



**Indikatoren für die Erfassung von Trends
der aus öffentlicher Hand finanzierten Forschung
im Bereich Genforschung**

2023

Einleitung

Im Vergleich zu anderen europäischen und OECD-Ländern zeigt die Schweiz ein hohes Ausmass an Investitionen in Forschung und Entwicklung. Die Grundlagenforschung wird vorwiegend an universitären Hochschulen und ausseruniversitären Forschungseinrichtungen des Bundes betrieben. Der Anteil der öffentlichen Hand an den gesamten Aufwendungen in Forschung und Entwicklung der Schweiz betrug in den letzten Jahren rund 27 Prozent.¹ Seit Beginn der 90er Jahre ist die Genforschung weltweit zu einem gewichtigen wissenschaftlichen Gebiet herangewachsen, welches in der Grundlagen- und in der angewandten Forschung zu bedeutenden Ergebnissen geführt hat. Auch in der Schweiz hat die Genforschung in der Industrie und in öffentlichen Forschungsinstitutionen an Bedeutung gewonnen und ist stark gewachsen. Entsprechend wurden die gesetzlichen Regulierungen zum Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) angepasst.

Ziel dieser Studie ist es, Indikatoren zur Messung von Forschungsaktivitäten an öffentlichen Forschungsinstitutionen der Schweiz im Bereich der Genforschung zu erheben. Als Genforschung eingestuft werden Forschungsprojekte, die sich mit der Isolierung, Charakterisierung und (Re)Kombination von Nukleinsäuren (DNA und RNA) befassen und Forschungsbereiche, in welchen gentechnologische Methoden zur Anwendung kommen. Die benutzten Suchbegriffe erfassen auch explizit neuere Methoden und Anwendungen der Genforschung wie die

Genom-Editierung (z.B. CRISPR/Cas), gentechnisch modifizierten Zelltherapien (z.B. CAR-T) und RNA-basierten Technologien (z.B. siRNA und mRNA). Die zusammengestellten Datensätze umfassen Investitionen in die Genforschung sowie die Anzahl von wissenschaftlichen Publikationen und publizierten Patenten.

Zusätzlich wurden die bibliometrischen Daten mit jenen der Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und den Niederlanden verglichen. Die Niederlande wurden zum Vergleich ausgewählt, weil das Land in vielen Hinsichten mit der Schweiz vergleichbar ist. In einer bibliometrischen Studie des Staatssekretariats für Bildung und Forschung² war die wissenschaftliche Produktivität pro forschende Person in den Niederlanden am ehesten mit derjenigen in der Schweiz vergleichbar. Der Vergleich mit den USA ist interessant, da das Land bis vor einigen Jahren den weltweit grössten wissenschaftlichen Output vorwies. Mittlerweile hat allerdings China die USA überholt, sowohl in Bezug auf die jährliche Anzahl wissenschaftlicher Publikationen als auch publizierter Patente.^{3,4} In der vorliegenden Studie wurde China nicht als Vergleichsland einbezogen. Um mit den anderen Ländern vergleichbare Daten aus China zu erheben, müssten Publikationen in chinesischer Sprache berücksichtigt sowie ein für China robustes Konzept zur Unterscheidung von öffentlichen und nicht-öffentlichen Forschungsinstitutionen entwickelt werden, was den Rahmen dieser Datenerhebung übersteigt.

IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN UND KONTAKT

Akademien der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)
Forum Genforschung
Haus der Akademien • Laupenstrasse 7 • Postfach • 3001 Bern • Schweiz
+41 31 306 93 36 • geneticresearch@scnat.ch • geneticresearch.scnat.ch

DATENERARBEITUNG UND REDAKTION

Dr. Franziska Oeschger (SCNAT) • Dr. Christian Moser Nikles (Eidg. Institut für Geistiges Eigentum) • Dr. Roberto Ortuso (Eidg. Institut für Geistiges Eigentum)

BEGLEITUNG

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

LAYOUT

Olivia Zwygart (SCNAT)

TITELBILD

stock.adobe.com/esoxx

Dieser Bericht wurde vom Forum Genforschung der SCNAT im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein die Auftragnehmerin verantwortlich. Vergleichbare Berichte wurden bereits 2010, 2014, 2017 und 2020 publiziert.

1 Bundesamt für Statistik, Indikator 20203: Forschung und Entwicklung (F&E) – Finanzierung, Stand 2021.

2 Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2011) Bibliometrische Untersuchung zur Forschung in der Schweiz 1981–2009.

3 National Science Board, National Science Foundation (2021) Publications output: U.S. and international comparisons. Science and engineering indicators 2022. NSB-2021-4. Alexandria, VA.

4 WIPO (2022). IP facts and figures 2022. Geneva: World Intellectual Property Organization. doi: 10.34667/tind.47183

1 Öffentliche Investitionen und Produktivität der öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich der Genforschung in der Schweiz

Investitionen in die Genforschung

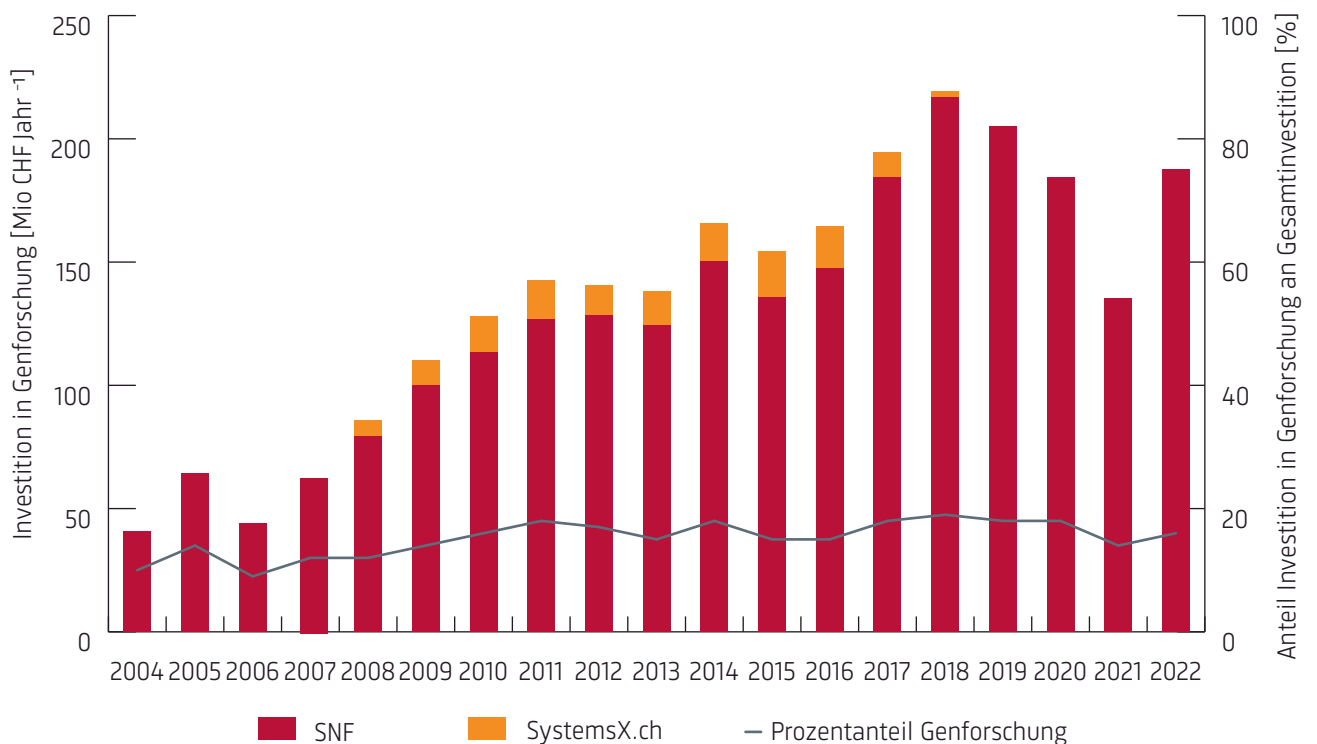


Abb. 1. Investitionen (Mio CHF pro Jahr) des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) in die Genforschung öffentlicher Institutionen von 2004–2022 und der Schweizerischen Initiative für quantitative systembiologische Forschung (SystemsX.ch) von 2008–2018 (Säulen) und Anteil (%) der Investition des SNF in die Genforschung an den Gesamtinvestitionen des SNF (Linie).

Die Investitionen in die Genforschung an öffentlichen Institutionen wurden anhand von Daten des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und der Schweizerischen Initiative für quantitative systembiologische Forschung (SystemsX.ch) erfasst. Das Investitionsvolumen des SNF umfasst alle Projekte, die eine Bewilligung oder Meldung für Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Organismen (GVO) in geschlossenen Systemen benötigen. Die Investitionen in diese Projekte wurden mit den gesamten Investitionen vom SNF verglichen. Bei SystemsX.ch wurden die Investitionen des Bundes berücksichtigt, die in Projekte flossen, die auf Genforschung zurückgreifen. Bei der Interpretation der Daten ist zu beachten, dass die erhobenen Daten einem beträchtlichen Anteil, aber nicht dem gesamten Förderungsbetrag für öffentliche Genforschung in der Schweiz entsprechen.

Die Gesamtinvestitionen in die Genforschung sind von 2004 bis 2018 stark gestiegen und seither wieder etwas zurückgegangen. Sie wuchsen von rund 40 Mio. CHF in 2004 auf fast 217 Mio. CHF in 2018 und gingen zuletzt wieder auf 187 Mio. CHF zurück. Der Anteil der Genforschung am Gesamtinvestitionsvolumen des SNF betrug 2004 knapp 10 Prozent und stieg dann ab 2009 auf 14 bis 19 Prozent an.

Die Forschungsinitiative SystemsX.ch hat von 2008 bis 2018 zu einer zusätzlichen Investition von ca. 135 Mio. CHF in die Genforschung an öffentlichen Forschungsinstitutionen geführt. Die Initiative ist Ende 2018 ausgelaufen.

Wissenschaftliche Publikationen im Bereich Genforschung

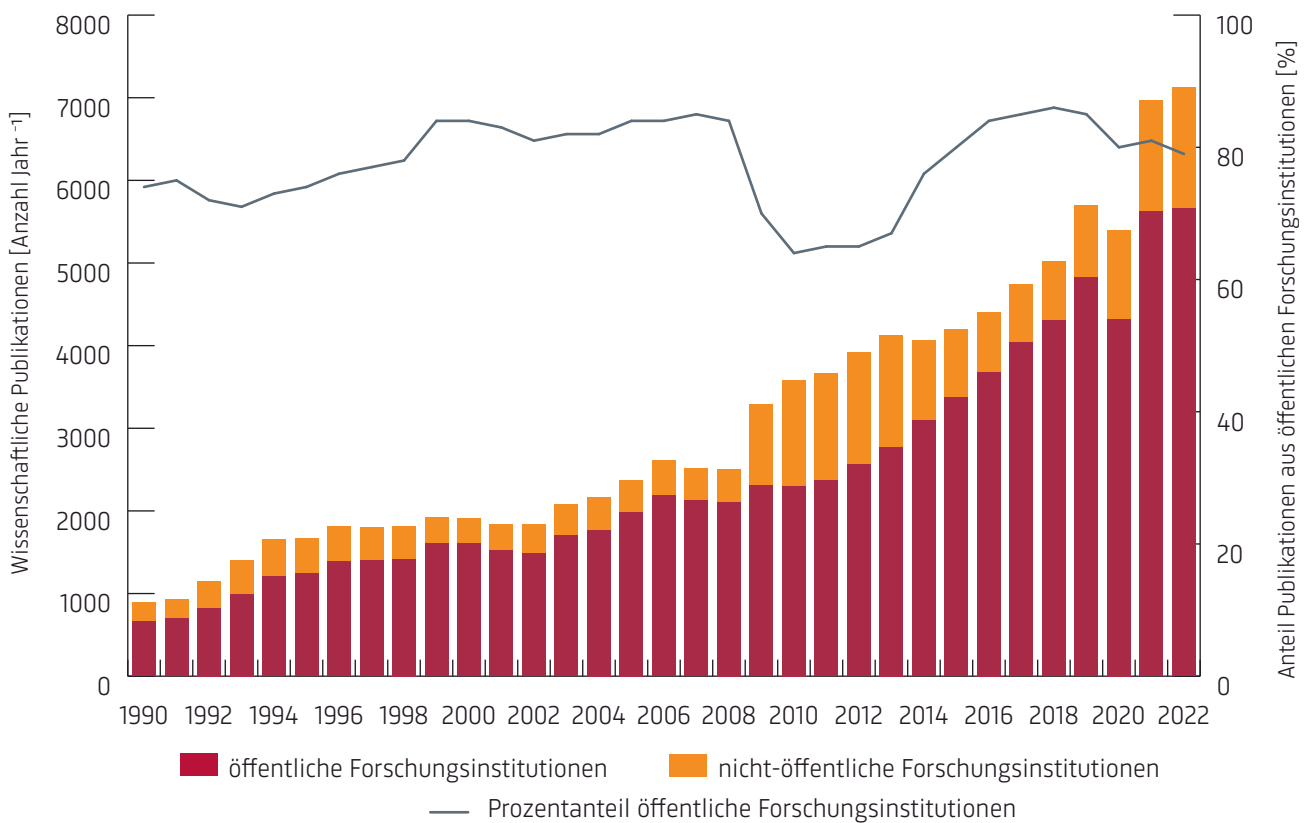


Abb. 2. Wissenschaftliche Publikationen aus öffentlichen und nicht-öffentlichen Forschungsanstalten (Säulen) der Schweiz im Bereich Genforschung von 1990–2022 und Anteil (Linie) Publikationen aus öffentlichen Forschungsanstalten.

Wissenschaftlich-technische Publikationen, die aus öffentlichen und nicht-öffentlichen Forschungsanstalten stammen und den Bereich Genforschung betreffen, wurden aus den Datenbanken Biosis, Medline, Embase, XPSpring und XPESP gesammelt. Die Datenbanken wurden dabei nach Stichwörtern der Gentechnik in Titeln, Abstracts und Keywords, nach Autorinnen und Autoren aus der Schweiz und nach schweizerischen universitären Institutionen abgefragt (Beschrieb der Datenbank und Stichwörter können dem Annex entnommen werden). Anhand einer Stichprobe von 500 Dokumenten wurde der Korrekturfaktor für Mehrfachtreffer ermittelt und die Anzahl Publikationen entsprechend korrigiert.

Die jährliche Anzahl wissenschaftlicher Publikationen aus öffentlichen Forschungsanstalten im Bereich Genforschung stieg von 1990 bis 2022 um einen Faktor von 8,6. Der Anteil Publikationen aus öffentlichen Forschungsanstalten an allen Publikationen aus dem Bereich Genforschung lag zwischen 1990 und 2022 durchschnittlich bei ca. 78 Prozent. Zwischen 2009 und 2013 war der Anteil deutlich geringer, nahm jedoch ab 2014 wieder zu.

Publizierte Patente im Bereich Genforschung

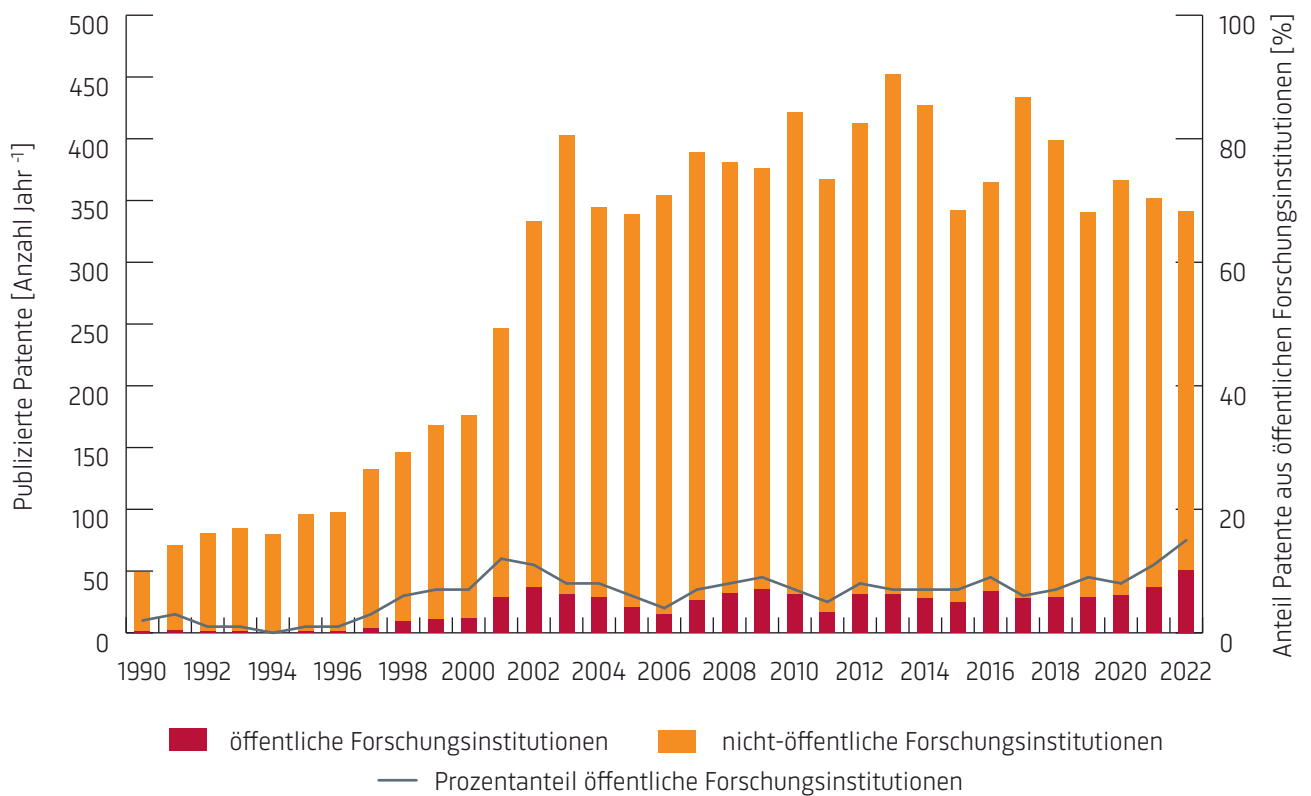


Abb. 3. Publierte Patente aus öffentlichen und nicht-öffentlichen Forschungsinstitutionen (Säulen) der Schweiz im Bereich Genforschung von 1990–2022 und Anteil (Linie) Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen.

Publizierte Patente, die aus öffentlichen und nicht-öffentlichen Forschungsinstitutionen stammen und dem Bereich Genforschung zugewiesen werden können, wurden aus zwei Datenbanken gesammelt: die EPODOC des Europäischen Patentamts und das DWPI, welches Patente mit Informationen aus den 47 wichtigsten Ländern beinhaltet. Die Datenbanken wurden nach Stichwörtern der Gentechnik in Abstract, Titel und Basic Index, nach Patentklassen, nach Autorinnen und Autoren aus der Schweiz und nach schweizerischen universitären Institutionen abgefragt. Anschliessend wurden diese mit der Auswertungssoftware PatentSight, welche Patentanalysen auf der Grundlage einer hochwertigen Patentdatenbank anbieten, weiter bearbeitet, um beispielsweise Mehrfachaufzeichnungen zu eliminieren. (Beschrieb der Datenbanken, Stichwörter und Patentklassen können dem Annex entnommen werden).

Die Anzahl der publizierten Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen der Schweiz ist viel geringer als die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen. Sie ist von den frühen 1990er-Jahren mit null bis zwei Patenten pro Jahr bis 2003 mit über 30 Patenten pro Jahr stark angestiegen. Seitdem schwankte die Anzahl Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen von Jahr zu Jahr, blieb aber auf einem deutlich höheren Niveau als in den 1990er-Jahren. Für das Jahr 2022 ist ein erneuter Anstieg auf die bisher höchste Anzahl von 51 Patenten zu beobachten.

Im Gegensatz zu den Publikationen stammt bei den Patenten nur ein geringer Anteil aus öffentlichen Institutionen. Bis 1996 betrug dieser Anteil wenige Prozent, nahm anschliessend zu und schwankt seither zwischen 4 und 15 Prozent.

2 Produktivität der öffentlichen Forschungsinstitutionen in der Genforschung im Vergleich mit den Niederlanden und den USA

Wissenschaftliche Publikationen im Bereich Genforschung

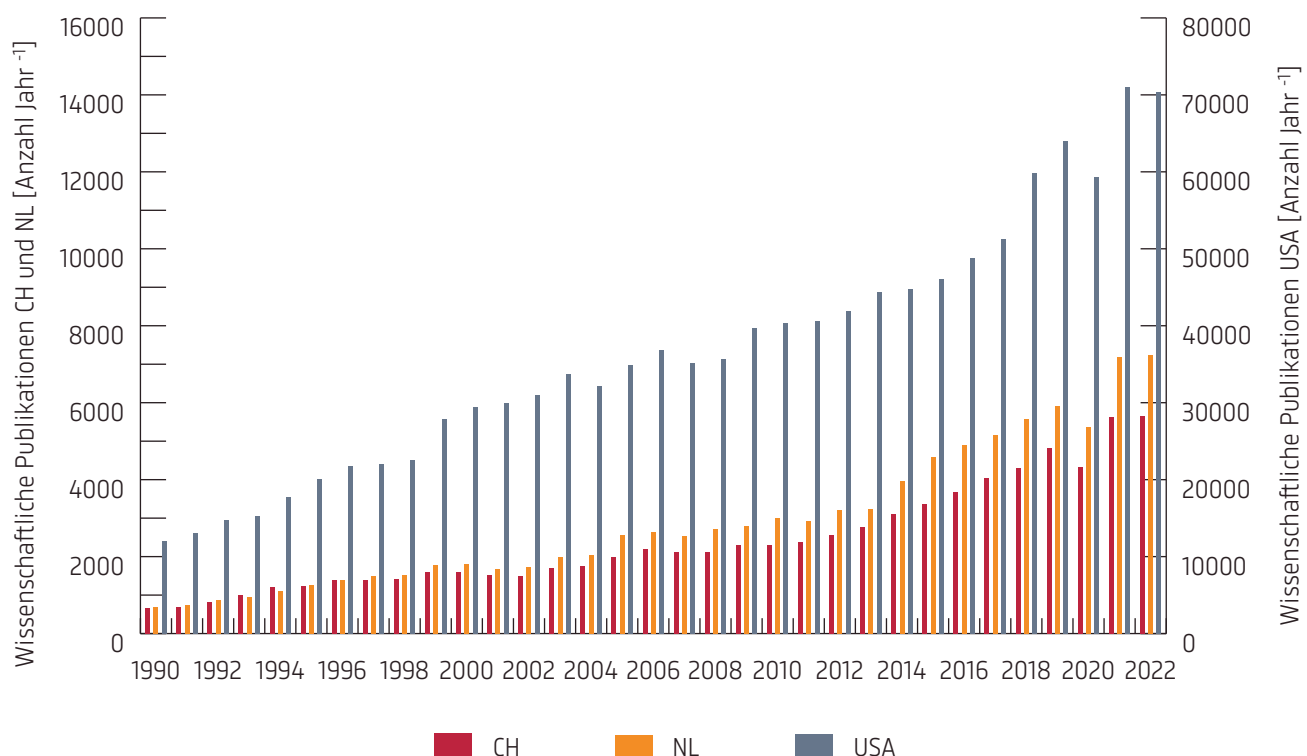


Abb. 4. Wissenschaftliche Publikationen (Anzahl pro Jahr) aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung in der Schweiz (CH), den Niederlanden (NL) und in den USA von 1990–2022. Die Anzahl Publikationen aus den USA wird mit einer Skala 1:5 angegeben.

Wissenschaftlich-technische Publikationen, die aus öffentlichen Forschungsinstitutionen der Niederlande und der USA stammen und den Bereich Genforschung betreffen, wurden analog zur Datenerhebung für die Schweiz gesammelt. An einer Stichprobe von je 500 Dokumenten wurde der Anteil Mehrfachtreffer ermittelt und die Werte entsprechend korrigiert.

Die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung war in der Schweiz 1990 vergleichbar mit den Niederlanden. Die Anzahl Publikationen in den Niederlanden ist seit 1997 allerdings etwas stärker angestiegen als in der Schweiz. 2022 kamen 5626 Publikationen aus der Schweiz und 7249 aus den Niederlanden, was einem Faktor von ca. 1,3 entspricht. Die USA haben im Jahr 2022 etwa 12-mal mehr Publikationen produziert als die Schweiz.

Prozentualer Anstieg der wissenschaftlichen Publikationen im Bereich Genforschung

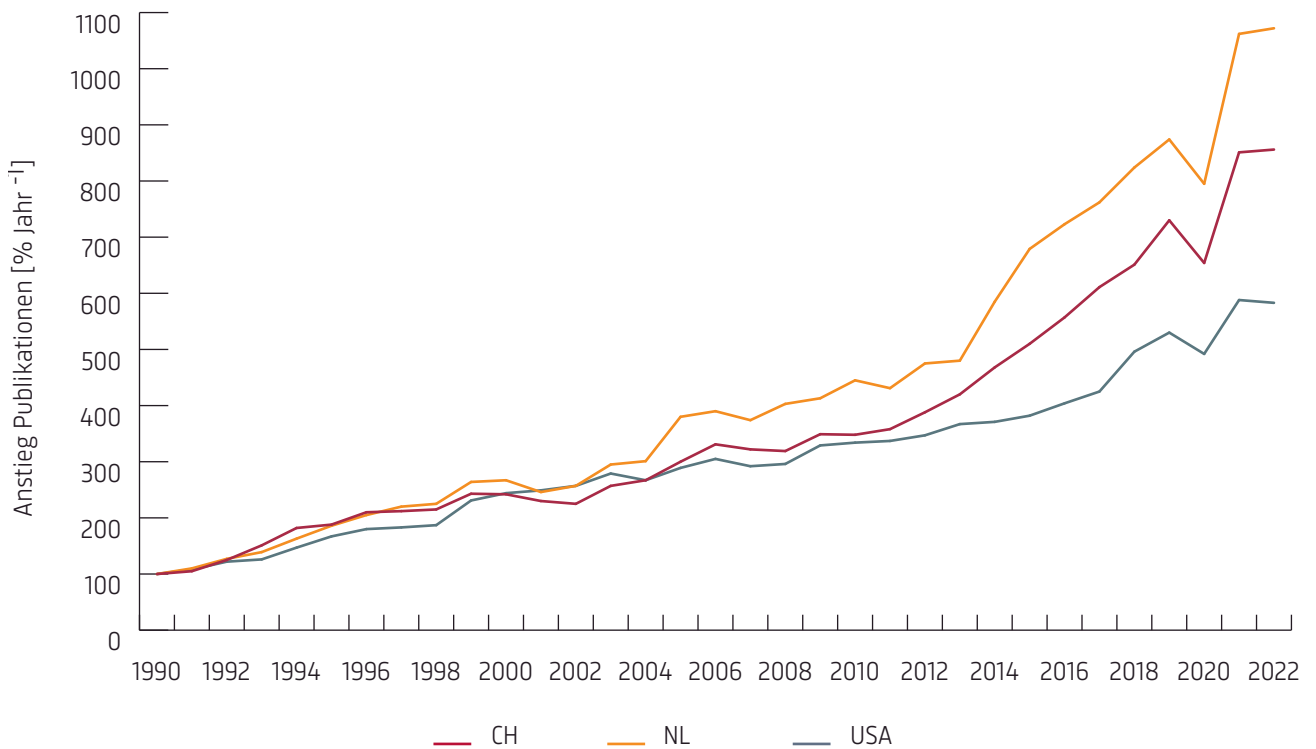


Abb. 5. Anstieg der jährlich veröffentlichten wissenschaftlichen Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung (%) in der Schweiz (CH), den Niederlanden (NL) und in den USA von 1990–2022. Die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen im Jahr 1990 wurde auf 100 Prozent gesetzt und betrug für die CH 661, die NL 676 und die USA 12 072 Publikationen.

Die öffentlichen Forschungsinstitutionen der USA trugen im Jahr 2022 knapp 13 Prozent der gesamten weltweiten wissenschaftlichen Publikationen (Industrie und öffentlicher Sektor) im Bereich Genforschung bei. In den Niederlanden und der Schweiz war dieser Anteil sehr viel geringer mit 1,3 Prozent (Niederlande) bzw. 1,0 Prozent (Schweiz).

Der jährliche prozentuale Anstieg der wissenschaftlichen Publikationen ist bis in die frühen 2000er-Jahre in den untersuchten Ländern ähnlich, doch ab dann in den Niederlanden am grössten, gefolgt von der Schweiz und schliesslich den USA.

Publizierte Patente im Bereich Genforschung

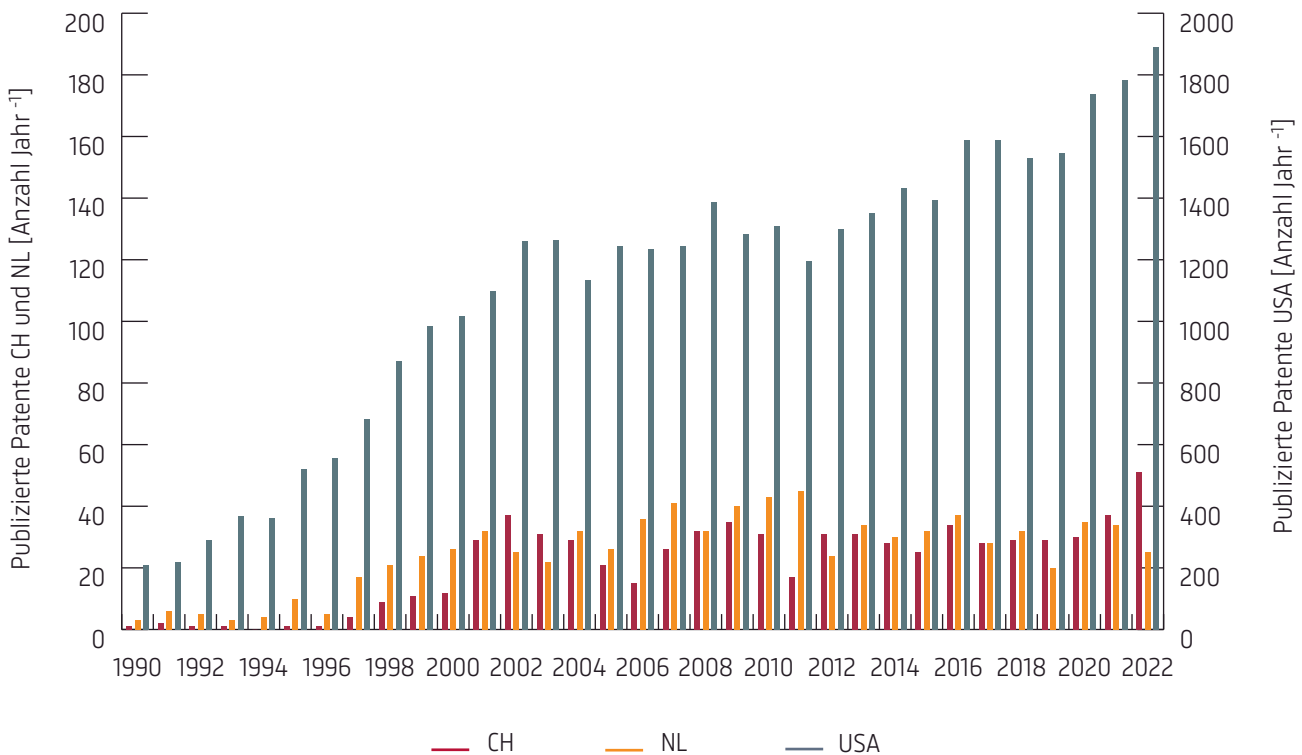


Abb. 6. Publierte Patente (Anzahl pro Jahr) aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung in der Schweiz (CH), den Niederlanden (NL) und in den USA von 1990–2022. Die Anzahl Patente aus den USA wird mit einer Skala 1:10 angegeben.

Publizierte Patente, die aus öffentlichen Forschungsinstitutionen der Niederlande und der USA stammen und dem Bereich Genforschung zugewiesen werden können, wurden analog zu den Daten für die Schweiz erhoben.

Die Anzahl der publizierten Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung stieg auch in den Niederlanden und den USA von 1990 bis Anfang 2000er-Jahre an. Danach blieben die Anzahl Patente in den Niederlanden wie auch in der Schweiz mit einigen Schwankungen auf einem tendenziell konstanten Niveau, während sie in den USA weiter leicht anstiegen. Die öffentlichen Institutionen der USA haben über den gesamten Zeitraum deutlich mehr Patente im Bereich Genforschung publiziert als die Schweiz und die Niederlande. Im Jahr 2022 waren es mit 1892 Patenten etwa 37-mal mehr als die Schweiz (51 Patente) und 76-mal mehr als die Niederlande (25 Patente).

Prozentualer Anstieg der publizierten Patente im Bereich Genforschung

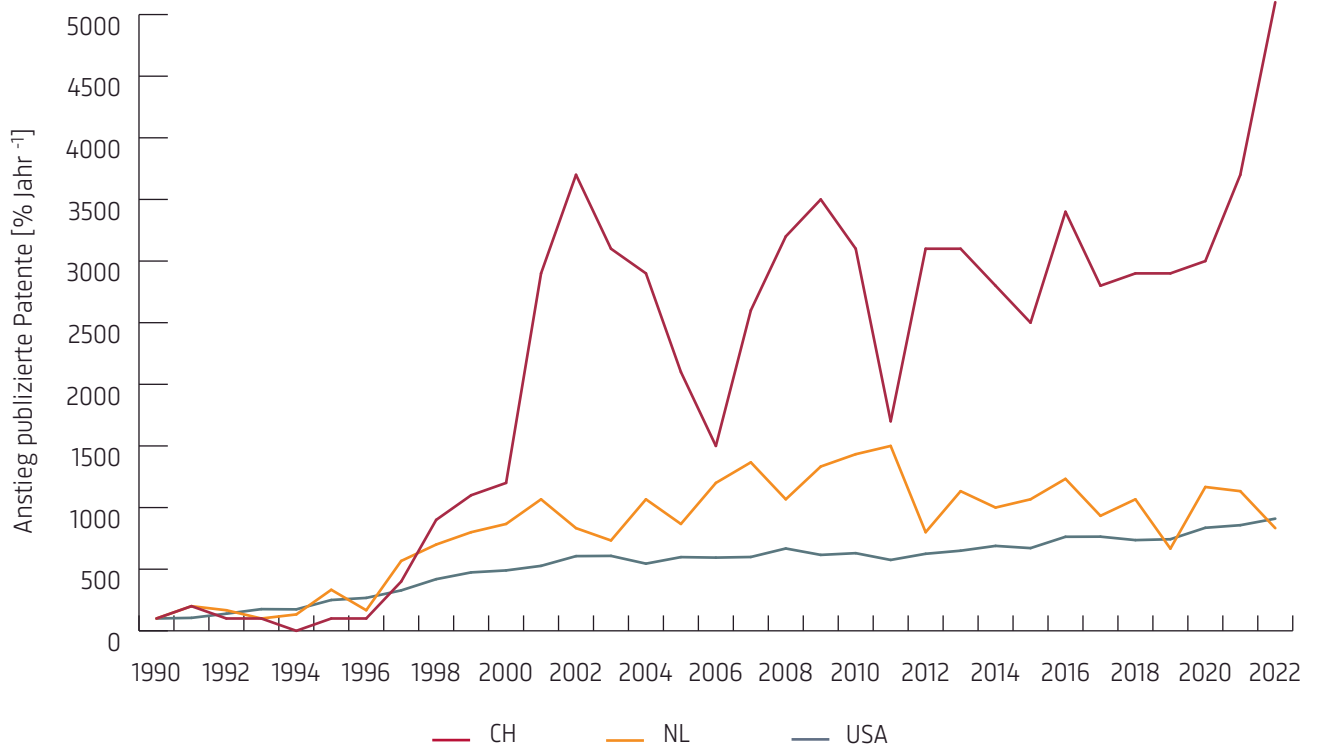


Abb. 7. Jährlich publizierte Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung (%) in der Schweiz (CH), den Niederlanden (NL) und den USA von 1990–2022. Die Anzahl der publizierten Patente im Jahr 1990 wurde auf 100 Prozent gesetzt und betrug für die CH 1, die NL 3 und die USA 208.

Betrachtet man den prozentualen Anstieg der publizierten Patente im Bereich Genforschung der drei Länder, so ist dieser seit Ende der 1990er-Jahre in der Schweiz am höchsten, allerdings mit starken Schwankungen. Ab 2021 ist für die Schweiz ein nochmaliger starker Anstieg zu beobachten. Die Niederlande verzeichnen über den gemessenen Zeitraum einen etwas höheren prozentualen An-

stieg als die USA. Da aber die Anzahl Patentpublikationen in der Schweiz und den Niederlanden im Jahr 1990 sehr gering war (1 bzw. 3 Patente), dürfen Anstiege und Rückgänge nicht überbewertet werden. Der geringere Anstieg von Patentpublikationen der USA erklärt sich zumindest teilweise durch eine bereits 1990 vergleichsweise sehr hohe Anzahl von über 200 Patenten.

Anteil Publikationen und Patente der Genforschung aus öffentlichen Institutionen

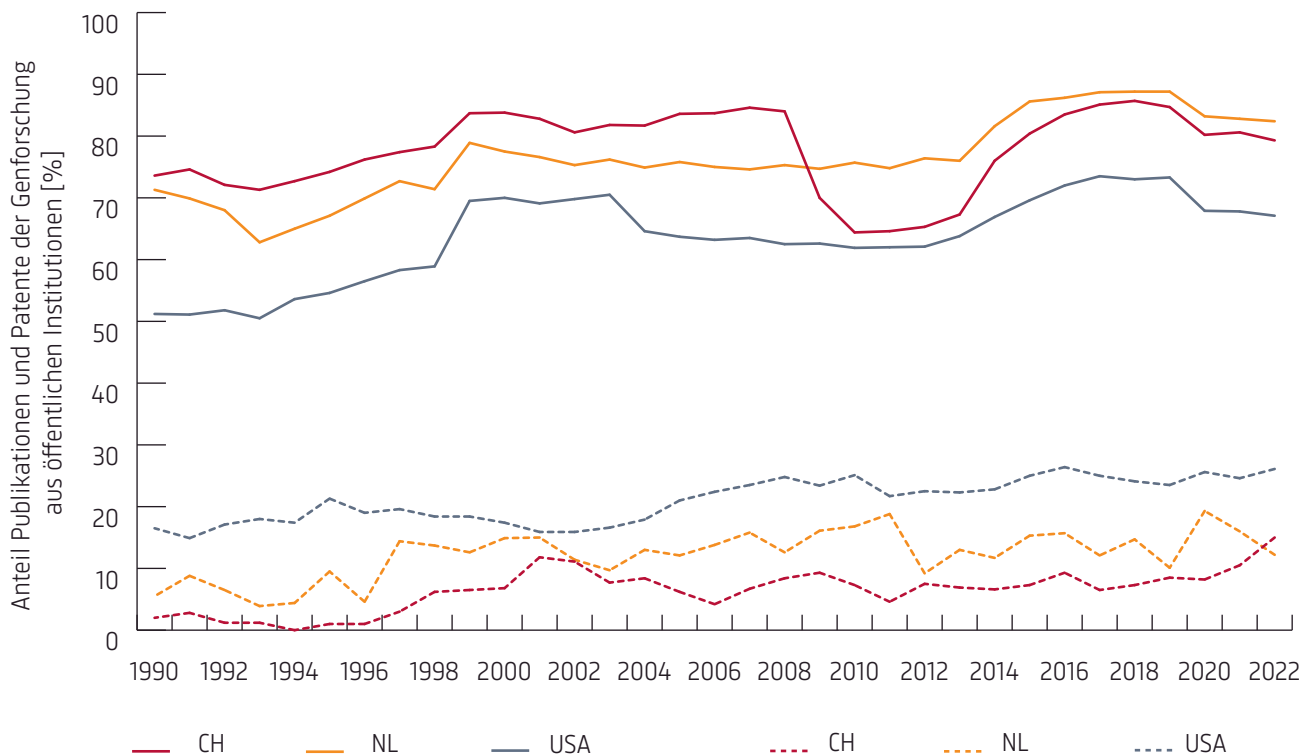


Abb. 8. Anteil Publikationen (durchgehende Linien) und Patente (gestrichelte Linien) aus öffentlichen Institutionen an der Gesamtzahl der Publikationen bzw. Patente in der Schweiz, Niederlande und den USA im Bereich der Genforschung von 1990–2022.

In der Schweiz und den Niederlanden stammte über die Zeitperiode von 1990 bis 2022 der weitaus grösste Anteil von wissenschaftlichen Publikationen der Genforschung aus öffentlichen Forschungsinstitutionen, in den USA waren es über die gesamte Zeitdauer jeweils etwas weniger. Im gemessenen Zeitraum betrug der Anteil der Publikationen, die aus öffentlichen Institutionen stammen, in der Schweiz durchschnittlich 78 Prozent aller Publikationen der Genforschung, in den Niederlanden 79 Prozente und in den USA 65 Prozent.

Im Unterschied dazu liegt der Anteil der Patente aus öffentlichen Institutionen in allen drei Ländern sehr viel tiefer, wobei der Anteil in den USA jeweils deutlich höher ist als in den beiden anderen Ländern. In der Schweiz stammen über den gemessenen Zeitraum durchschnittlich etwa 7 Prozent der Patente aus öffentlichen Institutionen, in den Niederlanden 13 Prozent und in den USA 22 Prozent.

Anteil Patente der Genforschung an allen Patenten aus öffentlichen Institutionen

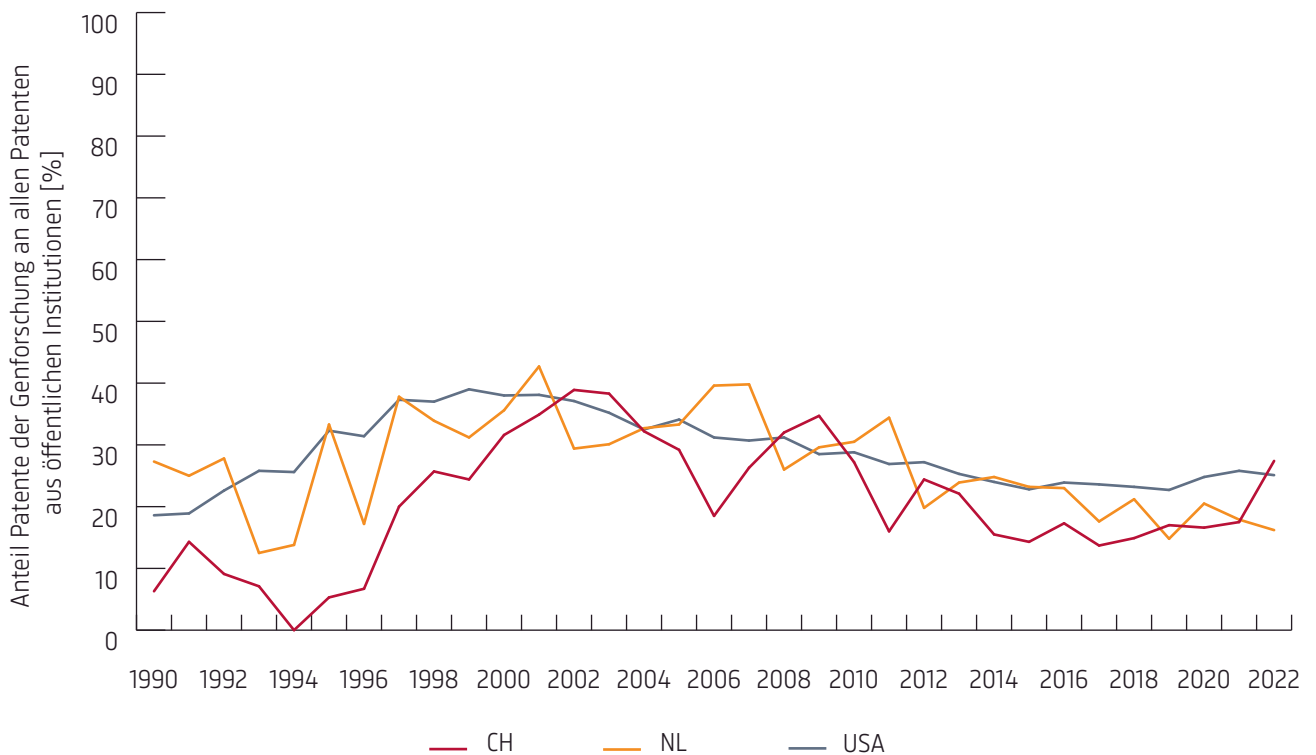


Abb. 9. Anteil Patente der Genforschung an allen Patenten aus öffentlichen Institutionen in der Schweiz, Niederlande und den USA von 1990–2022.

In der Schweiz wurden zwischen 1990 und 2022 durchschnittlich etwa 22 Prozent aller an öffentlichen Hochschulen publizierten Patente im Bereich Genforschung publiziert. Die Anteile sind in den 1990er-Jahren zuerst angestiegen, erreichten in 2002 und 2003 fast 40 Prozent und sanken danach tendenziell wieder. In den Niederlanden und in den USA können ähnliche Trends beobachtet werden. Dabei lagen die Anteile über den gesamten Zeitraum durchschnittlich mit ca. 26 Prozent in den Niederlanden und ca. 28 Prozent in den USA leicht höher als in der Schweiz.

Patente der Genforschung aus öffentlichen Institutionen nach Bereichen der Gentechnik

Durchschnittlicher Anteil [%] der Bereiche weisse, rote und grüne Gentechnik der Gentechnikpatente aus öffentlichen Institutionen (1990-2022)			
	weiss	rot	grün
CH	32,3	65,4	8,7
NL	39,5	53,8	13,2
USA	28,9	66,8	13,3

Tabelle 1. Prozentualer Anteil der Bereiche weisse, rote und grüne Gentechnik an den Gentechpatenten öffentlicher Institutionen.

Die Genforschung kann unterschiedlichen Anwendungsbereichen zugeteilt werden. Weisse Gentechnik wird vorwiegend für die Herstellung von Produkten in der Industrie und für Diagnosemethoden ausserhalb vom Menschen und von Tieren verwendet, rote Gentechnik wird in der medizinischen Forschung zur Produktion von Medikamenten und zur Diagnose verwendet und grüne Gentechnik wird im Agrarsektor insbesondere zur Pflanzenzüchtung eingesetzt (Definition im Annex). Die zwischen 1990 und 2022 publizierten Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen wurden nach Anwendungsbereichen für die

Schweiz, die Niederlande und die USA sortiert (Tabelle 1). In allen drei Ländern war der Anteil Patente aus der roten Gentechnik deutlich grösser als der Anteil aus der weissen oder der grünen Gentechnik. Der Anteil Patente im Bereich der grünen Gentechnik war in allen Ländern am kleinsten, aber in den Niederlanden und in den USA mit ca. 13 Prozent etwas gewichtiger als in der Schweiz mit knapp 9 Prozent. Da nicht alle Patente eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden konnten, gibt es zum Teil grosse Überschneidungen. Die Prozentangaben geben deshalb nur ein ungefähres Bild der Verteilung.

3 Gewichtung der Produktivität der öffentlichen Forschungsinstitutionen in der Genforschung nach Bevölkerungsgrösse, Wirtschaftskraft und Investitionen in Forschung und Entwicklung

Um einen annähernden Vergleich der Produktivität von öffentlichen Forschungsinstitutionen in der Schweiz, den Niederlanden und den USA zu erhalten, wurde die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen und der publizierten Patente aufgrund der Bevölkerungsgrösse (per capita) und des Bruttoinlandproduktes (BIP) gewichtet.

Ebenso wurde das Gross Expenditure on Research and Development (GERD) für die Gewichtung benutzt, das die Ausgaben von Wirtschaft, höheren Ausbildungsstätten und dem Staat für Forschung und Entwicklung beinhaltet.

Wissenschaftliche Publikationen pro Bevölkerungszahl

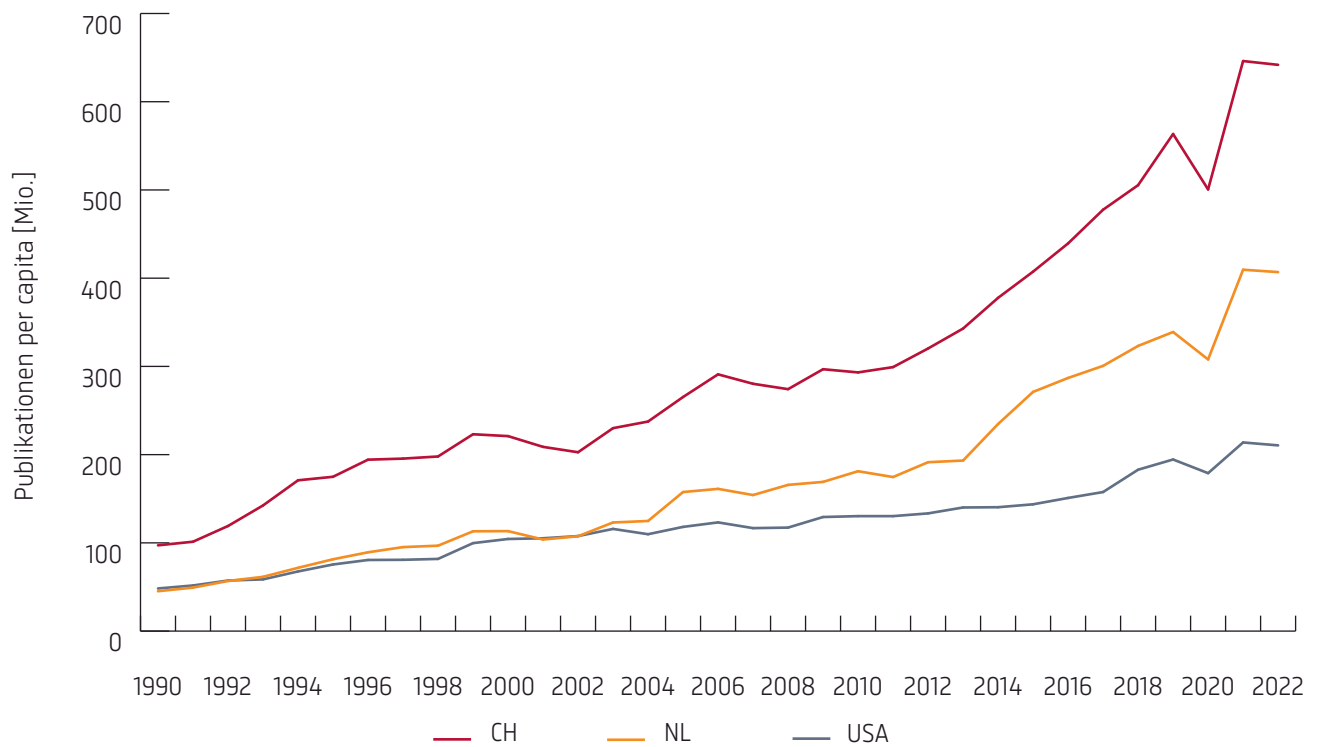


Abb. 10. Anzahl Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro Million Einwohnerinnen und Einwohner für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2022.

Wissenschaftliche Publikationen pro BIP

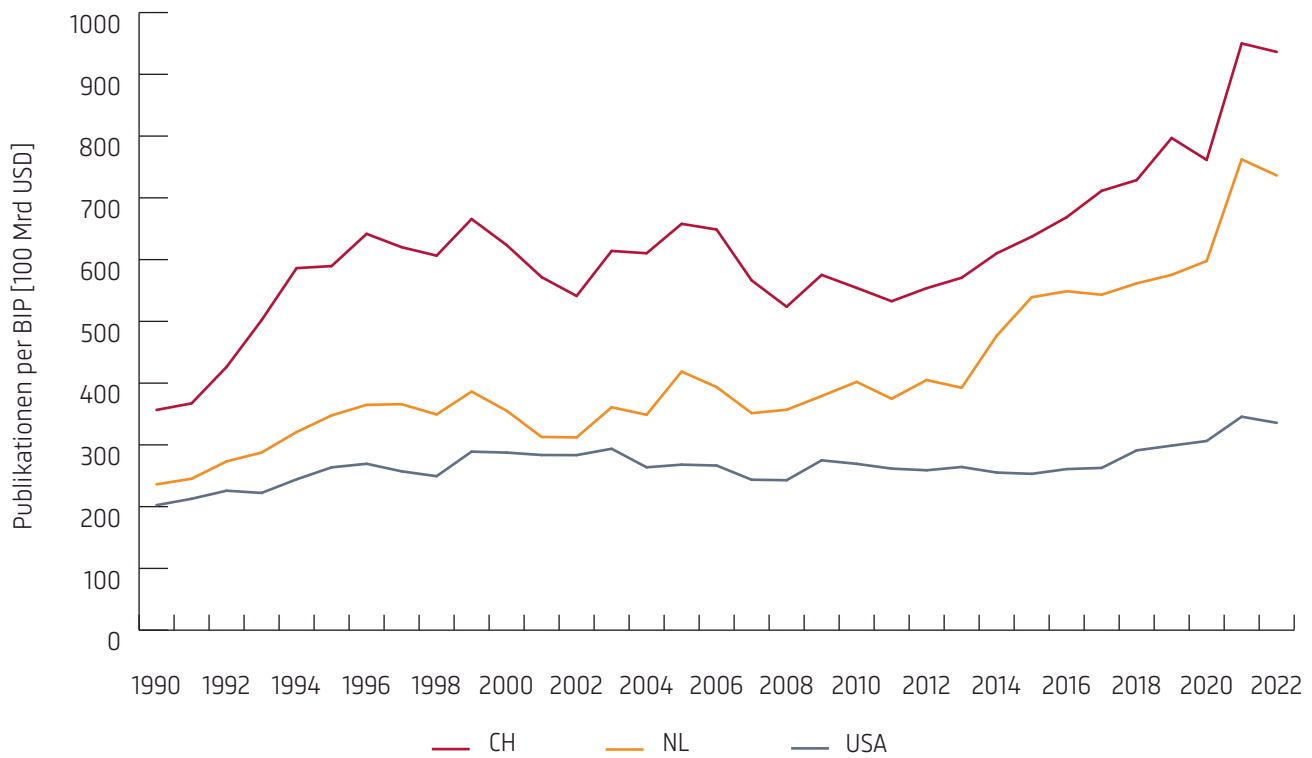


Abb. 11. Anzahl Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro 100 Milliarden Dollar Bruttoinlandprodukt für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2022.

Wissenschaftliche Publikationen pro GERD

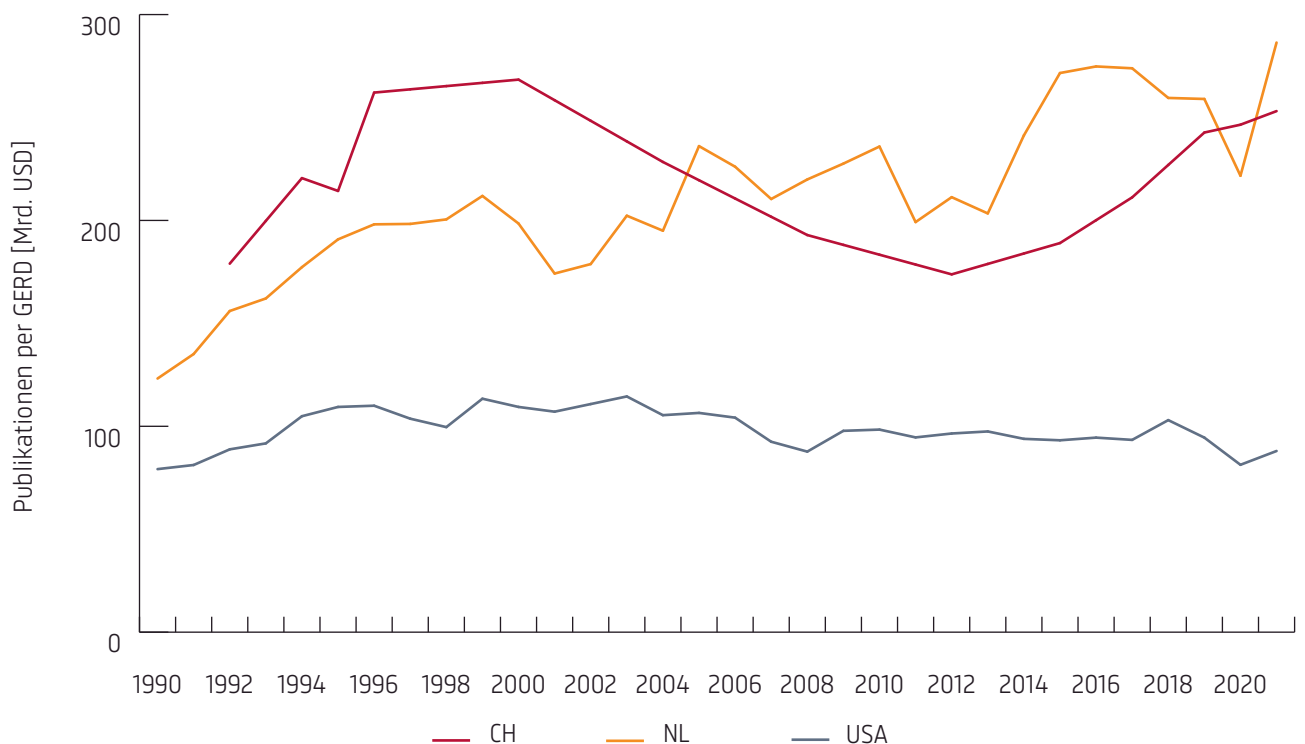


Abb. 12. Anzahl Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro Milliarde Dollar Gross Expenditure on Research and Development (GERD) für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2021. Das GERD der Schweiz wurde bis 2015 nur alle vier Jahre erhoben, seither alle zwei Jahre.

Die Ergebnisse zeigen, dass 1990 die Werte für Publikationen im Bereich Genforschung aus öffentlichen Forschungsinstitutionen in den drei Ländern bezogen auf die Einwohnendenzahl und das Bruttoinlandprodukt näher beieinander lagen als jetzt. In der Schweiz und der Niederlande sind die Werte insbesondere seit den 2010er-Jahren stärker angestiegen als in den USA. Über den gemessenen Zeitraum lagen die Werte für Publikationen bezogen auf die Bevölkerungszahl und das Bruttoinlandprodukt für die Schweiz konstant am höchsten und für die USA am tiefsten. Im Jahr 2022 veröffentlichte die Schweiz 3-mal mehr Publikationen relativ zur Bevölkerungszahl und 2,8-mal mehr Publikationen relativ zum BIP als die USA. Es ist zu beachten, dass das BIP in den Jahren 2020–2022 tiefer war als im Jahr 2019, was den Anstieg der Publikationen relativ zum BIP in dieser Periode teilweise erklären könnte.

Stellt man die Anzahl Publikationen in Bezug zu den Investitionen in Forschung und Entwicklung dar, waren die Werte für die Schweiz 1992 vergleichbar mit denjenigen der Niederlande, stiegen dann aber bis ins Jahr 2000 stärker an. Zwischen 2000 und 2012 sanken die Werte für die Schweiz wieder ab, während diejenigen der Niederlande weiter anstiegen. Seit 2012 ist ein erneuter Anstieg der Werte in der Schweiz erkennbar, so dass die Werte der Schweiz und der Niederlande seit 2019 wieder nahe beieinander liegen. Die Werte der USA blieben im gemessenen Zeitraum hingegen weitgehend konstant und befinden sich deutlich unter den Werten der Niederlande und der Schweiz. 2022 hat die Schweiz relativ zu den getätigten Investitionen in Forschung und Entwicklung etwa 2,9-mal mehr Publikationen im Bereich Genforschung produziert als die USA.

Publizierte Patente pro Bevölkerungszahl

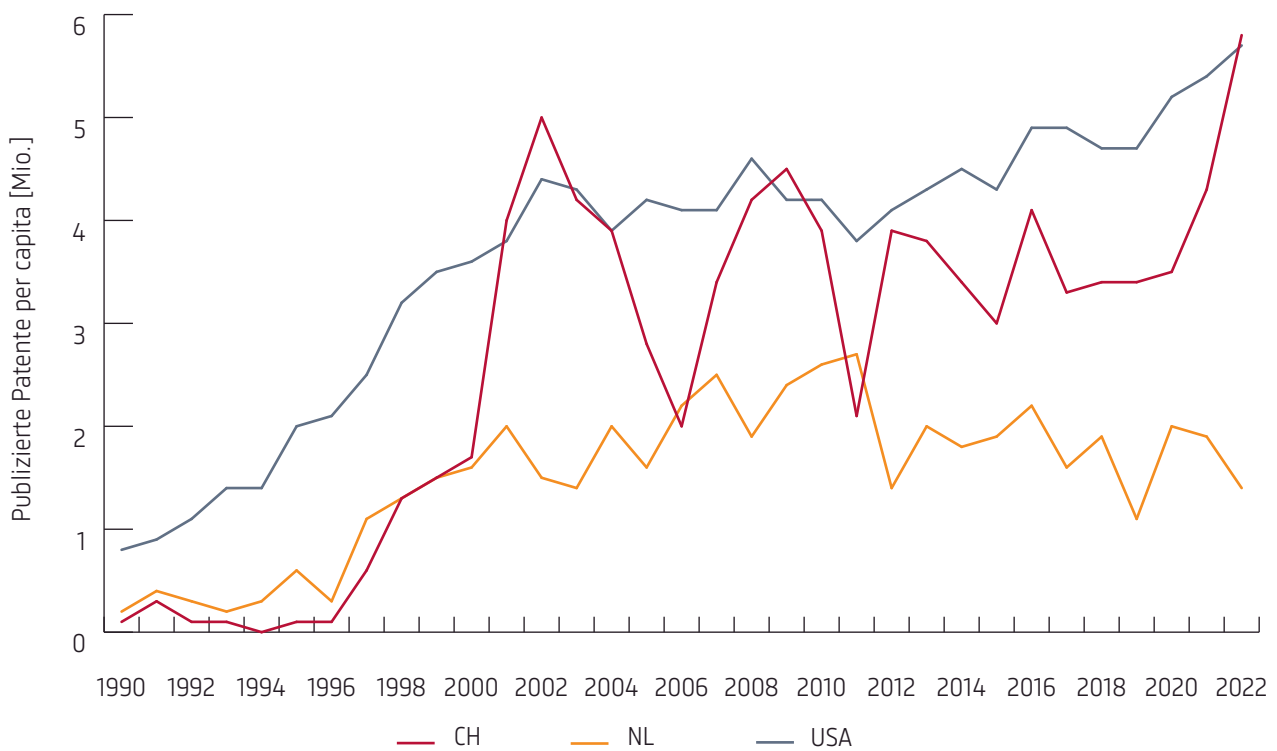


Abb. 13. Anzahl Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro Million Einwohnerinnen und Einwohner für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2022.

Publizierte Patente pro BIP

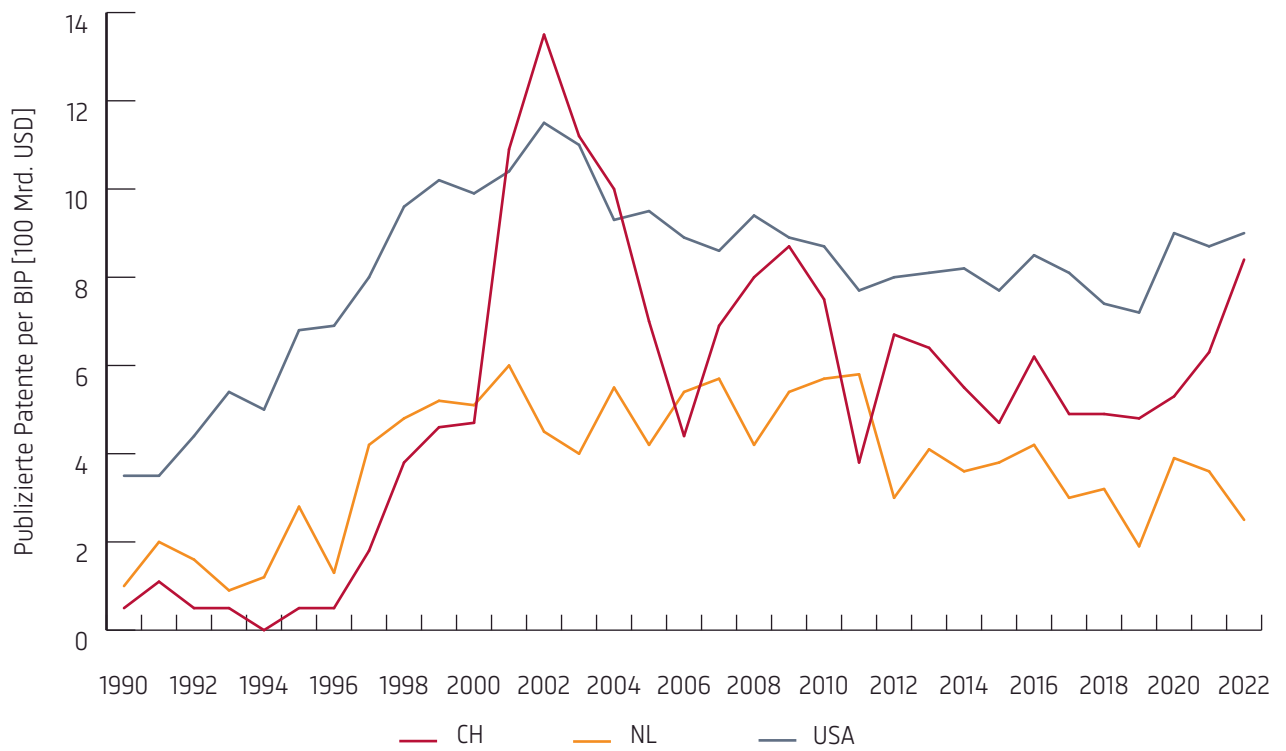


Abb. 14. Anzahl publizierte Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro 100 Milliarden Dollar Bruttoinlandprodukt für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2022.

Publizierte Patente pro GERD

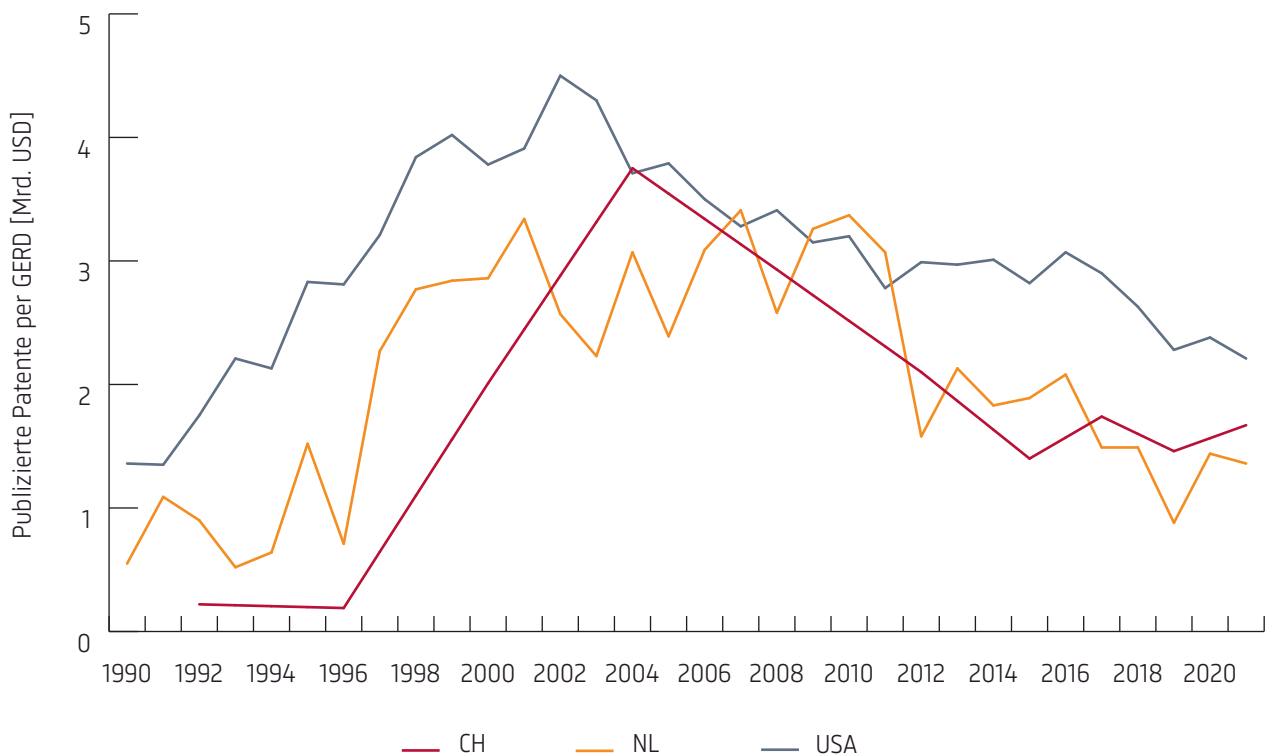


Abb. 15. Anzahl publizierte Patente aus öffentlichen Forschungsinstitutionen im Bereich Genforschung pro Milliarde Dollar Gross Expenditure on Research and Development (GERD) für die Schweiz (CH), die Niederlande (NL) und die USA von 1990–2021. Das GERD der Schweiz wurde bis 2015 nur alle vier Jahre erhoben, seither alle zwei Jahre.

Die Werte der publizierten Patente bezogen auf Bevölkerungszahl und Bruttoinlandprodukt lagen 1990 in der Schweiz und den Niederlanden sehr nahe beieinander, stiegen aber in der Schweiz ab 2001 mit verschiedenen Schwankungen stärker an und liegen seit 2012 deutlich höher als in den Niederlanden. In den USA lagen die Werte im gemessenen Zeitraum mehrheitlich über denen der Schweiz, wobei sich die Werte für die Schweiz in den letzten Jahren jenen der USA angenähert haben und 2022 etwa gleich hoch liegen.

In Bezug auf die Investitionen in die Forschung und Entwicklung haben sich die Anzahl der publizierten Patente in der Schweiz, den Niederlanden und den USA etwa vergleichbar entwickelt: Sie stiegen zuerst ab 1990 stark an und gehen nun seit Mitte 2000er-Jahre wieder leicht zurück. Die Werte der USA lagen dabei jedoch mehrheitlich über denjenigen der Schweiz und den Niederlanden. 2022 haben die USA relativ zu getätigten Investitionen in Forschung und Entwicklung etwa 1,3-mal mehr Patente publiziert als die Schweiz und 1,6-mal mehr als die Niederlande.

4 Schlussfolgerungen

Ziel dieser Studie ist es, Indikatoren zur Messung von Forschungsaktivitäten an öffentlichen Forschungsinstitutionen der Schweiz im Bereich der Genforschung zu erheben. Die ausgewählten Indikatoren messen das Investitionsvolumen des Schweizerischen Nationalfonds sowie die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen und Patente, die definierte Stichwörter enthalten. Es ist zu beachten, dass diese Indikatoren die Tätigkeiten der öffentlichen Schweizerischen Institutionen im Bereich Genforschung bestmöglich beschreiben, dass jedoch die gesamten von öffentlichen Institutionen in diesem Forschungsbereich geleisteten Aktivitäten nicht exakt erfasst werden können. Dies weil der Schweizerische Nationalfonds zwar die wichtigste Institution zur Förderung der öffentlichen Forschung in der Schweiz ist, aber noch weitere Förderungsmöglichkeiten (z.B. Stiftungen, EU-Forschungsrahmenprogramm u.ä.) bestehen und die meldepflichtigen Projekte mit GVO nicht alle Forschungsprojekte der Genforschung einschliessen. Auch für die Erfassung von wissenschaftlichen Publikationen besteht eine unvermeidbare Fehlerquote, da die Auswahl der Stichworte die Zuteilung zur Genforschung definiert.

Trotz der annäherenden Genauigkeit der Resultate zeigt sich, dass sowohl die Investitionen in die Genforschung, wie auch die erbrachten Leistungen gemessen an wissenschaftlichen Publikationen aus öffentlichen Forschungsinstitutionen in der Schweiz seit 1990 stark angestiegen sind. Bei den Investitionen ist allerdings seit 2018 ein Rückgang zu verzeichnen, während die Anzahl Publikationen weiter anstieg. Die Veröffentlichung von Patenten stieg bis 2001 an und stagniert seit dann mit einigen Schwankungen. Im Vergleich mit den Niederlanden und den USA sind die Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Publikationen des öffentlichen Sektors in der Genforschung in der Schweiz ähnlich angestiegen, wobei der Anstieg in den Niederlanden etwas höher und in den USA etwas tiefer war als in der Schweiz. Bei den Patenten war der Anstieg in der Schweiz im gleichen Zeitraum tendenziell höher als in den Niederlanden und den USA.

Weitere Indikatoren für eine robuste Aktivität im Bereich Genforschung in der Schweiz sind die hohen Zahlen von Veröffentlichungen von Publikationen bezogen auf Einwohnerzahl und Bruttoinlandprodukt. Für beide Indikatoren hat die Schweiz über den gesamten Zeitraum höhere Werte als die beiden Vergleichsländer. Nimmt man die Anzahl Patente in Bezug auf Einwohnerzahl und Bruttoinlandprodukt als Indikator, liegen die Werte der Schweiz mit Aufwärtstendenzen zwischen den Vergleichsländern. Bezogen auf die Investitionen in Forschung und Entwicklung (GERD) sind die Publikationszahlen des öffentlichen Sektors in der Genforschung vergleichbar mit denen der Niederlanden und höher als jene der USA. Bei den Patenten sind die Werte der letzten Jahre für die Schweiz und die Niederlanden etwa gleich, jedoch beide tiefer als für die USA. Zusammenfassend deuten die erhobenen Indikatoren darauf hin, dass die Produktivität der Genforschung in der Schweiz ähnlich ist wie in den Vergleichsländern. Über die Jahre konnte sich die Genforschung in der Schweiz auf einem hohen Niveau etablieren.

Annex

1 Methoden zur Erhebung des Investitionsvolumens in die Genforschung an öffentlichen Institutionen der Schweiz

Das jährliche Investitionsvolumen des Schweizerischen Nationalfonds in Projekte, die gentechnisch veränderte Organismen (GVO) in geschlossenen Systemen verwenden, wurde aus der Gesuchsadministrationsdatenbank des SNF ermittelt. Zusätzlich wurde die jährliche Investitionssumme des Programmes SystemsX.ch (2008-2018) für Projekte im Bereich Genforschung erhoben. Dabei wurden die folgenden Projekte berücksichtigt: BattleX, Cell Plasticity, LiverX, MetaNetX, CycliX, DynamiX, InfectX, LipidX, PhosphoNetX, Plant Growth, PhosphoNet PPM, AntibodyX, EpiPhysX, MecanX, NeuroStemX, StoNets, SynaptiX, SysGenetiX, TubeX, TargetInfectX, AgingX, HostPathX, MalarX, MicroScapesX, MorphogenetiX, SignalX, TbX, MERIC, GutX, HIV-X, MelanomX, MetastasiX, PrionX, StemSysMed, VirXc (<http://www.systemsx.ch/projects/research-technology-and-development-projects>).

2 Methoden zur Erhebung der Anzahl wissenschaftlicher Publikationen der Genforschung aus öffentlichen Institutionen in der Schweiz, den Niederlanden und den USA

Die Datenbanken Medline, EMBASE, XPSRING, XPESP und BIOSIS wurden nach folgenden Konzepten durchsucht:

- Stichwörter der Gentechnik (in Titel, Abstracts und Keywords); siehe Punkt 4 Stichwortverzeichnis
- Autorinnen und Autoren aus der Schweiz//Niederlande/USA
- Publikationsjahr
- öffentliche Forschungseinrichtungen

Da die Nutzung von 5 Datenbanken zu Mehrfachtreffern führt, wurden für bestimmte Jahre Stichproben von je 500 Dokumenten pro Herkunftsland analysiert. Auf dieser Basis wurden Korrekturfaktoren berechnet und für die weiteren Jahre extrapoliert. Die erhobene Anzahl Dokumente wurde entsprechend korrigiert. Die Korrekturfaktoren für die Herkunftsländern Schweiz, Niederlande und USA unterscheiden sich nur minimst. Jedoch stellte sich heraus, dass der Korrekturfaktor für neuere Publikationen ab 2018 geringer ist als für ältere. Diesem Umstand wur-

de neu Rechnung getragen, indem für die Publikation ab 2018 angepasste Korrekturfaktoren verwendet wurden.

Anhand der Stichproben wurde zudem die Präzision der Suchkonzepte hinsichtlich der Kategorisierung als Genforschung sowie des Herkunftslandes überprüft.

3 Methoden zur Erhebung der Anzahl publizierter Patente der Genforschung aus öffentlichen Institutionen in der Schweiz, den Niederlanden und den USA

Die Datenbanken EPODOC (EPOQUEnet) und Derwent World Patents Index (DWPI) wurden nach folgenden Konzepten durchsucht:

- Stichwörter der Gentechnik und Patentklassen (in Titel, Abstracts und Basic Index); siehe Punkt 4 Stichwortverzeichnis
- Patentklassen
- Direkte Klassensuche, direkte Stichwortkonzepte oder kombinierte Suche
- Anmelderinnen und Anmelder aus der Schweiz/Niederlande/USA
- öffentliche Forschungseinrichtungen

Alle vier Konzepte miteinander verbunden ergibt eine Gesamtmenge von universitären Anmelderinnen und Anmeldern der einzelnen Länder im Bereich Gentechnik. Die Patentpublikationen wurden nach Publikationsdatum analysiert. Da die Anmeldung eines Patents teilweise bis zu 18 Monate zurückliegt, ist die Analyse zeitlich etwas verzögert.

Unterteilung in rote, grüne und weisse Gentechnik

- **rote Gentechnik:** rote Gentechnik ist die medizinische Gentechnik und wird im Wesentlichen benützt, um bei Menschen oder Tieren Krankheiten zu heilen oder zu lindern. Beispiele dafür sind Prozesse, die Gentechnik verwenden, um neue Medikamente durch Veränderung des Genmaterials von Mikroorganismen oder Zellen zu erzeugen wie z.B. Antibiotika und Impfstoffe. Auch Diagnoseprozesse bzw. Methoden am Menschen oder Tier fallen in diese Kategorie.
- **grüne Gentechnik:** Diese Kategorie bezeichnet die Gentechnik im Agrarsektor, insbesondere zur genetischen Veränderung von Pflanzen, um verbesserte Nutzpflanzen zu züchten.

- **weisse Gentechnik:** Auch bekannt unter industrieller Gentechnik. Weisse Gentechnik ist die Anwendung der Gentechnik für industrielle Zwecke wie Herstellung industrieller Produkte, alternativer Energie oder Biomaterialien. In diese Kategorie fallen auch Diagnosemethoden ausserhalb des Menschen oder Tieres. Diese Kategorie enthält auch die sogenannten «research tools».

Für die vorliegende Analyse erfolgte die Einteilung in rote, grüne und weisse Gentechnik nach Patentklassen. Grüne Gentechnologie wurde definiert durch IPC/CPC Klassen A01 und A23, rote Gentechnologie durch IPC/CPC Klassen A61 und C07K16, weisse Gentechnologie durch C07K14, C12N, C12P, C12Q und G01N. Da die Überschneidungen zwischen den Kategorien jedoch sehr hoch sind, wurde die Gesamtanzahl Patente abzüglich der weder als rot noch grün klassierten Patente als weisse Gentechnik deklariert.

4 Stichwortverzeichnis

Gentechnik

Direkte Stichwortkonzepte für die Patentsuche

((or gene[s,], genetic+, genom+, nucleic_acid+, dna, rna) 3d (or edit+, engineer+, silenc+, mutat+, modif+, alter+, enhanc+, chang+, insert+, delet+, substitut+, re_arrang+, transpos+, replac+, adapt+, stabili[s,z]+, foreign+, novel+, sequenc+, express+, vector?, hybridi[s,z]+, therap+, vaccin+, clon+e[d,ing], array?)),
 transgene?, transgenic+, (polymerase w chain w reaction?), pcr, recombinant+,
 ((or expression, transcription, cloning) w (or casset+, unit?, element?, vector?, plasmid?, promoter?, enhancer?, construct?)),
 restriction_site?, restriction_enzyme?, endonuclease?, exonuclease?, transcriptom+, multiple_cloning_site?, internal_ribosomal_entry_site?, bi_cistronic+, multi_cistronic+, tri_cistronic+,
 ((or nucleic_acid+, dna, rna) 3d (or liga[s,t]+, polymeras??, transferas??, synthe[s,t]+))
 crispr+, (clustered w regular?? w interspace?? w short w palindrom???? w repeat?), (zinc w finger?), talen, (transcription w activator_like w effector?)

Kombinierte Stichwortkonzepte für die Patentsuche

(or recombinant+, gene[s,], genetic+, genom+, transgen+, cisgen+, epigen+, oncogene+, nucleic_acid+, [r,c,t,]dna, [si,m,mi,sn,]rna, sequenc+, alignment?, (polymerase w chain w reaction?), pcr, hybridi[s,z]+, exon+, intron+, pro-

moter[s,], transcri[b,p]+, cloned, cloning, expression, expressing, vector[s,], cosmid?, (artificial w (gene? or chromosome?)), allel+, genotyp+, phenotyp+, chromosome?, homozygot+, heterozygot+, polymorphis+, recessiv+, dominant+, mutation?, mutated)

and

ipc/cpc (or a01h1/00, a01h4/00, a01k67/00, a21d8/04, a61k31/00, a61k35/12, a61k35/66, a61k38/00, a61k39/00, a61p, c07k14/00, c07k16/00, c12n5/00, c12n7/00, c12n9/00, c12p, c12q1/00, g01n33/00)

Stichwortkonzept für die Publikationsuche

((or gene[s,], genetic+, genom+, nucleic_acid+, dna, rna) 3d (or edit+, engineer+, silenc+, mutat+, modif+, alter+, enhanc+, chang+, insert+, delet+, substitut+, re_arrang+, transpos+, replac+, adapt+, stabili[s,z]+, foreign+, novel+, sequenc+, express+, vector?, hybridi[s,z]+, therap+, vaccin+, clon+e[d,ing], array?)),
 transgene?, transgenic+, (polymerase w chain w reaction?), pcr, recombinant+,
 ((or expression, transcription, cloning) w (or casset+, unit?, element?, vector?, plasmid?, promoter?, enhancer?, construct?)),
 restriction_site?, restriction_enzyme?, endonuclease?, exonuclease?, transcriptom+, multiple_cloning_site?, internal_ribosomal_entry_site?, bi_cistronic+, multi_cistronic+, tri_cistronic+,
 ((or nucleic_acid+, dna, rna) 3d (or liga[s,t]+, polymeras??, transferas??, synthe[s,t]+))
 nucleic_acid+, ribonucleic_acid, de[s]oxyribonucleic_acid, dna, [si,m,mi,sn,]rna, (sequenc+ 3d align+), (artificial+ w (gene[s,] or chromosome[s,])), transcriptom+, chromosom+, oncogene+, ((or cisgen+, epigen+, hybridi[s,z]+, exon[s], intron+, promoter[s,], transcri[b,p]+, cloned, cloning, expression, expressing, vector[s,], cosmid?, allel+, genotyp+, phenotyp+, chromosome?, homozygot+, heterozygot+, polymorphis+, recessiv+, dominant+, mutation?, mutated) s (or gene[s,], genetic+, genom+))
 crispr+, (clustered w regular?? w interspace?? w short w palindrom???? w repeat?), (zinc w finger?), talen, (transcription w activator_like w effector?)

Das «+»-Zeichen ist eine Trunkierung der entsprechenden Wörter. Dies erlaubt eine Suche nach Wörtern mit demselben Anfang aber verschiedenen Endungen. Das «or» wird im Sinne eines Bool'schen-operators verwendet, d.h. alle Dokumente die zumindest eines dieser Wörter enthalten werden gesucht.

Nationensuche

Um die Präzision der Zuordnung von Patenten und Publikationen zum Herkunftsland USA zu verbessern, wurden im Unterschied zu den Studien in den Vorjahren die ANSI-US-Staatencodes (z.B. AL für Alabama) nicht mehr verwendet. Mit der starken Zunahmen von Patenten und Publikationen aus Asien und insbesondere China führten die ANSI-Codes zu einer jährlich zunehmend Anzahl von Dokumenten, welche fälschlicherweise den USA zugeordnet wurden. Entsprechend wurden alle Daten ab 1990 für die USA neu erhoben. Die Präzision der Zuordnung des Herkunftslandes wurde anhand einer Stichprobe überprüft.

Patente

CH: «[ch]», [ch], ch, switzerland, suisse, svizzer[a, o], schweiz+, ch_[1,2,3,4,5,6,7,8,9]###

US: «[us]», [us], us, usa, united_states, alabama, alaska, arizona, arkansas, california, colorado, connecticut, delaware, florida, georgia, hawaii, idaho, illinois, indiana, iowa, kansas, kentucky, louisiana, maine, maryland, massachusetts, michigan, minnesota, mississippi, missouri, montana, nebraska, nevada, hampshire, new_jersey, new_mexico, new_york, ohio, oklahoma, oregon, pennsylvania, rhode, carolina, dakota, tennessee, texas, utah, vermont, virginia, washington, wisconsin, wyoming

NL: «[nl]», [nl], nl, netherlands+

Publikationen

CH: ch, switzerland, schweiz+, suisse, swiss, svizzer[a,o], ch, ch_[1,2,3,4,5,6,7,8,9]###

US: usa, united_states, us, alabama, alaska, arizona, arkansas, california, colorado, connecticut, delaware, florida, georgia, hawaii, idaho, illinois, indiana, iowa, kansas, kentucky, louisiana, maine, maryland, massachusetts, michigan, minnesota, mississippi, missouri, montana, nebraska, nevada, hampshire, new_jersey, new_mexico, new_york, ohio, oklahoma, oregon, pennsylvania, rhode, carolina, dakota, tennessee, texas, utah, vermont, virginia, washington, wisconsin, wyoming

NL: nl, netherlands+, dutch

Öffentliche Forschungseinrichtungen

Für die öffentlichen Forschungseinrichtungen wurden folgende Suchbegriffe verwendet:

CH: ((or universit+, uni, univ) 2d (or zurich, basel, bern[e,], genev[a,e], lausanne, fribourg, neuchatel, st_gallen, luzern, lugano, bellinzona)), ethz, epfl, kantonsspital+, (hopita+ w canton+), eth_zurich, (5ug ecole, polytech+, lausanne), swiss_federal+, eidgeno[o,oe]ss+, [c,k]antonal+, (5ug (or swiss, schweiz+), trop[en,ical], institut+), friedrich_miescher_institut?, ((or schweiz+, swiss, suisse, svizzero) 2d institut+), paul_scherrer_institut?, isrec, (7ug institut+, (or swiss, suisse), (or research, recherche), experimental?, cancer), empa

US: ((or univ, universit+) 2d (or stanford, case_western, alabama, alaska, arizona, arkansas, california, colorado, connecticut, delaware, florida, georgia, hawaii, idaho, illinois, indiana, iowa, kansas, kentucky, louisiana, maine, maryland, massachusetts, michigan, minnesota, mississippi, missouri, montana, nebraska, nevada, hampshire, new_jersey, new_mexico, new_york, ohio, oklahoma, oregon, pennsylvania, rhode, carolina, dakota, tennessee, texas, utah, vermont, virginia, washington, wisconsin, wyoming)), broad_institute, (4ug massachusetts, institute, technology)

NL: ((or hogeschool, rijksuniversiteit, universit[y,eit], univ, uni) 3d (or rotterdam, amsterdam, utrecht, groningen, leiden, wageningen, eindhoven, nijmegen, delft, twente, maastricht, tillburg)), (4og erasmus, medical, center)

5 Patentklassen

Direkt der Gentechnologie zugeordnete Patentklassen

A01K67/027

A61K48

C12N1/11, C12N1/13, C12N1/15, C12N1/19, C12N1/21

C12N5/10

C12N15, C12Q1/68

Patentklassen zur Kombination mit Stichwortkonzepten

A01H1, A01H4, A01K67, A21D8/04

A61K31, A61K35/12, A61K35/66, A61K38, A61K39, A61P

C07K14, C07K16

C12N5, C12N7, C12N9, C12P, C12Q1

G01N33

G06F19/30, G16B

CPC/IPC/FI-Symbole	Beschreibung
A	HUMAN NECESSITIES
A01	AGRICULTURE; FORESTRY; ANIMAL HUSBANDRY; HUNTING; TRAPPING; FISHING
A01H	NEW PLANTS OR PROCESSES FOR OBTAINING THEM; PLANT REPRODUCTION BY TISSUE CULTURE TECHNIQUES
A01H1/00	Processes for modifying genotypes (A01H4/00 takes precedence)
A01H4/00	Plant reproduction by tissue culture techniques {}; Tissue culture techniques therefor}
A01K	ANIMAL HUSBANDRY; CARE OF BIRDS, FISHES, INSECTS; FISHING; REARING OR BREEDING ANIMALS, NOT OTHERWISE PROVIDED FOR; NEW BREEDS OF ANIMALS
A01K67/00	Rearing or breeding animals, not otherwise provided for; New breeds of animals (methods for reproduction or fertilisation A61D19/00; medicinal preparations containing sperm A61K35/52; tissue- or animal-cell cultivation apparatus C12M3/00; cultivation or maintenance of tissue or animal cells C12N5/00; mutation or genetic engineering C12N15/00)
A01K67/027	. New breeds of vertebrates
A21	BAKING; EDIBLE DOUGHS
A21D	TREATMENT, e.g. PRESERVATION, OF FLOUR OR DOUGH, e.g. BY ADDITION OF MATERIALS; BAKING; BAKERY PRODUCTS; PRESERVATION THEREOF
A21D8/00	Methods for preparing dough or for baking (A21D2/00 takes precedence)
A21D8/02	. Methods for preparing dough; Treating dough prior to baking (machines or equipment for making or processing dough A21C)
A21D8/04	.. treating dough with microorganisms or enzymes
A61	MEDICAL OR VETERINARY SCIENCE; HYGIENE
A61K	PREPARATIONS FOR MEDICAL, DENTAL, OR TOILET PURPOSES (devices or methods specially adapted for bringing pharmaceutical products into particular physical or administering forms A61J3/00; chemical aspects of, or use of materials for deodorisation of air, for disinfection or sterilisation, or for bandages, dressings, absorbent pads or surgical articles A61L {}; compounds per se C01, C07, C08, C12N; } soap compositions C11D {}; microorganisms per se C12N)}
A61K31/00	Medicinal preparations containing organic active ingredients
A61K35/00	Medicinal preparations containing materials or reaction products thereof with undetermined constitution
A61K35/12	. Materials from mammals; Compositions comprising non-specified tissues or cells; Compositions comprising non-embryonic stem cells; Genetically modified cells (uncharacterised stem cells A61K35/545; vaccines or medicinal preparations containing antigens or antibodies A61K39/00)
A61K35/66	. Microorganisms or materials therefrom (fungi, yeasts or candida A61K36/06)
A61K38/00	Medicinal preparations containing peptides (peptides containing beta-lactam rings A61K31/00; cyclic dipeptides not having in their molecule any other peptide link than those which form their ring, e.g. piperazine-2,5-diones, A61K31/00; ergot alkaloids of the cyclic peptide type A61K31/48; containing macromolecular compounds having statistically distributed amino acid units A61K31/74; medicinal preparations containing antigens or antibodies A61K39/00; medicinal preparations characterised by the non- active ingredients, e.g. peptides as drug carriers, A61K47/00)
A61K39/00	Medicinal preparations containing antigens or antibodies (materials for immunoassay G01N33/53)
A61K48/00	Medicinal preparations containing genetic material which is inserted into cells of the living body to treat genetic diseases; Gene therapy
C	CHEMISTRY; METALLURGY
C07	ORGANIC CHEMISTRY (such compounds as the oxides, sulfides, or oxysulfides of carbon, cyanogen, phosgene, hydrocyanic acid or salts thereof C01; products obtained from layered base-exchange silicates by ion-exchange with organic compounds such as ammonium, phosphonium or sulfonium compounds or by intercalation of organic compounds C01B33/44; macromolecular compounds C08; dyes C09; fermentation products C12; fermentation or enzyme-using processes to synthesise a desired chemical compound or composition or to separate optical isomers from a racemic mixture C12P; production of organic compounds by electrolysis or electrophoresis C25B3/00, C25B7/00)

C07K	PEPTIDES (peptides in foodstuffs A23; obtaining protein compositions for foodstuffs, working-up proteins for foodstuffs A23); preparations for medicinal purposes A61K; peptides containing beta-lactam rings C07D; cyclic dipeptides not having in their molecule any other peptide link than those which form their ring, e.g. piperazine-2,5- diones, C07D; ergot alkaloids of the cyclic peptide type C07D519/02; macromolecular compounds having statistically distributed amino acid units in their molecules, i.e. when the preparation does not provide for a specific; but for a random sequence of the amino acid units, homopolyamides and block copolyamides derived from amino acids C08G69/00; macromolecular products derived from proteins C08H1/00; preparation of glue or gelatine C09H; single cell proteins, enzymes C12N; genetic engineering processes for obtaining peptides C12N15/00; compositions for measuring or testing processes involving enzymes C12Q; investigation or analysis of biological material G01N33/00)
C07K14/00	Peptides having more than 20 amino acids; Gastrins; Somatostatins; Melanotropins; Derivatives thereof
C07K16/00	Immunoglobulins [IGs], e.g. monoclonal or polyclonal antibodies {(antibodies with enzymatic activity, e.g. abzymes C12N9/0002)}
C12	BIOCHEMISTRY; BEER; SPIRITS; WINE; VINEGAR; MICROBIOLOGY; ENZYMOLOGY; MUTATION OR GENETIC ENGINEERING
C12N	MICROORGANISMS OR ENZYMES; COMPOSITIONS THEREOF (biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators, containing microorganisms, viruses, microbial fungi, enzymes, fermentates or substances produced by or extracted from microorganisms or animal material A01N63/00; food compositions A21, A23; medicinal preparations A61K; chemical aspects of, or use of materials for, bandages, dressings, absorbent pads or surgical articles A61L; fertilisers C05); PROPAGATING, PRESERVING OR MAINTAINING MICROORGANISMS (preservation of living parts of humans or animals A01N1/02); MUTATION OR GENETIC ENGINEERING; CULTURE MEDIA (microbiological testing media C12Q)
C12N1/00	Microorganisms, e.g. protozoa; Compositions thereof (medicinal preparations containing material from protozoa, bacteria or viruses A61K35/66, from algae A61K36/02, from fungi A61K36/06; preparing medicinal bacterial antigen or antibody compositions, e.g. bacterial vaccines, A61K39/00); Processes of propagating, maintaining or preserving microorganisms or compositions thereof; Processes of preparing or isolating a composition containing a microorganism; Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/10	Protozoa; Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/11	.. modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01]
C12N1/12	Unicellular algae; Culture media therefor (as new plants A01H13/00) [3,2006.01]
C12N1/13	.. modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01]
C12N1/14	Fungi (culture of mushrooms A01G1/04; as new plants A01H15/00); Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/15	.. modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01] ..Yeasts; Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/16	... modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01] ..Bacteria; Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/19	.. modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01]
C12N1/20	Bacteria; Culture media therefor [3,2006.01]
C12N1/21	.. modified by introduction of foreign genetic material [5,2006.01]
C12N15/00	Mutation or genetic engineering; DNA or RNA concerning genetic engineering, vectors, e.g. plasmids, or their isolation, preparation or purification; Use of hosts therefor (mutants or genetically engineered microorganisms, per se C12N1/00, C12N5/00, C12N7/00; new plants per se A01H; plant reproduction by tissue culture techniques A01H4/00; new animals per se A01K67/00; use of medicinal preparations containing genetic material which is inserted into cells of the living body to treat genetic diseases, gene therapy A61K48/00)
C12N5/00	Undifferentiated human, animal or plant cells, e.g. cell lines; Tissues; Cultivation or maintenance thereof; Culture media therefor; (plant reproduction by tissue culture techniques A01H4/00)
C12N5/10	.. Cells modified by introduction of foreign genetic material {Not used, see subgroups}
C12N7/00	Viruses; Bacteriophages; Compositions thereof; Preparation or purification thereof (preparing medicinal viral antigen or antibody compositions, e.g. virus vaccines, A61K39/00)
C12N9/00	Enzymes; Proenzymes; Compositions thereof (preparations containing enzymes for cleaning teeth A61K8/66, A61Q11/00; medicinal preparations containing enzymes or proenzymes A61K38/43; enzyme containing detergent compositions C11D; {enzymes with nucleic acid structure, e.g. ribozymes, C12N15/113}); Processes for preparing, activating, inhibiting, separating or purifying enzymes (preparation of malt C12C1/00)
C12P	FERMENTATION OR ENZYME-USING PROCESSES TO SYNTHESISE A DESIRED CHEMICAL COMPOUND OR COMPOSITION OR TO SEPARATE OPTICAL ISOMERS FROM A RACEMIC MIXTURE {(brewing of beer C12C; producing vinegar C12); producing specific peptides or proteins C07K; producing enzymes C12N9/00; DNA or RNA concerning genetic engineering, vectors, e.g. plasmids, or their isolation, preparation or purification C12N15/00; measuring or testing processes involving enzymes or microorganisms C12Q; measuring or testing processes involving nucleic acid amplification reactions C12Q1/6844; fermentation processes to form a food composition, A21 or A23; compounds in general, see the relevant compound class, e.g. C01, C07)}

C12Q	MEASURING OR TESTING PROCESSES INVOLVING ENZYMES OR MICROORGANISMS (immunoassay G01N33/53); COMPOSITIONS OR TEST PAPERS THEREFOR; PROCESSES OF PREPARING SUCH COMPOSITIONS; CONDITION RESPONSIVE CONTROL IN MICROBIOLOGICAL OR ENZYMOLOGICAL PROCESSES
C12Q1/00	Measuring or testing processes involving enzymes, {nucleic acids} or microorganisms (measuring or testing apparatus with condition measuring or sensing means, e.g. colony counters C12M1/34); Compositions therefor; Processes of preparing such compositions
C12Q1/68	. involving nucleic acids
G	PHYSICS
G01	MEASURING (counting G06M); TESTING
G01N	INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES (separating components of materials in general B01D, B01J, B03, B07; apparatus fully provided for in a single other subclass, see the relevant subclass, e.g. B01L; measuring or testing processes other than immunoassay, involving enzymes or microorganisms C12M, C12Q; investigation of foundation soil in situ E02D1/00; sensing humidity changes for compensating measurements of other variables or for compensating readings of instruments for variations in humidity, see G01D or the relevant subclass for the variable measured; testing or determining the properties of structures G01M; measuring or investigating electric or magnetic properties of materials G01R; systems or methods in general, using reception or emission of radiowaves or other waves and based on propagation effects, e.g. Doppler effect, propagation time, direction of propagation, G01S; determining sensitivity, graininess, or density of photographic materials G03C5/02; testing component parts of nuclear reactors G21C17/00; {controlling or regulating non- electric variables G05D; measuring degree of ionisation of ionised gases, i.e. plasma H05H1/0006; testing electrographic developer properties G03G15/0848})
G01N33/00	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups
	COMPUTING; CALCULATING; COUNTING
	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by the preceding groups
	Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific applications (specially adapted for specific functions G06F17/00; data processing systems or methods specially adapted for administrative, commercial, financial, managerial, supervisory or forecasting purposes G06Q; healthcare informatics G16H)
G06F19/30	{Medical informatics, i.e. computer-based analysis or dissemination of patient or disease data (measuring for diagnostic purposes A61B5/00; recognising patterns in biomedical signals G06K9/00496; data processing systems or methods specially adapted for administrative or managerial aspects of healthcare or welfare G06Q50/22)}
A61P	ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING (computer systems based on specific computational models G06N)
	SPECIFIC THERAPEUTIC ACTIVITY OF CHEMICAL COMPOUNDS OR MEDICINAL PREPARATIONS
G16B	BIOINFORMATICS, i.e. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR GENETIC OR PROTEIN-RELATED DATA PROCESSING IN COMPUTATIONAL MOLECULAR BIOLOGY
A61P	SPECIFIC THERAPEUTIC ACTIVITY OF CHEMICAL COMPOUNDS OR MEDICINAL PREPARATIONS
G16B	BIOINFORMATICS, i.e. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY [ICT] SPECIALLY ADAPTED FOR GENETIC OR PROTEIN-RELATED DATA PROCESSING IN COMPUTATIONAL MOLECULAR BIOLOGY

Die vollständige Beschreibung der IPC-Klassen mit CPC- und FI-Konkordanzen ist zu finden unter:

www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&fipcc=yes

6 Bevölkerungszahlen, Bruttoinlandprodukt und GERD

Die Werte für Einwohnendenzahlen wurden von der Weltbank (<https://data.worldbank.org/country>) bezogen und für das Jahr 2022 mit Zahlen aus den nationalen Statistiken der Schweiz (Bundesamt für Statistik), den USA (US Census Bureau) und den Niederlanden (Statistics Netherlands CBS) ergänzt. Für Bruttoinlandprodukt (BIP) und GERD diente die OECD Statistik als Quelle (https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB). Das GERD 2021 für die Schweiz wurde beim Bundesamt für Statistik in Erfahrung gebracht. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war das GERD der USA und der Niederlande für das Jahr 2022 noch nicht verfügbar. Für die Schweiz wird das GERD nur alle zwei Jahre erhoben. Das BIP wurde für alle Länder in US Dollars zu konstanten Preisen und in konstanten Kaufkraftstandards berechnet (VPVOB: in US\$, constant prices, constant PPPs, OECD base year). Das GERD wurde in US Dollars zu aktuellen Preisen und in Kaufkraftstandards ausgedrückt (PPP dollars, current prices).

7 Datenbanken

EPODOC (EPOQUEnet)

Systematisch klassierte Recherchedokumentation des Europäischen Patentamts, enthält mehr als 90 Millionen Patentedokumente

Derwent World Patents Index (DWPI)

Patentzitate mit Informationen aus den 47 wichtigsten Ländern.

PatentSight

Analyseplattform für Patente, ermöglicht Recherchen bezüglich Patenteigentum, Nachverfolgung von Daten, Rechtsstand, identifiziert Patentfamilien und misst die Patentstärke.

MEDLINE

Ca. 19 Millionen Zitate aus dem Bereich der Biomedizin, erfasster Zeitraum 1950 bis heute.

BIOSIS

Ca. 15 Millionen Zitate aus dem Bereich der Biowissenschaften, erfasster Zeitraum 1969 bis heute.

EMBASE

Ca. 15 Millionen Zitate aus dem Bereich der Biomedizin und Pharmazie, erfasster Zeitraum 1911 bis heute.

XPSRNG

Ca. 500'000 Artikel in Springer und Kluwer-Zeitschriften, erfasster Zeitraum 2005 bis heute.

XPESP

Elsevier Publikationen, erfasster Zeitraum 1994 bis heute.

SCNAT – vernetztes Wissen im Dienste der Gesellschaft

Die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) engagiert sich regional, national und international für die Zukunft von Wissenschaft und Gesellschaft. Sie stärkt das Bewusstsein für die Naturwissenschaften als zentralen Pfeiler der kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung. Ihre breite Abstützung macht sie zu einem repräsentativen Partner für die Politik. Die SCNAT vernetzt die Naturwissenschaften, liefert Expertise, fördert den Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft, identifiziert und bewertet wissenschaftliche Entwicklungen und legt die Basis für die nächste Generation von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern. Sie ist Teil des Verbundes der Akademien der Wissenschaften Schweiz.

Das **Forum Genforschung** fördert einen differenzierten und sachlichen Umgang mit neuen Entwicklungen in der Genforschung. Dazu stellt es wissenschaftliche Informationen zu einem breiten Spektrum an gesellschaftlich relevanten Themen zur Verfügung und fördert auf dieser Basis den Dialog zwischen Forschung, Politik und Gesellschaft.