenklatur der monoklonalen Antikörper

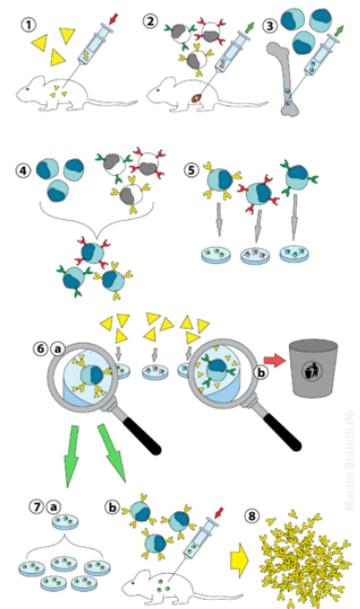
Die Freihandelsnamen aller therapeutischer monoklonaler Antikörper tragen das Suffix „...**mab**“, was für „**monoclonal antibody**“ steht. Nach Ähnlichkeit zu den menschlichen Antikörpern unterscheidet man (in aufsteigender Reihenfolge):

- murine Antikörper (von der Maus): Endung **-omab**
- Antikörper vom Primaten: Endung **-imab**
- chimäre Antikörper: Endung **-ximab** (Nur der variable Teil des AK ist Mausprotein.)
- humanisierte Antikörper: Endung **-zumab** (Nur die Antigenbindungsstellen sind Mausprotein)
- vollhumane, rekombinante Antikörper: Endung **-umab**

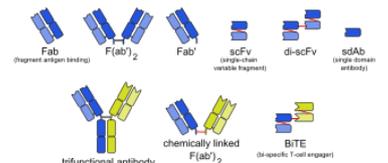
## Listen entwickelter Antikörper

### Zugelassene oder in klinischer Erprobung (Phase III) befindliche therapeutische monoklonale Antikörper

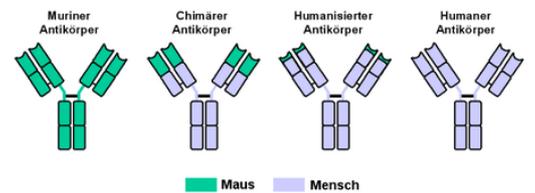
### Hybridom - Technik



Herstellung monoklonaler Antikörper durch Hybridom-Technik



Derivate monoklonaler Antikörper



Modifizierte Antikörper für die therapeutische Anwendung

Name	Handelsname	Typ	Zielstruktur	Anwendungsgebiet
Hämatologie, Onkologie				
<u>Alemtuzumab</u> <sup>5</sup>	MabCampath	humanisiert	<u>CD52-Antigen auf Lymphozyten</u>	Chronische lymphatische Leukämie, T-Zell-Lymphome <sup>2</sup> , akute lymphatische Leukämie <sup>2</sup>
<u>Apolizumab</u> <sup>1,2</sup>	Remitogen	humanisiert	<u>HLA-DR-Antigen auf B-Lymphozyten</u>	Solide Tumoren, akute lymphatische Leukämie, chronische lymphatische Leukämie, Non-Hodgkin-Lymphome
<u>Atezolizumab</u> (MPDL3280A) <sup>1,2</sup>	Tecentriq (Roche)	humanisiert	<u>PD-L1</u>	Blasenkrebs (zugelassen in USA) <sup>[5]</sup> In EU positive CHMP Empfehlung. <sup>[6]</sup>
<u>Avelumab</u> (MSB0010718C) <sup>2</sup>	Bavencio (Merck / Pfizer)	human	PD-L1	Blasenkrebs, Nichtkleinzelliges Bronchialkarzinom (NSCLC) <sup>[7]</sup> , Merkelzellkarzinom <sup>[8]</sup>
<u>Bevacizumab</u>	Avastin (Roche)	humanisiert	VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor)	Darmkrebs, Brustkrebs, nichtkleinzelliges Bronchialkarzinom, feuchte, altersbedingte Makuladegeneration (Off-Label-Use) <sup>2</sup>
<u>Blinatumomab</u>	Blinicyto (Amgen)	murin, bispezifisch	<u>CD-19</u>	ALL
<u>Catumaxomab</u>	Removab (Neovii Biotech)	murin (Ratte/Maus), trifunktional	<u>EpCAM-Antigen auf Tumorzellen, CD3-Rezeptor auf T-Lymphozyten</u>	maligner Aszites aufgrund von EpCAM-positiven Karzinomen
<u>Cemiplimab</u> <sup>1,2</sup> (REGN2810)	N.N., (Sanofi / Regeneron Pharmaceuticals)	vom Primaten	PD-1	Plattenepithelkarzinom <sup>[9]</sup>
<u>Cetuximab</u>	Erbix (BMS / Merck)	chimär	<u>EGF-Rezeptor (Epidermal Growth Factor Receptor)</u>	Darmkrebs, Kopf- und Halstumoren
<u>Daratumumab</u> <sup>1,2</sup>	Darzalex (Genmab ( <a href="http://www.genmab.com/product-pipeline/products-in-development/daratumumab/">http://www.genmab.com/product-pipeline/products-in-development/daratumumab/</a> ) / Janssen Biotech)	human	<u>CD38</u>	Multipl. Myelom, in den USA und der EU bereits zugelassen <sup>[10][11]</sup>
<u>Durvalumab</u> <sup>1,2</sup>	Imfinzi (AstraZeneca / Medimmune)	human	PD-L1	Bronchialkarzinom <sup>1,2</sup>
<u>Eculizumab</u>	Soliris (Alexion)	humanisiert	<u>C5 Komplement-Faktor</u>	Paroxysmale nächtliche Hämoglobinurie (PNH)
<u>Elotuzumab</u> <sup>1,2</sup>	Empliciti (BMS)	humanisiert	<u>Signaling Lymphocyte Activation Molecule (SLAMF7; CS1)</u>	Multipl. Myelom, in den USA bereits zugelassen <sup>[12]</sup>
<u>Emicizumab</u> <sup>1,2</sup> (ACE910)	Hemlibra (Roche)	humanisiert, bispezifisch	<u>Faktor IXa und X</u>	Hemmkörperhämophilie <sup>[13]</sup>
<u>Epratuzumab</u> <sup>1,2</sup>	LymphoCide (UCB)	humanisiert	<u>CD22-Antigen</u>	Non-Hodgkin-Lymphome, Autoimmunerkrankungen, akute lymphatische Leukämie
<u>Gemtuzumab-Ozogamicin</u> <sup>1</sup>	Mylotarg (Wyeth)	humanisiert, Calicheamicin-beladen	<u>CD33-Antigen</u>	Akute myeloische Leukämie
<u>Ibritumomab-Tiuxetan</u>	Zevalin (Bayer)	murin, <sup>90</sup> Y-markiert	<u>CD20-Antigen auf B-Lymphozyten</u>	Non-Hodgkin-Lymphome (Radioimmuntherapie)
<u>Inotuzumab-Ozogamicin</u> (als Konjugat) <sup>1,2</sup>	Besponsa (Pfizer)	humanisiert	<u>CD22-Antigen</u>	Akute lymphatische Leukämie
<u>Ipilimumab</u>	Yervoy (BMS)	human	<u>CTLA-4</u>	Malignes Melanom
<u>Mogamulizumab</u>	Poteligeo (Kyowa Hakko Kirin)	humanisiert	<u>CCR4</u>	Adulte T-Zell-Leukämie, verschiedene Non-Hodgkin-Lymphome
<u>Moxetumomabpasudotox</u> <sup>1,2</sup>	Lumoxiti (AstraZeneca)	murin	<u>CD22-Antigen</u>	Haarzellleukämie <sup>[14]</sup>
<u>Necitumumab</u> <sup>1,2</sup>	Portrazza (Eli Lilly)	human	<u>EGF-Rezeptor (Epidermal Growth Factor Receptor)</u>	Bronchialkarzinom, Magenkarzinom, in den USA bereits in NSCLC zugelassen <sup>[15]</sup>

<u>Nivolumab</u>	Opdivo (BMS)	human	PD-1	In Europa zugelassen bei <u>Malignes Melanom</u> und <u>Nichtkleinzelliges Bronchialkarzinom</u> <sup>[16]</sup>
<u>Obinutuzumab</u>	Gazyva	humanisiert	CD20-Antigen auf <u>B-Lymphozyten</u>	<u>Chronische lymphatische Leukämie</u> , <u>follikuläres Lymphom</u>
<u>Ofatumumab</u>	Arzerra (GSK)	human	CD20-Antigen auf <u>B-Lymphozyten</u>	<u>Chronische lymphatische Leukämie</u>
<u>Olaratumab</u> <sup>1,2</sup>	Lartruvo (Eli Lilly)	human	IgG1 auf PDGF Receptor- $\alpha$ (platelet-derived growth factor receptor $\alpha$ )	<u>Sarkom</u> ; Zulassung widerrufen <sup>[17]</sup>
<u>Oregovomab</u> <sup>1,2</sup>	OvaRex (United Therapeutics)	murin	CA-125	<u>Ovarialkarzinom</u>
<u>Panitumumab</u>	Vectibix (Amgen)	human	EGF-Rezeptor (Epidermal Growth Factor Receptor)	EGF-Rezeptor exprimierende Tumoren, insb. metastasiertes kolorektales Karzinom
<u>Pembrolizumab</u> (MK-3475)	Keytruda (MSD)	humanisiert	PD-1	<u>Melanom</u> , <u>Mesotheliom</u> , <u>NSCLC</u>
<u>Pertuzumab</u>	Perjeta (Roche)	humanisiert	HER2/neu, HER2/neu-Rezeptor; Pertuzumab inhibiert die Dimerisierung der Zielstruktur sowie deren Heterodimerisierung mit anderen HER-Rezeptoren (z. B. EGF-Rezeptor (EGFR)), wodurch das Tumorwachstum verlangsamt werden soll	<u>Mammakarzinom</u> , klinische Studien u. a. beim <u>Ovarialkarzinom</u> , <u>Bronchialkarzinom</u> und <u>Prostatakarzinom</u>
<u>Ramucirumab</u>	Cyramza (Eli Lilly)	human	VEGF-Rezeptor 2	<u>Bronchialkarzinom</u> , <u>Magenkarzinom</u>
<u>Rituximab</u>	MabThera (Roche / Biogen)	chimär	CD20-Antigen auf <u>B-Lymphozyten</u>	<u>Non-Hodgkin-Lymphome</u>
<u>Rovalpituzumabtesirin</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Stemcentrx)	humanisiert	delta-like protein 3 (DLL3)	<u>Kleinzelliges Bronchialkarzinom (SCLC)</u>
<u>Siltuximab</u>	Sylvant (Janssen)	chimär	bindet humanes IL-6	<u>Morbus Castleman (MCD)</u> , <u>Multiple Myelom</u>
<u>Tremelimumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (AstraZeneca / Medimmune)	human	CTLA-4	<u>Bronchialkarzinom</u> <sup>1,2</sup> <u>Mesotheliom</u> <sup>1,2</sup>
<u>Tositumomab</u> <sup>1</sup>	Bexxar (GSK)	murin, <sup>131</sup> I-markiert	CD20-Antigen auf <u>B-Lymphozyten</u>	<u>Non-Hodgkin-Lymphome (Radioimmuntherapie)</u>
<u>Trastuzumab</u>	Herceptin (Roche)	humanisiert	HER2/neu-Rezeptor	<u>Brustkrebs</u> , <u>Magenkarzinom</u>
<u>Zanolimumab</u> <sup>1,2</sup>	HuMax-CD4 (Genmab)	human	CD4-Antigen auf <u>T-Lymphozyten</u>	<u>T-Zell-Lymphome</u>
<u>Autoimmunerkrankungen, Transplantatabstoßung, Schmerz</u>				
<u>Adalimumab</u>	Humira	human	TNF- $\alpha$ (Tumor Necrosis Factor $\alpha$ )	<u>Rheumatoide Arthritis</u> , <u>Psoriasis-Arthritis</u> , <u>Morbus Bechterew</u> , <u>Morbus Crohn</u>
<u>Alemtuzumab</u> <sup>5</sup>	Lemtrada	humanisiert	CD52-Antigen auf <u>Lymphozyten</u>	<u>Multiple Sklerose</u>
<u>Anifrolumab</u> <sup>1,2</sup> (MEDI-546)	N.N.	human	anti-type-I IFN	<u>Lupus erythematoses</u>
<u>Basiliximab</u>	Simulect	chimär	CD25-Antigen (Interleukin-2-Rezeptor)	Prophylaxe der akuten Abstoßungsreaktion bei <u>Nierentransplantation</u>
<u>Belimumab</u>	Benlysta	human	BLys (B-Lymphozyten-Stimulator, ein Zytokin der TNF-Superfamilie)	<u>Lupus erythematoses</u>

<u>Brodalumab</u> <sup>1,2</sup>	Kyntheum (LEO Pharma)	human	Interleukin-17-Rezeptor	Psoriasis, Psoriasis-Arthritis, Asthma
<u>Canakinumab</u>	Ilaris	human	Interleukin-1-beta-Rezeptor	Periodische Fiebersyndrome (CAPS, TRAPS, HIDS/MKD, FMF), Systemische juvenile idiopathische Arthritis (SJIA), Gichtarthritis
<u>Certolizumab</u>	Cimzia	humanisiert	TNF- $\alpha$ (Tumor Necrosis Factor $\alpha$ )	Rheumatoide Arthritis, Axiale Spondylarthritis, Psoriasis-Arthritis, Psoriasis, Morbus Crohn (nicht in Deutschland)
<u>Clazakizumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (BMS)	humanisiert	Interleukin-6-Rezeptor	Rheumatoide Arthritis
<u>Daclizumab</u>	Zenapax (a.H.); Zinbryta (a.H.)	humanisiert	CD25-Antigen (Interleukin-2-Rezeptor)	Multiple Sklerose, aber aus dem Handel (a.H.) genommen <sup>[18]</sup>
<u>Epratuzumab</u> <sup>1,2</sup>	LymphoCide	humanisiert	CD22-Antigen	Autoimmunerkrankungen, Non-Hodgkin-Lymphome,
<u>Fasinumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Regeneron Pharmaceuticals)	human	Nerve Growth Factor (NGF)	Schmerz bei Osteoarthritis
<u>Guselkumab</u> <sup>1,2</sup>	Tremfya (Janssen)	human	Anti-Interleukin-23	Psoriasis, Rheumatoide Arthritis
<u>Golimumab</u>	Simponi	human	TNF- $\alpha$ (Tumor Necrosis Factor $\alpha$ )	Colitis ulcerosa, Rheumatoide Arthritis, Psoriasis-Arthritis, Morbus Bechterew
<u>Infliximab</u>	Remicade	chimär	TNF- $\alpha$ (Tumor Necrosis Factor $\alpha$ )	Morbus Crohn, Rheumatoide Arthritis, Morbus Bechterew, Psoriasis-Arthritis, Colitis ulcerosa
<u>Ixekizumab</u>	Taltz	humanisiert	Interleukin-17A-Rezeptor (IL-17A)	Psoriasis, Psoriasis-Arthritis
<u>Mavrilimumab (CAM-3001)</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (AstraZeneca)	human		Rheumatoide Arthritis
<u>Muromonab-CD3</u>	Orthoclone OKT3	murin	CD3-Rezeptor auf T-Lymphozyten	Behandlung der akuten Abstoßungsreaktion bei Nieren-, Herz- und Lebertransplantationen
<u>Natalizumab</u> <sup>3</sup>	Tysabri	humanisiert	CD49d ( $\alpha_4$ -Integrin)	Multiple Sklerose
<u>Risankizumab</u> <sup>1,2</sup>	Skyrizi (AbbVie)	humanisiert	Interleukin-23-Rezeptor	Psoriasis, <sup>[19]</sup> Psoriasis-Arthritis, Morbus Crohn
<u>Rituximab</u>	MabThera	chimär	CD20-Antigen auf B-Lymphozyten	Rheumatoide Arthritis
<u>Sarilumab</u>	Kevzara	human	Interleukin-6-Rezeptor (IL-6R)	Rheumatoide Arthritis
<u>Secukinumab</u>	Cosentyx (Novartis)	human	Interleukin-17A-Rezeptor	Psoriasis, Psoriasis-Arthritis, Morbus Bechterew
<u>Sifalimumab (MEDI-545)</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (AstraZeneca)	human		Lupus erythematoses
<u>Sirukumab</u> <sup>1,2</sup>	Plivensia (Janssen Pharmaceutica / GlaxoSmithKline)	human	Interleukin-6-Rezeptor	Rheumatoide Arthritis, aber seitens der FDA negative Empfehlung <sup>[20]</sup>
<u>Tocilizumab</u>	RoActemra	humanisiert	Interleukin-6-Rezeptor	Rheumatoide Arthritis, Zytokinsturm nach Behandlung mit CART-Zellen, Riesenzellerarthritis <sup>[21]</sup>
<u>Ustekinumab</u>	Stelara	human	Interleukin 12/23	Plaque-Psoriasis
<u>Vedolizumab</u> <sup>1,2</sup>	Entyvio	humanisiert	IgG1	Morbus Crohn und Colitis ulcerosa
<u>Hypercholesterinämie</u>				
<u>Alirocumab</u>	Praluent (Sanofi)	human	PCSK9 (darüber indirekt: LDL-Rezeptor)	Hypercholesterinämie (Prävention kardiovaskulärer Ereignisse einschl. Schlaganfall)
<u>Evinacumab (REGN1500)</u> <sup>1,2</sup>	NN (Regeneron / Sanofi)	human	PCSK9	Homozygote familiäre Hypercholesterinämie
<u>Evolocumab (AMG-145)</u>	Repatha (Amgen)	human	PCSK9 (darüber indirekt: LDL-	Hypercholesterinämie (Prävention kardiovaskulärer Ereignisse einschl.

			Rezeptor)	Schlaganfall)
<b>Kardiovaskuläre Erkrankungen</b>				
<u>Abciximab</u>	ReoPro	chimär, Fab-Fragment	GPIIb/IIIa auf Thrombozyten	Verhinderung eines Gefäßverschlusses nach PTCA, Verkauf eingestellt <sup>[22]</sup>
<b>Spezielle Therapieformen</b>				
<u>Idarucizumab</u>	Praxbind	humanisiert	Antikörperfragment (Fab), das mit sehr hoher Affinität an Dabigatran bindet.	Antidot zur raschen und spezifischen Aufhebung der durch Dabigatran bedingten Gerinnungshemmung <sup>[23]</sup>
<b>Infektionskrankheiten</b>				
<u>Bezlotoxumab</u> <sup>1,2</sup>	Zinplava (MSD)	human	Clostridium difficile Toxin B	Clostridium-difficile-Infektion (CDI) <sup>[24]</sup>
<u>Casirivimab/Imdevimab</u>	REGN-COV2 (Regeneron Pharmaceuticals)	chimär	SARS-CoV-2	Coronavirus-Infektion <sup>[25]</sup>
<u>Motavizumab</u> <sup>4</sup> <sup>[26]</sup> <sup>[27]</sup>	Numax	chimär	Bestandteil des Respiratory Syncytial Virus (RSV)	Prophylaxe der RSV (respiratory syncytial virus)-Pneumonie bei Frühgeborenen, ELBW (Extrem Low Birth Weight Preterm) und VLBW (Very Low Birth Weight Preterm)
<u>Palivizumab</u>	Synagis	humanisiert	Bestandteil des Respiratory Syncytial Virus (RSV)	Prophylaxe der RSV-Pneumonie bei Frühgeborenen
<u>Ibalizumab</u>	Trogarzo	humanisiert	CD4-T-Zellrezeptor	AIDS
<b>Neurologische Erkrankungen</b>				
<u>Aducanumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Biogen)	human	td.	Alzheimer
<u>Eptinezumab</u>	N.N.	humanisiert	Calcitonin Gene-Related Peptide (CGRP)	Migräne <sup>[28]</sup> <sup>[29]</sup>
<u>Erenumab</u>	Aimovig (Amgen)	human	Calcitonin Gene-Related Peptide (CGRP) receptor	Migräne <sup>[30]</sup> <sup>[31]</sup> <sup>[32]</sup>
<u>Fremanezumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Teva)	humanisiert	Calcitonin Gene-Related Peptide (CGRP)	Migräne <sup>[33]</sup> Cluster-Kopfschmerz <sup>[34]</sup>
<u>Galcanezumab</u> <sup>1,2</sup>	Emgality (Eli Lilly)	humanisiert	Calcitonin Gene-Related Peptide (CGRP)	Migräne <sup>[35]</sup> <sup>[36]</sup> Cluster-Kopfschmerz <sup>[37]</sup>
<u>Ocrelizumab</u> <sup>1,2</sup>	Ocrevus (Roche)	humanisiert	CD20-Antigen	Multiple Sklerose
<u>Solanezumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Eli Lilly)	humanisiert	td.	Alzheimer-Krankheit
<u>Ublituximab</u>	N.N. (TG Therapeutics)	chimär (mouse/human)	CD20-Antigen auf B-Lymphozyten	Multiple Sklerose
<b>Augenheilkunde</b>				
<u>Ranibizumab</u>	Lucentis	humanisiert, Fab-Fragment	VEGF-A (Vascular Endothelial Growth Factor A)	Feuchte Makuladegeneration
<b>Dermatologie</b>				
<u>Adalimumab</u>	Humira	human	TNF-α (Tumor Necrosis Factor α)	Psoriasis
<u>Dupilumab</u>	Dupixent (Sanofi)	human	Interleukin 4/13	Atopisches Ekzem <sup>[38]</sup> <sup>[39]</sup> <sup>[40]</sup> <sup>[41]</sup> Sinusitis
<u>Efalizumab</u>	Raptiva	humanisiert	CD11a-Antigen	Psoriasis
<u>Infliximab</u>	Remicade	chimär	TNF-α (Tumor Necrosis Factor α)	Psoriasis
<u>Nemolizumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (Chugai)	humanisiert	Interleukin 31	Atopisches Ekzem
<u>Tildrakizumab</u>	Ilumetri	human	Interleukin 23	Mittelschwere bis schwere Plaque-

				Psoriasis
<u>Ustekinumab</u>	Stelara	human	<u>Interleukin 12/23</u>	<u>Plaque-Psoriasis</u>
<u>Allergische Erkrankungen</u>				
<u>Benralizumab</u>	Fasenra (AstraZeneca)	humanisiert	<u>Alpha-Untereinheit des IL-5-Rezeptors (IL-5R<math>\alpha</math>)</u>	Asthma; in COPD bisher zwar geprüft, aber nicht erfolgreich <sup>[42]</sup>
<u>Mepolizumab</u>	Nucala (GSK)	humanisiert	<u>Interleukin-5</u>	Asthma, COPD, Hypereosinophilie-Syndrom, Eosinophile Granulomatose mit Polyangiitis
<u>Omalizumab</u>	Xolair	humanisiert	<u>IgE (F<sub>c</sub>-Teil)</u>	Schweres Asthma bronchiale, chronische idiopathische Urtikaria (Nesselsucht)
<u>Reslizumab</u>	Cinqaero (Teva)	humanisiert	<u>Interleukin-5</u>	Asthma
<u>Tralokinumab</u> <sup>1,2</sup>	N.N. (AstraZeneca / Medimmune), Adtralza (LEO Pharma)	human	<u>IL-13</u>	Schweres Asthma bronchiale, <u>Atopisches Ekzem</u>
<u>Zahnheilkunde</u>				
( <u>plantibody</u> ) <sup>1,2</sup>	CaroRx	rekombinant in Pflanzen hergestellt („plantibody“)	spezifische Bindung an <i>Streptococcus mutans</i> (Leitkeim der Zahnkaries)	als Mundspülung gegen Zahnkaries; Beseitigung von <i>S. mutans</i> aus der Mundflora <sup>[43]</sup>
<u>Osteologie</u>				
<u>Denosumab</u>	Prolia, XGEVA	human	RANK-Ligand (Rezeptoraktivator des NF- $\kappa$ B Liganden, RANKL)	<u>Osteoporose</u> ; <u>Knochenmetastasen</u>
<u>Romosozumab</u>	Evenity (Amgen / UCB)	humanisiert	<u>Sclerostin</u>	postmenopausale <u>Osteoporose</u>

<sup>1</sup>In Deutschland bisher nicht zugelassen oder in der Zulassung (kann nicht mehr aktuell sein)

<sup>2</sup>In klinischen Studien

<sup>3</sup>Trotz möglicher seltener schwerer Nebenwirkungen von der FDA unter strengen Voraussetzungen wieder in den USA zugelassen, europäische Zulassung seit 6/2006

<sup>4</sup>Entwicklung eingestellt.

<sup>5</sup>Durch den Hersteller – als MabCampath – vom Markt genommen, um die Substanz unter einem neuen Handelsnamen und einer anderen Indikation (MS) wieder auf den Markt zu bringen.<sup>[44]</sup> Kritisiert von der Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (AkdÄ).<sup>[45]</sup>

## Zur In-vivo-Diagnostik zugelassene monoklonale Antikörper

Name	Präparat	Typ	Zielstruktur	Anwendungsgebiet
<u>Sulesomab</u>	LeukoScan	murin, <sup>99m</sup> Tc-markiert	IMMU-MN3 Fab'-SH Fragment gegen <u>Granulozyten</u>	<u>Osteomyelitis</u>
<u>Arcitumomab</u>	CEA-Scan	murin, <sup>99m</sup> Tc-markiert	IMMU-4 F(ab') <sub>2</sub> gegen <u>CEA</u>	<u>kolorektales Karzinom</u>

## Zurückgezogene oder aufgegebene diagnostische monoklonale Antikörper

Name	Präparat	Typ	Zielstruktur	Geplante Anwendungsgebiete	Komplikationen und Kommentar
Igovomab	Indimacis 125	murin, <sup>111</sup> In markiert	CA 125-Antigen	ovarielle seröse <u>Adenokarzinome</u>	1999 auf Antrag der Herstellerfirma vom europäischen Markt genommen. <sup>[46]</sup> Begründung?

## In präklinischer Prüfung oder Phase I/II-Studien befindliche therapeutische monoklonale Antikörper

Name	Präparat	Typ	Zielstruktur	Anwendungsgebiet
<u>Atrosab</u>	–	humanisiert	CD120a (TNFR1)	<u>Morbus Crohn</u> , <u>Multiple Sklerose</u> , <u>Rheumatoide Arthritis</u>
<u>Brentuximab</u>	–	chimär	CD30	<u>Lymphome</u>
<u>Cantuzumab</u>	–	humanisiert, Mersantin-konjugiert	CanAg (MUC1), Antikörper konjugiert mit Mersantin (Toxin)	<u>Darmkrebs</u> , <u>Magenkarzinom</u> , <u>Pankreaskarzinom</u> , <u>NSCLC</u>
<u>Labetuzumab</u>	–	humanisiert	<u>Carcinoembryonales Antigen (CEA)</u>	<u>Darmkrebs</u> , <u>Pankreaskarzinom</u> , <u>Ovariakarzinom</u>
<u>Nimotuzumab</u>	TheraCim®	humanisiert	EGF-Rezeptor (Epidermal Growth Factor Receptor)	<u>metastasierendes Irinotecan-refraktäres Kolorektalkarzinom</u>
<u>Mapatumumab</u>	–	human	–	<u>Darmkrebs</u>
<u>Matuzumab</u>	EMD72000	humanisiert	EGF-Rezeptor (Epidermal Growth Factor Receptor)	<u>Magenkrebs</u> , <u>Darmkrebs</u> , <u>NSCLC</u>
<u>Pertuzumab</u>	Omnitarg®	humanisiert	<u>HER2/neu</u>	<u>Brustkrebs</u> , <u>Prostatakarzinom</u> , <u>Ovariakarzinom</u> , <u>NSCLC</u>
<u>R1450</u> <sup>[47]</sup>	–	human	Amyloid-β	<u>Alzheimer-Krankheit</u>
<u>1D09C3</u> <sup>[48]</sup>	–	human	MHC-II	<u>Non-Hodgkin-Lymphom (NHL)</u>

## Zurückgezogene oder aufgegebene therapeutische monoklonale Antikörper

Name	Präparat	Typ	Zielstruktur	Geplante Anwendungsgebiete	Komplikationen und Kommentar
<u>Bococizumab</u>	N.N. (Pfizer)	humanisiert	PCSK9 (darüber indirekt: LDL-Rezeptor)	<u>Hypercholesterinämie</u>	Pfizer hat die weitere Entwicklung eingestellt. <sup>[49]</sup>
<u>Briakinumab</u>	–		p40-Untereinheit von Interleukin-12 (IL-12) und Interleukin-23 (IL-23)	<u>Psoriasis</u>	Zulassungsantrag von Abbott zurückgezogen
<u>Galiximab</u>	–	chimär	CD80-Antigen	<u>Non-Hodgkin-Lymphome</u>	
<u>Lumiliximab</u>	–	chimär (Macaque/human)	CD23-Antigen auf B-Lymphozyten	<u>Chronische lymphatische Leukämie</u>	
<u>Nebacumab</u>	Centoxin®	humanisiert (IgM)	Endotoxin	<u>Sepsis</u>	Zulassung in Europa 1991, 1993 wegen erhöhter Sterblichkeit bei Patienten nach Behandlung mit Nebacumab im Vergleich zu Placebo vom Markt genommen. <sup>[50]</sup>
<u>Edrecolomab</u>	Panorex®	Maus IgG2a	EpCAM	<u>Darmkrebs</u>	Zulassung in Deutschland 1995, 2000 vom Markt genommen, da die bisherige Standardtherapie wirksamer war.
<u>TGN1412</u>	–	humanisiert	CD28	<u>Leukämie und Autoimmunerkrankungen (wie Multiple Sklerose und Rheuma)</u>	Zytokinsturm. In der öffentlichen Kritik standen Mängel in der Versuchsplanung und -durchführung, z. B. dass das Präparat an 6 Probanden gleichzeitig abgegeben wurde, und dass die Wirkmechanismen nicht verstanden worden waren.

## Einzelnachweise

- <https://edoc.rki.de/handle/176904/5376>
- G. Köhler, C. Milstein: *Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity*. In: *Nature*, Band 256, 1975, S. 495–497. PMID 1172191. doi:10.1038/256495a0, Nachdruck in: *J. Immunol.*, Band 174, S.

- 2453–2455. PMID 15728446, jimmunol.org (<http://www.jimmunol.org/cgi/reprint/174/5/2453.pdf>) (PDF)
3. Informationen (<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1984/summary/>) der Nobelstiftung zur Preisverleihung 1984 an César Milstein, Georges Köhler und Niels Jerne (englisch)
  4. Hans Bojar: *Funktionsweise einer Krebsimmuntherapie*. (<https://www.prof-bojar.de/immuntherapie-bei-krebs/>) Hans Bojar, abgerufen am 27. November 2019.
  5. Tess Stynes: *FDA Approves Roche Immunotherapy for Bladder Cancer*. (<http://www.wsj.com/articles/fda-approve-s-roche-immunotherapy-for-bladder-cancer-1463596316>) In: *wsj.com*. 18. Mai 2016, abgerufen am 30. Mai 2016 (englisch).
  6. CHMP recommends EU approval for Roche’s TECENTRIQ (atezolizumab) in a specific type of metastatic lung and two types of metastatic bladder cancer (<http://www.roche.com/media/store/releases/med-cor-2017-07-21.htm>), PM Roche vom 21. Juli 2017, abgerufen am 10. August 2017
  7. Klinische Studie (Phase 3): *Avelumab in Non-Small Cell Lung Cancer (JAVELIN Lung 200)* (<https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02395172>) bei Clinicaltrials.gov der NIH
  8. Positive Stellungnahme des CHMP der EMA für Avelumab bei metastasiertem Merkelzellkarzinom (<https://www.merckgroup.com/de/news/avelumab-21-07-2017.html>) (Seite nicht mehr abrufbar, Suche in Webarchiven (<http://timetravel.mementoweb.org/list/2010/https://www.merckgroup.com/de/news/avelumab-21-07-2017.html>)) Info: Der Link wurde automatisch als defekt markiert. Bitte prüfe den Link gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis. PM Merck, Pressemitteilung, 21. Juli 2017; abgerufen am 28. Juli 2017
  9. Sanofi and Regeneron Announce That Cemiplimab (REGN2810) Has Received FDA Breakthrough Therapy Designation for Advanced Cutaneous Squamous Cell Carcinoma (<http://news.sanofigenzyme.com/press-release/sanofi-and-regeneron-announce-cemiplimab-regn2810-has-received-fda-breakthrough-therap>), PM SanofiGenzyme vom 8. September 2017, abgerufen am 10. September 2017
  10. FDA approves Darzalex for patients with previously treated multiple myeloma (<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm472875.htm>), PM FDA vom 16. November 2015, abgerufen am 20. November 2015
  11. *Janssen’s Single-Agent DARZALEX® (daratumumab) Approved by European Commission for Treatment of Multiple Myeloma (MM) | Business Wire*. (<http://www.businesswire.com/news/home/20160523005679/en/Janssen%25E2%2580%2599s-Single-Agent-DARZALEX%25C2%25AE-daratumumab-Approved-European-Commission>) In: *www.businesswire.com*. Abgerufen am 23. Mai 2016.
  12. FDA approves Empliciti, a new immune-stimulating therapy to treat multiple myeloma (<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm474684.htm>), PM FDA vom 30. November 2015, abgerufen am 1. Dezember 2015
  13. Roche’s emicizumab for haemophilia A meets primary endpoint in phase III study (<http://www.roche.com/de/investors/updates/inv-update-2016-12-22.htm>), PM Roche vom 22. Dezember 2016, abgerufen am 5. Januar 2017
  14. US FDA approves Lumoxiti (moxetumomab pasudotox-tdfk) for certain patients with relapsed or refractory hairy cell leukaemia (<https://www.astrazeneca.com/media-centre/press-releases/2018/us-fda-approves-lumoxiti-moxetumomab-pasudotox-tdfk-for-certain-patients-with-relapsed-or-refractory-hairy-cell-leukaemia.html>), PM AstraZeneca vom 14. September 2018, abgerufen am 14. September 2018
  15. *FDA approves Portrazza to treat advanced squamous non-small cell lung cancer*. (<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm474131.htm>) FDA, Pressemitteilung, 24. November 2015; abgerufen am 25. November 2015
  16. *Nivolumab nun auch gegen Lungenkrebs*. (<http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=58946>) In: *pharmazeutische-zeitung.de*. 21. Juli 2015, abgerufen am 16. Mai 2016.
  17. *Olaratumab*. (<https://www.pharmazeutische-zeitung.de/arsneistoffe/daten/2016/olaratumablartruvo8482862016/>) Pharm. Ztg. online, Arzneistoffprofil; abgerufen am 3. August 2019
  18. Biogen und AbbVie geben die eigenverantwortliche weltweite Rücknahme der Marktzulassung von Zinbryta (Daclizumab) zur Behandlung der Multiplen Sklerose bekannt ([https://www.biogen.de/de\\_DE/news-insights/germanyaffiliatenews/02-03-2018-news.html](https://www.biogen.de/de_DE/news-insights/germanyaffiliatenews/02-03-2018-news.html)), PM Biogen vom 2. März 2018, abgerufen am 15. März 2018
  19. Positive Opinion (<https://www.ema.europa.eu/en/documents/smop-initial/chmp-summary-positive-opinion-skyrizi-en.pdf>) (PDF) EMA, Pressemitteilung, 28. Februar 2019; abgerufen am 15. März 2019
  20. FDA ADVISORY COMMITTEE DOES NOT RECOMMEND APPROVAL OF SIRUKUMAB FOR THE TREATMENT OF MODERATELY TO SEVERELY ACTIVE RHEUMATOID ARTHRITIS (<https://www.jnj.com/media-center/press-releases/fda-advisory-committee-does-not-recommend-approval-of-sirukumab-for-the-treatment-of-moderately-to-severely-active-rheumatoid-arthritis>), PM JNJ vom 2. August 2017, abgerufen am 14. August 2017
  21. Roche gains positive CHMP opinion for Actemra / RoActemra in giant cell arteritis (<http://www.roche.com/media/store/releases/med-cor-2017-07-21c.htm>), PM Roche vom 21. Juli 2017, abgerufen am 10. August 2017
  22. Janssen-Cilag GmbH: *Informationsschreiben: Freiwillige Vertriebseinstellung von ReoPro® (Abciximab) in Deutschland zum 15.12.2018*. (<https://www.pei.de/SharedDocs/Downloads/DE/newsroom/veroeffentlichungen-arzneimittel/anhaenge-am-sik-infos/2018-12-13-schreiben-reopro.html>) 12. Dezember 2018, abgerufen am 19. September 2019.
  23. Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. ([http://www.ema.europa.eu/docs/de\\_DE/document\\_library/EPAR\\_-\\_Product\\_Information/human/003986/WC500197462.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/de_DE/document_library/EPAR_-_Product_Information/human/003986/WC500197462.pdf)) (PDF) EMA; abgerufen am 23. Mai 2017

24. FDA Approves Merck's ZINPLAVA™ (bezlotoxumab) to Reduce Recurrence of Clostridium difficile Infection (CDI) in Adult Patients Receiving Antibacterial Drug Treatment for CDI Who Are at High Risk of CDI Recurrence (<http://www.mercknewsroom.com/news-release/corporate-news/fda-approves-mercks-zinplava-bezlotoxumab-reduce-recurrence-clostridium->), PM Merck vom 21. Oktober 2016, abgerufen am 5. Januar 2017
25. Coronavirus (COVID-19) Update: FDA Authorizes Monoclonal Antibodies for Treatment of COVID-19 (<https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/coronavirus-covid-19-update-fda-authorizes-monoclonal-antibody-treatment-covid-19>), FDA, Pressemitteilung, 21. November 2020. Abgerufen am 22. November 2020.
26. *AstraZeneca discontinues development of motavizumab for RSV prophylaxis indication.* (<http://www.astrazeneca.com/Media/Press-releases/Article/AstraZeneca-discontinues-motavizumab-RSV>) AstraZeneca beendet die Entwicklung von Motavizumab in RSV, Pressemeldung von AstraZeneca vom 21. Dezember 2010
27. *Motavizumab* in der englischsprachigen Wikipedia
28. *Internationaler Kopfschmerz-Kongress: Neue Antikörper-Therapien gegen Migräne in Sicht.* (<https://www.aerztezeitung.de/medizin/krankheiten/schmerz/kopfschmerzen/article/943034/internationaler-kopfschmerz-kongress-neue-antikoerper-therapien-migraene-sicht.html>) In: *Ärzte Zeitung*. Abgerufen am 9. März 2018.
29. David W Dodick, Peter J Goadsby, Stephen D Silberstein, Richard B Lipton, Jes Olesen, Messoud Ashina, Kerri Wilks, David Kudrow, Robin Kroll, Bruce Kohrman, Robert Bargar, Joe Hirman, Jeff Smith: *Safety and efficacy of eptinezumab, an antibody to calcitonin gene-related peptide, for the prevention of frequent episodic migraine: A randomised, double-blind, placebo-controlled, exploratory phase 2 trial.* In: *The Lancet Neurology*. 13, Nr. 11, 2014, S. 1100. doi:10.1016/S1474-4422(14)70209-1 (<https://doi.org/10.1016/S1474-4422%2814%2970209-1>). PMID 25297013.
30. FDA Accepts Biologics License Application For Aimovig™ (erenumab) (<http://investors.amgen.com/phoenix.zhtml?c=61656&p=RssLanding&cat=news&id=2287861>), PM Amgen vom 20. Juli 2017, abgerufen am 26. Juli 2017
31. FDA Approves Aimovig™ (erenumab-aooe), A Novel Treatment Developed Specifically For Migraine Prevention (<http://investors.amgen.com/phoenix.zhtml?c=61656&p=RssLanding&cat=news&id=2349784>), PM Amgen vom 17. Mai 2018, abgerufen am 19. Mai 2018
32. Aimovig (<https://web.archive.org/web/20180518072102/https://www.multivu.com/players/English/8004556-amgen-aimovig-fda-approval/>) (Memento des Originals (<https://giftbot.toolforge.org/deref.fcgi?url=https%3A%2F%2Fwww.multivu.com%2Fplayers%2FEnglish%2F8004556-amgen-aimovig-fda-approval%2F>) vom 18. Mai 2018 im *Internet Archive*)  **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß [Anleitung](#) und entferne dann diesen Hinweis. Multimedia News Release; abgerufen am 19. Mai 2018
33. *Internationaler Kopfschmerz-Kongress: Neue Antikörper-Therapien gegen Migräne in Sicht.* (<https://www.aerztezeitung.de/medizin/krankheiten/schmerz/kopfschmerzen/article/943034/internationaler-kopfschmerz-kongress-neue-antikoerper-therapien-migraene-sicht.html>) In: *Ärzte Zeitung*. Abgerufen am 9. März 2018.
34. A Study to Evaluate the Efficacy and Safety of TEV-48125 (Fremanezumab) for the Prevention of Episodic Cluster Headache (ECH). ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02945046. (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02945046>)
35. *Internationaler Kopfschmerz-Kongress: Neue Antikörper-Therapien gegen Migräne in Sicht.* (<https://www.aerztezeitung.de/medizin/krankheiten/schmerz/kopfschmerzen/article/943034/internationaler-kopfschmerz-kongress-neue-antikoerper-therapien-migraene-sicht.html>) In: *Ärzte Zeitung*. Abgerufen am 9. März 2018.
36. Emgality – Opinion (<https://www.ema.europa.eu/medicine/summary-opinion/emgality>), EMA vom 20. September 2018, abgerufen am 27. September 2018
37. A Study of LY2951742 in Participants With Episodic Cluster Headache. ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02397473 (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02397473>)
38. *Article in The New England Journal of Medicine vom 1. Oktober 2016* (<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMOa1610020>) Two Phase 3 Trials of Dupilumab versus Placebo in Atopic Dermatitis
39. Philipp Kressirer: *Neuer Wirkstoff gegen Neurodermitis.* (<https://idw-online.de/de/news660345>) In: *IDW Informationsdienst Wissenschaft*. idw-online.de, 5. Oktober 2016, abgerufen am 11. Oktober 2016.
40. [rme/aerzteblatt.de: Atopische Dermatitis: Dupilumab glänzt in Phase 3-Studien.](http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/70757) (<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/70757>) In: *Deutsches Ärzteblatt*. Quelle: *Clinical Trials* (Studien SOLO 1 und SOLO 2), 4. Oktober 2016, abgerufen am 17. Oktober 2016.
41. Zusammenfassung des EPAR für die Öffentlichkeit ([http://www.ema.europa.eu/docs/de\\_DE/document\\_library/EPAR\\_Summary\\_for\\_the\\_public/human/004390/WC500236510.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/de_DE/document_library/EPAR_Summary_for_the_public/human/004390/WC500236510.pdf)) (PDF) EMA, abgerufen am 27. Oktober 2017
42. GALATHEA Phase III trial did not meet the primary endpoint of a statistically-significant reduction of exacerbations in patients with COPD (<https://www.astrazeneca.com/content/astraz/media-centre/press-releases/2018/astrazeneca-provides-update-on-galatheia-phase-iii-trial-for-fasenra-in-chronic-obstructive-pulmonary-disease-11052018.html>), PM AstraZeneca vom 11. Mai 2018, abgerufen am 20. Mai 2018
43. *CaroRx.* (<http://www.planetbiotechnology.com/products.html#carorx>) planetbiotechnology.com
44. Marktrücknahme von MabCampath® (<http://www.akdae.de/Arzneimittelsicherheit/Weitere/Archiv/2012/20120810.pdf>) (PDF; 114 kB) Informationsschreiben von Genzyme, einem Unternehmen der Sanofi-Gruppe vom 10. August 2012.
45. Information und Stellungnahme der AkdÄ zur Marktrücknahme von MabCampath® (Alemtuzumab) (<http://www.akdae.de/Service/Newsletter/Archiv/News/Archiv/2012-168.html>) Newsletter der AkdÄ vom 24. August 2012.

46. [Community list of not active medicinal products for human use](http://ec.europa.eu/enterprise/pharmaceuticals/register/h025.htm), abgerufen am 5. August 2007 (<http://ec.europa.eu/enterprise/pharmaceuticals/register/h025.htm>).
47. *Clinical Trials: R1450*. (<http://www.roche-trials.com/protocolsByProductGet.action?productGenericName=R1450&productType=Drug>) Roche
48. Monoklonaler Krebsantikörper 1D09C3 erhält von Europäischer Kommission Orphan-Drug-Status für chronische lymphatische Leukämie (<https://web.archive.org/web/20140222043113/http://cities.eurip.com/article/news/entry/7707.html>) (Memento des Originals (<https://giftbot.toolforge.org/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Fcities.eurip.com%2Farticle%2Fnews%2Fentry%2F7707.html>) vom 22. Februar 2014 im *Internet Archive*)  ⓘ  Info: Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis..
49. *Pfizer Discontinues Global Development of Bococizumab, Its Investigational PCSK9 Inhibitor*. ([http://www.pfizer.com/news/press-release/press-release-detail/pfizer\\_discontinues\\_global\\_development\\_of\\_bococizumab\\_its\\_investigational\\_pcsk9\\_inhibitor](http://www.pfizer.com/news/press-release/press-release-detail/pfizer_discontinues_global_development_of_bococizumab_its_investigational_pcsk9_inhibitor)) Pfizer, Pressemitteilung, 1. November 2016; abgerufen am 5. Januar 2017
50. Artikel zu Nebacumab. (<http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9F0CE3DB1E30F931A25751C0A965958260&sec=health&spn=&pagewanted=print>) In: *New York Times*

---

 Dieser Artikel behandelt ein Gesundheitsthema. Er dient *nicht* der Selbstdiagnose und ersetzt *nicht* eine Diagnose durch einen Arzt. Bitte hierzu den [Hinweis zu Gesundheitsthemen](#) beachten!

---

Abgerufen von „[https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Monoklonaler\\_Antikörper&oldid=214983472](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Monoklonaler_Antikörper&oldid=214983472)“

---

**Diese Seite wurde zuletzt am 23. August 2021 um 10:06 Uhr bearbeitet.**

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.

Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.