

oek

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



1/23

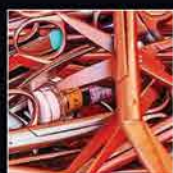
SKOP

Gentechnik

Alte Versprechen neu verpackt



AefU-Studie zu Benzidin bei Chemiearealen
Altlastenverordnung half nicht überall gegen das Gift



Verordneter Abfall? <Wegwerf> in der Medizin
AefU-Tagung, 25. Mai 2023 in Solothurn

Editorial	3
Verordneter Abfall? Wegwerftrend in der Medizin AefU-Tagung, 25. Mai 2023, Programm und Anmeldung	4
Kantone untersuchen Chemieareale nach Belieben Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin OEKOSKOP	5
«... die Gentechnik werde es schon richten» Interview mit Karl Peter Rippe, Präsident der Ethikkommission EKAH	8
Keine Deregulierung der neuen Gentechnik Dr. Eva Gelinsky, IG Saatgut, Göttingen (D) und Baldegg LU	10
Instrumentalisierte Nutztiere durch Genomeditierung Dr. Zsofia Hock, Schweizer Allianz Gentechfrei (SAG)	13
Bald nanoverkapselte RNA auf den Feldern? Benno Vogel, Biologe, Berlin (D) und Winterthur ZH	17
50 Jahre <Endlager>-Suche – und dann das Haberstal Prof. Walter Wildi und Marcos Buser, Geologen, nuclearwaste.info	20
Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter	23
Die Letzte	24

23. März 2023

Titelbild: © Shutterstock

AefU-Mitgliederversammlung 2023

Unsere diesjährige Mitgliederversammlung ist am 15. Juni 2023, ca. 10.15–16.30 Uhr. Bitte Datum reservieren, die Einladung folgt.

Abstimmung vom 18. Juni 2023

Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) sagen JA zum Klimaschutzgesetz (KIG, indirekter Gegenvorschlag zur zurückgezogenen Gletscher-Initiative). Informationen zum AefU-Engagement in Kürze.

Verordneter Abfall?
Die AefU-Tagung zum
Wegwerftrend in der Medizin
25. Mai 2023 · Landhaus Solothurn

29. FORUM
MEDIZIN & UMWELT

Tagungsprogramm S. 4

Liebe Leserin

Lieber Leser

Ein Urteil des Europäischen Gerichtshofes von 2018 schreckte die Industrie auf: Er befand, auch die neuen gentechnischen Verfahren seien dem Gentechnikrecht unterstellt. Das löste ein massives Lobbying aus. Es zielt auf eine gelockerte Gesetzgebung etwa für die sogenannte Genschere Crispr/Cas. Auch in der Schweiz. Zwar gilt hier das nochmals verlängerte Gentechnormatorium. Doch Ende 2025 läuft es voraussichtlich aus. Bis dahin wird das Parlament entscheiden, ob die neuen Gentechniken «risikobasiert» – sprich: vereinfacht – zuzulassen seien. Befürworter:innen behaupten, die neuen Verfahren seien «naturähnlich» und glauben an die alten Versprechen der Industrie, mit Gentechnik dem Hunger und der Klimaerwärmung zu trotzen. Die Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (EKAH) ist skeptisch. Sie berät den Bundesrat und sieht den Handlungsbedarf für die Ernährungssicherheit ganz woanders (Interview Seite 8).

Das Schüren von Hoffnung ist Teil des Wissenschaftsmarketings. Blosser Erwartungen dürfen aber kein Grund für allfällige Gesetzesänderungen sein. Also müssen die gentechnischen Lösungen für die Klimakrise in den Faktencheck. Wo steckt die Züchtung der ertragsreichen, klimatoleranten Nutzpflanzen? Ein Blick in die Produktpipeline der Gentechnikindustrie gibt Auskunft (Beitrag Gelinsky, Seite 10).

Noch betrifft die aktuelle Debatte um Gentechnik in der Landwirtschaft «nur» gentechnisch verändertes Pflanzenmaterial und klammert die Tiere aus. Was würde für sie eine mögliche Deregulierung neuer Gentechnologien bedeuten? Es genügt, über Europa und die Landwirtschaft hinauszuschauen (Beitrag Hock, Seite 13).

Die Industrie forscht auch an neuartigen RNA-Pestiziden. Vom Schädling aufgenommen, genmanipuliert sich dieser selbst und stirbt. Die RNA-Technik begleitet ein ähnliches Wording wie die Gentechnik. Schliesslich sind die gleichen globalen Konzerne beteiligt. RNA-Pestizide sollen ebenfalls die Welt ernähren. Vergleichbar sind aber auch die Unsicherheiten, die mit ihrer Anwendung einhergehen (Beitrag Vogel, Seite 17).

Erneut beginnen wir unser OEKOSKOP mit einem Bericht zur «laufenden» AefU-Arbeit. Mit Geschäftsleiter Martin Forter haben wir die Expertise zu den Altlasten der Basler Chemischen Industrie im «Haus». Seine neue Studie vergleicht den Umgang mit dem hochtoxischen Benzidin bei Chemiearealen in Basel-Stadt, Baselland und im Wallis – das schlägt Wellen (Beitrag Fuchs, Seite 5).

Zum Schluss eine Never-ending-Story im wahrsten Wortsinn. Seit fünfzig Jahren sucht die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) nach einem sicheren Ort für den Atommüll. Im September 2022 will sie ihn (wieder einmal) gefunden haben. Zwei ausgewiesene Geologieexperten machen deutlich, wie brüchig die Argumentation zum vorgeschlagenen Standort für ein Tiefenlager ist (Beitrag Wildi und Buser, Seite 20).

Wir wünschen gute Lektüre und Freude an Ihren Genen. Es sind die besten, die Sie haben.



Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin

PS: Programm und Anmeldung für unser 29. Forum Medizin und Umwelt (Seite 4) sind online. Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme und Werbung unter Kolleg:innen.



<https://www.facebook.com/aefu.ch>



https://twitter.com/aefu_ch > @aefu_ch



29. FORUM
MEDIZIN & UMWELT

Verordneter Abfall? Die AefU-Tagung zum Wegwerttrend in der Medizin 25. Mai 2023 · Landhaus Solothurn

Donnerstag, 25. Mai 2023, 09:45 bis 16:30 Uhr
Landhaus, Landhausquai 4, 4500 Solothurn

Programm

Vormittag

09:45	Empfang, Registration, Kaffee
10:15	Begrüssung und Einleitung, Grussbotschaft SwissTPH Dr. med. Bernhard Aufderegg, Präsident AefU, Baltschieder VS
10:30	Die «Einwegschwemme» aus der Sicht eines Praktikers Dr. med. Mathis Lang, Facharzt FMH für Anästhesiologie, Ärztgemeinschaft für Praxis-Anästhesie GmbH, Dättwil AG
10:50	Diskussion
11:00	Individual Health vs. Public Health – wie geht die Anästhesie damit um? Dr. med. Salome Meyer, Fachärztin FMH Anästhesie und Intensivmedizin, Schweizer Gesellschaft für Anästhesiologie und Perioperative Medizin, SSAPM
11:20	Diskussion
11:30	«Umweltbewusste Gesundheitsversorgung in der Schweiz», Positionspapier der SAMW Prof. Dr. med. Nicolas Senn, Chef du Département Médecine de famille, Unisanté Lausanne VD, Co-Autor des Positionspapiers SAMW
11:50	Diskussion
12:00	Mittagessen (Stehlunch, vegetarisch, bio), Networking

Nachmittag

13:45	Wiederaufbereitung: Wer und was bestimmt, was möglich ist? Norma Hermann, Leiterin Zentrale Sterilgutversorgung Insspital Bern, Vorstandsmitglied Schweizerische Gesellschaft für Sterilgutversorgung SGSV-SSSH-SSSO
14:05	Diskussion
14:15	Immer mehr Einweg? Beispiele und Herausforderungen bei der Insel Gruppe Nina Tammeler, Leiterin Fachstelle Nachhaltigkeit Insel Gruppe, Bern
14:35	Diskussion
14:45	Kaffeepause
15:10	Einweg- versus Mehrweg-Medizinprodukte, Abfall versus Recycling: Die Hersteller im Clinch zwischen gesellschaftlichen Erwartungen und Regularien Remo Amherd, PhD, Director Regulatory Affairs, Johnson & Johnson Medtech, Zug
15:30	Diskussion
15:40	Operation Kreislaufwirtschaft – Wiederverwertung und Recycling im Spital Albin Kälin, Gründer und Geschäftsführer EPEA Switzerland GmbH (Prinzip Cradle to Cradle), Bäch SZ
16:00	Diskussion
16:10	Schlussdiskussion, bleiben Sie gerne bis zum Schluss
16:30	Ende der Tagung



angefragt



Tagungsunterlagen in Deutsch und Französisch.

Anmeldung

Bis 17. Mai 2023 an: AefU, Pf. 620, 4019 Basel

online www.aefu.ch

E-Mail info@aefu.ch

Fax 061 383 80 49

Kosten

(inkl. Bio-Stehlunch und Pausenkaffee)

CHF 135.-	AefU-Mitglied und -Gönner:in
CHF 110.-	AefU-Mitglied Assistenzärzt:in
CHF 60.-	AefU-Mitglied im Studium
CHF 190.-	Nicht-Mitglied
CHF 90.-	Nicht-Mitglied im Studium
CHF 250.-	Kombi Tagung/Neumitglied
CHF 190.-	Kombi Tagung/Neumitglied Assistenz.
CHF 90.-	Kombi Tagung/Neumitglied im Studium

Einweg versus Mehrweg bei Medizinprodukten

Ärztinnen und Ärzte sehen sich in Praxen und Spitälern wachsenden Abfallbergen aus immer komplexeren Einweg-Medizinprodukten gegenüber. Dieser Materialverschleiss widerspricht diametral ihren Vorstellungen eines umweltverträglichen Gesundheitswesens im Sinne von One Health. Verschärfte gesetzliche Rahmenbedingungen, Produktedesigns und Haftungsfragen erschweren oft den Mehrweg. Widersprechen sich sorgsamer Umgang mit Ressourcen und Sorge um die Sicherheit der Patient:innen tatsächlich? Die AefU-Tagung zum Wegwerttrend in der Medizin thematisiert die Einwegschwemme und Ansätze, sie einzudämmen. Es referieren Vertreter:innen aus Ärztgemeinschaft, Spital, Verbänden und Industrie.

**Herzlich willkommen,
«live» an der AefU-Tagung im Landhaus Solothurn.**

Kantone untersuchen Chemieareale nach Belieben

Stephanie Fuchs, AefU Eine neue AefU-Studie über das hochtoxische Benzidin bei vier Chemiearealen zeigt: Das Wallis arbeitete topp. Basel-Stadt und Baselland floppten. Sie ignorierten das Ultragift während 20 Jahren.

Das Amt für Umwelt (AUE) Basel-Stadt ist verärgert. Es dementiert, das Benzidinrisiko nicht altlastenkonform untersucht zu haben. Baselland bestätigt hingegen die Möglichkeit einer Benzidinverschmutzung in Schweizerhalle BL, welche eine Sanierungen erfordern könnte. Der Kanton Wallis genießt das Lob für seinen Umgang mit Benzidin in Monthey. Das sind die ersten Reaktionen der Behörden auf die Präsentation der neuen Studie der Ärztinnen und Ärzten für Umweltschutz (AefU) «Benzidin: Wie Kantone das Ultragift aus den Augen verlieren»¹ von Anfang März. Verfasst hat sie der Altlastenexperte und AefU-Geschäftsführer Martin Forter.

1998 trat die Altlastenverordnung (AltV) in Kraft. Die AefU wollten am Beispiel des Ultragifts Benzidin wissen, was 25 Jahre Sanierungspflicht für belastete Chemiegelände gebracht haben.

¹ «Kantone interpretieren Altlastenverordnung nach Belieben», Medienmitteilung der AefU vom 5.3.2023; www.aefu.ch/Benzidin-Studie



© Altera leantur CC BY-SA 4.0/Wikimedia Commons

Grosse Mengen Benzidin

Die Basler chemische Industrie produzierte in ihren Fabriken in Basel-Stadt, Baselland und Wallis zum Teil seit Ende des 19. Jahrhunderts grosse Mengen Farbstoffe mit dem hochtoxischen Benzidin. Es revolutionierte die damalige Färbetechnik, weil sich mit Benzidin sogenannte Direkt-Azo-Farbstoffe herstellen liessen, die Baumwolle ohne Fixationsmittel färbten. Doch das Ultragift löst Blasenkrebs aus. Darum grassierte bei den Fabrikarbeitern diese Krebsform. Erst 1971 verzichtete Ciba-Geigy als Vorgängerfirma von Ciba SC (heute BASF), Novartis und Syngenta auf den giftigen Stoff.

Forters Studie weist nach, dass Benzidin bei den Produktionsstandorten der Chemie in Monthey VS, in den Basler Stadtteilen Klybeck und Rosental (BS) sowie in Schweizerhalle BL altlastenrelevant ist. Sie zeigt aber auch, wie verschieden die drei Standortkantone mit der Benzidin-Problematik umgehen.

Schlechtes Zeugnis für die Altlastenverordnung

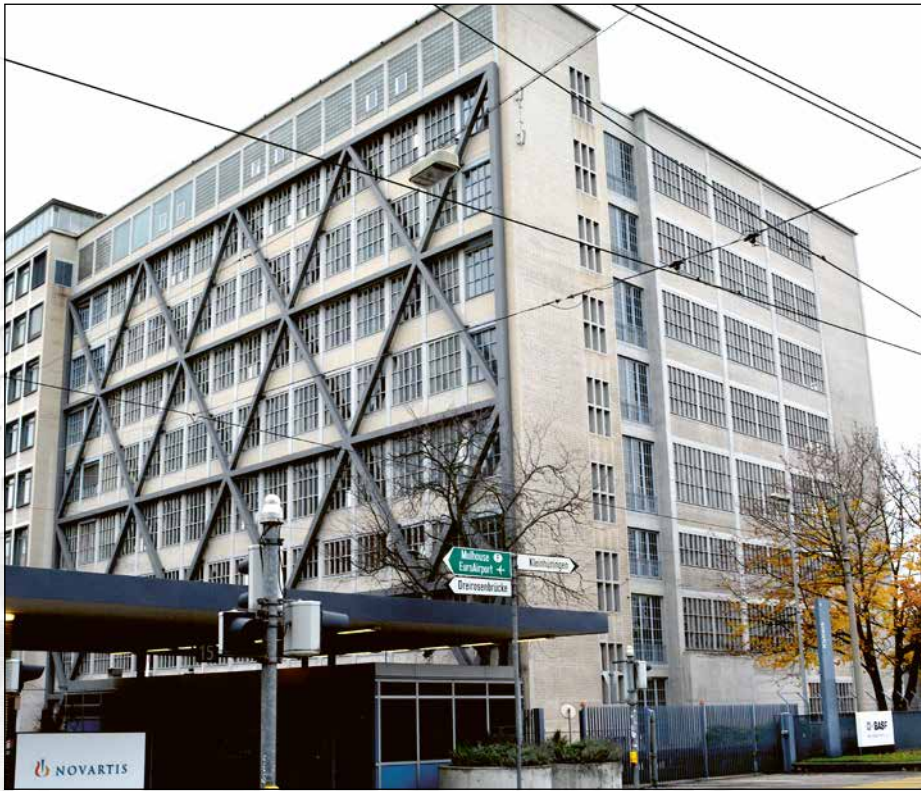
Benzidin macht die Schwachstellen der Altlastenverordnung (AltV) deutlich: Ohne zuverlässige Kontrollmechanismen und Sanktionsmöglichkeiten konnte sie in den 25 Jahren ihres Bestehens nicht verhindern, dass Kantone bei den Altlastuntersuchungen das Ultragift Benzidin, die zweitgefährlichste Substanz im Kontext der Altlastenverordnung, ausblenden. Mit der Folge, dass nun bereits erfolgte Altlastenuntersuchungen und sogar abgeschlossen geglaubte Sanierungen nochmals aufgerollt

und neu beurteilt werden müssen. Das stellt das Hauptanliegen der Altlastenverordnung in Frage, nämlich die grössten Umweltrisiken für Mensch und Umwelt zu erkennen und zu beseitigen.

Revision drängt sich auf

Deshalb drängt sich eine Revision der AltV auf. Sie muss in Zukunft gewährleisten, dass bei so gefährliche Substanzen wie Benzidin zuverlässig und gemäss dem Stand der (Analyse-)Technik abgeklärt wird, ob sie die Schutzgüter aktuell

oder in Zukunft gefährden bzw. verschmutzen könnten. Dazu muss das Vorgehen bei der Untersuchung und Sanierung von Altlasten schweizweit harmonisiert und auf ein einheitliches, hohes Qualitätsniveau gebracht werden. Zudem muss die Revision die komplexe Schadstoffvielfalt an Produktionsstandorten und in Deponien der chemischen Industrie berücksichtigen. Das Vorgehen des Kantons Wallis beim Chemiegelände in Monthey kann dabei hilfreich sein.



«Benzidin-Bau 90» im Basler Klybeck-Quartier. Hier hat Ciba AG in den 1960er-Jahren mit Benzidin das Pigment Cromophthal Rot 2RF hergestellt. 1968 verlagerte sie die Produktion nach Monthey VS, und stellte sie dort 1971 ein.

© AefU

Vorbildliches Wallis

Der Kanton Wallis erkennt die Tragweite einer Verschmutzung durch Benzidin schon 2003. Seine Dienststelle für Umwelt (DUW), die damalige Ciba SC und Syngenta gingen bei der Erkundung und Sanierung der Altlasten im Chemiegelände Monthey systematisch und mit nachvollziehbaren Kriterien vor. Deshalb finden sie schnell Benzidin-Verschmutzungen, obwohl eine historische Untersuchung zum Chemieareal den Schadstoff nicht erwähnt. Sie suchen zudem gezielt nach jenen Substanzen, die in Monthey hergestellt bzw. verarbeitet wurden und das Areal deshalb verschmutzen könnten. Dabei entsprach die Sensibilität der Analysemethoden dem Stand der Technik. In der AltIV

fehlt ein konkreter Grenzwert für Benzidin. In solchen Fällen ist der Grenzwert herzuweisen. Das von der Industrie beauftragte Ingenieurbüro BMG legte ihn 2005 bei 1.5 Nanogramm pro Liter Grundwasser fest, was das Bundesamt für Umwelt 2008 guthiess. Mit diesem extrem tiefen Grenzwert ist Benzidin die zweitgefährlichste Substanz im Kontext der Altlastenverordnung.

Schlusslicht Basel-Stadt

Im Gegensatz zum Wallis sticht Basel-Stadt durch das unkoordinierte und unsystematische Vorgehen ins Auge. Im Grundwasser beim Chemieareal Klybeck suchten Ciba SC und Novartis mit dem Einverständnis des AUE BS ab 2003 meist nicht die Substanzen,

welche die historische Studie zum Chemiegelände nennt, und damit auch nicht Benzidin. Dafür nach jenen Stoffen, welche in der Altlastenverordnung aufgelistet sind. Diese aber wurden im Klybeck in der Regel weder produziert noch verarbeitet. Also kam – wenig überraschend – praktisch keine Verschmutzung zum Vorschein.

Im Chemiegelände Rosental ging Syngenta 2001 auf Geheiss des AUE BS zwar Benzidin im Grundwasser nach. Dies aber meist am falschen Ort, wie das AUE BS selbst feststellte. Auch entsprachen die Analysemethoden grösstenteils nicht dem Stand der Technik, auch nicht für Benzidin. Die Walliser Benzidin-Analytik war 2003 schon 333-mal und 2008 sogar 500-mal sensibler als diejenige, die ungefähr gleichzeitig beim Rosental zum Einsatz kam. 2017 kauft Immobilien Basel-Stadt das Gelände. Der Grundlagenbericht, der im Zusammenhang des Kaufs verfasst wurde, erwähnt Benzidin mit keinem Wort.

Wohnen und Benzidin geht gar nicht

Der Kanton Basel-Stadt will die Chemiegelände Klybeck und Rosental zu neuen Stadtteilen mit Wohnungen und Arbeitsplätzen für tausende Menschen transformieren. Bereits dieses Frühjahr könnte Benzidin bei Aushubarbeiten im Rosental durch Immobilien Basel-Stadt ein Risiko darstellen. Werden die Arbeitskräfte und die Anwohnenden vor allfälligem Benzidin aus der Baugrube ausreichend geschützt sein? Klar ist: Im Immissionsmessprogramm, welches das Lufthygieneamt beider Basel während den Bauarbeiten vorsieht, kommt Benzidin nicht vor.

In Basel-Stadt entsteht der Eindruck, das AUE habe die Altlastenuntersuchungen als Pflichtübung betrachtet, die es möglichst ohne Konflikt mit der Industrie abzuwickeln galt. Die Folge sind meist nicht nachvollziehbare und deshalb unglaubwürdige Resultate, die eine Verschmutzung mit Benzidin

Aus der Stadt in die Randregion

Die Vorgängerfirma von BASF, Novartis und Syngenta liessen den Benzidin-haltigen Abfall, der aus ihrer Chemieproduktion in Basel-Stadt und -Land bis 1971 anfiel, in zahlreiche Deponien in der trinationalen Region Basel (CH/D/F) und der ganzen Schweiz ablagern. Trotzdem war Benzidin auch bei der Altlastenuntersuchung dieser Deponien meist kein Thema. Das änderte erst 2021, als die Gemeinde Allschwil BL bei der von BASF,

Novartis und Syngenta angeblich totalsanierten Deponie Roemisloch in Neuwiller (F) das Gift weit über dem Schweizer Grenzwert nachwies.

Jetzt suchte auch der Kanton Jura bei der Chemiemülldeponie Bonfol erstmals Benzidin und fand es 2022 prompt in hohen Konzentrationen in der Sohle der ausgeräumten Deponie. Voraussichtlich muss diese nun teils auch noch ausgegraben werden.

Bevor im Basler Rosental ein Stadtteil für tausende Menschen heranwachsen kann, muss die «Wiege» frei von Giftstoffen sein.

© AefU



nicht zuverlässig ausschliessen können. Belastbare Resultate aber sind gerade in Basel entscheidend. Denn Wohnen und Benzidin schliessen sich gegenseitig aus.

Kein Spiel mit Benzidin!

Wie auch Spielen und Benzidin. Gemäss einer Karte der Ciba-Geigy von 1988 liegt im Klybeck unter dem Altrheinweg beim Spielplatz Ackermätteli Giftmüll.² Ein Augenzeuge bestätigte dies gegenüber den AefU und berichtete zudem von Farbstoffabfällen, die dort bei Bauarbeiten sichtbar waren. Nichts davon liessen das AUE BS oder die Nachfolgefirmer BASF und Novartis bis heute detailliert untersuchen. Es gibt nicht einmal Grundwasser-Messstellen am richtigen Ort. Dennoch fand das AUE BS bei einer Probestelle Spuren von Benzidin, die aber nicht vom Chemiemüll im Altrheinweg tangiert sein sollte. Gibt es anderswo beim Spielplatz also noch mehr Chemiemüll? Ist allenfalls auch das Ultragift Benzidin darunter, respektive Benzidin-Farbstoffe, die sich im Boden noch immer zu Benzidin abbauen? Das AUE BS muss endlich fundierte Antworten liefern.

Benzidin-Risiko in Baselland nach zwei Jahrzehnten erkannt

Auch beim Chemiegelände Schweizerhalle besteht die Gefahr einer Benzidin-Verschmutzung. Trotzdem dokumentieren

20 Jahre Altlastenuntersuchungen nichts zu Benzidin. Das Amt für Umweltschutz und Energie Baselland (AUE BL) sowie Novartis und Ciba SC respektive heute BASF erkannten dieses Risiko nicht. Benzidin war kein Thema und wurde also von 2001 bis 2021 auch nicht gesucht.

Wie der Kanton Jura in Bonfol (vgl. Kas-ten), beginnt auch Baselland 2022 bei den Chemiegeländen und Chemiemülldeponien im Kanton die Untersuchungen auf Benzidin nachzuholen. So auch bei der Feldrebengrube, der wohl gefährlichsten Gift-

mülldeponie der Schweiz: Dort hatten die J. R. Geigy AG und die Ciba AG als Vorgängerfirmen von BASF, Novartis und Syngenta von ca. 1940 bis 1957 schätzungsweise 13 500 bis 25 000 Tonnen Chemieabfall abgelagert. Die Feldrebengrube liegt in direkter Nachbarschaft zum Trinkwassergebiet der Hardwasser AG, woher diese 230 000 Menschen aus Stadt und Agglomeration Basel mit Trinkwasser versorgt. Ob der Chemiemüll das Trinkwasser verschmutzt, ist umstritten.³

Basel-Stadt im Abseits

Hinsichtlich Benzidin erfüllt das Wallis die Anforderungen der AltIV. Baselland ist daran, seinen Rückstand aufzuholen. Basel-Stadt hingegen hat bisher keine systematische Untersuchung auf Benzidin angekündigt. Ausgerechnet der Kanton, der auf den Arealen Rosental und Klybeck künftig Menschen wohnen, arbeiten und spielen lassen will. Und wo aktuell wahrscheinlich auch Benzidin-haltiger Chemiemüll unter Strassen und bei (Spiel-)Plätzen vergraben liegt.



«Benzidin-Bau 99» (links im Bild, in Betrieb 1901-1952) im Klybeck-Areal. Hier stellte die Ciba AG Benzidin her. Bild undatiert, aus: Ciba SC/Novartis, 2000. Historischer Bericht Klybeck.

² Vgl. «Kinderspielplatz und Chemiemüll passen nicht zusammen», OEKOSKOP 2/18, S. 4.

³ Vgl. «Deponierte Medikamente: Abfall aus der Arzneimittelproduktion im Grundwasser» OEKOSKOP 2/22, S. 4.

Stephanie Fuchs ist seit 2013 leitende Redaktorin von OEKOSKOP.
oekoskop@aefu.ch
www.aefu.ch

«Gentechnologie kann die Haltung fördern, die Technik werde es schon richten»

Interview: Stephanie Fuchs, AefU

Gentechnik in der Landwirtschaft steht wieder weit oben auf der politischen Agenda. Entscheide stehen an. Die zuständige Ethikkommission hat ihre Einschätzung zuhanden des Bundesrates publiziert.

Das Parlament verlängerte 2021 das Gentechmoratorium erneut, es gilt nun bis Ende 2025. Zwischenzeitlich muss der Bundesrat prüfen,¹ wie die Zulassung von neuen gentechnischen Pflanzenzüchtungsverfahren geregelt werden soll (vgl. Kasten S. 10). Er hatte kürzlich auch drei Postulate zum Thema zu beantworten.² Die Debatte um die neuen Gentechnikinstrumente wie Crispr/Cas und Co. ist also in vollem Gange. Im Oktober 2022 veröffentlichte die eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (EKAH) ihren Bericht «Klimawandel, Landwirtschaft und die Rolle der Biotechnologie». Die ausserparlamentarische Kommission berät den Bundesrat.

OEKOSKOP: Herr Rippe, wieso wählte die EKAH für ihren neusten Bericht Klimawandel und Biotechnologie?

Karl Peter Rippe: Der Klimawandel wird stets als vordringliches Argument für die neuen gentechnischen Züchtungsverfahren in der Landwirtschaft angeführt. Es war naheliegend, beides kombiniert zu betrachten. Wir prüften, was es damit auf sich hat, und präsentierten unsere Resultate, bevor die politischen Entscheide fallen.

Der EKAH-Bericht sagt, die neue Gentechnik könne angesichts der Dinglichkeit der drohenden Klimafolgen keinen rechtzeitigen Beitrag an die Ernährungssicherheit leisten. Weshalb gesteht

die Kommissionsmehrheit den neuen Verfahren dieses Potenzial nicht zu?

Wir haben tatsächlich neuere Verfahren, Forschung und Hypothesen. Aber das ist Grundlagenarbeit. Die Kommission hat viele Expert:innen befragt, wie schnell sich das aktuelle Wissen in die breite Anwendung bringen lässt. Dazu war wichtig zu sehen, was die Forschung überhaupt anstrebt. Es genügt nicht, dass sie trockentolerante Nutzpflanzen kreiert. Der Klimawandel bewirkt zunehmend stark wechselnde Wetterlagen. Das sind die Prognosen. Pflanzen müssen also gegen solche Schwankungen resilient sein. Das lässt sich nicht mit Hitzeresistenz herstellen. Die Mehrheit der EKAH vertraut nicht auf rechtzeitige gentechnische Lösungen und will nicht daraufsetzen. Denn das kann zur Haltung verleiten, die Technik werde es schon richten. Die Kommissionsminderheit denkt zwar, dass technische Lösungen schnell parat sein könnten. In der Kommission herrschte aber Konsens, dass Biotechnologie kein Argument sein kann, nichts an der heutigen Form der Landwirtschaft und an unserem Verhalten zu ändern.

Sie fürchten, dass wer auf Biotechnologie setzt, alles andere unterlässt?

Im Bericht diskutieren wir eingehend das Argument der Pfadabhängigkeit. Investiert man viel in eine bestimmte Technik, kommt man kaum mehr davon weg. Das darf gerade in der Zucht nicht geschehen. Es müssen viele Optionen möglich sein. Die Kommission negiert nicht per, dass die Gentechnik dereinst einen Beitrag leisten könnte. Sie ermahnt die Forschung aber, bescheiden zu bleiben. Sie sollen keine Hoff-

nungen schüren, die innert nützlicher Frist nicht zu erfüllen sind.

Ein sehr berechtigter Einwand. Die Gentechnik hat bisher stets viel versprochen und wenig eingelöst. Ist das eine Art unlauterer Wettbewerb?

(Lacht) Wir Ethiker:innen der EKAH sind auch in anderen Wissenschaftsbereichen tätig. Ich selbst war zehn Jahre in der Kommission für Tierversuche. Auch hier stecken riesige Hoffnungen in den Begründungen für die Versuche. Die Wissenschaft ist stets überzeugt, die eigene Forschung, quasi das eigene «Kind», werde sicher etwas bringen. In der Kommission sind wir vorsichtig: Man sollte nicht ausgerechnet den Eltern glauben, was das Kind kann.

Befürworter:innen der Gentechnik sagen zum Teil selbst, diese könne nicht alle Probleme lösen. Aber gerade angesichts der Klimakrise müsse man alle Ansätze verfolgen. Also das Prinzip «sowohl als auch». Was sagen Sie dazu?

Die Kommission sagt nicht, man soll nicht in die Gentechnologie investieren. Natürlich kann und soll geforscht werden. Wir sind aber skeptisch, was die Höhe der Einsätze anbelangt. Die Gesamtkommission ist überzeugt, dass wir uns vor allem darum kümmern müssen, die Ernährungsgewohnheiten zu verändern und die Landwirtschaft auf mehr Pflanzenproduktion umzustellen. Und zwar sehr schnell. Das ist das Hauptthema in Bezug auf den Klimawandel. Da muss man die Millionen und die Hauptinvestitionen investieren.

Die EKAH setzt nicht auf Gentechnik, negiert sie aber auch nicht. Das würde in der Landwirtschaft

¹ Art. 37a Abs. 2 des Gentechnikgesetzes; <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2003/705/de>

² Bericht des Bundesrates «Regulierung der Gentechnik im Ausserhumanbereich»; <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen/bundesrat/msg-id-92722.html>



Im Bericht steht, man müsse die Tierbestände selbst dann massiv reduzieren, falls man die Tiere dereinst mit Gentechnik klimafreundlicher «umbauen» könnte. Warum?

Gewisse Klimagasemissionen werden sich in der Tierhaltung kaum vollständig vermeiden lassen. Zudem beansprucht sie viel Fläche für die Futterproduktion. Und letztlich ist der Energiebedarf für die Fleischproduktion einfach ungleich höher als beim Nutzpflanzenbau.

Der Bundesrat hat Anfang Februar 2023 seine Antwort auf drei Postulate zur neuen Gentechnik vorgelegt. Sie soll im Gentechnikgesetz geregelt bleiben. Das ist auch die Haltung der EKAH.

Ja. Das Step-by-step-Vorgehen im Gentechnikgesetz ist auch für die neuen Verfahren dringend nötig. Man muss möglichst früh erkennen, was durch die gentechnischen Eingriffe geschieht. Es braucht eine ethische Risikoabwägung, bei fehlendem Wissen muss das Vorsorgeprinzip zum Tragen kommen und Wissenslücken sind zu schliessen.

Die Schweizer Wirtschaft muss ihre Treibhausgase bis 2050 auf Netto Null senken. Für die Landwirtschaft ist aber nur eine Reduktion um 40 Prozent verpflichtend. Warum kritisiert die EKAH diese Ausnahmeregelung?

Man kann die verschiedenen Wirtschaftszweige zwar nicht 1:1 vergleichen. Aber das Entgegenkommen an die Landwirtschaft ist zu gross und ethisch nicht gerechtfertigt. Was, ausser Machtargumente, spricht für die Sonderbehandlung? Es gibt den Methanausstoss bei Wiederkäuern. Er muss so weit als möglich gesenkt werden, wie es für die Emissionen anderer Wirtschaftsbereiche auch gilt. Bei einer Reduktion um nur 40 Prozent sehen wir die Handlungsmöglichkeiten nicht ausgeschöpft. Damit sind wir wieder am Anfang. Mit Veränderungen im Ernährungssystem könnte man deutlich mehr reduzieren. Es gibt keinen Grund, Bestehendes zu schonen, angesichts dessen, was uns droht. ■

zu Koexistenz mit der klassischen Züchtung führen. Das ist aber wenig realistisch. Der Genpool würde über kurz oder lang mit Gentechnik durchsetzt und eine gentechnikfreie Züchtung verunmöglichen.

Absolut einverstanden. Das sind wichtige Aspekte und haben mit der Pfadabhängigkeit zu tun.

Bei Gentechnik in der Landwirtschaft denke ich an lukrative Patente weniger Grosskonzerne auf Saatgut und Züchtungsmaterial. Sie schliessen kleine und mittelgrosse Züchter:innen aus und bringen Landwirt:innen in Abhängigkeiten. Warum liest man im Bericht der EKAH nichts dazu?

Patente sind ohne Zweifel ein sehr wichtiges Thema. Sie sollen eigentlich Innovation bewirken. Es fragt sich aber, unter welchen Rahmenbedingungen es tatsächlich zu Innovationen kommt. Und wie wird die Züchtung aussehen, wenn dereinst alles patentiert ist? Aber das ist ein komplexes Thema für sich. Ein Kommissionsbericht kann unmöglich alle Aspekte abdecken.

Ihre Kommission erachtet es als ethisch vertretbar, wenn wir künftig deutlich weniger tierische Produkte essen dürften. Weil die Nutztierhaltung einen erheblichen Anteil an den Klimafolgen habe und diese hingegen ethisch nicht akzeptabel seien. Kann man es so verkürzen?

Ja, das denken wir. Wir sollten uns verpflichten, das Ernährungssystem in diese Richtung umzustellen. Was produzieren wir? Wie lenken wir die Leute im Handeln und in der Erziehung? Die Art und Weise, wie wir

Der Philosoph und Ethiker **Prof. Dr. Klaus Peter Rippe** ist seit 2015 Präsident der EKAH¹ und war dies bereits 2000–2011. Die ausserparlamentarische Kommission berät den Bundesrat aus ethischer Sicht im Bereich der ausserhumanen Bio- und Gentechnologie.
klaus.peter.rippe@ph-karlsruhe.de
www.ekah.admin.ch

leben, ist nicht nachhaltig. Wir müssen an die künftigen Generationen denken.

Die Landwirt:innen sagen, sie würden produzieren, was nachgefragt werde. Aber die Konsument:innen allein können es auch nicht steuern. Es gibt Geldflüsse, die das aktuelle System stützen. Wo muss man beginnen?

Es ist zunächst eine Frage der Landwirtschaftspolitik. Mit Investitionen und Subventionen lenkt man die Produktion. Unsere Landwirtschaft lebt ja nicht allein aus Markterträgen, sondern von einer Kombination aus Finanzströmen. Die Politik kann es nicht zum Spiel Bauer gegen Konsumentin oder Bäuerin gegen Konsumenten machen. Parlamente und Exekutive sind mitverantwortlich.

Im Parlament sitzen ja viele Landwirt:innen ... (Lacht) Das ist eine Schweizer Besonderheit. Sie sollten daran denken, dass es nicht darum geht, die Erträge nur weitere zehn Jahre zu erhalten, sondern auch für die Kinder und Kindeskinde, die künftig Landwirtschaft betreiben.

Übertriebene Erwartungen rechtfertigen keine Deregulierung der neuen Gentechnik

Eva Gelinsky, IG Saatgut,
Göttingen (D) und Baldegg LU

Globale Saatgutkonzerne im Besitz der Chemiemultis versprechen aufs Neue Ernährungssicherheit dank Gentechnik. Sie werben mit klimatoleranten Sorten, züchten aber Lifestyle und Agrotreibstoffe.

Anfang Juni 2023 wird die EU-Kommission voraussichtlich ihren Vorschlag für eine Deregulierung der neuen Gentechnik vorlegen (Kasten). Dabei lässt sie bereits im Vorfeld wenig Zweifel daran, dass sie deren Einsatz in der Landwirtschaft befürwortet. Als Grund für eine Lockerung des geltenden europäischen Rechtsrahmens führt die Kommission nach wie vor das Lösungspotential von neuen Gentechnikinstrumenten wie



© HajoThu CC BY-SA 3.0/Wikimedia Commons

Das Acker-Hellerkraut soll als gv-Pflanze mehr Öl für Biotreibstoffe produzieren. Es ist aber zugleich ein problematisches Unkraut für Getreide.

Crispr & Co. gegen Klimakrise, Dürren und den Verlust der Biodiversität an. In der Schweiz weist beispielsweise der Verein «Sorten für Morgen» regelmässig auf die Chancen der neueren gentechnischen Züchtungsverfahren für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft hin.¹

Realitätscheck: Was ist im Anbau?

Im kommerziellen Anbau scheinen aktuell nur zwei mittels neuer Gentechnik veränderte Pflanzen zu sein. Beide versprechen einen zweifelhaften Mehrwert für die Konsument:innen. Das ist zum einen die GABA³-Tomate in Japan von Santech Seed. Ihr Verzehr soll entspannungsfördernd und blutdrucksenkend sein. Zum anderen der Green Venus-Salat vom gleichnamigen US-Unternehmen. Er soll eine verlängerte Haltbarkeit haben und weniger enzymatische Bräunungsreaktion an verletzten Blättern zeigen. Diese Eigenschaft helfe dabei, Food Waste zu reduzieren. Vor ihrer Marktzulassung wurden weder die Tomaten⁴, noch der Salat im Hinblick auf ihre behaupteten positiven Effekte respektive gesundheitlichen Risiken eingehend untersucht.

Die Pipeline enthält nicht, was Gentechbefürworter versprechen

Ein Blick in die Produktpipelines der Unternehmen und auf den Markt für neue gentechnisch veränderte Pflanzen bestätigt die grossen Erwartungen in keiner Weise. In diesem Jahr soll in den USA ein Senf mit «verbessertem Geschmack» (reduzierten Bitterstoffen) unter dem Markennamen Conscious Greens vermarktet werden, entwickelt vom Unternehmen Pairwise. Auch

¹ [https://sortenfuermorgen.ch/medienn Mitteilun-
g/neue-pflanzenzuechtungsverfahren-zukunftstraech-
tige-regulierung-gefordert/](https://sortenfuermorgen.ch/medienn Mitteilung/neue-pflanzenzuechtungsverfahren-zukunftstraechtige-regulierung-gefordert/)
² [https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attach-
ments/75134.pdf](https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attach-
ments/75134.pdf)
³ Die Tomate hat einen besonders hohen Gehalt des Boten-
stoffes Gamma-Aminobuttersäure (GABA).
⁴ [https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Hinter-
grund%20Tomaten%20aus%20Neuer%20Gentechnik.pdf](https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Hinter-
grund%20Tomaten%20aus%20Neuer%20Gentechnik.pdf)
⁵ [https://www.bayer.com/de/landwirtschaft/genom-
editierung](https://www.bayer.com/de/landwirtschaft/genom-
editierung)
⁶ [https://www.bayer.com/de/landwirtschaft/genom-
editierung](https://www.bayer.com/de/landwirtschaft/genom-
editierung)

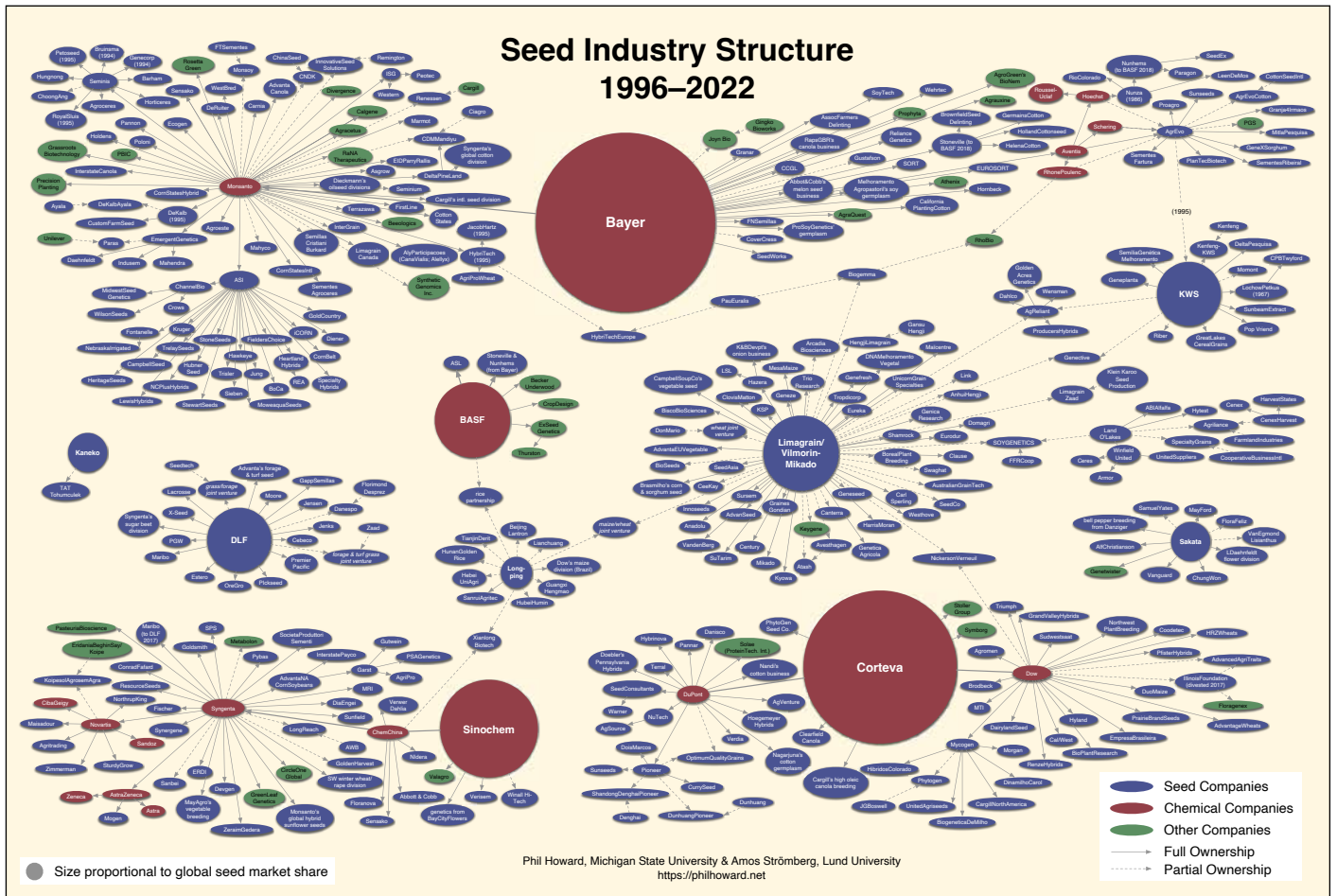
Neue Gentechnik in der Schweiz

Zeitlich verzögert läuft in der Schweiz ein ähnlicher politischer Prozess. 2021 koppelte die Parlamentsmehrheit die Verlängerung des Gentechmoratoriums bis Ende 2025 an eine Bedingung: Der Bundesrat muss bis Mitte 2024 einen Erlassentwurf vorlegen, wie das Gentechnikgesetz (GTG) gegebenenfalls für pflanzliche Organismen, die mit neuer Gentechnik (NGT) ohne transgenes Erbmaterial hergestellt wurden, anzupassen sei. Bei einer Ausnahme dieser Techniken aus dem Gesetz, würden Regelungen wie Risikoprüfung vor der Zulassung, Deklarationspflicht und Haftungs-

bestimmungen bei Schäden dafür nicht mehr greifen.

Zwischenzeitlich hat der Bundesrat drei Postulate zum Thema beantwortet.² Darin erklärt er unter anderem, dass auch die NGT in den Geltungsbereich des GTG falle und die damit hergestellten Produkte als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) zu kennzeichnen sind. Eine Hintertür für Ausnahmen bleibt aber offen.

Wie weit, zeigt sich spätestens mit dem Bericht 2024, der kaum unbeeinflusst vom baldigen europäischen Entscheid bleiben wird.



Sechs grosse Unternehmen kontrollieren inzwischen fast 60% des weltweiten Saatgutmarktes. Vier davon sind Chemiefirmen mit zugleich grosser Pestizidproduktion: Bayer, Corteva, Sinochem und BASF.

© Philip H. Howard/philhoward.net

dies bloss ein Lifestyle-Produkt für «gesundheitsbewusste» Kundschaft im globalen Norden.

Neben Pflanzen, die direkt für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, arbeiten verschiedene Unternehmen an Nischenkulturen mit «Bioökonomie-Eigenschaften». Yield10 Bioscience in den USA konzentriert sich hierbei auf Leindotter. Mit einem erhöhten Ölgehalt soll er als Agrartreibstoff oder als proteinreiches Futtermittel vor allem in Aquakulturen Verwendung finden. Auch an der Nutzung der Pflanze als Grundstoff für Bioplastik wird gearbeitet. Bei verschiedene Leindottersorten hat das Unternehmen mit der Saatgutproduktion begonnen. Ein erster vorkommerzieller Anbau unter anderem im Norden der USA und in Kanada findet bereits statt. Nach der Zulassung in den USA hat Yield10 Bioscience auch in Argentinien einen Bescheid der zuständigen Behörden erhalten. Sie stuft die Pflanzen als «nicht regulierungspflichtig» ein. Die Pflanzen werden also in beiden Ländern ohne Risikobew-

ertung und Kennzeichnung auf den Acker gelangen. Eine Verbreitung der mittels Crispr erzeugten Eigenschaften ist vorprogrammiert, da Leindotter als Kreuzblütler unter anderem in Raps einkreuzen kann.

Auch das in Mitteleuropa verbreitet vorkommende Acker-Hellerkraut gehört zur Familie der Kreuzblütler. Aufgrund der hohen Samenproduktion und der langen Keimzeit – die Samen können bis zu 30 Jahre im Boden überdauern – kommt die Pflanze in praktisch allen Kulturen als Beikraut vor; vor allem in Wintergetreide und Winterhaps ist sie häufig ein Problem. In den USA hat das Start-up-Unternehmen Cover Cress Inc. mit Hilfe von Crispr den Ölgehalt der Pflanze erhöht. Mais- und Sojafarmer sollen die problematische Pflanze künftig als Zwischenfrucht anbauen und zur Produktion von Biotreibstoff oder als eiweissreiches Viehfutter nutzen. Das jedenfalls ist das Ziel der drei Konzerne Bayer, Bunge und Chevron. Sie haben 65 Prozent Mehrheitsbeteiligung am Start-up. Für diesen Herbst plant

es einen vor-kommerziellen Anbau in verschiedenen US-Bundesstaaten.

Intransparenz bei Grosskonzernen

An welchen Kulturen und Eigenschaften die Saatgutmultis selbst arbeiten, liegt weitgehend im Dunkeln. Bayer etwa gibt nur bekannt, dass sie die neue Gentechnik zu «Verbesserungen der Pflanzenarchitektur (oder des Pflanzenkörpers selbst), Resistenz gegen Krankheiten, Stresstoleranz sowie Pflanzenwachstum und -entwicklung» in ihrem «gesamten Portfolio für Reihenkulturen» einsetze.⁵ Am weitesten fortgeschritten scheint ein Projekt für einen «kurzhalmigen Mais» zu sein, bei dem drei verschiedene Ansätze parallel zum Einsatz kommen: «Wir gehen an den Short Stature Corn mit verschiedenen technologischen Ansätzen heran, einschließlich Züchtung (derzeit in Phase drei), Genomeditierung (Entdeckungsphase) und Biotechnologie (ebenfalls in Phase drei, in Kooperation mit BASF).»⁶ Die Markteinführung der mittels

Die Industrie verspricht (erneut) klimatolerante Sorten dank neuer Gentechnik, experimentiert aber an Lifestyle-Produkten.
© machimorales/Shutterstock

Crispr veränderten Zwergmais-Varietäten ist derzeit nicht vor 2027 geplant. Da die Eigenschaft auch konventionell erzeugt werden kann, ist die Behauptung, die neue Gentechnik sei unverzichtbar, (auch) hier mehr als fragwürdig.

Der Konzern Corteva, nach Bayer die Nummer zwei auf dem globalen Saatgutmarkt, berichtet öffentlichkeitswirksam praktisch nur über seine Projekte im globalen Süden. So soll für einen Mais mit einer Resistenz gegen die Maize Lethal Necrosis Disease, der in Kooperation mit dem CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center, Mexiko) entwickelt wurde, ab Mitte 2023 erstes Saatgut in Afrika verfügbar sein.⁷

Die versprochenen klimatoleranten und biodiversitätsrettenden Wunderpflanzen sind also (noch?) nicht erhältlich. Weiterhin werden auch mit neuer Gentechnik herbizidresistente Pflanzen entwickelt (etwa durch Bioheuris in Argentinien) und viele Unternehmen arbeiten an Consumer-Traits, über deren Mehrwert man streiten kann – zum Beispiel Tropic Bioscience an Bananen mit verlängerter Haltbarkeit oder Pairwise an Brombeeren ohne Kerne. Die Unternehmen bedienen mit ihrer Werbung ungeachtet dessen weiterhin die mit Crispr & Co. verbundenen hohen Erwartungen.⁸

Patente blockieren Kulturpflanzenvielfalt

Dabei zeigen gerade die Erfahrungen der letzten Jahre, dass sich die Probleme, mit denen die Landwirtschaft in wachsendem Masse konfrontiert ist, nur mit einem grundlegenden systemischen Umbau bewältigen lassen. Um alternative Entwicklungspfade in diese Richtung offen zu halten, bleibt die Regulierung der neuen Gentechnik als Gentechnik unabdingbar. Auch weil Crispr & Co. nicht unabhängig von den ökonomischen und rechtlichen Strukturen zu haben sind, unter denen ihre Entwicklung und Anwendung stattfinden. Das Problem der Patentierung



macht dies deutlich: Der mit der ersten Generation, der sogenannten alten Gentechnik auch im Bereich der Pflanzenzüchtung etablierte Patentschutz führt dazu, dass immer mehr pflanzengenetische Ressourcen vom Gemeineigentum ins Privateigentum überführt werden. Dies hat entscheidend zur Oligopolbildung auf dem Saatgutmarkt beigetragen (Grafik). Es ist schon jetzt absehbar, dass die neuen gentechnischen Verfahren diese Entwicklung weiter verstärken werden.

Zudem zeigen aktuelle Patentanmeldungen wie etwa von der KWS⁹, dass einige Unternehmen die neue Gentechnik gezielt nutzen, um auch im konventionellen Bereich breite Ansprüche durchzusetzen. Darauf weist auch die Koalition «No patents on seeds» in ihrem jüngsten Bericht hin: «Viele Firmen verwenden in ihren Patentanträgen spezielle Formulierungen, mit denen technische Elemente (wie Crispr/Cas) mit üblichen Methoden der konventionellen Züch-

tung vermischt werden, um den Eindruck einer technischen Erfindung zu erwecken. Dadurch werden die Grenzen zwischen konventioneller Züchtung und gentechnischen Eingriffen sprachlich systematisch verwischt.»¹⁰ Wird diese Entwicklung nicht gestoppt, können die fortgesetzten rechtlichen Unsicherheiten und Patentstreitigkeiten die weitere konventionelle Pflanzenzüchtung blockieren. Dies betrifft insbesondere kleinere und mittelständische Züchtungsunternehmen, obwohl gerade deren Innovationspotential zur Weiterentwicklung der Kulturpflanzenvielfalt in Zukunft dringend gefragt wäre. ■

Dr. Eva Gelinsky ist politische Koordinatorin der Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit (IG Saatgut), ein Zusammenschluss von Biozüchterinnen und -züchtern sowie Saatgutinitiativen aus der Schweiz, Deutschland und Österreich. Als freie Wissenschaftlerin recherchiert sie zu Gentechnik und Züchtung in der Schweiz – unter anderem für das Bundesamt für Umwelt (BAFU). Eva Gelinsky ist Mitglied der vom Bundesrat eingesetzten Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich (EKAH).
eva.gelinsky@ig-saatgut.de
www.ig-saatgut.de, www.semnar.ch

⁷ <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/21893/64898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁸ Zum Beispiel Bayer: <https://www.bayer.com/de/news-stories/kurze-loesungen-um-langfristig-dem-klimawandel-zu-trotzen>

⁹ Die KWS ist ein börsennotiertes, deutsches Pflanzenzüchtungs- und Biotechnologieunternehmen. Sie ist die weltweit viergrößte Saatgutherstellerin für Nutzpflanzen (Wikipedia).

¹⁰ No patents on seeds. 2022: Patente auf Gene von Pflanzen bedeuten «Lock down» für konventionelle Züchtung. Siehe auch den neuen Bericht von Global 2000 et al. 2022: Exposed: How biotech giants use patents and new GMOs to control the future of food.

Instrumentalisierte Nutztiere: Boom durch Genomeditierung

Zsofia Hock,
Schweizer Allianz Gentechfrei (SAG)

Mit der Entdeckung der sogenannten Genschere Crispr/Cas im Jahr 2012, hat die Genmanipulation von Wirbeltieren eine neue Dimension erreicht. Die Industrie ist begeistert und spricht von einem Durchbruch.

Noch nie wurden zu Forschungs- und Züchtungszwecken so viele verschiedene Tierarten gentechnisch verändert wie heute. Mit den neuen Gentechnikwerkzeugen wächst die Gefahr einer übermässigen Instrumentalisierung der betroffenen Lebewesen. Wenn Tiere auf Nahrungs- und Organlieferanten

reduziert werden, wirft dies zahlreiche wissenschaftliche und ethische Fragen auf. Auch wenn die Eingriffe «gezielt» unternommen (sogenannte Genomeditierung) und in vielen Fällen «nur» zelleigene Gene verändert werden.¹ Global gültige Richtlinien für Genmanipulationen bei Tieren werden immer dringlicher.

le ethische Fragen aufwerfen und erhebliche Risiken bergen.

Lange Zeit galt die Xenotransplantation als gescheitert. Mit Crispr²/Cas erlebt sie eine Renaissance [1].³ Das neueste Beispiel: Anfang 2022 wurde in den USA erstmals einem Menschen ein Schweineherz implantiert [2]. Da Mensch und Schwein 80 Millionen Jahre Evolution trennen, bilden Immunabwehr und Unterschiede in der Physiologie hohe Barrieren. Sie sind nur mit mehrfachen gentechnischen Veränderungen überbrückbar.

Darüber hinaus erschweren auch Zoonosen den Prozess: Oft werden unbekannte

Eine neue Art Nutztiere

Genomeditierte Tiere als Ersatzteillager für Transplantationen in den Menschen (Xenotransplantation) oder als «Bioreaktoren» für Medikamente (Gene Pharming) sind wachsende Forschungsgebiete, die besonders vie-

¹ Dies im Gegensatz zur Transgenetik, bei der artfremde Gene in den Zellkern eingebaut werden. In allen Fällen handelt es sich um im Labor synthetisch hergestellte Moleküle. Das Risiko geht vom gentechnischen Eingriff selbst aus.

² Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (Crispr)

³ Referenzen unter:
www.aefu.ch/oekoskop/hock_referenzen

Geplante Produkte für die Xenotransplantation

Firma	Produkte in Entwicklung	Land
Axonova Medical	Nervengewebe aus Embryonen von Galsafe-Schweinen der Firma Revivacor; präklinische Phase	USA
Clonorgan	Nieren und Herzklappen von mehrfach veränderten Schweinen; präklinische Phase	China
eGenesis	Nieren und Inselzellen von mehrfach veränderten PERV-Knockout-Schweinen; präklinische Phase	USA
Geno Medicine	Hautgewebe von elffach veränderten Schweinen für die Behandlung schwerer Verbrennungen; präklinische Phase	China
Lung Biotechnology*	Lungen (XenoLung) aus mehrfach veränderten Schweinen; präklinische Phase	USA
Makana Therapeutics*	Nieren aus Dreifach-Knockout-Schweinen; klinische Versuche geplant ab 2022	USA
Optipharm	Hornhaut (Opti-Cornea) und Inselzellen (Opti-Islet) aus Einfach-Knockout-Schweinen; präklinische Phase	Südkorea
Qihan Biotech	Organe, Gewebe und Zellen von zwölfmal veränderten PERV-Knockout-Schweinen; klinische Versuche geplant ab 2022	China
Revivacor**	Nieren (Unikidney) und Herzen (Unihearts) aus neun- oder zehnfach veränderten Schweinen; klinische Versuche geplant ab 2022	USA
Xenotherapeutics	Xenoskin – Hautgewebe aus Einfach-Knockout-Schweinen für Behandlung schwerer Verbrennungen; klinische Phase	USA

*Tochterfirma von Recombinetics; **Tochterfirma von United Therapeutics

Tabelle 1: Ob die Xenotransplantation dereinst den Mangel an Organen beheben kann, bleibt trotz intensiver Forschung ungewiss.

Erreger symptomlos vom Tier auf den Menschen übertragen [3]. Bevor es zur geschil- derten Operation kommen konnte, mussten etwa 10 Veränderungen im Genom für ein virenfrees Schweineherz sorgen, das vom menschlichen Körper nicht abgestossen wird. Noch so entpuppte sich die befürchtete Übertragung von Erregern als reelle Gefahr [2].

Xenotransplantation in der Schweiz

Xenotransplantation ist in der Schweiz unter der Voraussetzung zulässig, dass vom transplantierten Patienten kein Infektionsrisiko für die Bevölkerung ausgeht. Die Übertragung von Schweineorganen ist im Transplantationsgesetz sowie in der Xenotransplantationsverordnung geregelt. Die Forschung beschränkt sich hierzulande aktuell auf die Universitäten, wobei neuerdings im Verhältnis zur Einwohnerzahl europaweit am meisten Geld dafür investiert wird [4].

Ethische Bedenken bleiben trotz Crispr/Cas bestehen. Xenotransplantation ist eine tierverbrauchende Forschung. In Laboren werden unzählige Schweine gentechnisch verändert und getötet, um ihre Organe in belastenden Versuchen an Affen zu testen. Sollte der Weg in die Operationssäle gelin- gen, werden jährlich tausende Schweine als Organlieferanten in erregerfreien Anlagen unter Bedingungen leben, die weit entfernt von artgerechter Haltung sind. Die letzte öffentliche Debatte zu ethischen Fragen der Xenotransplantation fand vor gut 20 Jahren statt. Wie sie heute ausfallen würde, ist völlig offen. Könnten die Erfahrungen der Bevölkerung mit der Covid-19-Pandemie etwas daran ändern, wie sie das Zoonose- risiko bewertet?

Alternativen zur Xenotransplantation gäbe es einige: von der Stärkung der Präven- tion gegen organschädigende Krankheiten über Massnahmen zur Förderung der Or- ganspende bis zur Intensivierung von 3D- Biodruck und Gewebezüchtung. Sollte die

Xenotransplantation tatsächlich zur An- wendung kommen, sind Fragen zu beant- worten, die bisher kaum diskutiert wurden. Etwa zur gerechten Verteilung von Spender- organen, die vom Menschen stammen, res- pektive aus gentechnisch veränderten Tieren (gv-Tiere).

Fragwürdiger Nutzen

Das Forschungsfeld Gene Pharming ver- bindet Pharmazie und Nutztierhaltung. Es wurde bereits Ende der 1980er-Jahre lan- ciert. Die Herstellung der Biologika genan- ten Arzneistoffe versprach nicht nur einen Lösungsweg gegen diverse Krankheiten, sondern auch riesige Gewinne. Man glaubte, dass sich Proteine in Milch oder Eiklar genauer und vor allem günstiger mit gv-Tie- ren herstellen lassen als in Fermentern mit Bakterien, Hefen oder Säugerzellen. Das Gene Pharming hat sich jedoch nicht durch- gesetzt. Im Register der Europäischen Arz- neimittelagentur stammten 2021 lediglich zwei von 296 Biologika aus gv-Tieren [5]. Weltweit sind nur vier solcher Medikamente auf dem Markt [6].

Ob die Genomeditierung die Situation ändert, ist fraglich. Zwar wird vor allem in China daran geforscht, aber von einem Boom ist nicht die Rede. Einerseits sind die Vorteile zu gering, andererseits brauchen Pharmafir- men gar keine gv-Tiere, um Biologika her- zustellen. Mit den Fermentern verfügen sie längst über funktionierende, tierfreie und ethisch unumstrittene Produktionssysteme. Eher dürften die Firmen Crispr/Cas dazu verwenden, die Produktion in den Fermen- tern zu optimieren.

Biosimilars und Nahrungsergänzungen

Zwei neue Trends lassen sich trotzdem iden- tifizieren: die Herstellung von Biosimilars und Nahrungsergänzungsmitteln. Biosimi- lars, die Nachahmerpräparate von Biologi- ka, sind meistens günstiger als die Originale und tragen zur Erhöhung der Versorgungs-





Die Seebrasse mit erhöhtem Fleischansatz war das erste genomeditierte Lebensmittel auf tierischer Basis. Er entwickelt 20 Prozent mehr Muskelmasse als seine gentechnikfreien Artgenossen. In Japan ist er bereits im Online-Verkauf.

© shutterstock

sicherheit bei. Grundsätzlich also begrüßenswert. Doch es stellt sich die Frage, ob es gv-Hühner braucht, die in ihrem Eiklar das Krebsmittel Trastuzumab bilden, wenn bereits sechs entsprechende Biosimilars auf dem Markt sind, die mittels Säugerzellen produziert wurden.

In Weissrussland soll es eine Herde gv-Ziegen [7] und in China eine Herde gv-Kühe [8] geben, aus deren Milch humanes Lactoferrin gewonnen wird, ein antibakteriell wirkendes Protein.

Bei Projekten mit Nahrungsergänzungsmitteln kann man sich grundsätzlich fragen, ob sie die gentechnische Veränderung von Tieren rechtfertigt. Nicht nur, weil es mit Fermentern eine alternative Herstellungsform gibt, sondern auch, weil eine gesunde Ernährung meist ohne diese Substanzen möglich ist. In der Schweiz ist Gene Pharming erlaubt, falls es der Therapie von Menschen dient. Unklar ist hingegen, ob Produkte aus Gene Pharming- als Nahrungsergänzungsmittel oder in funktionellen Lebensmitteln in Verkehr gebracht werden dürften [6,9].

Schneller, grösser, mehr – gv-Nutztiere

Der Erfolg der klassischen Gentechnik bei Nutztieren war bescheiden. 35 Jahre Forschung brachten einzig das Galsafe-Schwein mit allergenarmem Fleisch der US-amerikanischen Firma Revivacor hervor [10]. Die Genomeditierung ermöglicht nun schnellere und günstigere Manipulationsprozesse. Vor allem mit der meistverwendeten Methode Gen-Knockout, die bestimmte Gene ausschaltet. Führend in der Forschung ist China, gefolgt von den USA und Grossbritannien.

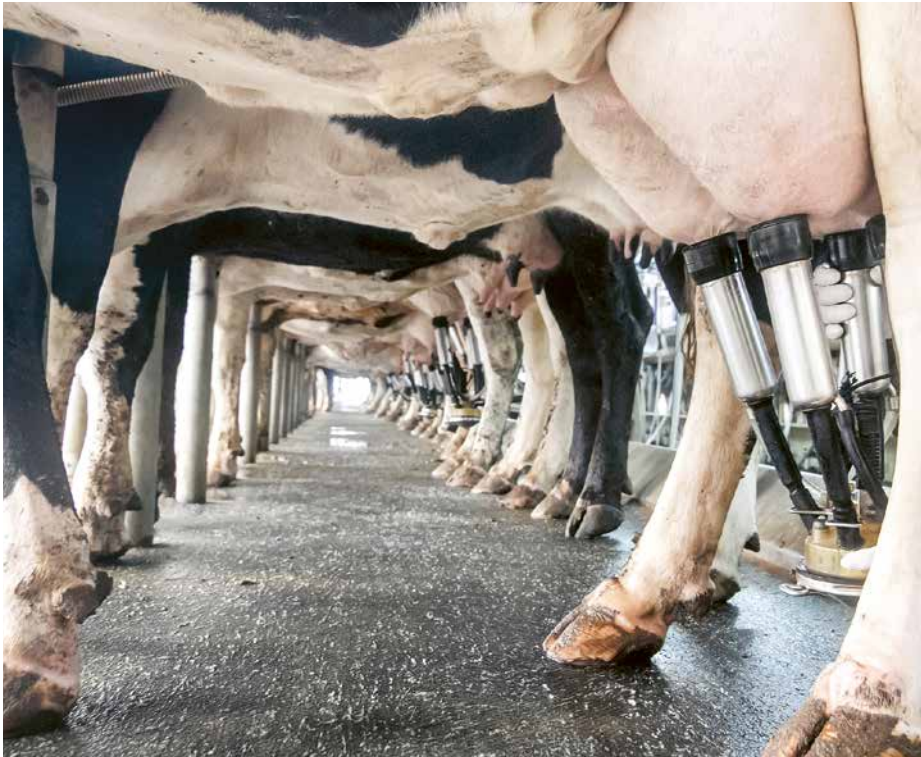
Das kommerzielle Interesse steigt: Mehrere Unternehmen treiben diese Entwicklung voran. Die beiden aktivsten sind der britische Konzern Genus und die US-Firma Recombinetics. Genus will unter anderem Schweine lancieren, die resistent sind

gegen das PRRS-Virus. Es verursacht in der Schweinehaltung weltweit grosse Verluste. Ein Zulassungsantrag wurde in den USA bereits eingereicht [11]. Einen Schritt weiter ist Acceligen, eine Tochterfirma von Recombinetics. Aus ihrem Labor wurden 2022 in den USA die ersten Crispr-Rinder zugelassen. Ihr kurzes, glattes Fell soll eine Anpassung an höhere Temperaturen erleichtern und so eine effizientere Fleischproduktion ermöglichen [12]. Der Bedarf für derartige gv-Tiere ist fraglich, da die erwünschten Eigenschaften auch mit konventioneller Zucht erreicht werden können.

Aquatische Nutztiere wie Speisefische sind in den Gentechniklabors ebenfalls beliebt. Vorreiter sind die wichtigsten Exporteure von Fischerzeugnissen: USA, China, Japan und Norwegen. Im Vordergrund stehen auch hier schnelleres Wachstum und grösseres Gewicht, gefolgt von verbesserter Krankheitsresistenz [6]. Das Start-up-Unternehmen Regional Fish Institute in Kyoto strebt die Marktzulassung gleich zweier genomeditierter Fischarten an: eine Seebrasse und ein Tigerkugelfisch mit erhöhter Muskelmasse [13]. Solche Zulassungen dürften zur Folge haben, dass Fischerzeugnisse ohne Deklaration und – besonders gravierend – ohne vorherige staatliche Sicherheitsprüfung in den Verkauf gelangen, auch in Europa.

Erhoffte Vorteile und die Schattenseite der Realität

Der Boom von gv-Tieren in der Landwirtschaft wird durch das sich ändernde regulatorische Umfeld begünstigt. In vielen Ländern ist die Herstellung genomeditierter Tiere noch verboten, auch in der Schweiz. Andere Staaten wie Japan, Kanada, Brasilien, Argentinien und Australien haben ihre Richtlinien für gv-Nutztiere ohne artfremde Gene bereits gelockert. Die grossen Firmen hoffen daher, ihre tierischen Produkte bald in vielen Märkten und ohne umfassende Sicherheitstests oder Kennzeichnung



Nutztiere als blosse Lieferanten.

© shutterstock

verkaufen zu können. Die Vorteile für sie sind klar: geringere Kosten und keine Deklarationspflicht, was die Ablehnung der Kundschaft umgeht.

Die Deregulierungsvorhaben für neue Gentechniken sind verfrüht und unverantwortlich. Ihre Risiken und Nebenwirkungen sind grösstenteils noch unerforscht. Die Einführung solcher neuen Technologien muss nicht nur mit den Interessen des Marktes und der Produktion in Einklang gebracht werden. Es muss ebenfalls sichergestellt sein, dass Gesundheit, Tierwohl und Umwelt keinesfalls unter irreversiblen Spätfolgen des Eingriffs ins Erbgut leiden werden. Die weltweit sehr unterschiedlichen Regulierungsansätze sorgen bereits heute für Unsicherheit und Intransparenz.

Eine Deregulierung gefährdet nicht nur die Wahlfreiheit der Konsumierenden. Sie birgt auch die Gefahr, dass die aktuell für eine Zulassung vorgeschriebenen Risikoprüfungen gelockert oder ganz den Firmen überlassen werden. Welche Folgen solche Selbstkontrollen haben können, illustriert ein von Recombinetics für den brasilianischen Markt hergestellter hornloser gv-Bulle [14]. Das Tier wurde als 100-prozentig frei von fremdem Genmaterial angekündigt. Eine Kontrolle durch die US-Lebensmittelbehörde FDA entdeckte in seinem Genom jedoch Antibiotikaresistenzgene aus Bak-

terien. Sie stammten aus dem Prozess der Genomeditierung und sind versehentlich im Erbgut des Tieres zurückgeblieben.

Tierwohl geht unter

Im Zentrum der meisten Forschungsvorhaben steht eine Ertragssteigerung bei Fleisch, Milch, Eiern oder Wolle [6]. Auch an Krankheitsresistenzen, Toleranzen, allergenarmen und gesünderen Erzeugnissen sowie Geschlechtsidentifizierung und -umwandlung wird geforscht. Ferner verspricht die Gentechnik das Ende von schmerzhaften Eingriffen wie Kastrationen und Enthornungen [6].

Der Fokus auf die Leistungssteigerung schadet der Gesundheit der gentechnisch editierten Tiere. Genomeditierung ist oft mit Klonen kombiniert. Dies beeinträchtigt das Tierwohl zusätzlich, weil diese Technik nach wie vor viele lebensunfähige Embryonen herstellt [6].

Die hohe Leistung, welche den Nutztieren abverlangt wird, überfordert sie gesundheitlich bereits heute. Also darf die Züchtung aus ethischer Sicht nicht noch höhere Ertragsziele setzen. Ein solcher Ansatz kann auch ökonomisch nur kurzfristig erfolgreich sein. Zwar bringen die extrem gesteigerten Leistungen einerseits Gewinne. Andererseits aber Verluste durch geringere Widerstandsfähigkeit und hohe Todesraten.

Auch die als tierfreundlich beworbenen Forschungsziele, wie gentechnisch erzeugte Hornlosigkeit, Krankheitsresistenz oder die Beeinflussung geschlechtlicher Ausprägung, sind kritisch zu bewerten. Oft fördern diese eher die intensive, platzsparende Tierhaltung oder legitimieren ihr Fortbestehen, als dass sie dem Wohlergehen der Tiere dienen. Die Anwendung der Gentechnologie verliert auch hier ihre Legitimität, wenn man zum Beispiel bedenkt, dass es mit tierfreundlicheren Haltungsbedingungen keine Enthornung braucht [6].

Paradigmenwechsel für nachhaltige Lösungen

Der Boom bei der Entwicklung genomeditierter Nutztiere und damit ihre Instrumentalisierung fällt ironischerweise in eine Zeit, in der die gesellschaftliche Sorge um das Tierwohl wächst und immer mehr Stimmen aus Wissenschaft und Politik artgerechte Haltungsbedingungen, eine Abkehr von der Massentierhaltung und reduzierten Fleischkonsum fordern. Nicht zuletzt, weil die negativen Auswirkungen der weiterhin wachsenden Nachfrage nach Fleisch- und Milchprodukten auf Klima und Biodiversität immer deutlicher werden. Lösungsansätze, die einen echten Paradigmenwechsel hin zu wirklicher Nachhaltigkeit in der Tierhaltung bewirken, werden immer drängender. ■

Referenzen

Literaturhinweise sind online unter: www.aefu.ch/oekoskop/hock_referenzen

Dr. Zsofia Hock ist Biologin. Sie schloss ihr Studium 2007 an der Universität Zürich mit einem PhD in Pflanzenpopulationsgenetik ab. Seit September 2018 leitet sie das Ressort Politik und Themenmanagement bei der Schweizer Allianz Gentechfrei (SAG).
z.hock@gentechfrei.ch
www.gentechfrei.ch

Bald nanoverkapselte RNA auf den Feldern?

Benno Vogel, Biologe,
Berlin (D) und Winterthur ZH

Mittels RNAi-Technik versprechen Agrarfirmer, den Pflanzenschutz natur- und gesundheitsverträglicher zu machen. Wie sicher sind ihre neuen Produkte für Mensch und Umwelt? Es bestehen viele Wissenslücken.

«Eine RNA-Plattform, die hilft, die Welt zu ernähren und sie gesund zu erhalten», so bewirbt Green Light Biosciences ihre Website.¹ Die US-Firma ist darauf spezialisiert, RNA (Ribonukleinsäure) kostengünstig herzustellen. Sie fabriziert auch einzelsträngige mRNA² für die Impfstoff-Entwicklung. Ihren Beitrag zur Welternährung will sie aber mit doppelsträngiger RNA – kurz dsRNA – erbringen. Denn mit dieser Art von RNA plant sie eine ganze Reihe von Pestiziden für die Landwirtschaft zu entwickeln. Eines davon ist Calantha, ein Sprühmittel gegen den Kartoffelkäfer. Es soll 2023 in den USA die Zulassung erhalten und damit das weltweit erste dsRNA-Pestizid werden, das auf die Felder kommt.

So funktionieren RNA-Pestizide

Die Idee, Pflanzen mit RNA vor Schädlingen und Krankheitserregern zu schützen, ist en vogue. Neben Green Light Biosciences und mehreren anderen Start-up-Unternehmen arbeiten auch Branchengrößen wie Bayer, Corteva und Syngenta-Group³ an den neuartigen Pestiziden. Sie alle machen sich dabei einen natürlichen Mechanismus zu Nutze,



Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)

der den Namen RNA-Interferenz oder kurz RNAi trägt. Er dient den Lebewesen dazu, ihre Gene zu regulieren und sich vor Viren zu schützen. Was bei dem Mechanismus passiert, ist kurz erklärt Folgendes: Gelangt zugeführte dsRNA in eine Zelle, löst das die RNAi aus. Die Interferenz legt dasjenige Gen still, dessen Sequenz identisch zur dsRNA ist. Wie Firmen dies für den Pflanzenschutz nützen, lässt sich beispielhaft an einem Mittel zeigen, das Syngenta-Group zum Schutz

von Soja gegenüber Wanzen entwickelt. Zur Herstellung des Mittels suchten Forschende des Basler Konzerns zuerst nach einem Protein in der Wanze, das sie zum Überleben braucht. Dann identifizierten sie im Erbgut der Wanze das Gen, welches für die Bildung dieses lebensnotwendigen Proteins aktiv sein muss. Schliesslich stellten sie dsRNA mit der gleichen Sequenz des identifizierten Gens her. Sprüht man diese dsRNA nun auf Sojablätter, nimmt die Wanze den Wirkstoff beim Fressen auf und er gelangt in ihre Zellen. Dort legt die dsRNA via Aktivierung der RNAi das Gen mit der identischen Sequenz still. Die Folge: Die Bildung des lebensnotwendigen Proteins ist blockiert, die Wanze stirbt.

Kostengünstig und gut fürs Image

Dass die Entwicklung RNA-basierter Pestizide derzeit boomt, hat mehrere Gründe. Einer davon sind die sinkenden Preise für den neuartigen Wirkstoff. Kostete die Herstellung von einem Gramm dsRNA vor fünfzehn Jahren noch 12 000 Franken, ist die gleiche Menge heute dank neuer Verfahren für weniger als 50 Rappen produzierbar. Damit sind RNA-Pestizide erst vor kurzem überhaupt wirtschaftlich realisierbar geworden. Ein weiterer Grund für den Boom: Agrarkonzerne brauchen zunehmend

RNAi-Technik breit einsetzbar

RNAi-Technik lässt sich ausser beim Pflanzenschutz auch in anderen Bereichen einsetzen. In der Humanmedizin beispielsweise sind bereits fünf RNAi-Produkte erhältlich, darunter ein Cholesterinsenker von Novartis. In der Tiermedizin sind Mittel in Entwicklung gegen Schafsräude, gegen die Rote Vogelmilbe

bei Hühnern und gegen die für Honigbienen problematische Varroa-Milbe. Im Namen des Naturschutzes arbeiten Forschende an Mitteln gegen invasive Arten wie den Eschenprachtkäfer. Und für den Hausgebrauch könnte es künftig RNA-basierte Biozide gegen Bettwanzen und Kakerlaken geben.

¹ «An RNA platform to help feed the world and keep it healthy», www.greenlightbiosciences.com [letztmals eingesehen am 4.3.2023].

² mRNA = messenger ribonucleic acid. Deutsch: Boten-Ribonukleinsäure. Die einzelsträngige mRNA überträgt in der Zelle genetische Information für den Aufbau eines bestimmten Proteins.

³ Syngenta wurde vom Konzern Chemchina übernommen, der 2021 mit Sinochem fusionierte. Das neue Agrarunternehmen der chinesischen Megafusion heisst nun Syngenta-Group.

Alternativen zu den chemisch-synthetischen Pestiziden, mit denen sie bisher ihr Hauptgeschäft machen. Die künstlichen Gifte verlieren immer häufiger ihre Wirkung, weil Schädlinge Resistenzen entwickeln. Zudem stehen sie wegen Gewässerbelastungen, Lebensmittelrückständen und ihrer Mitschuld an Insektenstreben und Biodiversitätskrise auch verstärkt unter politischem Beschuss. So hat das Schweizer Parlament das Ziel festgelegt, bis 2027 die mit chemisch-synthetischen Pestiziden verbundenen Risiken um 50 Prozent zu reduzieren. Und die EU-Kommission hat im Rahmen ihrer Strategie «Farm to Fork» (Vom Hof auf den Tisch) beschlossen, bis 2030 die Menge chemischer Pestizide in der Landwirtschaft zu halbieren und dabei die Verwendung besonders gefährlicherer Pestizide ebenfalls um 50 Prozent zu senken. Um die RNA-basierten Sprühmittel hier als Alternative zu präsentieren, haben Agrarfirmer denn auch eine klare Botschaft parat: Da RNA sich spezifisch auf Gene einer Schädlingsart zuschneiden lässt und zudem eine natürliche Substanz sei, die wir täglich mit unserem Essen zu uns nehmen, sei sie ein präzises und risikoarmes Mittel für den biologischen Pflanzenschutz.

Gen- und Nanotechnik im Spiel

Sind die als «Biologika» und «Biopestizide» ausgelobten RNA-Mittel tatsächlich so natürlich und risikoarm, wie die Konzerne sagen? Ein näherer Blick auf die RNAi-Technik weckt nicht nur Skepsis, sondern offenbart

auch Unsicherheiten und Wissenslücken, die bei der Bewertung von dsRNA-Sprays bestehen.

Einer der Aspekte, der in der Botschaft der Industrie unerwähnt bleibt, ist, dass die «natürliche» dsRNA aus unnatürlicher Quelle stammt. Bei der Herstellung des neuen Wirkstoffs ist nämlich Gentechnik mit im Spiel.⁴ Green Light Biosciences zum Beispiel isoliert aus gentechnisch veränderten (gv) Bakterien DNA und Enzyme und erzeugt daraus in einem zellfreien In-vitro-System⁵ dsRNA. Syngenta-Group wiederum unterstützt Forschende, die dsRNA direkt aus gv-Bakterien gewinnen wollen. Das Szenario, das aus der gentechnischen Herstellungsweise entsteht: Gv-Bakterien oder ihre DNA könnten als Rückstände in den Sprühmitteln mit auf die Felder gelangen.

Neben Gen- ist auch Nanotechnik beteiligt. Die Firmen planen nämlich, ihre dsRNA in Nanopartikel zu verpacken. Weshalb sie das tun wollen, hat zwei Gründe. RNA ist ein instabiles Molekül und wird in der Umwelt innert weniger Tagen abgebaut. Seine Nanoverkapselung verlängert die Wirkdauer der Sprühmittel. Zudem sorgen die winzigen Kapseln dafür, dass RNA leichter in die Zellen eindringt.

⁴ dsRNA lässt sich auch chemisch herstellen. Das ist aber sehr teuer und kommt deshalb nur bei der Herstellung von Humanarzneimitteln in Frage. Bei dsRNA für Pestizide kommt derzeit immer Gentechnik zum Einsatz.

⁵ Zellfreie Systeme sind neuartige Plattformen, um Biomoleküle wie Proteine und dsRNA herzustellen. Sie bestehen aus Komponenten, die aus dem Zellsaft von Bakterien, Hefen oder Pflanzen stammen, sowie aus speziellen Enzymen und DNA-Stückchen, welche die Anleitung für die Herstellung der Biomoleküle enthalten.

RNAi-Technik mit gv-Organismen

Die RNAi-Technik lässt sich auch in Kombination mit gentechnisch veränderten Organismen – welchen Gene eingebaut wurden, die für dsRNA codieren – für den Pflanzenschutz nutzen. Der deutsche Konzern Bayer zum Beispiel verkauft in den USA einen Smart Stax

Pro genannten gv-Mais, der selbst eine dsRNA bildet, die für den Wurzelbohrer giftig ist. In Kanada wiederum plant die Firma Renaissance Bioscience, gv-Backhefe auf die Felder zu bringen, die eine für Kartoffelkäfer giftige dsRNA bildet.





Blackbox Spritztank. Was gelangt auf die Felder und damit in Luft, Boden und Grundwasser?

© Fotokostic/Shutterstock

Längere Wirkdauer, bessere Zellaufnahme – damit kratzt die Nanoverkapselung nicht nur am Image des «natürlichen Mittels». Sie verändert vor allem auch das Risikoprofil der RNA-Pestizide. So ist zum Beispiel die These zu überprüfen, dass Rückstände der neuartigen Sprays für Konsument:innen ungefährlich seien, weil RNA nach Verzehr rasch zerfalle und nicht in die Blutbahn gelange. Zu klären ist auch, ob sich das Risiko für Landwirt:innen erhöht, die beim Versprühen der Mittel RNA einatmen könnten. Da RNA im Blut potenziell immunstimulierend wirkt, könnte eine erhöhte Exposition zu Entzündungsreaktionen führen.

Nützlinge in Gefahr

Wenn Nanokapseln den raschen Abbau von RNA verhindern, sind auf den Feldern nicht nur die Schädlinge, sondern auch nützliche Insekten wie Wespen, Schwebfliegen, Marienkäfer oder Bienen der dsRNA länger ausgesetzt. Ob das Folgen hat? In der Theorie der Agrarfirmer nicht. Darin gelingt es mit massgeschneiderter dsRNA Gene stillzulegen, die nur im Kartoffelkäfer oder nur in der Wanze vorkommen, nicht aber in der Wespe oder dem Marienkäfer. Wie das in der Praxis aussieht? Allgemeine Entwarnung lässt sich hier nicht geben. Da das Erbgut der meisten Insekten noch immer nicht entschlüsselt ist, bleibt meist offen, ob ein Gen eines Schädling nicht doch auch in einem Nützlichling vorkommt. Bei Bienen und Hummeln gibt es zudem Hinweise, dass dsRNA unabhängig von den Gensequenzen Auswirkungen auf das Immunsystem haben könnte.

«Natürlich, spezifisch, risikoarm» – das Framing, mit dem die Agrarfirmer die Entwicklung ihrer RNA-Pestizide begleiten, erinnert stark an ihre Botschaften zur Genomeditierung mit gentechnischen Instrumenten wie Crispr & Co. Doch wie die neue Gentechnik produziert auch die RNAi-Technik weder etwas Natürliches noch per se Spezifisches und Risikoarmes. Vielmehr

geht es um Hightech, die fehleranfällig ist, um Risikowissen, das Lücken hat, und um Konzerne, die nicht davor zurückschrecken, zugleich Gewinne mit dem Verkauf hochgiftiger Pestizide zu machen. Klar ist deshalb, dass nur mit einer eingehenden, unabhängigen Prüfung geklärt werden kann, ob ein RNA-Präparat tatsächlich sorgfältig hergestellt, spezifisch und risikoarm ist.

Zulassungsverfahren für RNA-Pestizide – wer bestimmt?

In der Schweiz und in der EU ist geplant, dsRNA-Sprays innerhalb des Pestizidrechts zu regulieren. Noch fehlen hier jedoch die Vorschriften, die an den neuen Wirkstofftyp angepasst sind. Wie die nötigen Anpassungen ausgestaltet werden, dürfte die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) wesentlich mitbestimmen. Sie arbeitet derzeit an Empfehlungen für die Risikobewertung von RNA-Pestiziden. Dabei hat sie neben den Meinungen von Fachleuten aus der Wissenschaft unter anderem auch die Ansichten von Syngenta-Group und Green Light Biosciences angehört. Nicht-Regierungsorganisationen, die anwaltschaftlich die Interessen von Umwelt und öffentlicher Gesundheit vertreten, waren bisher nicht involviert. Sie sollten jetzt darauf drängen, dass vor der Lancierung der ersten RNA-Pestizide die Wissenslücken geschlossen sind. Und dass bis dahin zwingend ein Zulassungsverfahren in Kraft ist, welches den Umgang mit nanoverkapselten RNA-Pestiziden in der Umwelt nur erlaubt, falls er sorgfältig, naturverträglich und enkeltauglich ist. ■

Benno Vogel ist freischaffender Biologe in Berlin (D) und Winterthur ZH. Er leistet Beratungen für NGO und Behörden zu Fragen der Gen- und Biotechnologie.

benno.vogel@bluewin.ch

www.bennovogel.eu

50 Jahre Suche nach einem geologischen Tiefenlager – und dann das Haberstal

Walter Wildi und Marcos Buser,
nuclearwaste.info

Die Nagra will den besten Standort für ihr <Endlager> im Zürcher Unterland in der Region Nördlich Lägern gefunden haben. Die Geologie habe gesprochen. Die Geologie spricht nicht, man muss sie lesen!

Beznau 1 in Döttingen AG war das erste Kernkraftwerk der Schweiz. Es ging im Jahr 1969 ans Netz. 1972, drei Jahre später, wurde die Nagra gegründet, die «Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle».¹ 1985 schlug sie im Rahmen von «Projekt Gewähr» einen ersten Standort für die Lagerung der hoch radioaktiven Abfälle (HAA) in kristallinen Gesteinen (Gneiss und Granit) im aargauischen unteren Aaretal vor, zwischen Böttstein und Leuggern. Schwach und mittel radioaktive Abfälle (SMA) sollten in Mergelgestein im Wellenberg bei Wolfenschiessen NW eingelagert werden. Beide Standortvorschläge wurden aber zurückgewiesen. Das für HAA durch den Bundesrat, jenes für SMA durch eine Volksabstimmung. Und so kam, nach der Revision des Kernenergiegesetzes im Jahr 2003, der «Sachplan geologische Tiefenlager» zustande. Gemäss dessen Anleitung und Kriterien soll die Nagra in drei Etappen Standorte für die zwei Lagertypen HAA und SMA finden.



© Dieter Enz/Comet Photostopping GmbH

Modell für die Einlagerung von hoch radioaktivem Atommüll während einer Million Jahre und mehr.

Blog zum Schweizer Atommüll

Marcos Buser und Prof. Walter Wildi, Autoren dieses Artikels, betreiben gemeinsam den Blog Nuclear Waste. Sie beobachten und kritisieren das Vorgehen bei der Umsetzung des offiziellen Programms der Schweiz zur Beseitigung der radioaktiven Abfälle in einem geologischen Tiefenlager, einem sogenannten Endlager. «Nie ging es bei der Umsetzung (...) einzig um eine ehrliche, möglichst sichere und dauernde Lösung. Immer standen auch andere Prioritäten verdeckt im Hintergrund und

bestimmten den laufenden Prozess», schreiben die beiden Experten. Dies zeuge von «mangelndem Sinn für Verantwortung unserer Gesellschaft und unseres Landes gegenüber den kommenden Generationen». Ihr Blog sei die Antwort darauf und «der ungefilterten Information und dem offenen Austausch verpflichtet (...). Im einzigen Interesse einer möglichst sicheren und dauernden Lösung zur Beseitigung der radioaktiven Abfälle.»

www.nuclearwaste.info

Der Weg ins zürcherische Haberstal

Am 12. September 2022, also 50 Jahre nach der Gründung der Nagra, stand deren CEO Matthias Braun vor die Presse mit dem Slogan «Die Geologie hat gesprochen». Er verkündete den erwählten Standort für ein Kombilager (HAA und SMA am selben Standort) in der Region Nördlich Lägern, im Haberstal der Gemeinde Stadel ZH. Hier sollen die Oberflächenanlagen mit dem Zugang zum Hauptschacht entstehen. Dieser Hauptschacht führt gemäss Projekt vertikal zu den Betriebsanlagen des Tiefenlagers und zu den beiden horizontal angelegten

Lagerkammern für HAA und SMA in 800 m Tiefe.²

Gemäss Informationsbroschüre der Nagra haben folgende Vorteile der Region Nördlich Lägern gegenüber den Konkurrenten Jura Ost und Zürich Nordost die Ehre der Auswahl verschafft:

- «In Nördlich Lägern ist die Langzeitstabilität der geologischen Barriere am grössten. Der Schutz der Barriere vor künftiger Erosion ist aufgrund der grössten Tiefenlage und durch über dem Wirtgestein liegende erosionsresistente Gesteine in diesem Gebiet am besten.»
- «In Nördlich Lägern ist der geeignete Bereich und damit die Flexibilität bei der Anordnung des Lagers am grössten.»
- «Im Gebiet Nördlich Lägern gibt es den grössten zusammenhängenden Bereich ohne Hinweise auf Störungen. In diesem Gebiet ist die Flexibilität für die Anordnung des Lagers deshalb am grössten.»

Schaut man genauer hin, so wird diese Argumentation allerdings brüchig.

Das zeigt die Geologie

Zwischen Herbst 2015 und Frühling 2017 führte die Nagra im Standortgebiet Nördlich Lägern eine 3D-Seismik-Kampagne durch. Die Resultate solcher Untersuchungen können namentlich die Lagerungsverhältnisse und die tektonische Deformation der Gesteinsformationen dreidimensional abbilden. Auch Besonderheiten der Gesteine sind erkennbar. Der detaillierte Bericht von 2019 beschreibt, illustriert und interpretiert im Detail diese Resultate.³ Sie sind er-

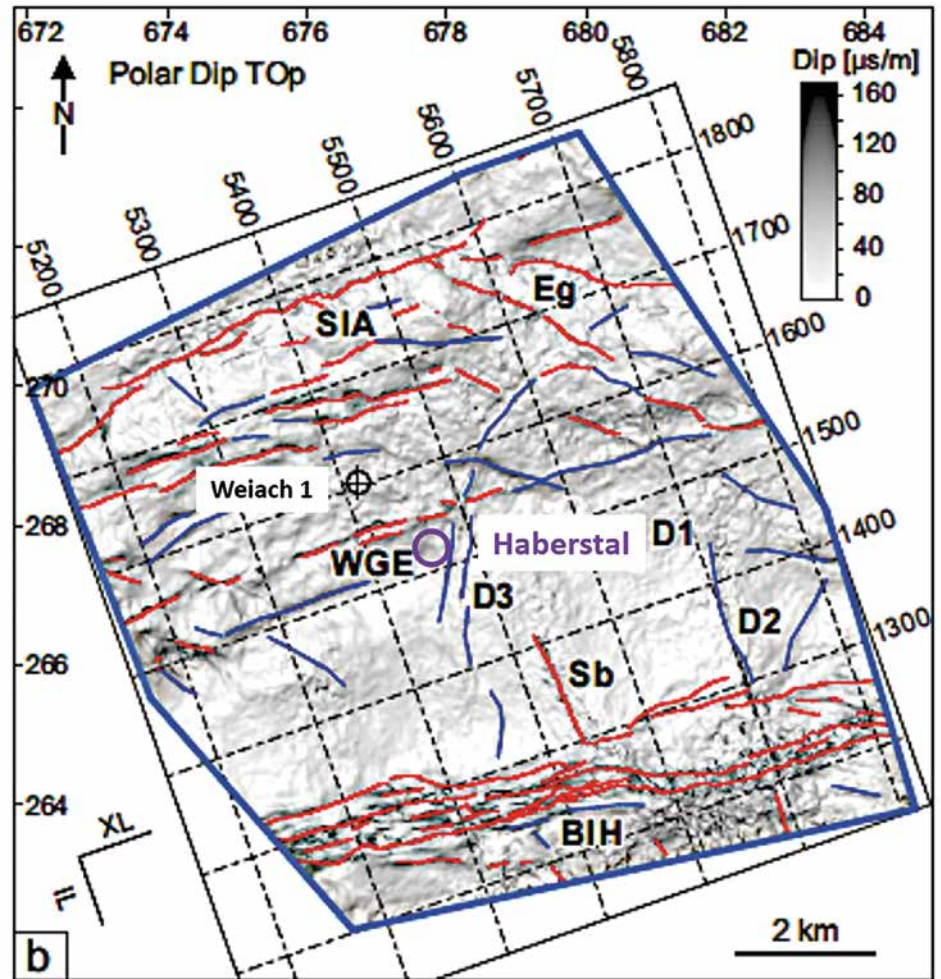


Abbildung 1: 3D-seismische Karte des Opalinuston im Standortgebiet Nördlich Lägern (Nagra 2019, Arbeitsbericht NAB 18-35, Fig. 6-13, Screenshot). Die Karte zeigt das Oberflächenrelief des Opalinuston. Rote Linien sind tektonische Störungen, blaue Linien bezeichnen diverse Lineamente (Falten u.a.m.). BIH: Baden-Irchel-Herdern-Lineament; Eg: Eglisauer Verwerfung; Sb: Strassberg-Verwerfung; SIA: Siglistorfer Antiklinale; WGE: Weiach-Glattfelden-Eglisau-Störung. Violetter Kreis: Vorschlag Nagra für Lagerstandort Haberstal. © Nagra

nüchternd. Das Tiefenlager, wie es die Informationsbroschüre beschreibt, liegt teilweise innerhalb, teils angrenzend an eine tektonische Störungszone, die Weiach-Glattfelden-Eglisau-Störung (Abb. 1). An dieser sind die Gesteinsschichten bis zu 30 m senkrecht gegeneinander versetzt. Im Umfeld der Störung sind die Schichten gefaltet und vermutlich auch intensiv zerschnitten.

Geologische Tiefenlager müssen während der ganzen Lagerzeit vor Grundwasserzirkulation geschützt sein. Einzig so besteht Hoffnung, dass die radioaktiven Stoffe eingeschlossen bleiben und nicht in die Biosphäre gelangen. Tiefengrundwasser zirkuliert oft gerade in den Klüften und Verwerfungen tektonischer Störungszone. Ist eine Kluft heute trocken, so kann sie schon (in geologischen Zeitmassstäben) morgen (in geologischen Zeitmassstäben) morgen bei einer Reaktivierung Wasser führen. Geo-

logische Tiefenlager müssen daher Störungszone mit einem Sicherheitsabstand meiden.

Diese Ausführungen zeigen klar: Das Haberstal und sein Untergrund sind für ein geologisches Tiefenlager denkbar ungeeignet.

Wie und wo weiter?

Die von der Nagra am 12. September 2022 vorgestellten Pläne für ein Tiefenlager nimmt im Opalinuston in 800 m Tiefe eine Fläche von 2.5 km² in Anspruch. Gemäss Kernenergiegesetz⁴ Art. 40 und Kernenergieverordnung⁵ Art. 70 bestimmt die zuständige Behörde – also die Atomaufsichtsbehörde ENSI – zu gegebener Zeit einen Schutzbereich um das Lager herum. Die Ausdehnung dieses Bereiches ist heute nicht bekannt. Nehmen wir behelfsmässig an, dass der Schutzbereich um den Lagerperi-

¹ Die Genossenschafter der Nagra sind die Betreiber der Atomkraftwerke, des Zwischenlager Würenlingen AG (wiederum die AKW-Betreiber) und der Bund.

² Nagra, 12. September 2022: Der Standort für das Tiefenlager. Der Vorschlag der Nagra. Wettingen, 68 S.

³ Nagra 2019: Preliminary horizon and structure mapping of the Nagra 3D seismics NL-16 (Nördlich Lägern) in time domain. Arbeitsbericht NAB 18-35, Nagra Wettingen, 77 S.

⁴ Kernenergiegesetz vom 21.3.2003, Stand am 1.1.2022, www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2004/723/de

⁵ Kernenergieverordnung vom 10.12.2004, Stand am 1.1.2022, www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2005/68/de

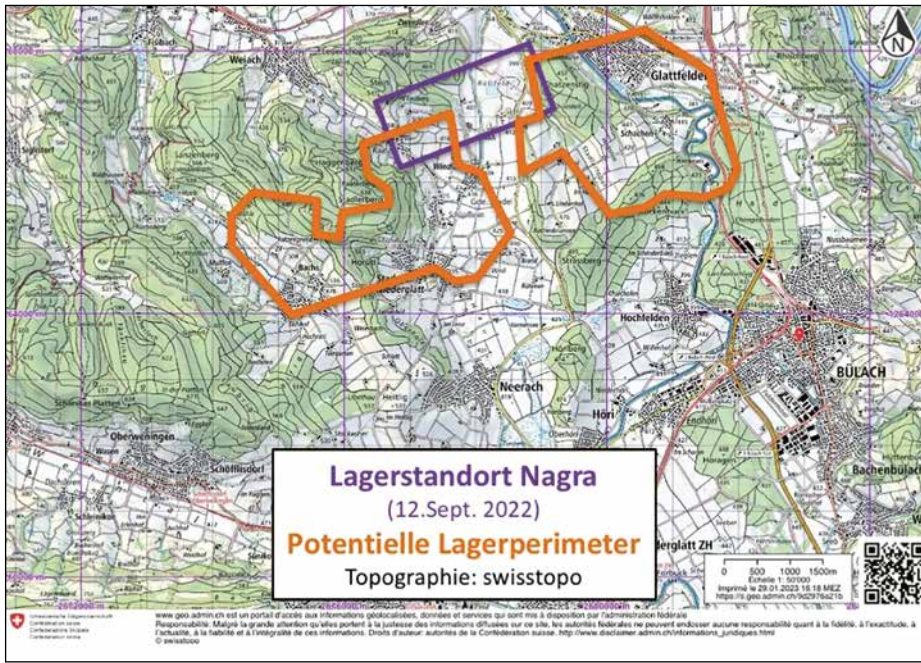


Abbildung 2: Potenzieller Lagerperimeter für geologische Tiefenlager. Orange: Zonen mit ruhig gelagertem Opalinuston gemäss Untersuchung mit 3D-Seismik. Violetter Rahmen: Vorschlag Nagra für Lagerstandort Haberstal vom 12. September 2022.

© swisstopo

des Lagers deshalb am grössten», wie dies Matthias Braun gegenüber der Öffentlichkeit behauptete.

Aus Fehlern kann man lernen. Bei der Nagra ist heute die dritte Generation von Geologen und Ingenieurinnen am Werk. Ob sie lernfähiger ist als die beiden früheren Generationen, wird sich weisen. Zweifel sind nach dem neusten Debakel im Haberstal erlaubt.

meter 500 m breit sein muss,⁶ so benötigt das Kombilager eine Fläche von 7 km² mit ungestörtem, ruhig liegendem Opalinuston.

Im Standortgebiet Nördlich Lägern, südlich des Lagerstandortes Haberstal, finden sich zwei durch eine weitere tektonische Störung getrennte Gebiete von je 7 km², welche den minimalen Platzansprüchen eventuell genügen könnten (Abb. 1 und 2). Diese Flächen sind allerdings verwinkelt und schwerlich voll nutzbar. Will es die Nagra trotzdem hier versuchen, muss sie ihr Projekt vom 12. September 2022 völlig umkrepeln.

Als Erstes stellt sich die Frage des Lagerstandortes: Soll das Kombilager in einen dieser unförmigen kleinen Perimeter gepfercht werden? Oder sind die Lager für HAA und SMA nicht doch zu trennen? Sodann stellt sich die Frage, wo die Oberflächenanlagen und die Zufahrt von diesen zum Tiefenlager platziert werden sollen. Bleibt der Oberflächenstandort im Haberstal, braucht es lange Zufahrten. Doch je länger die Zufahrt, desto grösser das Risiko für Transportunfälle sowie Wasser- oder gar Stolleneinbrüche. Das ist der Sicherheit – insbesondere der nuklearen Sicherheit – abträglich. Logischerweise müssten also die Oberflächenanlagen direkt über die neu bestimmten Standorte der Tiefenlager gebaut werden. Es steht also eine neue Standortwahl an.

Wohin mit den radioaktiven Abfällen und wann?

Die Nagra schaffte es einmal mehr, es nicht zu schaffen. Auch in 50 Jahren Knochenarbeit hat sie es nicht fertig gebracht, ein Verfahren zur Standortwahl kompetent, sauber und transparent durchzuführen. Ihre Standortankündigung vom 12. September 2022 strotzt vor Ungenauigkeiten und Fehlern. Im Standortgebiet Nördlich Lägern findet sich weder «der geeignete Bereich», noch «ist die Flexibilität für die Anordnung



© Dieter Erni/Comet Photoshopping GmbH

Zwischenlager mit Bohrkernen aus der Untersuchung des Tiefenlagerstandorts.

Prof. Walter Wildi ist Honorarprofessor an der Universität Genf. Hier lehrte er als ordentlicher Professor in Geologie von 1986 bis zu seiner Pensionierung 2013. Seine wissenschaftliche Forschung konzentrierte sich ab Mitte der 1990er-Jahren vor allem auf Probleme der Umweltgeologie, wie kontaminierte Seen und Stauseen, Chemiemülldeponien und die Lagerung von Atommüll. Neben weiteren öffentlichen Funktionen präsierte Walter Wildi die Schweizerische Geologische Kommission, die Eidg. Geologische Fachkommission, die Expertengruppe «Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle», die Kantonale Fachgruppe Wellenberg und von 2002 bis 2007 die Eidg. Kommission für die Sicherheit der Kernanlagen (KSA, heute KNS).

wildigeo@gmail.com
www.nuclearwaste.info

Marcos Buser ist Geologe und Sozialwissenschaftler. Seit über vierzig Jahren ist er auf dem Gebiet der Atomenergie und der Entsorgung chemotoxischer Sonderabfälle tätig. Er betreut grosse Abfallprojekte in der Schweiz und international. Marcos Buser war unter anderem Mitglied der Expertenkommission für das Schweizer Endlagerkonzept (1999–2002) und der Eidg. Kommission für nukleare Sicherheit (KNS, 2008–2012).

marcos.buser@bluewin.ch
www.nuclearwaste.info

⁶ Die Grössenordnung von 500 m Breite entspricht wohl etwa dem Schutzbereich für SMA. Hingegen müsste dieser für HAA eher breiter ausfallen.

Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: Jetzt bestellen!



Liebe Mitglieder

Sie haben Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Jetzt oder bis spätestens 30. April 2023 bestellen. Die Lieferung erfolgt Mitte Mai 2023. Mindestbestellmenge pro Sorte: 1000 Stk.

Preise Terminkärtchen: 1000 Stk. CHF 200.-; je weitere 500 Stk. CHF 50.-
Rezeptblätter: 1000 Stk. CHF 110.-; je weitere 500 Stk. CHF 30.-
Zuzüglich Porto und Verpackung. Musterkärtchen: www.aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gältig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Vorhinderungsfall bitte 24 Std. vorher beachten

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

Leben in Bewegung
Rückseite beachten!



Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 051 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gältig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Vorhinderungsfall bitte 24 Std. vorher beachten

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

Luft ist Leben!
Rückseite beachten!



Stopp dem Feinstaub! (PM 10)

Feinstaub macht krank
Feinstaub setzt sich in der Lunge fest
Feinstaub entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:
Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gältig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: Im Vorhinderungsfall bitte 24 Std. vorher beachten

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

für weniger Elektrosmog
Rückseite beachten!

Weniger Elektrosmog beim Telefonieren und Surfen

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 051 322 49 49
info@aefu.ch
www.aefu.ch

Bestell-Talon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

Ich bestelle:

- _____ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
 _____ Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
 _____ Terminkärtchen «für weniger Elektrosmog»
 _____ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden
(max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis _____

Bezeichnung, SpezialistIn für... _____

Strasse und Nr. _____

Postleitzahl / Ort _____

Telefon _____

Name: _____

Adresse: _____

KSK.Nr.: _____

EAN-Nr.: _____

Ort / Datum: _____

Unterschrift: _____



oekoSKOP

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



Fachzeitschrift der Ärztinnen und
Ärzte für Umweltschutz (AefU)
Postfach 620, 4019 Basel, PC 40-19771-2
Telefon 061 322 49 49
Telefax 061 383 80 49
E-Mail info@aefu.ch
Homepage www.aefu.ch

Impressum

Redaktion:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin
AefU, Postfach 620, 4019 Basel, oekoskop@aefu.ch
- Dr. Martin Forter, Redaktor/Geschäftsleiter AefU, Postfach 620, 4019 Basel

Papier: 100% Recycling

Artwork: christoph-heer.ch

Druck/Versand: Gremper AG, Basel/Pratteln

Abo: CHF 40.- / erscheint viermal jährlich > auch für Nichtmediziner:innen

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der Verfasser:innen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU). Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. © AefU

OEKOSKOP-Ausgaben ab 2005: online unter www.aefu.ch/oekoskop

AZB
CH-4019 Basel
P.P. / Journal

DIEPOST

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU), Postfach 620, 4019 Basel