

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI,
Hochschulen

Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz

Schlussbericht

20. Oktober 2022

Erarbeitet durch

econcept AG / Gerechtigkeitsgasse 20 / 8001 Zürich
www.econcept.ch / info@econcept.ch / + 41 44 286 75 75

Autoren/innen

Nicole Kaiser, MA Politikwissenschaften UZH
Linda Mülli, Dr. phil. Kulturwissenschaftlerin, MA Geschichte
Marco Lügstenmann, MA UniBE in Politikwissenschaft
Barbara Haering, Prof. Dr. sc. nat. ETH, Dr. h. c. sc. pol.

Inhalt

1 Ausgangslage und methodische Grundlagen	4
1.1 Prüfauftrag des Bundesrats	4
1.2 Untersuchungsfragestellungen	4
1.3 Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes	5
1.4 Methodisches Vorgehen	6
2 Bildungs- und Weiterbildungsangebote mit Bezug zur Vakzinologie	11
2.1 Disziplinen und Kompetenzen mit Bezug zur Vakzinologie	11
2.2 Bildungs- und Weiterbildungsangebote im Überblick inkl. Abschlüssen	13
2.2.1 Bildungs- und Weiterbildungsangebote mit Bezug zur Vakzinologie	13
2.2.2 Studien- und Doktoratsabschlüsse mit Bezug zur Vakzinologie	15
2.3 Akteure der Lehre und Forschung mit Bezug zur Vakzinologie	16
2.4 Forschungsprogramme, Netzwerke und Plattformen	19
2.5 Einschätzungen der Experten/innen zur Bildungslandschaft mit Bezug zur Vakzinologie und Kontext	21
3 Zusammenfassende Erkenntnisse	22
Anhang	24
A-1 Literatur- und Dokumentenverzeichnis	24
A-2 Detaillierte Ergebnisse	25
A-3 Leitfaden Experten/innen-Interviews	26

1 Ausgangslage und methodische Grundlagen

1.1 Prüfauftrag des Bundesrats

Am 17. Dezember 2021 beauftragte der Bundesrat das Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF und dabei insbesondere das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI eine mögliche Unterstützung zur Sicherstellung der akademischen Kompetenzen im Bereich Vakzinologie vorzubereiten. Im Kern des bundesrätlichen Prüfauftrags steht die Frage, ob in der Schweiz genügend Fachleute auf akademischem Niveau ausgebildet werden, die an Hochschulen, Forschungsinstituten und Industrie zur Impfstoffforschung und -entwicklung beitragen können.

Massnahme 4 – «Unterstützung der Sicherstellung der akademischen Kompetenzen im Bereich Vakzinologie»
Das WBF (SBFI) wird beauftragt, im Rahmen der Schweizerischen Hochschulkonferenz (SHK) die Festigung von vakzinologischen Lehrstühlen im Hinblick auf die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften anzuregen und zusammen mit den Kantonen zu prüfen, ob die Instrumente des Hochschulförderungs- und -koordinationsgesetzes (HFKG) hierbei unterstützend wirken könnten.

1.2 Untersuchungsfragestellungen

Vorliegende Untersuchung strebt an, ein möglichst umfassendes Bild der Bildungs- und Weiterbildungsangebote an Schweizer Hochschulen sowie Lehrstühle zu geben, die Kompetenzen zur Erforschung und Entwicklung von Impfstoffen schaffen und vermitteln. Die Untersuchung war geleitet von folgenden Fragestellungen:

- *Disziplinen und Kompetenzen:* Welches sind die Disziplinen, Sub-Disziplinen und Kompetenzen, die zur Impfstoffforschung und -entwicklung relevant sind?
- *Bildungs- und Weiterbildungsangebote:* Welche Bildungs- und Weiterbildungsangebote, die für die Erforschung und Entwicklung von Impfstoffen notwendige Kompetenzen vermitteln, bestehen an Schweizer Hochschulen?
- *Studierende:* Wie viele Abschlüsse resultieren aus den Studiengängen? Wie viele Doktorentsabschlüsse gibt es?
- *Forschungsprogramme, Plattformen, Netzwerke:* Welche Forschungsprogramme, Plattformen, Netzwerke, Kompetenzzentren u. ä., die zur Schaffung und Vermittlung von Kompetenzen im Bereich der Impfstoffforschung und -entwicklung beitragen, gibt es in der Schweiz (mit Angabe der beteiligten Hochschulen und Lehrstühle)?
- *International:* An welchen internationalen einschlägigen Plattformen, Netzwerken, Gremien u.ä. sind Schweizer Hochschulen beteiligt? Welche einschlägigen Plattformen, Netzwerke, Initiativen o.ä. auf internationaler Ebene gibt es, an denen die Schweizer Hochschulen (noch) nicht beteiligt sind? Können Gründe dafür eruiert werden?

1.3 Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Der Untersuchungsgegenstand wird folgendermassen eingegrenzt:

Bildung und Weiterbildung, nicht Fachkräftemangel

Der Fokus der Untersuchung liegt auf der akademischen Aus- und Weiterbildung von Fachleuten mit Bezug zur Vakzinologie. Inwiefern diese Personen dann tatsächlich auch als Fachkräfte an Hochschulen, in Forschungsinstituten und in der Industrie zur Impfstoffforschung und -entwicklung beitragen, ist eine andere Frage. Dazu kann die vorliegende Erhebung qualitative Hinweise sammeln.

Hochschulen

Die Erhebung fokussiert auf Bildung und Weiterbildung sowie auf Forschung an Schweizer Hochschulen, darunter sowohl universitäre Hochschulen und ihre Forschungsanstalten als auch Fachhochschulen. Nicht Teil der Analyse sind Bildungsangebote oder Forschungsaktivitäten privater Akteure, so z.B. Spin-offs, Start-ups, Forschungszentren von Pharmafirmen.

Formale und nichtformale Bildung, die zu einem Abschluss auf Tertiärstufe führt

Die Erhebung berücksichtigt die formale Bildung, spezifisch Studiengänge, die zu einem Abschluss auf Tertiärstufe führen (BSc, BA, MSc, MA, MAS, DAS, CAS). Nicht Teil der Erhebung sind alle weiteren Formen der Bildung (z.B. nichtformale Bildung ohne Abschluss, informelle Bildung, Ausbildung «on the job»).

Vakzinologie als multidisziplinäres Feld: Impfstoffforschung und -entwicklung

Bei der Vakzinologie handelt es sich um ein multidisziplinäres Feld, das von Naturwissenschaften (z.B. Mikrobiologie, Immunologie), klinischer Medizin (z.B. klinische Studien, innere Medizin, Pädiatrie) über Public Health (z.B. Epidemiologie, Biostatistik, Ethik) zu Sozialwissenschaften (z.B. Kommunikation, Policy Analyse) reicht.¹ Es gibt in der Schweiz kaum Departemente, Institute, Lehrstühle oder Studiengänge, die sich umfassend oder ausschliesslich der Vakzinologie widmen.² Ebenso wenig wird die Vakzinologie in der Schweiz als multidisziplinärer Studiengang angeboten.³

Die Erhebung schliesst Disziplinen ein, die im weiteren Sinne Kompetenzen bezüglich der Impfstoffforschung und -entwicklung schaffen und vermitteln. Sie schliesst aber Disziplinen aus, wenn sie Forschungsfragen adressieren, bei denen ein Impfstoff bereits vorhanden sein muss (z.B. Impf-Policies, Umsetzung von Impfprogrammen, Impfreulation, Ethik).

Erkenntnisorientierte und anwendungsorientierte Grundlagenforschung

Der Fokus der Erhebung liegt auf der erkenntnisorientierten und anwendungsorientierten Grundlagenforschung mit Bezug zur Vakzinologie – dies in Abgrenzung zu Forschung, die

¹ Vgl. Vaccine 28 (2010), Editorial, S. 8227-8228 sowie Lambert/Podda (2018), S. 2.

² Vgl. Lambert/Podda 2018, S. 2. Selten sind Bildungs- und Weiterbildungsangebote auf den gesamten Impfstoffentwicklungsprozess ausgerichtet.

³ Eine Ausnahme ist der International Master in Vaccinology (IMVACC), der unter anderem vom Swiss Vaccine Research Institute entwickelt wurde und als Master of Advanced Studies (MAS) von der Universität Lausanne angeboten wird. Die Weiterbildung besteht aus zwölf Monaten Online-Unterricht und einem sechs- bis zwölfmonatigem Master-Projekt, das gemeinsam mit einer Partnerinstitution aus Forschung oder Praxis durchgeführt wird (vgl. Kapitel 2.2).

stärker der Innovation zuzuordnen ist (Technologieentwicklung, anwendungsorientierte Forschung, Produkt- und Prozessentwicklung, Prototypen, Innovation am Markt).⁴ Wir gehen grob davon aus, dass es die erkenntnis- und anwendungsorientierte Grundlagenforschung ist, die auch für die Lehre relevant ist.

Impfstoffforschung und -entwicklung unabhängig von potenzieller Anwendung

In Anlehnung an den Fokus auf die Grundlagenforschung wird keine Eingrenzung der Impfstoffforschung und -entwicklung sowie der entsprechenden Lehre vorgenommen hinsichtlich der potenziellen Anwendung des Impfstoffs – sei dies zur Prophylaxe oder als Therapie von Infektionskrankheiten, sei dies zur Behandlung von Immunsystem-bezogenen Krankheiten (z.B. Krebs, Allergien) oder weiteren Anwendungsmöglichkeiten.⁵

1.4 Methodisches Vorgehen

Das Projektdesign gliederte die Untersuchung in die drei Phasen Exploration, Erhebungen und Synthese, die in der nachfolgenden Abbildung überblicksweise dargestellt sind.

Exploration	Erhebungen	Synthese
Startsitzung: Projektverständnis	Dokumentenanalyse zur Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz	Letzte Abklärungen aufgrund der Projektsitzung
Dokumente: Erste Recherchen, Identifikation zentraler Quellen	Entwurf: Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz	Berichterstattung der Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Optionen für weitere Massnahmen in Berichtsform.
Detailkonzept: Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes, präzisierete Evaluationsfragestellungen, methodische Zugänge	Vertiefung: 5 Experten/innen-Gespräche insbes. zur Einschätzung der vorhandenen Kapazitäten	Entwurf Berichterstattung
Projektsitzung: Detailkonzept	Datenerhebung bei Hochschulen zu jährlichen Abschlüssen auf Stufe Bachelor, Master und Doktorat	Schlussitzung: Projektabschluss
Explorative Gespräche: 3 explorative Experten/innen-Gespräche	Ergebnisse: Präsentation der zentralen Ergebnisse und Optionen für Anträge in einer PP-Präsentation	Finalisierter Schlussbericht
Projektsitzung: Ergebnisse, Einschätzungen bzgl. Kapazitäten		
Juli 2022	August 2022	September 2022

Abbildung 1: Projektdesign im Überblick

Explorative Gespräche: Für die explorativen Gespräche wurden drei Gesprächspartner/innen ausgewählt. Dabei wurde der Fokus auf Personen gelegt, die in verschiedenen Kompetenzfeldern tätig und in verschiedenen Netzwerken aktiv sind, um einen möglichst breiten Überblick zu erhalten. Eine regionale Repräsentativität wurde ebenfalls

⁴ Vgl. Forschungs-Innovations-Kontinuum des SNF, z.B. auf <https://www.snf.ch/de/IVQhk-SYdL4taqcul/thema/anwendungsorientierte-grundlagenforschung> [Stand URL: 19.07.2022]

⁵ Vgl. Vaccine 33 (2015), Editorial, S. 6135-6136.

angestrebt. Die Interviews basierten auf einem Leitfaden (Anhang A-3), fanden per Videokonferenz statt und dauerten zwischen 45 und 60 Minuten. Nachstehende Tabelle listet die für die explorativen Gespräche interviewten Personen auf.

Person	Funktion	Kompetenzfeld	Netzwerke	Typ Institution	Sprachregion		
					D	F	I
Prof. Dr. Claire-Anne Siegrist	Professeure ordinaire, Chaire de vaccinologie, Faculté de médecine, Université Genève, Centre de Vaccinologie des HUG	Vakzinologie, Pädiatrie	Diverse nationale und internationale Netzwerke, u.a. WHO und in England	Hochschule, Universitätsspital		x	
Prof. Dr. Christian Münz	Professor, Institute of Experimental Immunology, Universität Zürich	Viral Immunobiology		Hochschule	x		
Giuseppe Pantaleo, M.D.	Director of the Swiss Vaccine Research Institute Professor of Medicine, Chief of the Division of Immunology and Allergy, Department of Medicine, CHUV	Immunologie	Kontakte zu Partnern SVRI (CHUV, UNIL, EPFL, IRB), Internationale Netzwerke (CEPI, GAVI)	Spital		x	x

Tabelle 1 Experten/innen der explorativen Gespräche

Dokumentenanalyse zu Studiengängen und Weiterbildungsangeboten: Mit einem mehrstufigen, kriterienbasierten Rechercheverfahren wurden Studiengänge (Bachelor, Master und Doktorat) und Weiterbildungsangebote (CAS, DAS, MAS) identifiziert, die einen relevanten Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung aufweisen. Im Sinne eines iterativen Vorgehens wurden folgende Rechschritte durchgeführt:

Rechschritt	Vorgehen
Schritt 1	Identifikation von Such-Keywords (insbesondere relevante Disziplinen und Subdisziplinen) anhand der untersuchten Dokumente und explorativen Interviews.
Schritt 2	Suche auf www.berufsberatung.ch mit Keywords.
Schritt 3	Sichtung des Studienbeschriebs auf www.berufsberatung.ch oder auf der Webseite der für den Studiengang oder die Weiterbildung verantwortlichen Hochschule.
Schritt 4	Aufnahme auf die Liste der relevanten Studiengänge und Weiterbildungen, wenn ein klarer Bezug zu Impfstoffen, Vakzinologie, Immunologie oder Virologie vorhanden war.
Schritt 5	Falls kein eindeutiger Bezug vorhanden war, wurde eine zusätzliche Internetrecherche zur (Sub-)Disziplin und möglichen Arbeitsfeldern von Abgängern/innen durchgeführt.
Schritt 6	Aufnahme auf die Liste der relevanten Studiengänge und Weiterbildungen, wenn aufgrund der Zusatzrecherche ein klarer Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung ersichtlich war; keine Aufnahme auf die Liste, wenn der Bezug unklar oder zu wenig deutlich war.
Schritt 7	Wiederholung der Schritte 2 bis 6 mit der Webseite www.studyprogrammes.ch .

Rechercheschritt	Vorgehen
Schritt 8	Die Recherche auf den Webseiten der Hochschulen ergaben Hinweise zu ähnlichen oder verwandten Studiengängen, Spezialisierungen und Doktors-Möglichkeiten, denen nachgegangen wurde.
Schritt 9	Die Recherche auf den Webseiten der Hochschulen hat eine Ableitung weiterer Keywords ermöglicht, mit denen wiederum je eine Suche auf www.berufsberatung.ch und www.studyprogrammes.ch gestartet werden konnte (vgl. Schritte 2 bis 7).
Schritt 10	Die Datenerhebung bei den Hochschulen zu jährlichen Abschlusszahlen (vgl. Kapitel 1.4) hat ergänzende oder zusätzliche Informationen zu Studiengängen und Weiterbildungen generiert, die berücksichtigt wurden.

Tabelle 2: Rechschritte zur Identifizierung der relevanten Studiengänge und Weiterbildungen

Die Rechercheergebnisse finden sich in Kapitel 2.2 und sind in der Excel-Beilage «Übersicht Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz: Studiengänge und Weiterbildungen» ausführlich aufgeführt. Es wurde dabei angestrebt, die Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz möglichst vollständig abzubilden. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass Lücken bestehen, insbesondere auf Stufe der Doktorate. Dies aufgrund der Schwierigkeit, sämtliche Doktors-Möglichkeiten an allen Hochschulen mittels dem angewendeten Rechercheverfahren zu identifizieren.

Von einer zusätzlichen Identifikation relevanter Lehrveranstaltungen pro Studiengang wurde zudem abgesehen, da dies keinen klaren Mehrwert für die vorliegende Untersuchung geliefert hätte und zudem das Aufwand-Nutzen-Verhältnis ungünstig gewesen wäre.

Dokumentenanalyse zu Forschungsprogrammen, Plattformen und Netzwerken: Um einen Überblick über nationale und internationale Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke zu gewinnen, die einen Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung aufweisen, wurde ebenfalls ein mehrstufiges Rechercheverfahren angewendet. Ausgehend von Anhaltspunkten aus der Analyse von Dokumenten und Hinweisen aus den explorativen Gesprächen wurden Recherchen auf den Webseiten von Fakultäten, Instituten, Lehrstühlen und Studiengängen getätigt. Anhand einer ergänzenden Web-Recherche wurden weitere relevante Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke identifiziert. Abschliessend wurde über die Webseiten der Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke abgeklärt, welche Schweizer Hochschulen an den identifizierten Forschungsprogrammen, Plattformen und Netzwerken beteiligt sind und welches ihre jeweiligen Hauptaktivitäten sind.

Datenerhebung bei den Hochschulen: Basierend auf den recherchierten Studiengängen und Doktoraten mit Bezug zur Vakzinologie fand zudem eine Datenerhebung bei schweizerischen Hochschulen statt. Angeschrieben wurden jene Hochschulen, die gemäss den erfolgten Recherchen relevante Studiengänge oder Doktorate mit Bezug zur Vakzinologie anbieten. Dies betraf alle universitären Hochschulen sowie vier Fachhochschulen (vgl. Kap. 2.2). Sie wurden gebeten, Zahlen zu Abschlüssen von spezifischen Studiengängen sowie Doktorsprogrammen in den verschiedenen Disziplinen der Vakzinologie für die Jahre 2017 bis 2021 anzugeben. Die Erhebung wurde mit einem Excel-Raster durchgeführt.

Vertiefende Experten/innen-Interviews: Auf Grundlage der Übersicht aus den Dokumentenanalysen und der Datenerhebung wurden in weiteren fünf Experten/innen-Gesprächen offene Fragen sowie spezifische Aspekte vertieft. In dieser zweiten Runde von Experten/innen-Gesprächen stand insbesondere die Frage im Zentrum, wie die Bildungs- und Weiterbildungslandschaft in der Schweiz mit Blick auf die Sicherstellung der in der Schweiz benötigten akademischen Kompetenzen im Bereich Vakzinologie beurteilt werden kann – und wie die Situation der Schweiz im internationalen Vergleich eingeschätzt wird. Dabei wurden ergänzend auch Einschätzungen zur Fachkräftesituation mit Bezug zur Vakzinologie in der Schweiz erhoben.⁶

Die Experten/innen-Gespräche fanden leitfadengestützt statt. Der Leitfaden (Anhang A-3) entsprach demselben wie derjenige zu den explorativen Gesprächen; die beurteilenden Fragen wurden im Gespräch aber stärker gewichtet. Die Gespräche fanden per Videokonferenz statt und dauerten rund 45-60 Minuten.

Person	Funktion	Kompetenzfeld	Netzwerke	Typ Institution	Sprachregion		
					D	F	I
Prof. Dr. Isabella Eckerle	Faculté de médecine, HUG	Emerging viral diseases	Associated Professor at Université de Genève, Universität Bern; arbeitet mit Volker Thiel zusammen	Spital		x	
Prof. Dr. Annette Oxenius	ETH Zürich, Dep. Of Biology	Immunology, Host-patogen interactions	Professorin am Institut für Mikrobiologie (The Oxenius Lab)	Hochschule	x		
Prof. Dr. Christoph Berger	Kinderspital Zürich	Vakzinologischer Unterricht UniZH und Uni SG im Rahmen von JMM zuständig	War in Covid 19 Task Force	Spital	x		
Prof. Dr. Daniel Pinschewer	Research Group Leader, Departement Biomedizin, Universität Basel	Pathologie, Immunologie		Universität	x		
Prof. Dr. Didier Trono	Full professor, Head Laboratory of Virology and Genetics, EPFL	Epigenetik		Hochschule		x	
Prof. Dr. Claudia Dautenberger	Head of unit, Medical Parasitology & Infection Biology; Clinical Immunology, Swiss TPH	Parasitologie, Klinische Immunologie		Hochschule	x		

Tabelle 3 Experten/innen der vertiefenden Interviews

⁶ Hinweise dazu geben auch Dokumente und Literatur zum Thema, vgl. Anhang A-1.

Austausch mit Auftraggeberin: Wichtige Projektschritte, wie insbesondere die Eingrenzung des Untersuchungsgegenstands und das methodische Vorgehen, wurden mit der Auftraggeberin konsolidiert.

2 Bildungs- und Weiterbildungsangebote mit Bezug zur Vakzinologie

2.1 Disziplinen und Kompetenzen mit Bezug zur Vakzinologie

Disziplinen und Sub-Disziplinen mit Bezug zur Vakzinologie

Das Erforschen und Entwickeln von Impfstoffen – und deren Verbreitung – umfasst zahlreiche Disziplinen, welche sich in folgende Cluster aufteilen lassen.

Vakzinologie		
Naturwissenschaften	Medizin	Public Health
<ul style="list-style-type: none"> – Mikrobiologie – Virologie – Immunologie – Biochemie – Genetik – Molekularbiologie – Biomedical Engineering – Life Sciences, Biotechnologie – Infektionsbiologie – Synthetische Biologie – Umweltsystem-Wissenschaften – Pharmaceutical Sciences / Pharmakologie – ... 	<ul style="list-style-type: none"> – Humanmedizin – Innere Medizin, u.a. Onkologie – Pädiatrie – Medizinische Immunologie – Infektiologie – Medizinische Virologie – Biomedizin – Veterinärmedizin – ... 	<ul style="list-style-type: none"> – Bioinformatik, Biostatistik – Epidemiologie – Clinical Research Science – Public Health – Sozialwissenschaften, Kommunikation – ...

Tabelle 4 Übersicht zu den akademischen (Sub-)Disziplinen mit Bezug zu Vakzinologie

Vielfältige Kompetenzen zu Vakzinologie

In der Vakzinologie sind umfassende Kompetenzen aus zahlreichen Sub-Disziplinen relevant sowie transversales Wissen über das gesamte Feld notwendig. Die entsprechenden Kompetenzen können über unterschiedliche Bildungswege erlangt werden; wichtig ist gemäss Experten/innen insbesondere ein grundlegendes Verständnis zu biologischen Mechanismen. Kompetenzen, welche den Naturwissenschaften, der Medizin und Public Health zuzuordnen sind, sind zentral für erkenntnisorientierte Grundlagenforschung. Mit Blick auf die künftige Auswertung grosser Datenmengen werden zusätzlich Kompetenzen im Bereich IT und Data Science an Bedeutung gewinnen. Darüber hinaus sind Kenntnisse, wie klinische Studien durchzuführen und die Resultate auszuwerten sind («Clinical Research»), bedeutsam.

Die nachfolgende Tabelle unterteilt das Erforschen und Entwickeln von Impfstoffen in erkenntnisorientierte Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung, wobei die beiden Kompetenzbereiche nicht immer klar zu trennen sind, resp. sowohl für die Grundlagenforschung wie auch die anwendungsorientierte Forschung bedeutend sind.

Kompetenz	Beschreibung
<i>Grundlagenforschung</i>	
Epidemiologie	Analyse der Ausbreitung von Krankheitserregern und der Auswirkungen von Interventionen
Viruserkennung	Identifizierung möglicher prioritärer Erreger
Virusbiologie	Grundlegendes Verständnis der viralen Funktion, des viralen Wachstums, der Pathogenitätsfaktoren etc.
Virusanalyse	Identifizierung, welche virale Komponente eine Immunantwort auslöst, insbesondere die Herausforderung möglicher unbekannter Erreger
Immunologie	Wie reagiert das Immunsystem des Wirts auf den Impfstoff
<i>Anwendungsorientierte Forschung</i>	
Immunologie	Ob und wie der Wirt eine Immunreaktion gegen den Krankheitserreger von Interesse entwickelt
Impfstoff-Design	Entscheidung, welche virale Komponente(n) sowie zusätzliche Stoffe die Impfstoffe enthalten sollen
Tierversuche	Analyse der Wirksamkeit und Verträglichkeit eines Impfstoffes
Klinische Studien	Stehen hochwertige klinische Studien von Impfstoffkandidaten zur Verfügung; Infrastruktur, Einrichtungen und Know-how

Tabelle 5 Kompetenzen in Grundlagenforschung und anwendungsorientierten Forschung, Quelle: Bundesverwaltungsinternes Dokument, vom SBFi zur Verfügung gestellt – ergänzt durch Inputs aus den Experten/innen-Interviews.

Einschätzungen der Experten/innen zu Kompetenzen und Disziplinen mit Bezug zur Vakzinologie

Die interviewten Experten/innen betonten die Interdisziplinarität der Vakzinologie, allerdings seien die Kompetenzen im Feld der Vakzinologie fragmentiert in den verschiedenen Disziplinen vorhanden.

Derzeit, so stellten viele Experten/innen fest, fehlten Kompetenzen im Bereich der computer-basierten Datenanalyse (Data Science). Um in Big Data für den Bereich der Vakzinologie relevante Fragen stellen, resp. Daten analysieren zu können, sei biologisches und medizinisches Wissen zentral. So komme es oft vor, dass sich Nachwuchsforscher/innen aus den Bereichen Naturwissenschaften, Medizin und Public Health zusätzlich in Data Science weiterbildeten. Der umgekehrte Weg sei bis dato noch nicht etabliert. Darüber hinaus ist Wissen im Bereich Clinical Research wichtig. Die Experten/innen betonten, dass erst Kompetenzen zur Durchführung gross-angelegter klinischer Studien die Impfstoffentwicklung ermöglichen. Auch Wissen aus den Bereichen Public Health und Kommunikation sei relevant, betonten einige Experten/innen, und argumentierten, dass gewisse Impfformen wie die Schluckimpfung bei der Bevölkerung viel besser akzeptiert seien als andere Impfformen.

Wenn auch mit der Corona-Pandemie die virenbasierte Vakzinologie in den Vordergrund gerückt sei, werde doch in Zukunft die Herausforderung in anderen Feldern liegen, so insbesondere im Bereich antibiotikaresistenter Bakterien, betonten Experten/innen. Gemäss einer Befragten wird das Resistenz-Monitoring von Bakterien, Hefen und Pilzen zentral sein

– und damit die Mikrobiologie. Eine andere Expertin sieht in der Immunsystem-basierten Forschung und Therapie die Zukunft.

Zur Industrie und zur Arbeitsmarktsituation im Feld der Impfstoffforschung und -entwicklung konnten die befragten Experten/innen punktuelle Hinweise geben. Die grossen Pharmazie-Unternehmen in der Schweiz haben in der jüngsten Vergangenheit weniger auf die Entwicklung und Produktion von viren- und bakterienbasierten Impfstoffen gesetzt, sondern ihr Hauptwirken auf die Onkologie verlegt. Dies, so die Experten/innen, da die Herstellung von herkömmlichen Impfstoffen finanziell wenig lukrativ sei. Überdies meinten sie, dass die für die Impfstoffforschung und -entwicklung spezifischen, anwendungsorientierten Kompetenzen teilweise auch direkt in der Industrie erlernt würden.

2.2 Bildungs- und Weiterbildungsangebote im Überblick inkl. Abschlüssen

2.2.1 Bildungs- und Weiterbildungsangebote mit Bezug zur Vakzinologie

Nachfolgend werden die Rechercheergebnisse in zusammenfassender Form wiedergegeben. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Studiengänge und Weiterbildungen nach Disziplin bzw. Subdisziplin.

(Sub-)Disziplin	Bachelor	Master	Doktorat	CAS/DAS/MAS	Total
Vakzinologie	-	-	-	1	1
Mikrobiologie	-	1	1	1	3
Virologie	-	1	-	-	1
Immunologie	-	1	2	-	3
Infektionsbiologie	-	1	-	-	1
Genetik	-	1	-	-	1
Interdisziplinäre Naturwissenschaften	1	1	-	-	2
Biochemie/Molekularbiologie	7	10	8	-	25
Chemieingenieurwissenschaften	2	3	2	-	7
Life Sciences, Biotechnologie	3	10	3	-	16
Onkologie	-	1	3	1	5
Pädiatrie	-	-	-	2	2
Biomedizin	4	6	8	-	18
Biomedical Engineering	-	3	1	-	4
Pharmazeutische Wissenschaften	7 ⁷	6	3	4	20
Epidemiologie	-	1	3	1	5

⁷ Mitgezählt ist jeweils das erste Jahr des Bachelor-Studiums in Sciences pharmaceutiques, das an den Universitäten Neuenburg und Lausanne absolviert werden kann.

(Sub-)Disziplin	Bachelor	Master	Doktorat	CAS/DAS/MAS	Total
Bioinformatik/Biostatistik	1 ⁸	5	6	-	12
Clinical Research Science	-	2	2	12	16
Public Health	1	-	1	7	9
Biologie ⁹	8	5	-	-	13
Chemie	8	5	-	-	13
Veterinärmedizin	2	2	-	-	4
Humanmedizin	8 ¹⁰	9	-	-	17
Total	52	74	43	29	198

Tabelle 6: Aus- und Weiterbildungen im Bereich Vakzinologie: Anzahl nach (Sub-)Disziplin (Anm.: Für die Basisdisziplinen Biologie, Chemie, Veterinärmedizin und Humanmedizin wurden nur Bachelor- und Masterstudiengänge einheitlich erhoben. Doktorate und Weiterbildungen sind innerhalb der Subdisziplinen erfasst.)

Die Erhebungsergebnisse zeigen, dass sich Aus- und Weiterbildungsangebote, die für die Impfstoffforschung und -entwicklung relevant sind, in einer grossen Vielzahl und Breite an verschiedenen Disziplinen und Subdisziplinen zeigen. Augenfällig ist darüber hinaus, dass es mehr Master- als Bachelorstudiengänge gibt, die Kompetenzen mit Bezug zum Feld der Vakzinologie vermitteln. Während auf Stufe Bachelor noch allgemeinere Studiengänge wie Biologie, Chemie, Human- und Veterinärmedizin zahlenmässig überwiegen, sind auf Master- und später auf Doktoratsstufe Bildungsangebote in Subdisziplinen häufiger. Dies lässt sich damit erklären, dass sich die Studiengänge auf Stufe Master generell stärker ausdifferenzieren als auf Stufe Bachelor.

Ein Grossteil der Weiterbildungen wird in den Bereichen Clinical Research Science und Public Health angeboten. Von den übrigen Weiterbildungen ist der International Master in Vaccinology der Universität Lausanne hervorzuheben. Er entspricht einem MAS und ist das einzige Bildungsangebot, das sich explizit und ausschliesslich der Vakzinologie widmet (vgl. auch Kapitel 1.3).

Folgende zwei Tabellen geben einen Überblick über die identifizierten Aus- und Weiterbildungen nach universitären Hochschulen und nach Fachhochschulen:

Universit. Hochschule	Bachelor	Master	Doktorat	CAS/DAS/MAS	Total
Universität Basel	4	9	10	12	35
Universität Bern	6	7	6	6	25
Universität Freiburg	5	6	1	-	12
Universität Genf	6	7	6	3	22

⁸ Mitgezählt ist der Minor in Bioinformatik, der von der Universität Zürich und der ETH Zürich angeboten wird.

⁹ Die sieben für den Bereich der Vakzinologie relevanten Vertiefungsrichtungen des Masterstudiums in Biologie der Universität Zürich werden separat erfasst und in der jeweiligen Subdisziplin ausgewiesen.

¹⁰ Mitgezählt ist das erste Jahr des Bachelors in Humanmedizin, das an der Universität Neuenburg absolviert werden kann.

Universit. Hochschule	Bachelor	Master	Doktorat	CAS/DAS/MAS	Total
Universität Lausanne	3 ¹¹	3	2	4	12
Universität Luzern	-	1	-	-	1
Universität Neuenburg	3 ¹²	1	-	-	4
USI	-	2	4	1	7
Universität St. Gallen	-	1	-	-	1
Universität Zürich	7 ¹³	17 ¹⁴	11	8	43
EPFL	1	3	4	1	9
ETH Zürich	9 ¹⁵	10	10	5	34
Total	44	67	54	40	205

Tabelle 7: Aus- und Weiterbildungen mit Bezug zur Vakzinologie: Anzahl nach universitärer Hochschule (Anm.: Studiengänge/Weiterbildungen, die von mehreren Hochschulen verantwortet werden, sind jeweils bei allen Hochschulen mitgezählt.)

Fachhochschule	Bachelor	Master	CAS/DAS/MAS	Total
BFH	-	-	1	1
FHNW	3	5	-	8
HES-SO	2	2	-	4
ZHAW	4	3	-	7
Total	9	10	1	20

Tabelle 8: Aus- und Weiterbildungen mit Bezug zur Vakzinologie: Anzahl nach Fachhochschule

Die Ergebnisse zeigen, dass sich Bildungsangebote mit Bezug zur Vakzinologie bei allen universitären und knapp der Hälfte der Fachhochschulen finden lassen. Naturgemäss bieten die Volluniversitäten aufgrund ihrer Grösse und die Eidgenössisch Technischen Hochschulen aufgrund ihrer fachlichen Ausrichtung ein vergleichsweise grösseres Angebot. Relevante Weiterbildungen werden nur von der Hälfte der universitären Hochschulen angeboten und vereinzelt von Fachhochschulen.

2.2.2 Studien- und Doktoratsabschlüsse mit Bezug zur Vakzinologie

Anhand der Datenerhebungen bei den Hochschulen (vgl. Kapitel 1.4) konnten für alle identifizierten Bachelor- und Masterstudiengänge sowie für einen Grossteil der Doktorate die Abschlusszahlen für die Jahre 2017 bis 2021 erhoben werden. Auf die Erhebung von Abschlusszahlen für die Weiterbildungsangebote wurde verzichtet. Alle erhobenen Zahlen finden sich in der Excel-Beilage «Übersicht Bildungslandschaft Vakzinologie Schweiz:

¹¹ Mitgezählt ist das erste Jahr des Bachelorstudiums in Sciences pharmaceutiques.

¹² Mitgezählt ist jeweils das erste Jahr des Bachelorstudiums in Science pharmaceutiques und Humanmedizin.

¹³ Mitgezählt ist der Minor in Bioinformatik.

¹⁴ Die sieben für den Bereich der Vakzinologie relevanten Vertiefungsrichtungen des Masterstudiums in Biologie werden hier separat mitgezählt. Sie werden auch im beigelegten Übersichtsdokument einzeln ausgewiesen.

¹⁵ Mitgezählt ist der Minor in Bioinformatik.

Studiengänge und Weiterbildungen». Nachfolgende Tabelle fasst die Abschlusszahlen nach Studienstufe und Jahr zusammen.

Stufe	2017	2018	2019	2020	2021
Bachelor	2556	2632	2699	2822	3003
Master	2106	2273	2317	2440	2670
Doktorat	507	555	568	572	580
Total	5169	5460	5584	5834	6253

Tabelle 9: Abschlusszahlen für die Jahre 2017 bis 2021 nach Studienstufe

Die Erhebung zeigt, dass die Abschlüsse seit 2017 auf allen Studienstufen kontinuierlich zunehmen. Das mittlere jährliche Wachstum beträgt knapp 5%. Es ist damit gemäss Daten des BFS fast doppelt so gross wie das mittlere jährliche Wachstum aller Abschlüsse an universitären und Fachhochschulen auf den Stufen Bachelor, Master und Doktorat in den Jahren 2017 bis 2021.¹⁶ Dabei ist die Anzahl der Abschlüsse auf Stufe Master kleiner als auf Stufe Bachelor, obwohl im Master mehr Studiengänge angeboten werden. Dies lässt sich mit der bereits angesprochenen Spezialisierung im Studienverlauf erklären, was auch zu – für Masterstudiengänge typisch – kleineren Klassengrössen führen dürfte. Eine Aufschlüsselung der jährlichen Abschlüsse nach Hochschule findet sich in Anhang A-2.

2.3 Akteure der Lehre und Forschung mit Bezug zur Vakzinologie

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Akteure in der Lehre und Forschung mit Bezug zur Vakzinologie. Sie basiert auf Informationen des SBFI, eigenen Recherchen und Hinweisen aus den Experten/innen-Interviews. Wie bereits die Bildungsangebote gezeigt haben, sind auch Akteure der Lehre und Forschung mit Bezug zur Vakzinologie an praktisch allen Hochschulen der Schweiz verankert. Die Akteure sind zudem auch an den Universitätsspitalern (institutionell den Hochschulen angegliedert), an einem Kantonsspital, am Labor Spiez und am Swiss Vaccine Research Institute zu finden. Viele der befragten Experten/innen konnten mithelfen, die Liste der Akteure zu ergänzen und kannten die Forschung von Kollegen/innen an anderen Hochschulen.

Institution	Fakultät/Institut	Lehrstuhl, Position, Name
Universität Basel	Biozentrum – The Center for Molecular Life Sciences	Microbial evolution and adaptation <i>Prof. Richard Neher</i>
	Medizinische Fakultät – Department für Biomedizin	Pathologie und Immunologie <i>Prof. Daniel Pinschewer</i>
Universitätsspital Basel	Departement klinische Forschung	Immunologie & Infektiologie <i>Prof. Sarah Tschudin Sutter</i>
	Medizinische Poliklinik	Leiter Impfsprechstunde und Oberarzt Medizinische Poliklinik Unispital Basel, Forschungsgruppenleiter <i>PD Dr. Christoph Tobias Berger</i>

¹⁶ Bundesamt für Statistik BFS, vgl. URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bildung-wissenschaft/bildungsabschluss.gnpdetail.2022-0052.html> [Stand: 22.09.2022].

Institution	Fakultät/Institut	Lehrstuhl, Position, Name
Universitäts-Kinderspital beider Basel UKBB	Pädiatrie	Abteilungsleiter Pädiatrische Infektiologie und Vakzinologie <i>Prof. Dr. med. Ulrich Heiniger</i>
Schweizerisches Tropen- und Public-Health-Institut Swiss TPH	Medical Parasitology & Infection Biology; Clinical Immunology	Head of unit, Medical Parasitology & Infection Biology; Clinical Immunology <i>Prof. Claudia Daubenberg</i>
Universität Bern	Veterinary Virology, Department für Chemie, Biochemie und Pharmazie	Immunologie <i>Prof. Martin Bachmann</i>
	Philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Department für Chemie, Biochemie und Pharmazie	Biochemie <i>Prof. Oliver Mühlemann</i>
	Institut für Virologie und Immunologie, Department of Infectious Diseases and Pathobiology (DIP), Vetsuisse-Fakultät (Veterinärmedizin)	Virologie, Leitung <i>Prof. Volker Thiel</i> <i>Marcus Affolter</i>
Inselspital, Universitätsspital Bern	Abteilung für Immunologie	Pädiatrie, Chef <i>Prof. Dr. med. Christof Aebi</i>
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne EPFL	Lab of Digital Epidemiology, School of Life Sciences	Leiter, Assoziierter Professor <i>Prof. Marcel Salathé</i>
	Laboratory of Virology and Genetics, Global Health Institute, School of Life Sciences	Head Laboratory of Virology and Genetics <i>Prof. Didier Trono</i>
	Unité du Prof. Antanasijevic	Professeur assistant tenure track <i>Prof. Aleksandar Antanasijevic</i>
	Fellay Lab – Human Genomics of Infection and Immunity, Global Health Institute, School of Life Sciences	Leiter, Assoziierter Professor <i>Prof. Jacques Fellay</i>
Centre hospitalier universitaire vaudois CHUV	Department of Medicine	Chief of the Division of Immunology and Allergy <i>Prof. Giuseppe Pantaleo, M.D.</i> ¹⁷
	Service de pédiatrie, Unité d'inféctiologie pédiatrique et vaccinologie, Département femme-mère-enfant	Médecin-associé <i>Dr. Pierre-Alex Crisinel</i>
	Service des maladies infectieuses	Head, Infectious Disease Service <i>Prof. Thierry Calandra, MD</i> <i>PD Dr. Manuel Oriol</i>
Universität de Genève	Faculté de médecine	Chair de vaccinologie ; Centre de vaccinologie <i>Prof. Claire-Anne Siegrist</i> ¹⁸
	Département de pathologie et immunologie	Professeur Assistant <i>Prof. Dr. Arnauld Didierlaurent</i>
	Institute of Global Health, Department of Internal Medicine Specialties, Faculté de médecine	Full professor and Head of the Division of Infectious Diseases <i>Prof. Laurent Kaiser</i> Professeure assistante <i>Alexandra Calmy</i>

¹⁷ Prof. Pantaleo wird Ende 2022 pensioniert.

¹⁸ Prof. Siegrist wird bald pensioniert.

Institution	Fakultät/Institut	Lehrstuhl, Position, Name
	Département de pédiatrie, gynécologie et obstétrique, Faculté de médecine	Chef de clinique <i>Dr. Arnaud L'Huillier</i>
	Faculté de médecine	Emerging viral diseases <i>Prof. Isabella Eckerle</i>
Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG)	Département de médecine	Médecin-chef du service des maladies infectieuses et médecin responsable du laboratoire de virologie et directeur du Centre des maladies virales émergentes UNIGE-HUG <i>Prof. Laurent Kaiser</i>
	Centre de vaccinologie et Service de pédiatrie générale	Médecin adjointe <i>Dr. Christiane Sigrid Eberhardt, MD</i>
	Unité d'épidémiologie populationnelle (UEP), Médecine de premier recours	Responsable de l'unité <i>Silvia Stringhini</i>
	Service de prévention et contrôle de l'infection	Médecin adjointe <i>Dr. Anne Iten</i> Médecin adjoint agrégé <i>Prof. Stephan Harbath, MD, MS</i>
Swiss Vaccine Research Institute (SVRI) ¹⁹		<i>Prof. Giuseppe Pantaleo, M.D.</i> Director und Group Leader, Immunology and Infectious Diseases, USI <i>Davide Robbiani, MD, PhD</i> <i>Prof. em. Antonio Lanzavecchia, USI</i>
Labor Spiez	Department of Biology	Forschung und Analytik hochpathogener Erreger <i>Dr. Olivier Engler</i> <i>Roland Pabst</i>
Kantonsspital St. Gallen	Klinik für Infektiologie/Spitalhygiene	Oberärztin <i>Dr. Anita Niederer-Loher</i>
Università della Svizzera Italiana USI	Institute for Research in Biomedicine (IRB), Bellinzona	Director of Institute for Research in Biomedicine <i>Davide Robbiani, M.D., PhD</i> Professor emeritus u. ehem. Direktor von IRB <i>Prof. em. Antonio Lanzavecchia</i>
	Institute of Public Communication (ICP) and institute of Public Health (IPH), Faculty of Communication Culture and Social Sciences	Full professor of Social Marketing and Public Health Communication <i>Prof. Dr. L. Suzanne Suggs</i>
ETH Zürich	Institut für Mikrobiologie, Department of Biology	<i>Prof. em. Antonio Lanzavecchia</i> <i>Prof. Annette Oxenius</i> <i>Prof. Federica Sallusto (und IRB)</i>
	Department of Biosystems Science and Engineering	Professorin für Computational Evolution <i>Prof. Tanja Stadler</i>
	Institute of Integrative Biology, Department of Environmental Systems Science	Theoretical Biology <i>Prof. Roland Regös</i>

¹⁹ Die Gründung des SVRI wurde vom SBFJ unterstützt aufgrund einer Initiative der vier Gründerinstitutionen Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV)/University of Lausanne as the leading institution, the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), the Institute for Research in Biomedicine (IRB) in Bellinzona, and the Ludwig Center for Cancer Research of the UNIL, Lausanne. Vgl. <http://swissvaccineresearchinstitute.ch/about/our-mission/> [Stand URL: 21.07.2022]

Institution	Fakultät/Institut	Lehrstuhl, Position, Name
Universitätsspital Zürich	Klinik für Infektionskrankheiten und Spitalhygiene	Direktorin <i>Prof. Dr. Dr. med. Annelies Zinkernagel</i> <i>PD. Dr. Steve Pascolo</i>
	Abteilungsleiter Infektiologie & Spitalhygiene, Labor Mikrobiologie	Leiter Vakzinologie <i>Prof. Dr. med. Christof Berger</i>
Universität Zürich	Medizinische Fakultät	Professorin für Medizinische Virologie <i>Prof. Alexandra Trkola</i>
	Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention	Direktor Departement Epidemiologie <i>Prof. Milo Puhan</i>
	Institute of Experimental Immunology	Viral Immunobiology <i>Prof. Christian Münz</i>
ZHAW	Institut für Chemie und Biotechnologie (ICBT)	Direktor, Head ICBT <i>Prof. Dr. Christian Hinderling</i>

Tabelle 10 Liste der zentralen Akteure im akademischen Bereich Vakzinologie in der Schweiz; Quelle: Bundesverwaltungsinternes Dokument, vom SBFI zur Verfügung gestellt, ergänzt durch eigene Recherchen und Experten/innen-Interviews.

2.4 Forschungsprogramme, Netzwerke und Plattformen

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die identifizierten nationalen und internationalen Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke, die einen Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung aufweisen. Die Tabelle zeigt zudem, welche Schweizer Hochschulen und weiteren Institutionen daran beteiligt sind.

Nationale Forschungsprogramme	Hauptaktivitäten	Schweizer Hochschulen	Weitere Schweizer Institutionen
NCCR RNA & Disease	– Forschung – klinische Versuche – Lehre	– Universität Bern (Leading House) – ETH Zürich (Co-Leading House) – Universität Zürich – Universität Basel – Universität Genf – Universität Lausanne – EPFL	– Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research Basel – IDIAP Research Institute Martigny – Institute of Oncology Research (USI) – Institute for Research in Biomedicine (USI) – Universitätsspital Zürich – Triemli Spital Zürich
NFP 78 Covid-19	– Forschung und Entwicklung – Wissenstransfer	– ETH Zürich – EPFL – Universität Zürich – Universität Bern – Universität Lausanne – Universität Genf – Hochschule Luzern	– Paul Scherrer Institut PSI – Universitätsspitaler – Zürich – Bern – Basel – Lausanne – Genf
Internationale Forschungsprogramme	Hauptaktivitäten	Schweizer Hochschulen	Weitere Schweizer Institutionen
Advanced Immunization Technologies (ADITEC) (seit 2018 nahezu inaktiv)	– Forschung und Entwicklung	– Universität Genf	– Institute for Research in Biomedicine (USI)

VacPath	–Doktoranden-Ausbildung	–Universität Basel	
TBVI TuBerculosis Vaccine Initiative	–Forschung und Entwicklung	–Universität Zürich –Universität Lausanne –Universität Genf –Universität Basel –ETH Zürich	–Institute for Research in Biomedicine (USI) –Universitätsspital Basel –Centre hospitalier universitaire vaudois CHUV
Nationale Plattformen/Netzwerke	Hauptaktivitäten	Schweizer Hochschulen	Weitere Schweizer Institutionen
Swiss Vaccine Research Institute	–Forschung und Entwicklung –Lehre	Gründungsinstitutionen sind: –Centre hospitalier universitaire vaudois –Universität Lausanne –EPFL –Institute for Research in Biomedicine (USI) Zwischen 2014 und 2016 war auch die Universität Zürich an Projekten beteiligt.	–Swiss Tropical and Public Health Institute
Corona Immunitas	–Forschung –Koordination –Wissenstransfer	Trägerschaft: SSPH+ Konkrete Beteiligung: –Universität Basel –Universität Bern –Universität Freiburg –Universität Lausanne –Universität Luzern –USI –Universität Zürich –SUPSI –ZHAW	–Specchio-Covid-19 (Universität Genf und Hôpitaux Universitaires Genève) –Kantonsspital St. Gallen –Kantonsspital Graubünden –Kanton Neuenburg –Observatoire Valaisan de la Santé
Internationale Plattformen/Netzwerke	Hauptaktivitäten	Schweizer Hochschulen	Weitere Schweizer Institutionen
Coalition for Epidemic Preparedness Innovations CEPI	–Finanzierung –Koordination	–Unklar	–Schweiz
GAVI, the Vaccine Alliance	–Beschaffung –Verteilung	–Keine Hochschulen als Mitglieder	–Schweiz
Innovative Medicines Initiative IMI	–Finanzierung	–HS können Projekte finanzieren lassen	-
European Alliance HIV Vaccine EHVA	–Forschung und Entwicklung	–Universität Bern –Universität Lausanne –Universität Zürich	–Institute for Research in Biomedicine (USI) –Centre hospitalier universitaire vaudois
European Vaccine Initiative EVI	–Produktentwicklung –Vernetzung –Wissensaustausch –Interessenvertretung	Beteiligt an Projekten sind: –Universität Bern –ETH Zürich	-

ADVAC (Advanced Course of Vaccinology)	–Ausbildung	Universität Genf	
Transvac-DS (bis April 2022)	–Koordination –Kommunikation	-	-
Transvac2 (bis Mai 2022)	–Forschung –Infrastrukturaufbau –Wissensvermittlung	–ETH Zürich	-
Coalition for Vaccination / IMMUNION	–Kommunikation – Wissensvermittlung	-	-
VAC4EU	–Monitoring –Wissensgenerierung	-	-
IMove (Influenza – Monitoring Vaccine Effectiveness in Europe)	–Monitoring	-	-

Tabelle 11: Nationale und internationale Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke mit Bezug zur Vakzinologie

Die Ergebnisse zeigen, dass Schweizer Hochschulen, Forschungs- und Gesundheitsinstitutionen an einer Vielzahl von Forschungsprogrammen, Plattformen und Netzwerken im In- und Ausland beteiligt sind. Es lässt sich jedoch nicht ein übergreifendes Programm oder Netzwerk identifizieren, das die Tätigkeiten der Schweizer Hochschulen mit Bezug zur Vakzinologie bündelt. Die Programme, Plattformen und Netzwerke unterscheiden sich einerseits in ihren Zielen und Hauptaktivitäten, die neben Forschung und Entwicklung auch Forschungsfinanzierung, Forschungsorganisation, Lehre, Wissenstransfer, Monitoring, Kommunikation, Infrastrukturaufbau, Interessenvertretung sowie Beschaffung und Verteilung von Impfstoffen umfassen. Andererseits unterscheiden sie sich in ihrem Fokus auf Impfstoffe generell, auf spezifische Impfstofftypen oder auf Impfstoffe gegen bestimmte Krankheiten.

2.5 Einschätzungen der Experten/innen zur Bildungslandschaft mit Bezug zur Vakzinologie und Kontext

Die Experten/innen anerkannten die vielen Ausbildungsmöglichkeiten in den zahlreichen (Sub-)Disziplinen der Vakzinologie, betonten aber gleichzeitig, dass die Pipeline für Nachwuchswissenschaftler/innen unzureichend sei. Gerade wenn es darum gehe, interdisziplinäres Wissen und transversale Kompetenzen zu erlangen, fehle es an Möglichkeiten. So sei ein interdisziplinäres Master-Angebot oder eine Hochschulen- und Disziplinen-übergreifende Graduate School denkbar. Personen, die sich im Feld der Vakzinologie

weiterbilden wollten, gingen heute ins Ausland, insbesondere in die USA, wo es interdisziplinäre Vakzinologie-Hubs gebe.

Viele Experten/innen betonten zudem, dass die akademische Impfstoffforschung und -entwicklung unterfinanziert sei. Damit sei die Situation der Schweiz mit vielen europäischen Ländern vergleichbar. Dies widerspiegelt sich auch in der schwachen institutionellen Abbildung von Lehre und Forschung mit Bezug zur Vakzinologie – es gebe lediglich den einen Lehrstuhl an der Universität Genf. Meist laufe die Vakzinologie «nebenbei», habe nun aber mit der Corona-Pandemie Aufschwung erhalten. Des Weiteren stellten die Experten/innen eine fehlende Vernetzung auf Hochschulebene, die Nachwuchswissenschaftler/innen dienlich sein könnten, und – bis auf wenige Ausnahmen – kaum etablierte Strukturen wie beispielsweise Doktoratsschulen und Plattformen fest. Hier sehen die Experten/innen ein Potenzial für eine stärkere interdisziplinäre Vernetzung im Feld sowie die Bündelung von Kompetenzen.

Aufgrund der politischen Herausforderungen in der Forschungszusammenarbeit mit der EU sei der Zugang von Schweizer Hochschulen zu relevanten Netzwerken und Plattformen auch in der Vakzinologie erschwert. Ausserhalb von Europa sehen viele Experten/innen Potenzial in der Nord-Süd-Zusammenarbeit. Dies auch deswegen, da im globalen Süden viel Wissen zu tropischen Krankheiten bestehe.

3 Zusammenfassende Erkenntnisse

Nachfolgend präsentieren wir unsere zusammenfassenden Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zur Bildungslandschaft Vakzinologie in der Schweiz.

Grosses Bildungsangebot in Disziplinen, die für die Impfstoffforschung und -entwicklung relevant sind: An Schweizer Hochschulen findet sich ein grosses und breites Angebot von Bachelor- und Master-Studiengängen und Doktoraten, die für die Impfstoffforschung und -entwicklung relevant sind. Die Angebote finden sich in allen Regionen der Schweiz. Akademische Weiterbildungen mit Bezug zur Vakzinologie sind weniger verbreitet; ihre Inhalte bauen auf breitem Grundlagenwissen aus Bachelor- oder Masterstudiengängen auf.

Vakzinologie ist in der Schweiz nicht als eigene Disziplin gefasst: Wer sich der Impfstoffforschung und -entwicklung widmen möchte, gelangt über verschiedene Hochschulausbildungen zum Ziel. Die Vakzinologie ist in der Schweiz ein interdisziplinäres Feld, das auf einer soliden und breiten naturwissenschaftlichen Grundausbildung aufbaut; sie ist aber nicht als eigene Disziplin etabliert. Es gibt in der Schweiz nur einen Lehrstuhl, der sich umfassend der Vakzinologie widmet, wobei das Feld der Vakzinologie mehr umfasst als die Impfstoffforschung und -entwicklung. Gleichzeitig gibt es eine Vielzahl von Lehrstühlen, die zur Impfstoffforschung und -entwicklung lehren oder forschen, sich aber nicht als Lehrstühle zur Vakzinologie verstehen, sondern als Lehrstühle zu Biologie, Immunologie, Pädiatrie etc. Die Impfstoffforschung und -entwicklung stellt dabei jeweils einen Teil der Lehre

oder Forschung dar. Zudem fokussieren Lehre und Forschung dieser Lehrstühle nicht nur auf Vakzine, sondern widmen sich beispielsweise breiter der Funktionsweise des Immunsystems, um damit zur Entwicklung von immunsystem-basierten Therapien beizutragen. Gleich wie die Lehrstühle ordnen sich Doktorierende und Nachwuchsforscher/innen den jeweiligen Disziplinen zu, nicht aber der Vakzinologie selbst mit seinem holistischen Ansatz.

Mangelhafte Vernetzung: Ein gemeinsames Interesse von Forscher/innen und Hochschulen ist Grundlage für eine stärkere Vernetzung und Institutionalisierung einer Disziplin und für die Umsetzung von Massnahmen zu ihrer Stärkung. Im Feld der Vakzinologie mangelt es an der Vernetzung von Forscher/innen, Lehrstühle und Hochschulen: Ausser dem Lehrstuhl für Vakzinologie an der Universität Genf und am HUG sowie dem Swiss Vaccine Research Institute in Lausanne – mit dem Zusammenschluss von CHUV, Universität Lausanne, EPFL und anderer Partner – besteht keine institutionalisierte hochschulübergreifende Zusammenarbeit im Feld, obwohl es in der Schweiz viele Forscher/innen gibt, die an das Feld der Vakzinologie andocken könnten. Gemeinsame Doktoratsprogramme verschiedener Hochschulen können positive Beiträge zur stärkeren Vernetzung leisten.

Geringere Attraktivität als andere Spezialisierungen: Um Doktorierende und Nachwuchsforscher/innen anzuziehen, muss ein Fachgebiet attraktiv sein hinsichtlich einer akademischen oder einer industriellen Karriere – oder aber in der Öffentlichkeit als gesellschaftlich bedeutsam eingeschätzt werden. Zudem müssen wissenschaftlich herausragende Professoren/innen in diesem Fachgebiet forschen und entsprechend Dokorate und Post-Dokorate anbieten. Alle diese Voraussetzungen waren in den letzten Jahrzehnten bzgl. Vakzinologie nur eingeschränkt gegeben. Als akademischer Pfad sowie mit Blick auf eine berufliche Karriere in der Pharmaindustrie der Schweiz war die Vakzinologie in den letzten Jahrzehnten weniger attraktiv als andere Spezialisierungen.

Gesundheitspolitische Einschätzung notwendig: Inwiefern die in der Schweiz getätigte Impfstoffforschung und -entwicklung mit Blick auf die Interessen der öffentlichen Gesundheit der Schweiz ausreichend ist, ist eine gesundheitspolitische Fragestellung. Sofern der Bund zum Schluss kommt, die Impfstoffforschung und -entwicklung in der Schweiz müsse mit Blick auf die Sicherung der Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit Impfstoffen gestärkt werden, stellt sich nachgelagert die industrie- und wissenschaftspolitische Frage einer spezifischen Förderung des Ausbaus der Vakzinologie als Disziplin mit entsprechender Forschung sowie Bildungs- und Weiterbildungsangeboten. Spezifische Fördermassnahmen und Investitionen der Wissenschaftspolitik sind allerdings nur dann sinnvoll, wenn die Pharmaindustrie der Schweiz ebenfalls bereit ist, der Vakzinologie einen höheren Stellenwert in ihrem Portfolio einzuräumen.

Anhang

A-1 Literatur- und Dokumentenverzeichnis

Bundesamt für Statistik BFS (2022): Abschlüsse an Hochschulen. URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bildung-wissenschaft/bildungsabschluesse.gnpdetail.2022-0052.html> [Stand: 22.09.2022].

Bundesrat (2021) Strategie zur langfristigen Förderung der Forschung, Entwicklung und Produktion von Impfstoffen in der Schweiz (Bundesratsbeschluss vom 17. Dezember 2021).

Deloitte Consulting AG / Bundesamt für Gesundheit (BAG) (2022) Strategiebericht zur langfristigen Förderung der Forschung, Entwicklung und Produktion von Impfstoffen in der Schweiz. (vertraulich)

Lambert, P-H. & Podda A. (2018) Education in Vaccinology: An Important Tool for Strengthening Global Health. *Front. Immunol.* 9:1134, DOI: 10.3389/fimmu.2018.01134.

Paul, S. (et al.) (2015) Answering the call for educating the new generation of vaccinologists – A new European Erasmus + Joint Master degree in vaccinology, *Vaccine* (33:46), 6135-6136, DOI: 10.1016/j.vaccine.2015.10.001.

Poland, G. A., Levine M. M. & Clemens, J. D. (2010) Developing the next generation of vaccinologists, *Vaccine* (28:52), 8227-8228, DOI: 10.1016/j.vaccine.2010.11.001.

A-2 Detaillierte Ergebnisse

Abschlusszahlen 2017-2021

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die jährlichen Abschlusszahlen von 2017 bis 2021 pro Hochschule. Berücksichtigt sind die identifizierten Bachelor- und Masterstudiengänge sowie Doktorate mit Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung.

Universit. Hochschule	2017	2018	2019	2020	2021
Universität Basel	701	724	761	763	763
Universität Bern	800	858	873	863	995
Universität Freiburg	223	225	206	216	232
Universität Genf	602	613	615	718	677
Universität Lausanne	542	537	574	615	621
Universität Luzern	-	-	-	-	-
Universität Neuenburg	69	75	73	65	60
USI	0	3	15	22	14
Universität St. Gallen	-	-	-	-	-
Universität Zürich	1068	1154	1180	1298	1325
EPFL	280	325	275	296	301
ETH Zürich	880	955	984	930	1178
Fachhochschule	2017	2018	2019	2020	2021
BFH	-	-	-	-	-
FHNW	12	16	9	24	54
HES-SO	76	60	82	71	65
ZHAW	116	130	176	125	214

Tabelle 12: Abschlusszahlen für die Jahre 2017 bis 2021 nach Hochschule
(Anm. Abschlüsse aus Studiengängen, die von mehreren Hochschulen verantwortet werden, sind jeweils bei allen Hochschulen mitgezählt.)

A-3 Leitfaden Experten/innen-Interviews

Nachfolgend ist der Leitfaden aufgeführt; Hinweise zu den Kompetenzen, Akteuren etc. wurden laufend erweitert (*vgl. Kommentare in kursiv*). Während die explorativen Interviews dazu dienten, möglichst viele Informationen zu sammeln und die Tabellen auszufüllen, legten die vertiefenden Interviews den Hauptfokus auf die einschätzenden Fragen. Wo kein Hinweis ist, wurden die Fragen allen Experten/innen gestellt.

Kompetenzen und Disziplinen zur Impfstoffforschung

- 1 Welche akademischen Kompetenzen braucht es für die Erforschung und Entwicklung von Impfstoffen – heute und in Zukunft? Könnten Sie nachfolgende Auflistung plausibilisieren und ergänzen?

Kompetenz	Beschreibung
<i>Grundlagenforschung</i>	
Epidemiologie	Analyse der Ausbreitung von Krankheitserregern und der Auswirkungen von Interventionen
Viruserkennung	Identifizierung möglicher prioritärer Erreger
Virusbiologie	Grundlegendes Verständnis der viralen Funktion, des viralen Wachstums, der Pathogenitätsfaktoren etc.
Virusanalyse	Identifizierung, welche virale Komponente eine Immunantwort auslöst, insbesondere die Herausforderung möglicher unbekannter Erreger
<i>Anwendungsorientierte Forschung</i>	
Immunologie	Ob und wie der Wirt eine Immunreaktion gegen den Krankheitserreger von Interesse entwickelt
Impfstoff-Design	Entscheidung, welche virale Komponente(n) sowie zusätzliche Stoffe die Impfstoffe enthalten sollen
Tierversuche	Analyse der Wirksamkeit und Verträglichkeit eines Impfstoffes
Klinische Studien	Stehen hochwertige klinische Studien von Impfstoffkandidaten zur Verfügung; Infrastruktur, Einrichtungen und Know-how

(Quelle: Bundesverwaltungsinternes Dokument, vom SBFI zur Verfügung gestellt)

Hinweis: Die Liste der Kompetenzen wurde laufend erweitert.

- 2 Welche akademischen (Sub-)Disziplinen sind aus Ihrer Sicht relevant in Bezug auf die Erforschung und Entwicklung von Impfstoffen – heute und in Zukunft?

Naturwissenschaften

- Mikrobiologie
- Virologie
- Immunologie
- Biochemie
- ...

Medizin

- Medizinische Immunologie
- Infektiologie
- Medizinische Virologie
- Innere Medizin, u.a. Onkologie
- Pädiatrie
- ...

Public Health

- Pharmazie
- Epidemiologie
- Bioinformatik, Biostatistik
- ...

Hinweis: Die Liste der Kompetenzen Disziplinen wurde laufend erweitert.

- 3 In welchen akademischen Disziplinen haben Ihre Studierenden, Ihre Doktorierenden und Post-Docs abgeschlossen?
- 4 Wie beurteilen Sie das Interesse von Studierenden, einen Studiengang in Ihrer Disziplin zu verfolgen?
- 5 In welchen Fächern waren/sind Ihre Absolventen/innen gut gerüstet für ihre künftigen Aufgaben? Wo erkennen Sie Lücken?
- 6 Haben Sie tendenziell eine zu geringe/zu hohe/gerade richtige Anzahl an Bewerbungen für Doktorats- und Post-Doc-Stellen? Handelt es sich dabei um in- oder ausländische Kandidaten/innen?
- 7 Inwiefern spielt die akademische Weiterbildung in diesen Disziplinen eine Rolle?

Aktuelle Bildungslandschaft Vakzinologie

- 8 Nachfolgend finden Sie eine erste Auflistung mit Hochschulen, Instituten und Spitälern, an denen Lehre und Forschung mit Bezug zu Impfstoffen betrieben wird. Könnten Sie diese Auflistung plausibilisieren und – insbesondere in Bezug auf Fachhochschulen – gemäss Ihrem Wissen spontan ergänzen?

Liste der Akteure (vgl. Kap. 2.3)

Hinweis: Die Liste der Akteure wurde laufend erweitert und insbesondere in den explorativen Interviews detailliert besprochen.

- 9 Wie beurteilen Sie die Bildungslandschaft im Bereich der Erforschung und Entwicklung von Impfstoffen in der Schweiz?

- 9.1 Inwiefern gibt es aus Ihrer Sicht genügend Ausbildungsangebote, im Sinne von genügend Plätze, Palette an Kompetenzen, weiteres?
- 9.2 Wo sehen Sie Lücken in der Bildungslandschaft?

Forschungsprogramme, Plattformen und Netzwerke

- 10 Nachfolgend finden Sie eine erste Liste von Forschungsprogrammen, Plattformen, Netzwerken etc., die zur Schaffung und Vermittlung von Kompetenzen im Bereich der Impfstoffforschung und -entwicklung beitragen. Könnten Sie diese Liste plausibilisieren und ergänzen? An welchen davon ist Ihr/e Hochschule/Spital/Institut beteiligt?

Liste mit Forschungsprogrammen, Plattformen und Netzwerken (vgl. Kap. 2.4)

Hinweis: Die Liste mit Forschungsprogrammen, Plattformen und Netzwerken wurde laufend erweitert.

- 11 Wie beurteilen Sie die Einbettung der erwähnten Lehrstühle
- in nationale Forschungsprogramme?
 - in internationale Forschungsprogramme?
 - in nationale Plattformen und Netzwerke?
 - in internationale Plattformen und Netzwerke?
- 12 Sehen Sie – insbesondere im Vergleich zu anderen Ländern – spezifische Lücken?

Einschätzungen zur Bildungslandschaft Vakzinologie und Fachkräftesituation

- 13 Inwiefern gibt es aus Ihrer Sicht genügend akademisch ausgebildete Fachleute, die
- an Hochschulen und Forschungsinstituten
 - in der Industrie
- zur Impfstoffforschung und -entwicklung beitragen können?
- 14 Welche Entwicklungen mit Bezug zur Impfstoffforschung und -entwicklung sehen Sie in Zukunft, welche die akademischen Anforderungen beeinflussen könnten?
- 15 Sind ggf. spezifische Fördermassnahmen zu ergreifen? In welchen Bereichen?
- 16 Haben Sie einen weiteren Gedanken, eine weitere Bemerkung, die in diesem Zusammenhang relevant ist?

Vielen Dank für Ihre Mitwirkung!