

ANG FOKUS



1 | 2018 AARGAUISCHE
NATURFORSCHENDE
GESELLSCHAFT

EDITORIAL

Liebe Leserinnen, Liebe Leser

ANG Schulprojekte



Die ANG engagiert sich seit mehreren Jahren im Rahmen der ANG Schulprojekte im Bereich der Interessensförderung an Naturwissenschaften bei Jugendlichen vor allem auf Primarschulstufe. Durch unsere Schulbesuche an Aargauer Schulen können unter der Anleitung von pensionierten Wissenschaftlern und Lehrern, Schüler und Schülerinnen von Primarklassen, Experimente durchführen. Das Ziel dieses selbstständigen Erforschens ist das Wecken von Interesse an den Naturwissenschaften bereits im frühen Alter. Mit einem totalen Arbeitseinsatz von ca. 800 Stunden allein im Jahr 2017 kann man die Schulprojekte vom Arbeitseinsatz her betrachtet als einen Schwerpunkt des Engagements der ANG für die Gesellschaft bezeichnen. Die Nachfrage nach den ANG Schulprojekten ist derart gross, dass die Schulprojekte im Jahr 2018 alle bereits ausgebucht und Anfragen für weitere Schulbesuche erst im zweiten Semester 2019 wahrgenommen werden können.



ANG Forschertage

Zusätzlich wurden in Räumlichkeiten der Alten Kantonsschule in Aarau im November 2017 die «ANG Forschertage» zum ersten Mal durchgeführt. Dieses Projekt kann als eine Ausweitung der bisherigen Schulprojekte angesehen werden, welche wir seit etwas mehr als drei Jahren an Primarschulen vor Ort durchführen. Die Begeisterung war den Jugendlichen förmlich anzusehen und wir hoffen, ihr Interesse an den Naturwissenschaften nachhaltig geweckt zu haben. Weitere Details zu den ANG Forschertagen finden Sie in dieser Fokus-Ausgabe.

Zusammenarbeit mit Kanti Baden

Einzelne Vorträge der ANG Vortragsreihe wurden neu das erste Mal auch an der Kanti Baden vorgetragen, um die diversen Vortragsthemen auch den Kantonsschülern zugänglich zu machen. Die Zusammenarbeit mit der Kanti Baden war ein voller Erfolg und wird auch dieses Jahr wieder so durchgeführt werden.

Sophia Pantis / Adrian Zwysig

ANG NEWS

ANG Newsletter

Um unsere Mitglieder auf dem Laufenden zu halten, kann man sich gerne für unseren ANG Newsletter anmelden, welcher einmal pro Monat per E-Mail verschickt wird. Darin werden nicht nur vergangene Events gezeigt, sondern auch auf aktuelle Aktivitäten und die nächsten Veranstaltungen hingewiesen.

Science Corner Aargau

Die ANG betreut aktiv den Science Corner Aargau! Besuchen Sie unseren Veranstaltungskalender, auf welchem interessante naturwissenschaftliche Veranstaltungen und Vorträge im ganzen Aargau gefunden werden können! Es ist das Ziel, die Popularität der Naturwissenschaften im Kanton Aargau zu fördern und das Angebot einer breiten Bevölkerung zugänglich zu machen.

Social Media

Alle Infos zu unseren Aktivitäten sind auf unserer Website ang.ch, aber auch auf allen sozialen Netzwerken zugänglich. Facebook, Instagram und Twitter haben auch vor der ANG nicht halt gemacht. Verpassen Sie vor allem nicht unsere Wettbewerbe, welche hauptsächlich auf Instagram stattfinden!

ANG EVENTS

Gotti/Götti-Tag - 23. Juni 2018

Dieses Jahr wird die ANG zudem einen Gotti/Götti-Tag am 23.06.2018 (Region Aarau/Suhr, 14–16 Uhr) durchführen, an welchem mit dem Patenkind einfache Experimente in der Natur durchgeführt werden können.

Sommerevent - 18. August 2018

Auch dieses Jahr organisieren wir wieder einen ANG Sommerevent zu dem alle ANG Mitglieder herzlich eingeladen sind! Ziel dieser Veranstaltung ist es, die Mitglieder der ANG zusammen zu bringen und den Austausch zwischen den Mitgliedern zu fördern. Offeriert werden feine Salate, Grillgut und ein spannender Überraschungsvortrag. Weitere Infos kann man unter ang.ch nachlesen, oder den Newsletter abonnieren.

IBM Research Center - 31. August 2018

Die ANG organisiert bei genügend Anmeldungen einen spannenden Besuch an einem Freitagnachmittag ans IBM Research Center in Rüschlikon. Geführt wird der Nachmittag durch einen absoluten Experten im Bereich künstliche Intelligenz und neuester IT Technologien.

Exkursion zum CERN - 13. Oktober 2018

Exklusiv für ANG Mitglieder, organisieren wir dieses Jahr eine Exkursion zum CERN in Genf! Tragen Sie sich das Datum in Ihren Kalender ein! Weitere Infos dazu werden über unseren Newsletter oder auf unserer Homepage publiziert!

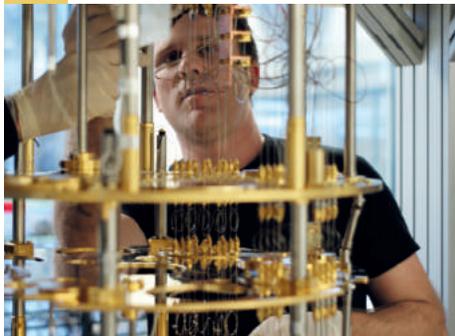


IBM Research Center in Rüschlikon Freitagnachmittag, 31.08.2018

**Künstliche Intelligenz, Quantencomputer, hochaktuelle
Forschung in der IT? Interessiert? Dann schnell anmelden,
die Teilnehmerzahl ist begrenzt!**

Die ANG organisiert bei genügend Anmeldungen einen spannenden Besuch an einem Freitagnachmittag ans IBM Research Center in Rüschlikon. Geführt wird der Nachmittag durch einen absoluten Experten im Bereich künstliche Intelligenz und neuester IT Technologien. Bei Ihrem Besuch erhalten Sie eine Einführung in die Geschichte und Aktivitäten des Forschungslabors.

Mehr Informationen unter: <https://naturwissenschaften.ch/organisations/ang>



Anmeldeschluss: 25.06.2018

Anmeldungen an: exkursion@ang.ch /
Ansprechperson: Cyrill Brunner

Durchführung: Freitagnachmittag den 31.08.2018,
voraussichtlich 13.30 bis 16.30 Uhr

Kosten: 60.00 CHF anstatt 120.00 CHF für ANG Mitglieder
Reise- und Verpflegungskosten sind selbst zu tragen.
Nichtmitglieder müssen 120.00 CHF bezahlen oder
können ANG Mitglied werden um vom Spezialpreis
zu profitieren.

**Wir freuen uns auf Ihre Anmeldung zu dieser
einmaligen Chance Forschung in der IT auf höchstem
Niveau hautnah zu erleben!**

DIE ANG SUCHT DICH



STUDENTIN/STUDENT KOMMUNIKATION/MARKETING

Für unseren Eventkalender SCIENCE CORNER AARGAU suchen wir 1-2 Kommunikationsstudentinnen/ Kommunikationsstudenten welche Lust haben, ehrenamtlich in unserem Verein mitzuhelfen.

Profil

- Kreativ
- Kommunikativ
- Innovativ
- Motiviert

Wir bieten

- Personennetzwerk zu grossen Firmen
- Plattform um Erfahrungen im Bereich Kommunikation zu sammeln
- Projektbezogener Handlungsspielraum
- Zusammenarbeit mit SCNAT (Schweizer Akademien der Naturwissenschaften)

Aufgaben

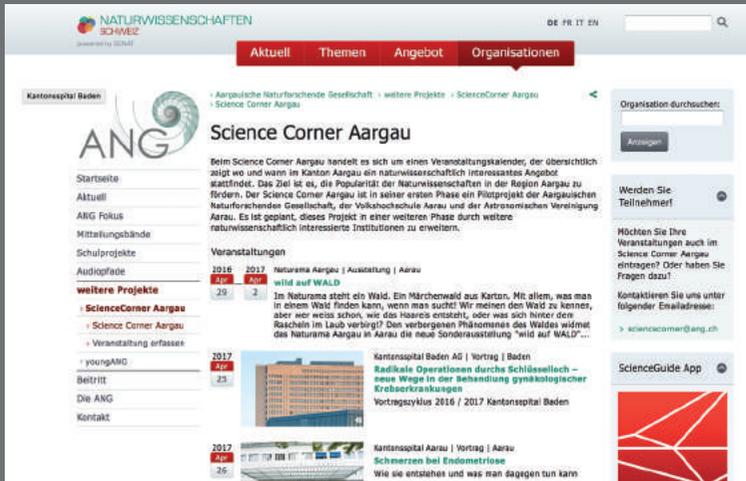
- Kontaktaufnahme zu Firmen die Exkursionen in unsere Plattform eintragen (per Telefon oder wenn gewünscht auch persönlich)
- Erarbeitung neuer Kommunikationskanäle
- Bekanntmachung der Plattform
- Eintragen der Veranstaltungen in den Kalender

Arbeitsaufwand

- Arbeit hauptsächlich von Zuhause aus
- 1 Stunde pro Woche

Melde dich unter praes@ang.ch

SCIENCE CORNER AARGAU



Beim Science Corner Aargau handelt es sich um einen naturwissenschaftlichen Veranstaltungskalender, der übersichtlich zeigt, wo und wann im Kanton Aargau eine naturwissenschaftlich interessante Veranstaltung stattfindet.

Für weitere Informationen besuchen Sie unsere Homepage www.ang.ch



Benutzen Sie auch die App «ScienceGuide» für Android und iOS um über naturwissenschaftliche Freizeitangebote auf dem Laufenden zu bleiben (www.scienceguide.ch).

DIE ANG SUCHT DICH



EVENTS UND/ODER EXKURSIONEN

Wir suchen motivierte Personen die gerne planen und organisieren! Gerne können sich auch Freunde als ein Team melden. Naturwissenschaftlicher Hintergrund ist nicht ein Muss. Hauptsache man hat Freude am Organisieren und ist offen sich auch für die Naturwissenschaften begeistern zu können.

Profil

- Organisationstalent
- Reiselustig
- breit interessiert
- kommunikativ
- kann Verantwortung übernehmen

Wir bieten

- grosses Budget für Exkursionen/Events
- Handlungsspielraum im eigenen Ressort
- gesellige Verein/Gesellschaft

Aufgaben

- Planung der Exkursion/ des Events
- Besprechung im Vorstand
- Organisation und Durchführung
- kleiner Bericht verfassen

Arbeitsaufwand

- Arbeit hauptsächlich von Zuhause
- 1 Stunde pro Monat

Melde dich unter praes@ang.ch

**GESAMMELT
GEJAGD
ERFORSCHT**

FRAGILE

**SONDERAUSSTELLUNG
27. APRIL 2018 - 7. APRIL 2019**

Neue Sonderausstellung ab 27. April 2018:

«fragile – gesammelt, gejagt, erforscht»

Von schrulligen Sammlern, zähen Entdeckern, exzentrischen Jägern und unermüdlichen Forscherinnen: Die neue Sonderausstellung «fragile – gesammelt, gejagt, erforscht» lädt zum Entdecken und Staunen ein. Der Sonderausstellungsraum wird zum Sammlungsdepot. Gut geschützt steckt in jeder Frachtkiste ein ganz spezielles Objekt. Für einmal geht es aber nicht um die Biologie, sondern um die Geschichten, Persönlichkeiten und Schicksale hinter diesen Objekten. Auch Friedrich Mühlberg und Friedrich Frey-Herosé sind natürlich Teil der Ausstellung. Die Ausstellung ist eine Eigenproduktion des Naturama Aargau und zeigt im Kulturerbejahr 2018 die hohe Bedeutung von naturwissenschaftlichen Sammlungen für die Kulturgeschichte eines Landes.

Leserbriefe / Feedback

Gerne möchten wir Sie zur Interaktion zwischen Leser und Autoren motivieren. Fanden Sie einen Artikel zu einseitig? Hat Ihnen etwas besonders gefallen? Hat Ihnen etwas gefehlt oder möchten Sie etwas ergänzen? Selbstverständlich dürfen Sie auch unabhängig zu einem Artikel ein Feedback z.B. zu den aktuellen Aktivitäten oder zum ANG-Fokus geben.

Schreiben Sie uns Ihren Leserbrief an: praes@ang.ch oder an unsere Postanschrift: ANG, Feerstrasse 17, 5001 Aarau.

Möchten Sie auch gerne einen Artikel verfassen? Oder Ihre Werbung platzieren? Schreiben Sie uns Ihre Ideen an: praes@ang.ch oder an unsere Postanschrift. Wir freuen uns über interessante Inputs.

INHALT



**WIESO IST DIE ERFORSCHUNG
DER ALZHEIMER KRANKHEIT INS
STOCKEN GERATEN?** 12



**DATENGENOSSENSCHAFTEN UND IHR
BEITRAG ZUR DEMOKRATISIERUNG DER
(GESUNDHEITS-) DATENWIRTSCHAFT** 24



**ERFASSUNG VON FLEDERMAUS-
AKTIVITÄTEN IM JAHRESVERLAUF ZUR
OPTIMIERUNG DES AUFWANDES FÜR
FLEDERMAUSINVENTARE** 38



MIKROVERUNREINIGUNGEN IM ABWASSER 46
AUSGEWÄHLTE AARGAUER ABWASSER-
REINIGUNGSANLAGEN MÜSSEN
NACHGERÜSTET WERDEN



KOHLENSTOFF MAL ETWAS ANDERS 58



**GENTECHNIK-RECHT UND NEUE
PFLANZENSCHUTZVERFAHREN** 66



**INTEGRIERTE VERSORGUNG
IM SCHWEIZERISCHEN
GESUNDHEITSWESEN** 82



**NATURWISSENSCHAFTLICHER
UNTERRICHT FÜR EINMAL ANDERS** 88



**KAMBODSCHA -
EIN LAND MIT VIELEN GESICHTERN** 94



WIESO IST DIE ERFORSCHUNG DER ALZHEIMER KRANKHEIT INS STOCKEN GERATEN?

Weltweit schätzt man, dass heutzutage 44 Millionen Menschen von der Alzheimer Krankheit betroffen sind. Bis 2050 wird ein Anstieg auf 100 Millionen Alzheimer Patienten prognostiziert (1). Diese Zahlen motivieren Wissenschaftler weltweit, die Entstehungsmechanismen der Krankheit besser zu verstehen und wirksame Medikamente und Therapien zu entwickeln. Doch bislang blieb der grosse Durchbruch in der Alzheimer Forschung leider aus.

Die Problematik

Alois Alzheimer betrachtete als erster diese Demenzerkrankung mit den Augen eines Forschers. Er beobachtete die Symptome sorgfältig und als seine Patientin Auguste Deter starb, färbte er histologische Schnitte ihres erkrankten Gehirns ein, um Anhaltspunkte für die Ursachen der Krankheit zu finden. Dabei stiess er 1906 auf zwei Typen von Ablagerungen oder Aggregaten in dem erkrankten Gehirn, die heute als «Plaques» und «neurofibrilläre Tangles» bekannt sind (Abbildung 1). Diese Befunde prägten seitdem die Erforschung der Krankheit.

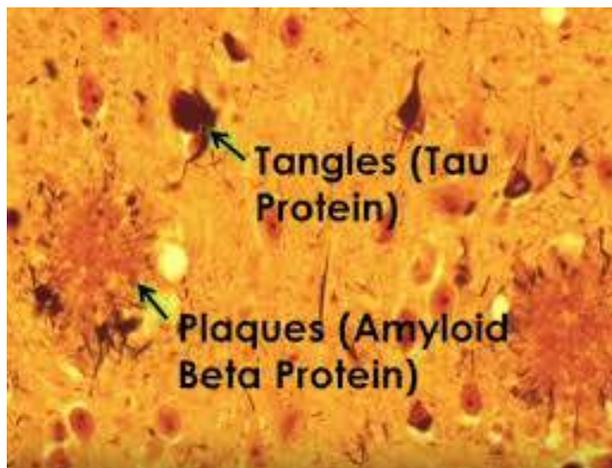


Abb. 1: Histologie von Plaques und Tangles
Quelle: www.healthhub.brighamandwomens.org

Seit Jahrzehnten haben sich Forscher dafür eingesetzt, die Krankheit besser zu verstehen und wirksame Medikamente zu entwickeln, doch ohne bedeutende Erfolge von klinischer Relevanz zu erzielen. Es konnten zwar zahlreiche neue Erkenntnisse gesammelt werden, doch führten diese bisher nicht zur Entwicklung eines wirksamen Medikamentes. So wurden zwischen 2002 und 2012 insgesamt 413 klinische Studien durchgeführt, um die Wirksamkeit verschiedener Medikamente zu evaluieren, doch nur in einem Fall erlaubten die Resultate einen kleinen Hoffnungsschimmer. Dies bedeutet in anderen Worten, dass 99.6 % dieser klinischen Studien von Misserfolg geprägt waren (1).

Wie ist diese Situation einzuordnen? Wieso sind die Bemühungen von hunderten Forschenden bis heute praktisch fruchtlos geblieben? Verfolgten die Wissenschaftler die richtigen Forschungsansätze oder wurden etwa die Arbeitshypothesen falsch formuliert?

Die Genetik zur Unterstützung der Amyloid-Hypothese

Seit rund 20 Jahren verfolgt die Wissenschaft die Amyloid-Hypothese, welche die erwähnten Ablagerungen im Gehirn für die Symptome von Alzheimer verantwortlich macht. Diese Ablagerungen bestehen aus Eiweissbruchstücken, die bei der Spaltung grösserer, natürlich im Gehirn vorkommender Vorläuferproteine entstehen. Eines dieser Vorläuferproteine heisst Amyloid-Precursor-Protein (APP). Es ist Bestandteil von Zellmembranen, seine Funktion ist jedoch bis heute ein Rätsel geblieben. Spezielle Enzyme, sogenannte Sekretasen, bauen APP ab. Im Normalfall entstehen dabei unterschiedliche Bruchstücke, die im weiteren Verlauf eliminiert werden. Im Krankheitsfall wird APP zu unlöslichen Beta-Amyloid-Peptidstücken gespalten. Aggregieren mehrere dieser Beta-Amyloid-Peptidstücke, führt dies zur Bildung von Plaques zwischen den Zellen (Abbildung 2).

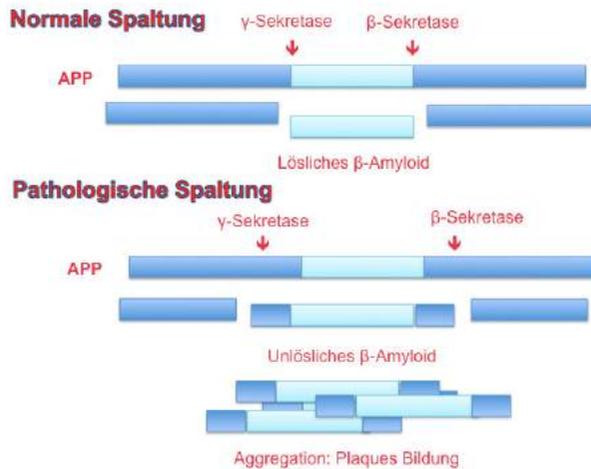


Abb. 2: Abnormale Spaltung von APP führt zur Plaques Bildung

Auf ähnliche Weise bilden Bruchstücke des Tau-Proteins Ablagerungen in den Neuronen in Form neurofibrillärer Bündel (Abbildung 1). Das Tau-Protein unterstützt die Morphologie und die Funktionen der Nervenfasern. Heute wird kontrovers diskutiert, ob die Plaques und Tangles in toxische Prozesse involviert sind oder ob sie Bestandteil einer Abwehrreaktion sind.

Die Alzheimer Krankheit kommt in zwei Formen vor:

1. Die sogenannte frühe «**Familial Alzheimer Disease**» (FAD), welche dominant vererbt wird und bei Patienten ausbricht, die jünger als 60 Jahre sind.
2. Die «**sporadische Form**», die 95% der Fälle ausmacht, und bei Patienten ab einem Alter von ca. 65 Jahren auftreten kann.

In der DNS von Patienten, die unter der vererbten Form der Krankheit, der FAD leiden, wurden verschiedene Mutationen gefunden. Während einige Mutationen des Amyloid-Vorläuferprotein kodierenden Gens die Spaltung des APP beeinträchtigen, beeinflussen andere die Kodierung der Sekretasen und stören somit deren normale Enzymaktivität. Jede dieser Mutationen kann eine vermehrte Bildung von Beta-Amyloid-Peptid

verursachen und fördert dadurch die Bildung von pathologischen Ablagerungen (Abbildung 2).

Diese Erkenntnisse wurden mit Hilfe der neuesten Methoden in der Zell- und Molekularbiologie gewonnen. Dank der Analyse von transgenen Mäusen, welche die beschriebenen Mutationen aufwiesen, konnte *in vivo* der Einfluss von Genmutationen auf die Entstehung von Plaques nachgewiesen werden. Je nach Höhe der Produktion von Beta-Amyloid-Peptid konnte in bestimmten Fällen bereits nach 4 Monaten die Bildung von Plaques beobachtet werden. Diese Tiere zeigten in einigen Verhaltenstesten verminderte kognitive Fähigkeiten. Obwohl diese Studien auf der Genetik der «Familial Alzheimer Disease» basierten, galten sie als eine gute erste Validierung der Amyloid-Hypothese, die einen Zusammenhang, eventuell eine Kausalität, zwischen der Menge von Plaques und dem Auftreten der Krankheit postuliert.

Dementsprechend hat sich die Alzheimer Forschung in den letzten 20-30 Jahren hauptsächlich auf folgende Fragestellungen konzentriert:

- a) Wie kann man die Aktivität der Sekretasen kontrollieren, um die Bildung von unlöslichem Beta-Amyloid-Peptid zu minimieren?
- b) Kann man die Aggregation des Beta-Amyloid-Peptids inhibieren?
- c) Kann man das Verschwinden der Plaques fördern?
- d) Können Verluste der kognitiven Fähigkeiten rückgängig gemacht werden?

Forscher erzielten dabei aussichtsreiche Resultate, welche zur Entwicklung vielversprechender Substanzen führten, deren Wirksamkeit jedoch in klinischen Studien meist nicht bestätigt werden konnten. Dies legt nahe, dass die Amyloid-Hypothese als alleinige Ursache für die Entstehung von Alzheimer nicht ausreichend ist. Dennoch gibt es immer noch Forscher, welche der Bildung von Plaques eine Schlüsselrolle in der Ursache, Entstehung und/oder Entwicklung von der Alzheimer Krankheit zuordnen (2).

Die Schwachpunkte der Amyloid Hypothese

Bei 95% der Alzheimer Patienten, die unter der sporadischen Form der Krankheit leiden, konnten keine Mutationen in den Sequenzen des Amyloid-Precursor-Proteins APP oder der Sekretasen nachgewiesen werden, obwohl Plaques vorhanden sind. Es stellt sich daher die Frage, ob Plaques tatsächlich die Ursache der Krankheitsentstehung sind oder eine Begleiterscheinung in einer Kaskade von Vorgängen darstellen. In einem Viertel bis einem Drittel von Senioren, die nur eine geringe oder keine Verminderung ihrer kognitiven Fähigkeiten aufwiesen, wurde sogar eine signifikante Menge Plaques nachgewiesen. Das heisst, es ist möglich im Gehirn Amyloid-Ablagerungen zu haben, aber nicht unter Demenz zu leiden. Amyloid-Aggregate alleine reichen also nicht aus, um die Krankheit zu verursachen (3).

Diese Beobachtung konnte in einem spezifischen Mäusemodell bestätigt werden: Mäuse, welche eine starke Überproduktion des Amyloid Peptids aufwiesen, bildeten eine grosse Menge Plaques, zeigten aber praktisch keine Verminderung ihrer kognitiven Fähigkeiten.

Forscher entwickelten Impfstoffe gegen das Amyloid-Peptid sowie andere Mittel, welche die Entfernung von Plaques bewirken. Bei Mäusen, denen die Plaques entfernt wurden, konnten die vollständigen kognitiven Fähigkeiten wieder nachgewiesen werden. Bei Menschen blieben derartige Behandlungen jedoch ohne positive Wirkung auf die kognitiven Funktionen sowie das Fortschreiten der Krankheit, obwohl die Plaquesdichte erheblich reduziert wurde (4). Folglich kann die Krankheit nicht einzig durch den Abbau der Plaques geheilt werden. Zusammen betrachtet lassen diese Resultate darauf schliessen, dass die Bildung der Plaques eine sekundäre und nicht eine kausale Rolle in der Entstehung der sporadischen Alzheimer Krankheit spielt.

Wie weiter?

Die aktuelle Situation der Alzheimer Forschung erinnert stark an die Krebsforschung vor 40-50 Jahren. Damals dachte man, dass das Verstehen und die Kontrolle der Mechanismen, die zu einer starken Vermehrung von Zellen führen, eine Erklärung für alle Krebsarten liefern würde. Heute, nach dem unermüdlichen Einsatz von tausenden von Forschern, weiss man, dass die Ursachen der Krebsentstehung mannigfaltig sind, auf verschiedenen Mechanismen beruhen und je nach Krebsart unterschiedliche Gene oder Genprodukte involviert sind.

Vor einer vergleichbaren Herausforderung steht die Alzheimer Forschung heute: Bestimmte Forscher behaupten, es gäbe genügend solide Argumente um die Amyloid-Hypothese abzuschaffen. Sie sind der Meinung, dass eine Erweiterung der Forschungsansätze unbedingt nötig ist und sind davon überzeugt, dass die Ursachen der Alzheimer Krankheit multifaktoriell und sehr komplex sind. Aus diesem Grund ist es essentiell, die Bedeutung der Bildung von Plaques und Tangles neu einzuordnen und völlig neue wissenschaftliche Fragestellungen zu verfolgen (3):

- a. Besteht eine Beeinträchtigung der biologischen Netzwerke, die zum Absterben der Nervenzellen führt?
- b. Liegt die Ursache in einer reduzierten oder stark erhöhten Aktivität an bestimmten Synapsen, dem Ort an dem sich Nervenzellen gegenseitig stimulieren?
- c. Sind bestimmte Nervenzellen besonders empfindlich und sterben deswegen ab?
- d. Spielt eine verminderte Durchblutung des Gehirns eine Rolle beim Absterben von Nervenzellen?
- e. Inwiefern sind Entzündungsreaktionen im Gehirn beteiligt?
- f. In welchem Umfang sind involvierte Mechanismen altersbedingt?
- g. Gibt es bestimmte Gene, die zu einer Prädisposition für die Alzheimer Krankheit beitragen?

Um Antworten auf diese und andere Fragen zu geben, ist es notwendig, auf breiter Ebene zu forschen und sich nicht nur auf eine These zu fokussieren. Nachfolgend werden einige Beispiele von Forschungsansätzen vorgestellt, die aktuell verfolgt werden:

1. Gestörte Transportsysteme im Lipidstoffwechsel: Durch die vollständige Genomanalyse einer grossen Gruppe Alzheimer Patienten konnte eine Variante des für Apolipoprotein E (ApoE) kodierenden Gens als Risikofaktor identifiziert werden. Apolipoproteine dienen unter anderem als Transportsysteme für Fette und Cholesterin zwischen Blut und Gehirnzellen. Die modifizierte Variante von ApoE führt zu einer geringeren Cholesterinaufnahme im Hippocampus, der eine massgebende Rolle im Gedächtnisprozess spielt. Cholesterin ist ein wichtiger Bestandteil der Membranen der Nervenzellen. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, inwieweit das Überleben der Nervenzellen von dieser abnormalen Cholesterinzufuhr beeinträchtigt wird.

2. Energieversorgung von Nervenzellen: Die Mitochondrien sind Zellorganellen, die für die Produktion der Energie in den Zellen verantwortlich sind. Sie sind besonders wichtig für Nervenzellen, da diese sehr viel Energie verbrauchen. Es konnte festgestellt werden, dass die DNS der Mitochondrien von Alzheimer Patienten eine erhöhte Zahl an Mutationen, Lücken und Brüchen aufweist. Es bleibt zu zeigen, inwiefern diese Veränderungen die Energiebilanz der Nervenzellen beeinflussen und zum Zelltod beitragen.

3. Entzündungsprozesse im Gehirn: Neue Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen der Alzheimer Krankheit und Entzündungsreaktionen im Gehirn. In den letzten Jahren konnten im Gehirn Peptide, die in Entzündungsprozessen involviert sind, nachgewiesen werden. Des Weiteren ist seit langem bekannt, dass im Gehirn von Alzheimer Patienten sogenannte Mikrogliazellen vermehrt vorkommen und eine erhöhte Aktivität zeigen. Mikrogliazellen spielen eine zentrale Rolle bei Immunreaktionen im Gehirn.

Früher ging man davon aus, dass die Ablagerungen für die vermehrte Aktivität der Mikrogliazellen verantwortlich sind. Jüngste Untersuchungen lassen jedoch darauf schliessen, dass die Aktivitätszunahme keine Folgeerscheinung, sondern Ursache für die Bildung von Aggregaten im Gehirn sein könnte. Tatsächlich sind Mutationen in Genen von Alzheimer Patienten nachgewiesen worden, welche die Funktion von Mikrogliazellen beeinflussen (5). Kürzlich konnte auch gezeigt werden, dass die Mikroglia-Immunreaktionen für den Verlust von Synapsen verantwortlich sind (6). Diese Resultate decken sich mit früheren Berichten, wonach eine abnormale Aktivierung des Immunsystems bei der Maus zu Amyloid- und Tau-Aggregaten führt und Gedächtnisstörungen verursacht (7). Da Entzündungsprozesse die Aktivität des Immunsystems erhöhen, würden diese Daten eine eher kausale Rolle der Entzündungsmechanismen in der Alzheimer Krankheit unterstützen.

4. Nervenzelltod: Es wird seit Jahren angenommen, dass der Tod der Nervenzellen nicht nur beim Alzheimer, sondern in allen neurodegenerativen Krankheiten eine Schlüsselrolle einnimmt. Es ist jedoch noch unklar, ob der Zelltod eine Konsequenz abnormaler Stoffwechselforgänge ist. Nervenzellen sind besonders empfindlich. Schon während der Entwicklung des Gehirns sterben Nervenzellen, die in einem Netzwerk nicht genügend aktiviert werden, ab. Solche Vorgänge können im Alter, insbesondere wenn die Gehirnaktivität nicht mehr optimal stimuliert wird, auch vorkommen. Umgekehrt können Nervenzellen, die zu stark stimuliert werden, ebenfalls absterben. So kann beispielsweise eine zu hohe Konzentration von Glutamat, einer der Botenstoffe, die die elektrische Aktivität der Neuronen stimulieren, den Nervenzelltod verursachen. Wie diese toxischen Anomalitäten zustande kommen, ist bis jetzt noch nicht geklärt. Nervenzellen reagieren auch sehr empfindlich auf oxidative Prozesse. Es gibt Anhaltspunkte dafür, dass sie die Überoxidation ihrer Proteine schlechter verkraften als andere Zelltypen. Der Beitrag solcher Vorgänge, die zum Nervenzelltod führen, ist ebenfalls Gegenstand der Forschung.

Neben den Nervenzellen gibt es unterschiedliche Typen von Gehirnzellen (Oligodendrozyten und Astrozyten), die die Funktionen der Nervenzellen unterstützen. Inwiefern Störungen ihres Stoffwechsels zum Tod der Nervenzellen beitragen können, ist ein Gebiet der Forschung, das heute immer wichtiger wird.

5. Durchblutung des Gehirns: Die normale Funktion der Nervenzellen verlangt sehr viel Energie. Darum ist der Sauerstoffkonsum im Gehirn am höchsten. Die normale Durchblutung des Gehirns garantiert eine optimale Sauerstoffversorgung. Wenn eine optimale Sauerstoffversorgung jedoch durch vaskuläre Störungen nicht mehr stattfinden kann, können bestimmte Nervenzellen ihre Leistungen nicht gewährleisten und sterben ab. Dadurch wird eine Kaskade toxischer Vorgänge ausgelöst.

Neue Hypothesen sind erforderlich

Die obige Liste zeigt nur einige Forschungsrichtungen auf, die neue Perspektiven in der Alzheimer Forschung eröffnen. Sie illustriert auch die Komplexität der Problematik: Jedes dieser Gebiete kann für sich genommen eine massgebliche Rolle im Ausbruch und/oder in der Entwicklung der Krankheit spielen. Höchstwahrscheinlich wirken jedoch in vielen Fällen mehrere dieser Aspekte zusammen (Abbildung 3). Dadurch entsteht ein ganz neues Bild der Alzheimer Krankheit, die nicht länger isoliert als eine eigenständige Erkrankung betrachtet werden kann, sondern vielmehr als eine Ansammlung verschiedener Vorgänge, die Folgen des Zusammenwirkens mehrerer individueller Risikofaktoren sind.

Heute wird angenommen, dass die Krankheitsentstehung bereits 20-30 Jahre vor Eintreten der ersten Symptome beginnt. Die unterschiedlichen Auslöser müssen nicht zeitgleich auftreten und wirken, sondern können auch zeitlich gegeneinander versetzt und miteinander vernetzt über einen längeren Zeitraum zu den bekannten Symptomen führen (Abbildung 3). Obwohl die Symptome der Krankheit sich bei der sporadischen Form erst im Alter zeigen, bleibt der Zeitpunkt des Zusammenspiels der unterschiedlichen Risikofaktoren ungewiss.

Die Stiftung Synapsis – Alzheimer Forschung Schweiz AFS

macht sich stark für die Erforschung der Alzheimer
Krankheit und weiterer neurodegenerativer Erkrankungen
fördert biomedizinische Grundlagenforschung sowie
klinische Forschung
unterstützte bisher über 50 Forschungsprojekte in der Schweiz
investierte seit 2005 über CHF 9.5 Mio. Stiftungsgelder
privater und institutioneller Donatoren in die Erforschung
von Demenzerkrankungen

www.alzheimer-synapsis.ch

Autor:

Denis Monard, Prof. em. Dr. sc. nat. ETHZ

- ehemaliger Neurobiologie Gruppenleiter am Friedrich Miescher Institut in Basel
- ehemaliger Leiter des Friedrich Miescher Instituts in Basel
- ehemaliger Präsident der SCNAT
- Mitglied des Stiftungsrats der Stiftung Synapsis – Alzheimer Forschung Schweiz AFS

Quellen:

[1] J. L. Cummings, T. Morstorf, K. Zhong, Alzheimer's disease drug-development pipeline: few candidates, frequent failures. *Alzheimers Res Ther.* 6, 37 [2014].

[2] D. J. Selkoe, J. Hardy, The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease at 25 years. *EMBO Molecular Medicine.* 8, 595–608 [2016].

[3] K. Herrup, The case for rejecting the amyloid cascade hypothesis. *Nat. Neurosci.* 18, 794–799 [2015].

[4] C. Behl, Amyloid in Alzheimer's Disease: Guilty Beyond Reasonable Doubt? *Trends Pharmacol. Sci.* 38, 849–851 [2017].

[5] M. Malik et al., Genetics ignite focus on microglial inflammation in Alzheimer's disease. *Mol Neurodegener.* 10, 52 [2015].

[6] S. Hong et al., Complement and microglia mediate early synapse loss in Alzheimer mouse models. *Science.* 352, 712–716 [2016].

[7] D. Krstic et al., Systemic immune challenges trigger and drive Alzheimer-like neuropathology in mice. *J Neuroinflammation.* 9, 151 [2012].

[8] K. S. Kosik, T. J. Sejnowski, M. E. Raichle, A. Ciechanover, D. Baltimore, A path toward understanding neurodegeneration. *Science.* 353, 872–873 [2016].

[9] H. R. Olpe, C. Olpe, Hirnwellness (Hogrefe, 2017).



DATENGENOSSENSCHAFTEN UND IHR BEITRAG ZUR DEMOKRATISIERUNG DER (GESUNDHEITS-) DATENWIRTSCHAFT

Die grosse Hoffnung: Bessere Gesundheit und niedrigere Kosten durch Big-Data-basierte personalisierte Medizin

Die Entwicklung unserer persönlichen Gesundheit hängt vom komplexen Zusammenspiel zwischen unserem jetzigen Gesundheitszustand, unseren Veranlagungen und unserem Verhalten ab. Würden wir die Regeln dieses Zusammenspiels besser verstehen, könnten Probleme früher erkannt und effektiver behandelt werden. Auch würden nur Interventionen angewendet, die auf unsere persönlichen Bedürfnisse und Präferenzen zugeschnitten und erfolgversprechend sind. Dadurch liesse sich die langfristige Lebensqualität jedes Einzelnen deutlich verbessern und die Gemeinschaft könnte dramatisch Kosten sparen. Dies, knapp zusammengefasst, sind die Hoffnungen der personalisierten Medizin [1]. Um aber diese komplexen Zusammenhänge zu verstehen, braucht es Daten. Sehr viele Daten von sehr vielen Leuten – je mehr desto besser. Viele dieser Daten generieren wir bereits jetzt (Abbildung 1)



Abb. 1: In einer digitalisierten Gesellschaft generiert jeder Bürger einen ständigen Datenfluss. Viele dieser Daten sind medizinisch relevant und wären zur Entwicklung von medizinischen Präventions- und Behandlungsmassnahmen nützlich. In der Praxis verliert der einzelne Bürger aber zunehmend den Zugang zu und die Kontrolle über diese Daten.

Smartphones und Fitnessarmbänder zeichnen auf, wann und wie viel wir uns bewegen und wie wir schlafen. Kredit- und Kundenkarten (Cumulus, Supercard und Co.) und bald vielleicht «intelligente» Kühlschränke zeichnen auf, welche Lebensmittel wir kaufen und konsumieren. Google sieht, wenn wir im Internet nach Krankheitssymptomen (Kopfschmerzen, Fieber etc.) suchen und unsere Nutzungsmuster und Nachrichten in sozialen Netzwerken geben Aufschluss über unsere Gemütslage. Natürlich werden bei Arzt-, Spital- oder Apothekenbesuch auch unsere klassischen Gesundheitsdaten erfasst. Viele Menschen, gerade wenn sie sich bereits in Behandlung befinden, messen zusätzlich regelmäßig ihr Gewicht, ihren Blutdruck, ihren Blutzucker, ihre Blutgerinnungswerte etc..

So entsteht ein extrem detailliertes Datennetz, das potentiell für die Weiterentwicklung der personalisierten Medizin verfügbar wäre. Diese Daten befinden sich aber auf vielen verschiedenen Geräten und Internet-Plattformen in diversen Formaten und unter verschiedenen Datenschutzbestimmungen. Auch haben die Betreiber der diversen Internet-Plattformen und Datenbanken oft ihre eigenen wirtschaftlichen Interessen an diesen Daten. Einer Verknüpfung unserer Daten, die für deren sinnvolle Analyse notwendig wäre, stehen also erhebliche technische, wirtschaftliche und regulatorische Hürden im Weg.

Big Data und Big Brother

Vielen Bürgern sind diese Hürden aber ganz recht. Denn, viele der oben beschriebenen Daten geben Aufschluss über den innersten Bereich unserer Privatsphäre. Es besteht daher die Besorgnis, dass unsere Daten ohne unser Wissen und Einverständnis oder sogar gegen unsere eigenen Interessen verwendet werden könnten. Leider ist diese Besorgnis durchaus berechtigt. In der Tat gibt es einen regen Handel mit Gesundheits- und gesundheitsrelevanten Daten und dieser Handel findet zum Teil unter intransparent-bis-fragwürdigen Bedingungen statt [2,3]. Besonders beunruhigend in diesem Zusammenhang: Durch die Ver-

knüpfung von immer grösseren und detaillierteren Datensätzen werden auf der Basis von Datensätzen, die einzeln genommen als anonymisiert gelten, sehr genaue und umfassende persönliche Profile erstellt. Teilweise können solche Profile mit verblüffender Präzision realen Personen zugeordnet werden [4,5]. Diese Aggregation und kommerzielle Nutzung persönlicher Datenprofile steht ausserhalb unserer Kontrolle und findet weitestgehend ohne unser Wissen statt. Ernst Hafen, einer der Gründer der MIDATA Datengenossenschaft, um die es in diesem Artikel gehen wird, beschreibt diesen Zustand als «digitale Leibeigenschaft» [6]. Unser digitales Selbst wird eben nicht mehr von uns selbst, sondern zunehmend von grossen internationalen Firmen kontrolliert und kommerziell genutzt.

Das Bewusstsein über diese durchaus besorgniserregenden Entwicklungen schlägt sich zunehmend im gesellschaftlichen Diskurs nieder. Bei vielen Bürgern fördert dies den Wunsch, den von uns ausgehenden Datenfluss so weit wie möglich einzudämmen. Cookies werden im Internetbrowser abgeschaltet, das GPS auf dem Smartphone ausgeschaltet, im Supermarkt wird ohne Kundenkarte und mit Bargeld eingekauft und das elektronische Patientendossier nur mit den nötigsten Daten gefüttert.

Zunehmend werden personenbezogene Daten als Bedrohung betrachtet und die Begrenzung der Sammlung und Nutzung solcher Daten als wünschenswertes gesellschaftliches Ziel gesehen.

Die öffentliche Diskussion dreht sich derzeit hauptsächlich darum, wie Vorschriften und Gesetze die Sammlung, den Austausch und die Nutzung persönlicher Daten durch Institutionen, Behörden und Firmen regulieren sollen.

In dieser Diskussion treten die Firmen und Institutionen, welche die Daten sammeln, untereinander austauschen und auswerten, als die eigentlichen Akteure auf und verhandeln untereinander und mit den Regulatoren und Behörden darüber, welche Daten zu welchen Konditionen ausgetauscht werden dürfen. Die einzelnen Bürger, um deren Daten es ja eigentlich geht, werden dabei auf die Rolle des passiven Datenlieferanten reduziert.

Datengenossenschaften ermöglichen Bürgern den selbstbestimmten Umgang mit ihren persönlichen Daten

Verträgt sich diese Rolle des passiven Datenlieferanten mit unserem demokratischen Verständnis des Bürgers als selbstbestimmtem und entscheidungsfähigem Individuum? Würden sich nicht auch viele der kniffligen rechtlichen und ethischen Fragen rund um den Austausch und die Nutzung von persönlichen Daten von selbst lösen, wenn der einzelne Bürger selbst entscheiden könnte, für wen und für welchen Zweck er seine Daten verfügbar machen möchte?

Die Realität ist, dass Bürger oft gar nicht die Möglichkeit haben eine selbstbestimmte Kontrolle über ihre Daten auszuüben. Denn, obwohl Bürger eigentlich einen Rechtsanspruch auf ihre (Gesundheits-) Daten haben, befinden sich diese Daten in den Datensilos von Spitälern, Versicherungen, Behörden und diversen Firmen, zu denen die einzelnen Bürger de facto keinen praktisch nutzbaren Zugang haben.

Genau hier setzt die Idee der Datengenossenschaft an [7]. Datengenossenschaften haben das Ziel, einen rechtlichen, technischen und organisatorischen Rahmen zu schaffen, der es Bürgern erlaubt, ihre Daten aus verschiedensten Quellen zu sammeln, zentral zu verwalten und selbstbestimmt zum eigenen Nutzen und zum Nutzen der Gemeinschaft einzusetzen.

MIDATA eine Schweizer Datengenossenschaft für gesundheitsrelevante Daten

Eine der ersten praktischen Umsetzungen dieser Idee ist die Schweizer MIDATA. Gegründet im Jahr 2015 als Nonprofit-Genossenschaft betreibt MIDATA eine in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und der Berner Fachhochschule entwickelte Datenplattform für persönliche Gesundheits- und gesundheitsbezogene Daten.

Herzstück dieser Plattform ist ein sicheres Datenspeichersystem- und Zugangsmanagementsystem, in dem Benutzer ihre Daten in verschlüsselter Form in persönlichen Datenkonten speichern können. Nur der jeweilige Datenbesitzer hat den Schlüssel zu diesen Daten und besitzt so die komplette Kontrolle darüber, welche Daten er mit anderen teilen möchte und unter welchen Bedingungen. So kann ein MIDATA Benutzer z.B. seine zu Hause aufgezeichneten Blutdruckdaten mit einem Arzt oder Laufdaten mit Freunden aus einer Laufgruppe in personenbezogener Form (also mit ihrem Namen versehen) teilen. Dieselben Daten könnten, dann aber in anonymisierter Form, mit Forschern geteilt werden, um z.B. den Einfluss von Fitnessstraining auf Bluthochdruck besser zu verstehen. Für besonders sensible Daten, die sich nur unzureichend anonymisieren lassen, Genomdaten wären ein Beispiel, wäre es ausserdem möglich, dass Forscher den Softwarecode für die Analyse an MIDATA schicken, die Analyse auf den MIDATA Rechnern durchgeführt und nur die Resultate der Analyse an die Forscher weitergegeben werden. Die zugrundeliegenden Daten verlassen bei dieser Analyseform niemals die MIDATA Plattform, sind perfekt geschützt und tragen dennoch durch Forschung zum Gemeinwohl bei. Wichtig zu betonen ist: Mitglieder haben keinerlei Verpflichtung ihre Daten mit anderen oder für Forschungsprojekte zu teilen, Daten können auch ausschliesslich für den persönlichen Gebrauch oder zur Archivierung gespeichert werden.

Datengenossenschaften als Vertrauensrahmen

Ebenso wichtig wie die Entwicklung einer technisch soliden Lösung für die Datenplattform war den MIDATA Gründern, einen rechtlichen und organisatorischen Rahmen zu finden, der Vertrauen und Langzeitstabilität schafft. Die Rechtsform der nicht-gewinnorientierten Genossenschaft, basierend auf dem «ein-Mitglied-eine-Stimme Prinzip», schien hier besonders passend. Jeder MIDATA Benutzer (Kontoinhaber) kann auch Mitglied der Genossenschaft werden. Durch ihr Stimmrecht haben die Genossenschaftsmitglieder der MIDATA also nicht nur die Kontrolle über die eigenen Daten im ihrem persönlichen Konto, sondern auch Einfluss über die Organisation, die den rechtlichen Rahmen für dieses persönliche Konto und für die gemeinschaftliche Nutzung der Daten bereitstellt. Über wichtige Fragen stimmen Mitglieder in der Mitgliederversammlung ab, wo jedes Mitglied eine gleichberechtigte Stimme hat. Die Mitgliederversammlung wählt auch den Vorstand, der die Geschäfte der Genossenschaft steuert, und ein Ethikgremium, welches die Verträglichkeit von Projekten und Partnerschaften mit allgemeinen ethischen Prinzipien und den Werten der Genossenschaft prüft.

Ein besonderes Anliegen der MIDATA Gründungsmitglieder ist zudem, dass das hohe Mass an Sicherheit, welches eine Datengenossenschaft bietet, die Mitglieder dazu inspiriert, ihre Daten nicht nur für ihren persönlichen, sondern auch für den gemeinschaftlichen Nutzen einzusetzen. Der genossenschaftliche Rahmen eignet sich dabei besonders für Projekte der bürgerzentrischen Forschung (citizen science), in der Einzelne nicht nur Daten für Forschungsprojekte zur Verfügung stellen, sondern aktive Partner oder Initiatoren solcher Projekte werden.

Datengenossenschaften als Knotenpunkt für eine nachhaltige Datenökonomie

Die potentiellen Anwendungen, für die MIDATA Mitglieder diese Plattform benutzen könnten, sind sehr vielfältig und schwer vorhersagbar. Aus diesem Grund ist die MIDATA Plattform bewusst modular und für maximale Flexibilität konzipiert. Das zentrale Datenspeicherungs- und Zugangsmanagementsystem macht keinerlei Annahmen über die Natur der zu speichernden Daten oder deren zukünftige Nutzung, sondern ist nur auf Sicherheit und Zuverlässigkeit ausgelegt. Die Interaktion der Nutzer mit diesem System findet in der Regel über Datensammlungs- und Datennutzungsapplikationen (also eine auf eine bestimmte Anwendung zugeschnittene Smartphone App oder Webseite) statt, die mit dem Kernsystem über Schnittstellen verknüpft sind. Durch die Verwendung von öffentlichen Standards für diese Schnittstellen können Applikationen auch von Dritten entwickelt und nach entsprechender Zertifizierung auf der MIDATA Plattform angeboten werden. So können z.B. Apps entwickelt werden, die solche Daten miteinander verknüpfen und gemeinsam analysieren, die ursprünglich zu völlig anderen Zwecken gesammelt wurden. Sie wollen beispielsweise wissen, wie sich Ihr Blutdruck verhält, wenn Sie mit dem Auto im Stau stecken. Die Daten eines Fitnesstrackers zusammen mit den Bewegungsdaten eines Smartphones (die beide vielleicht aus völlig anderen Gründen gesammelt wurden) in Kombination mit öffentlich verfügbaren Strassenkarten enthalten vermutlich die Antwort auf diese Frage und könnten auf der MIDATA Plattform durch eine entsprechende Datenanalyseapplikation verknüpft und auf diese Fragestellung hin analysiert werden.

Über solche Applikationen könnten z.B. Fitnesscoaches oder Ernährungsberater MIDATA Mitglieder basierend auf deren Daten beraten. So ein Arrangement ist für beide Seiten attraktiv: Die Mitglieder erhalten eine umfassende Beratung, basierend auf allen relevanten Daten, ohne diese Daten weitergeben zu müssen und die Berater können sich ohne Sorgen um Datenmanagement und Sicherheitsfragen auf die Weiterentwicklung ihres Kernangebots konzentrieren. Für das Zur-Verfü-

gung-Stellen dieser Funktionen würde die Datengenossenschaft vom Serviceanbieter eine Gebühr erhalten, welche zum Unterhalt und der Weiterentwicklung der MIDATA Plattform beiträgt. Viele weitere Nutzungen des MIDATA Modells, sowohl im gemeinnützigen als auch im kommerziellen Bereich, sind vorstellbar und werden derzeit mit potentiellen Partnern diskutiert. Alle diese Gespräche fussen aber auf zwei grundsätzlichen Prinzipien. Die MIDATA Mitglieder haben die absolute Kontrolle über alle ihre Daten und eventuelle Überschüsse aus dem Betrieb der MIDATA werden für gemeinnützige Projekte eingesetzt.

Drei Beispielprojekte

Zurzeit sind über ein Dutzend MIDATA-basierte Projekte aktiv oder in Planung. Um einen Einblick in diese Projekte zu geben, sind hier stellvertretend drei Projekte beschrieben. «MIMOTI», das erste MIDATA-basierte Projekt überhaupt, richtete sich an Adipositas Patienten, die sich einer Magen Operation unterzogen hatten. Über eine eigens für dieses Projekt entwickelte Smartphone App konnten die Patienten mithilfe einer intuitiven Benutzeroberfläche ihre physische Aktivität (aufgenommen mit einem Fitnessarmband), ihr Gewicht und ihr persönliches Wohlbefinden aufzeichnen (Abbildung 2).



Abb. 2: Datenfluss im MIDATA-basierten MIMOTI Projekt. Im Anschluss an eine Magenoperation erfassen Adipositas Patienten mit einer Smartphone App ihr Wohlbefinden und andere Gesundheitsdaten (z.B. das eigene Gewicht). Diese Daten werden in verschlüsselter Form im persönlichen MIDATA Datenkonto der Patienten gespeichert. Zusätzlich registrieren Patienten ihre körperliche Aktivität mittels eines FitBit Fitnessarmbands. Die mit dem FitBit generierten Daten können nur über die FitBit-eigene Webseite ausgelesen werden. Von dort aber besteht die Möglichkeit die Daten über eine Schnittstelle in die persönlichen Datenkonten auf der MIDATA Plattform zu importieren. Forscher können dann die von den Patienten bereitgestellten Daten in anonymisierter Form analysieren.

Die dabei generierten Daten wurden direkt in den MIDATA Datenkonten der einzelnen Patienten deponiert und boten dann eine fundierte und detaillierte Grundlage für postoperative Beratungsgespräche mit Hausärzten und dem Chirurgeteam. Die Mehrzahl der Projektteilnehmer haben ihre Daten zudem in anonymisierter Form für eine wissenschaftliche Studie «The impact of daily physical activity on weight loss after bariatric surgery» des Inselspitals Bern zur Verfügung gestellt und somit einen Beitrag zur kontinuierlichen Weiterentwicklung der Behandlungsmethoden für zukünftige Patienten geleistet.

Ein ähnlich gelagertes, aber von der Patientenzahl weitaus umfangreicheres, Projekt ist das «MitrendS» Projekt am Universitäts-spital in Zürich. Hier bestimmen Multiple Sklerose Patienten mittels einer Tablet-App ihren motorischen und kognitiven Status. Dank der App müssen die Patienten für diese Tests nicht mehr ins Spital kommen, sondern können diese Tests täglich zuhause durchführen. Dies ermöglicht einerseits eine wesentlich detailliertere und komplettere Beobachtung des Effekts von Behandlungen und erspart den Patienten andererseits belastende, zeit- und kostenaufwendige Spitalbesuche. Die Daten aus diesen Tests werden in den persönlichen MIDATA Konten der Benutzer gespeichert und können dort unter der Kontrolle des Patienten mit Behandlungsdaten aus dem Spital und aus der Hausarztpraxis zusammengeführt werden. Die Zustimmung des Patienten vorausgesetzt, können diese Daten für Forschungsprojekte eingesetzt werden, um die Wirksamkeit neuer Methoden zur Behandlung von Multipler Sklerose zu erproben.

Das dritte Projekt ist das «MiSens» Projekt, in dem sich Bürger an der Erforschung ihrer persönlichen Geschmacks- und Geruchswahrnehmung und deren Basis in der persönlichen genetischen Veranlagung beteiligen. Die erste Phase dieses Projekts wurde letzten Herbst an den «Scientifica»- Wissenschaftstagen der ETH und Uni Zürich lanciert. Während mehreren Workshops haben ca. 200 Teilnehmer gegenseitig ihre Wahrnehmungsempfindlichkeit für verschiedene Geruchs- und Geschmacksstoffe bestimmt und die Resultate zusammen mit Information über ihre Ernährungsgewohnheiten in ihrem MIDATA Konto gespeichert.

Langfristig ist geplant, dieses Projekt mit Bürgern fortzuführen, die bereits über persönliche Genomdaten verfügen. Durch die Kombination von persönlichen Genom- und Sensorikdaten können dann in sogenannten genomweiten Assoziationsstudien (GWAS) die für interindividuelle Unterschiede in der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung verantwortlichen genetischen Variationen bestimmt werden. Diese neuen wissenschaftlichen Einblicke sind aber nicht das alleinige Ansinnen des Projekts. Mindestens ebenso wichtig ist, die Teilnehmer in den wissenschaftlichen Prozess einzubinden und ihnen einen Einblick in Themen der modernen biologischen Forschung zu geben. Ausserdem sensibilisiert es die Teilnehmer für die wissenschaftlichen, ethischen und gesellschaftlichen Fragen rund um Genomdaten. Und zu guter Letzt bietet es die Gelegenheit, die besonderen Eigenschaften und Vorteile des Datengenossenschaftsansatzes an einem konkreten Beispiel zu durchdenken.

Wie geht es weiter?

Die Anzahl der Bürger, Ärzte, Forscher und Unternehmen, die sich für das MIDATA Modell interessieren, und auch die Anzahl der konkreten Projektanfragen hat im letzten Jahr stark zugenommen. Viele dieser Projektideen basieren darauf, einen bestimmten technischen oder rechtlichen Vorteil des Datengenossenschaftsmodells oder der MIDATA Plattform für eine bereits bestehende Nutzergruppe und einen konkreten Zweck zu nutzen.

Eine Hoffnung für die Zukunft ist, dass die Mitgliederzahl und die in den persönlichen MIDATA Konten gespeicherte Datenmenge durch solche Projekte so weit anwächst, dass sich neue Projekte auf der Basis von bereits bestehenden Daten und Anwendungen entwickeln können. Besonders inspirierend wäre, wenn solche Projekte von den Genossenschaftsmitgliedern selber initiiert und gesteuert würden.

Die einzigartige Verbindung von Bürger-zentrierter Governance und Datenverwaltung ist auch für die grossen Schweizer Forschungsinitiativen Swiss Personalized Health Network (SPHN) und Swiss Data Science Center (SDSC) wichtig. Die an MIDATA beteiligten Forschungsgruppen der ETH und BFH werden durch zwei separate Forschungsprojekte (PHRT, SDSC) finanziell unterstützt, um MIDATA als zentrale Datenplattform innerhalb dieser Initiativen zu entwickeln.

Auch international hat die Datengenossenschaftsidee bereits Interesse geweckt: In den Niederlanden ist, inspiriert und unterstützt durch das Schweizer MIDATA Projekt, letztes Jahr die «mijn data oonze gezondheid» Datengenossenschaft gegründet worden. Weitere Gründungen von MIDATA-inspirierten Datengenossenschaften sind in Deutschland und England geplant. Vielleicht gehört ja die Datengenossenschaft bald auf die Liste der aus dem Alltag nicht mehr wegzudenkenden nützlichen Dinge, für die gilt: Wer hat's erfunden? Die Schweizer!

Autor:

Ulrich Genick

Ulrich Genick wurde 1967 in Köln geboren und studierte von 1988-94 an der Freien Universität Berlin Biochemie. Nach einer Promotion am Scripps Research Institut in La Jolla, Kalifornien und einem postdoktoralen Forschungsaufenthalt am Salk Institute wurde er 2001 Assistenzprofessor für biophysikalische Chemie an der Brandeis Universität in Boston. 2007 wechselte er an das Nestlé Forschungsinstitut in Lausanne. Seit 2014 arbeitet er als Dozent und Forscher am Institut für Molekulare Systembiologie der ETH Zürich. Ulrich Genick ist Mitgründer der MIDATA Datengenossenschaft und engagiert sich dort im Bereich citizen science. Sein besonderes Interesse gilt der Nutzung persönlicher Genomdaten in bürger-zentrierten Forschungsprojekten.

Quellen:

[1] «Potenzial und Grenzen von «Individualisierter Medizin»». Positionspapier der Schweizer Akademie der medizinischen Wissenschaften (2012) https://www.samw.ch/dam/jcr:7b211388-6d72-4421-b799-2a50f60f19ea/positionspapier_samw_individualisierte_medizin.pdf

[2] «How Data Brokers Make Money Off Your Medical Records. Tanner, A. Scientific American (2016) <https://www.scientificamerican.com/article/how-data-brokers-make-money-off-your-medical-records/>

[3] «The Hidden Trade in Our Medical Data: Why We Should Worry.» Tanner, A. Scientific American (2017) <https://www.scientificamerican.com/article/the-hidden-trade-in-our-medical-data-why-we-should-worry/>

[4] «A systematic review of re-identification attacks on health data.» El Emam, K. et al. PLoS ONE (2011) e28071-10.1371/journal.pone.0028071

[5] «Identifying personal genomes by surname inference» Gymrek, M. et al. Science 339 p. 321 (2013)

[6] «Befreiung aus der digitalen Leibeigenschaft» Hafen, E. & Brauchbar, M. NZZ (2014) <https://www.nzz.ch/meinung/debatte/befreiung-aus-der-digitalen-leibeigenschaft-1.18256191>

[7] «Health data cooperatives - citizen empowerment» Hafen, E., Kossmann, D. & Brand, A. Methods Inf Med. (2014) 52 p.82



ERFASSUNG VON FLEDERMAUSAKTIVITÄTEN IM JAHRESVERLAUF ZUR OPTIMIERUNG DES AUFWANDES FÜR FLEDERMAUSINVENTARE

KURZFASSUNG PROJEKTBERICHT: FLEDERMAUSJAHR 2015 AM FREY-KANAL IN AARAU

Fledermauserhebungen werden häufig mit Hilfe von Ultraschallaufnahmegeräten durchgeführt. Die Basis für die Beurteilung von Vorkommen sind meist Aufnahmen während einer Nacht oder mehreren Nächten. Die Qualität von Resultaten, die mit dieser Methode gewonnen wurden, ist unter anderem abhängig von den ausgewählten Beobachtungsnächten. Die Fledermausaktivitäten hängen von der Jahreszeit und den klimatischen Bedingungen am gewählten Standort ab. Ob der Nachweis aller Arten der Umgebung möglich ist, hängt jedoch auch vom Jagdverhalten der einzelnen Tiere ab. Je nachdem, ob sie den Aufnahmestandort jede Nacht oder nur sporadisch aufsuchen, steigt oder sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass der Nachweis gelingt.

Einzelne Fledermausarten sind akustisch nur mit Hilfe von Soziallauten sicher zu bestimmen. Der Nachweis dieser Arten erfordert Aufnahmen zu den Zeiten, in denen diese Soziallaute auch gehört werden können.

Bessere Kenntnisse des Verhaltens der Fledermäuse ermöglichen eine Optimierung des Aufwandes für die Datenerhebung und anschliessend die Analyse. Verbessert wird auch die Interpretation der gewonnenen Erkenntnisse, beispielsweise bei Arten, die nur saisonal bei uns vorkommen.

Um zu klären, welche Voraussetzungen gegeben sein sollten, um möglichst aussagefähige Resultate zu gewinnen, sind die Fledermausaktivitäten an einem günstigen Standort im Telliquartier in Aarau während eines ganzen Jahres erfasst und ausgewertet worden. Der Standort weist eine vielfältige Struktur mit Laubmischwald, Waldrand, Gewässern, Hecken, Wiesen, grossen alten Bäumen und unterschiedlichsten Gebäudetypen auf. Damit ist das Nahrungsangebot über das Jahr für verschiedenste Fledermausarten günstig. Die vielfältige Strukturierung ermöglicht den Tieren die Orientierung bei ihren Jagdflügen und auch ein reichhaltiges Angebot an Schlafplätzen ist vorhanden.

Die Fledermausaktivitäten hängen von der Tageszeit und zusätzlich auch von den klimatischen Bedingungen am Beobachtungsstandort ab. Es kann erwartet werden, dass Lufttemperatur, Luftfeuch-

tigkeit, Niederschläge und Wind das Insektenangebot, die Manövrierbarkeit, die Orientierungsfähigkeit mit der Ultraschallortung und natürlich auch den Energieaufwand für die Jagd beeinflussen.

Um ein möglichst umfassendes Bild des Aktivitätsverlaufes zu erhalten, sind nebst den Ultraschallrufen auch die Daten der nahegelegenen meteorologischen Station in Buchs AG miteinbezogen worden. Damit sollte auch der klimatische Einfluss auf die Aktivitäten beurteilt werden können.

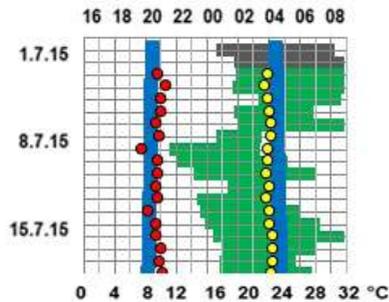
Fledermäuse verlassen ihre Schlafstätten bei Dämmerungsbeginn oder kurz nach Anbruch der Nacht. Spätestens bei Tagesanbruch finden sich alle Tiere wieder an einem Schlafplatz ein. Da diese Zeitpunkte im Jahresverlauf ändern, verschieben sich auch die Aktivitätszeiten. Ein optimaler Einsatz der Aufnahmegeräte in Bezug auf den Energieverbrauch und die auszuwertende Datenmenge setzt die Kenntnis der Aktivitätszeiten während des geplanten Erfassungszeitraumes voraus. Somit wurden auch die Zeiten des Sonnenunter- und -aufgangs am Standort beschafft und bei der Auswertung der Daten miteinbezogen.

Methode

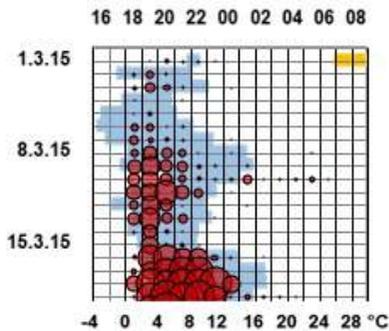
Damit nicht nur die generelle Aktivität der Fledermäuse untersucht werden konnte, sondern auch diejenige der einzelnen Arten, war es notwendig, alle über ca. 150'000 erfassten Rufsequenzen einer Art zuzuordnen. Zusätzlich war es nötig, auch die Sozialrufe, die für die Bestimmung einzelner Arten sowie die Darstellung der Kommunikation zwischen den Tieren unerlässlich ist, mit zu erfassen. Bei der grossen resultierenden Datenmenge stellte sich das Problem, die Resultate so darzustellen, dass Aktivitätsverläufe und auch die Zusammenhänge mit der Tageszeit und den klimatischen Bedingungen erkennbar werden.

Dazu wurden drei Excel-Diagramme entwickelt, die tages- und stundengenau die Rufzahlen mit den Zeitpunkten des Sonnenunter- und -aufganges und den klimatischen Daten kombinieren.

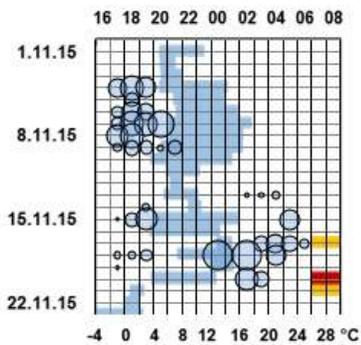
Darstellung des ersten (roter Kreis) und letzten Rufes (gelber Kreis) einer Art, kombiniert mit den Sonnenunter- und -aufgangszeiten (blaue Quadrate) und der maximalen und minimalen Temperatur einer Nacht (grüne Balken). Schwarze Balken zeigen an, dass in der betreffenden Nacht keine Aufnahme erfolgte.



Darstellung der Ruhhäufigkeit je Stunde mit roten Kreisflächen, deren Grösse proportional zur Anzahl ist. Die Temperaturverläufe sind in diesem Diagramm mit hellblauen Balken dargestellt. Der gelbe Balken auf der rechten Seite zeigt für die betreffende Nacht Windgeschwindigkeiten von > 5 m/sec an.



Darstellung der Häufigkeit der Sozialrufe je Stunde mit blauen Kreisen. Die hellblauen Balken zeigen die Temperaturverläufe der Nacht an. Zusätzlich sind auf der rechten Diagrammseite Nächte markiert, die Windgeschwindigkeiten > 5 m/sec (gelbe Markierung) und auch noch Regen aufwiesen (rote Markierung).

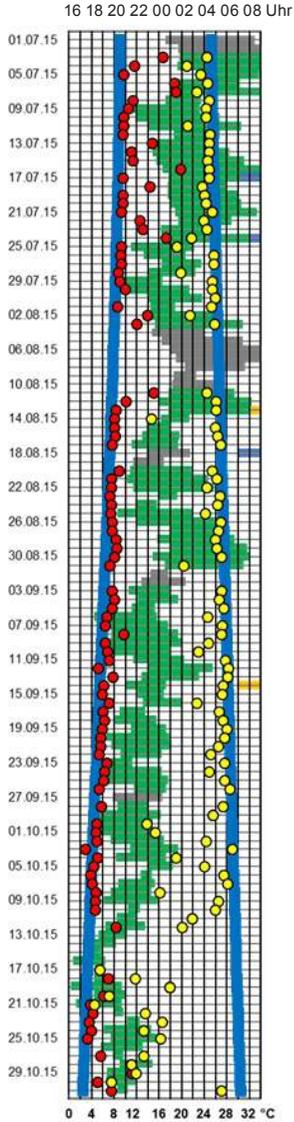


Resultate

Die drei nachstehenden Beispiele zeigen, wie die Rufaktivitäten im Bericht für alle Arten dargestellt werden:

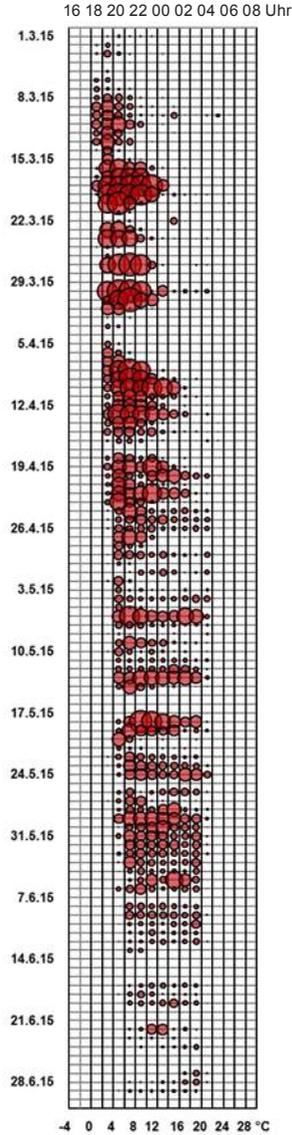
Aktivitätszeit

Kleiner Abendsegler



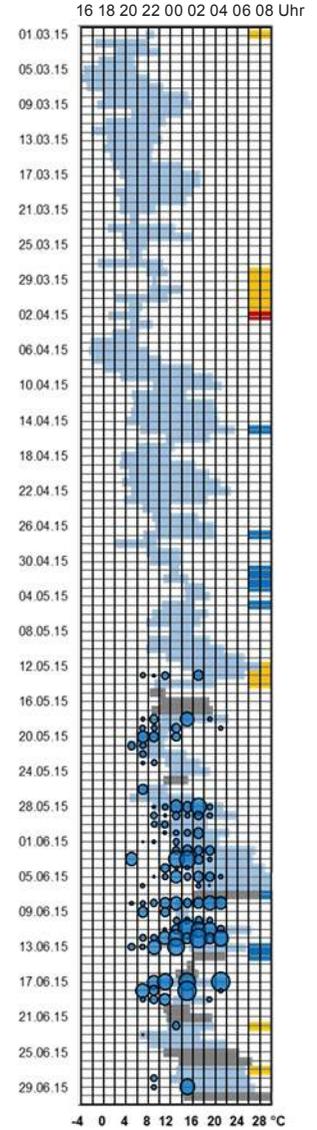
Rufaktivität

Zwergfledermaus



Sozialrufe

Grosser Abendsegler



Bei allen Diagrammen sind auf der rechten Seite jeweils Hinweise auf die klimatischen Bedingungen der betreffenden Nacht in Form von farbigen Balken dargestellt. Gelb steht für stärkere Winde, blau für Regen und rot für Regen mit stärkeren Winden.

Die Resultate zeigen auf, dass der Einfluss der nächtlichen Temperaturen gross ist, Regen, Wind und Luftfeuchtigkeit jedoch geringeren Einfluss haben. Eine interessante Erkenntnis ist, dass einzelne Fledermäuse auch bei sehr tiefen Temperaturen ausflogen (tiefste Nachweistemperatur: -3°C !). Die Zwerg- und die Rauhaut-/Weissrandfledermäuse erwiesen sich als kälteresistenter als die anderen Arten. Fledermäuse jagen auch bei Regen. Es ist jedoch aus den Diagrammen ersichtlich, dass sie ab einer bestimmten Regenintensität das Jagen verschieben oder unterbrechen. Wo diese Grenzen liegen, liess sich bei der vorliegenden Untersuchung nicht genauer bestimmen.

Wie zu erwarten war, jagten die Fledermäuse in der Zeit zwischen Sonnenunter- und Sonnenaufgang, wobei die erste Nachthälfte intensiver genutzt wurde. Dieses Verhalten wird vor allem im Vorfrühling und Spätherbst mit dem Umstand zusammenhängen, dass die Lufttemperatur in der zweiten Nachthälfte stark absinken kann.

Die grösste Vielfalt ist in den Monaten Juli bis September nachgewiesen worden. Für den Nachweis der nur saisonal anwesenden und schwieriger zu unterscheidenden Arten (Rauhaut-/Weissrandfledermaus) erwiesen sich die Zeitabschnitte März/April und September mit häufigeren Soziallauten als wichtig.

Die erfassten Rufe konnten 20 Arten zugeordnet werden, wobei bei einigen die Artbestimmung mit Unsicherheiten behaftet ist. 5 Arten nutzten den Erfassungspereimeter regelmässig und 5 weitere traten unregelmässig auf. Die 10 verbleibenden sind selten bis sehr selten erfasst worden.

Einzelne Arten wie die Zwergfledermäuse oder die Abendsegler nutzten den Standort ohne Unterbrüche, andere wie z.B. die Alpenfledermaus oder das grosse Mausohr jagten hier selten und unregelmässig. Das bedeutet, dass eine Erhebung, die möglichst alle vorhandenen Arten

erfassen sollte, während einigen aufeinander folgenden Nächten erfolgen müsste.

Damit der Aufwand für die Datenanalyse in einem vertretbaren Rahmen bleibt und Aussagen zu den Vorkommen in genügender Qualität möglich werden, sind jeweils mindestens drei Aufnahmenächte bei klimatisch günstigen Bedingungen im April und September einzuplanen. Zur Begrenzung der Datenmenge könnten zudem die Aufnahmen auf den Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und 02.00 Uhr eingeschränkt werden. Damit würde sich auch die begrenzte Kapazität der Akkus weniger negativ auf die Nutzungsdauer der Geräte auswirken.

Autor:

Peter Jean-Richard

Berufstätigkeit in Forschung, Konstruktion,
Maschinenunterhalt und zuletzt in der Informatik
Nebenberufliche Projektarbeit vor allem im Bereich von
wassergebundenen Lebensformen (Fische, Krebse, Amphibien)

Weiterbildungen: Qualitäts- und Umweltmanagement ISO 9000/14000,
Product-Lifecycle-Management (ETH)

Studium zum Maschineningenieur an der HTL Brugg-Windisch, diplomiert 1969

Lehre als Maschinenzeichner



MIKROVERUNREINIGUNGEN IM ABWASSER

AUSGEWÄHLTE AARGAUER ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN MÜSSEN NACHGERÜSTET WERDEN

Verschiedene Arbeiten der letzten Jahre haben gezeigt, dass gereinigtes kommunales Abwasser wesentlich zur Belastung der Gewässer mit Mikroverunreinigungen beiträgt. Dieser Eintrag kann mit einer Erweiterung heutiger Abwasserreinigungsanlagen um eine zusätzliche Stufe minimiert werden. Auch im Kanton Aargau sind Massnahmen erforderlich. Gerne lindern wir unser Kopfweh oder die Auswirkungen einer Grippe mit Medikamenten oder wir schützen uns gegen eine ungewollte Schwangerschaft. Wir haben in den letzten Jahrzehnten den Einsatz von Haushaltchemikalien aber beispielsweise auch unsere tägliche Körperpflege stark intensiviert. Die in diesen Produkten enthaltenen Wirkstoffe gelangen über die menschlichen Ausscheidungen oder nach deren Anwendung in die Kanalisationen und in die Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Diese Mikroverunreinigungen werden gar nicht oder nur teilweise abgebaut und zurückgehalten und landen in zunehmenden Mengen ungehindert in unseren Gewässern. Man spricht von über 30'000 Stoffen, welche so in die Umwelt gelangen. Mit dem Bevölkerungswachstum und der steigenden Lebenserwartung ist eine Zunahme dieser Substanzen im Abwasser und in den Gewässern zu erwarten.



Abb. 2: Bild von Medikamenten

Abb. 1: Ansicht ARA Reinach mit Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen im Vordergrund

Die Problematik dieser Stoffe

Zahlreiche dieser Stoffe sind auch nach der Ausscheidung durch den Menschen noch biologisch aktiv. Sie können in sehr geringen Konzentrationen ungewollte Wirkungen auf die Wasserlebewesen entfalten. So hat man im Rahmen von Studien festgestellt, dass eine Verweiblichung von männlichen Fischen stattfindet. Diese treten insbesondere unterhalb von Einläufen aus Kläranlagen auf. Die Belastungen sind am augenfälligsten bei kleinen bis mittleren Fließgewässern in dicht besiedelten Gebieten. Hier wird das gereinigte Abwasser ungenügend verdünnt. Infiltriert das Bach- oder Flusswasser in den Untergrund, könnte unter ungünstigen Verhältnissen auch das Grundwasser - unser Trinkwasser - belastet werden.

Auch ohne unmittelbare Gefährdung besteht Handlungsbedarf

Die Wissenschaft geht nicht von einer unmittelbaren Gefährdung der menschlichen Gesundheit aus. Abwarten und beobachten ist aber kein taugliches Mittel, um Mensch, Tier und Trinkwasser wirkungsvoll zu schützen. Um erkennbare Umweltbeeinträchtigungen abzuwenden oder zu minimieren haben sich Massnahmen im Sinne des Vorsorgeprinzips in der Vergangenheit als wirkungsvolle Strategie erwiesen. Ein Handlungsbedarf besteht auch im Interesse der «Unterlieger». Ein Grossteil der Schweiz entwässert in den Rhein und die Rhone und exportiert damit Stofffrachten ins Ausland.

Die Abwasserreinigung steht im Fokus

Zum Schutz der Gewässer vor nachteiligen Auswirkungen sieht die Gesetzgebung das Verbot oder die Anwendungseinschränkung von zahlreichen umweltgefährdenden Substanzen vor. Nur mit diesen Massnahmen lassen sich die Probleme mit organischen Spurenstoffen in Gewässern nicht ausreichend entschärfen. In vielen Fällen zeigt sich auch, dass Punktquellen wie beispielsweise Spitäler und Altersheime, die Belastung im ARA-Einzugsgebiet nicht dominieren und die Vorort-Abwasserbehandlung zu wenig bewirken würde. Deshalb liegt der

Fokus auf der Nachrüstung der kommunalen ARAs.

Ungeachtet dessen, verfolgt der Kanton Aargau parallel mögliche Massnahmen bei Punktquellen im Rahmen von Grundlagenstudien und konkreten Einzelfällen weiter.

Das Gewässerschutzgesetz gibt vor, was zu tun ist

Nach einem rund 10-jährigen fachlichen und politischen Diskussions- und Entscheidungsprozess, hat der Bundesrat mit der Inkraftsetzung der Bestimmungen im Gewässerschutzgesetz (GSchG) und in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) den Handlungsbedarf und weitere Randbedingungen festgelegt. Er beauftragt die Kantone, bestimmte kommunale ARAs zum Ausbau mit einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen zu verpflichten.

Die Massnahmenpflicht der ARAs wurde aufgrund der Gefährdung aber auch aufgrund von ökonomischen Aspekten (Effizienz) wie folgt festgelegt:

- Anlagen ab 80'000 angeschlossenen Einwohnern;
- Anlagen ab 24'000 angeschlossenen Einwohnern im Einzugsgebiet von Seen;
- Anlagen ab 8'000 Einwohnern, die in Fliessgewässern mit einem Abwasseranteil von mehr als 10 % bezüglich organischen Spurenstoffen ungereinigtes Abwasser einleiten;
- Anlagen ab 8'000 Einwohnern, wenn eine Reinigung aufgrund besonderer hydrogeologischer Verhältnisse erforderlich ist;
- Anlagen ab 1'000 angeschlossenen Einwohnern, die in ein Gewässer mit einen Anteil von mehr als 5 % bezüglich organische Spurenstoffe ungereinigtem Abwasser einleiten, wenn das Gewässer in einem ökologisch sensiblen Gebiet liegt oder für die Trinkwasserversorgung wichtig ist.

Zur Festlegung und Umsetzung der Massnahmen, hat der Kanton Aargau eine Planung erarbeitet.

Vorleistungen der letzten Jahrzehnte zahlen sich aus

Der Kanton Aargau entwickelt seit über 20 Jahren die ARA-Struktur zusammen mit den betroffenen ARAs mit grossem Engagement weiter. Die Abwasserreinigung wurde kontinuierlich regionalisiert und zu grösseren Einheiten zusammengefasst. Dies zur Entlastung kleiner Vorfluter und aber insbesondere auch im Hinblick auf kommende Herausforderungen in der Abwasserreinigung wie aktuell die Elimination von Mikroverunreinigungen. Die Anzahl ARAs reduzierte sich dadurch zwischen den Jahren 1985 und 2017 von 94 auf 42 Anlagen. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Der Kanton Aargau hat dazu im Juni 2014 als Konkretisierung der entsprechenden Kantonalen Richtplanbeschlüsse das «Konzept Abwasserreinigung» publiziert. Dadurch ausgelöst laufen mit über 20 involvierten ARAs Studien und Planungen für eine noch engere Zusammenarbeit in der Abwasserreinigung.

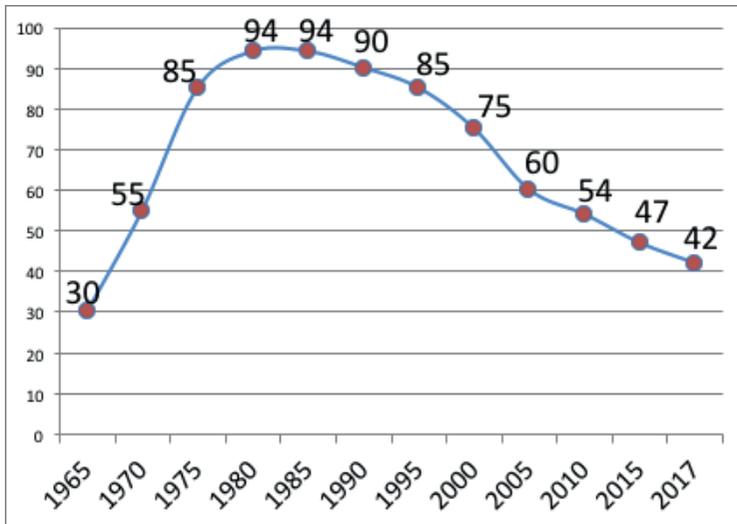


Abb. 3: Grafik zur Entwicklung der Anzahl ARA im Kanton Aargau.
Ab 1985 wurde beim Erneuerungsbedarf einer ARA konsequent die Zusammenschlussmöglichkeit mit einer Nachbar-ARA geprüft und umgesetzt.

Planung des Kantons Aargau

Im Kanton Aargau liegen rund 90% des Siedlungsgebietes über genutztem Grundwasser. Der Gewässerschutz und damit der Trinkwasserschutz haben für die Bevölkerung einen sehr hohen Stellenwert. Auch die Entlastung der kleineren Gewässer mit grossem Abwasseranteil wird seit langer Zeit mit hoher Priorität verfolgt.

Durch die bereits erfolgte Stilllegung einer grossen Anzahl von ARAs wurden dementsprechend wertvolle Vorleistungen zur Entlastung von kleinen Gewässern von Mikroverunreinigungen erbracht. Dies dokumentiert, dass der Kanton Aargau ein grosses Interesse hat, die Abwässer von möglichst vielen Einwohnerinnen und Einwohnern bezüglich der Elimination von Mikroverunreinigungen zu behandeln und die erforderlichen Massnahmen umzusetzen.

Die Planung stützt sich auf die aktuellen Gesetzgebungen, Erfahrungswerte und Messresultate. In der Planung wird auch die prognostizierte Entwicklung mit der angestrebten Regionalisierung der Abwasserreinigung berücksichtigt. Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen (Elimination oder Anschluss) könnten im besten Fall die Abwässer von rund 460'000 Einwohnerinnen und Einwohnern, also über 60% der Aargauer Bevölkerung mit einer vierten Reinigungsstufe behandelt werden.

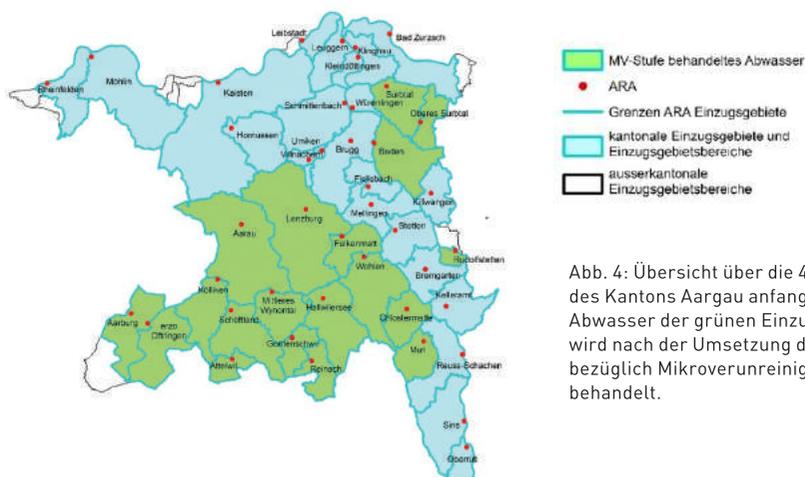


Abb. 4: Übersicht über die 42 ARA des Kantons Aargau anfangs 2017. Das Abwasser der grünen Einzugsgebiete wird nach der Umsetzung der Massnahmen bezüglich Mikroverunreinigungen behandelt.

Die Planung wurde nicht einseitig durch die kantonale Fachstelle festgelegt. Die betroffenen ARAs wurden im Rahmen einer Vernehmlassung einbezogen und konnten sich zur Planung äussern. Sie unterstützen im Grundsatz die kantonale Strategie. Einige Eckpunkte sind noch zu diskutieren und zu entscheiden.

Verfahrensauswahl für die Elimination der Mikroverunreinigungen

Verfahren zur Entfernung von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser müssen eine Breitbandwirkung aufweisen, technisch machbar und wirtschaftlich tragbar sein. Diese Anforderungen erfüllen nach heutigem Stand der Technik oxidative Verfahren mittels Ozonung und adsorptive Verfahren mittels Aktivkohle.

Beim Verfahren der Ozonung wird in einem Ozon Erzeuger aus Sauerstoff (oder Luft) unter Einsatz von elektrischer Energie Ozon (O_3) hergestellt und dann in das Abwasser eingetragen. Ozon ist ein sehr reaktives Gas, welches mit den Wasserinhaltsstoffen reagiert, auch schwer abbaubare Verbindungen angreift und so auch Mikroverunreinigungen eliminiert. Eine Nachbehandlung mit einer biologisch aktiven Stufe nach der Ozonung wird benötigt, um potentiell toxische Reaktionsprodukte effektiv entfernen zu können. Eine Variante ist die Kombination des Ozonungs-Verfahrens mit einer Sandfiltration. Bei speziellen Belastungen wie Industrie- oder Gewerbeabwassereinleitungen sowie bei Bromid-haltigen Abwässern kann eine Ozonung zu einer Erhöhung der Toxizität führen. Mithilfe eines Testverfahrens aus fünf Modulen kann geprüft werden, ob sich ein bestimmtes Abwasser für eine Ozonbehandlung eignet.

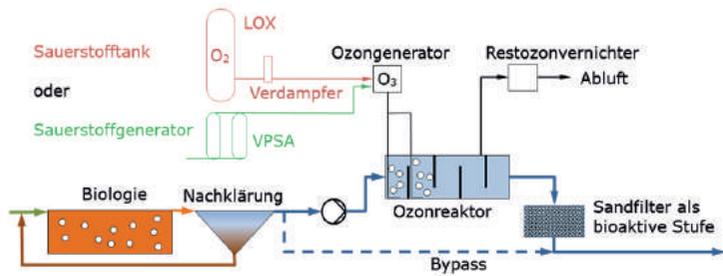


Abb. 5: Prozesskonfiguration Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen mit Ozonung und Sandfilter

Für die adsorptiven Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf Kläranlagen wird Pulveraktivkohle (PAK) oder Granulierte Aktivkohle (GAK) eingesetzt.

Bei PAK-Verfahren wird die Pulveraktivkohle (PAK) mit einer Korngröße von einigen Mikrometern dem Abwasser beigemischt. Die PAK muss anschliessend mit einem geeigneten Abtrennverfahren wieder vom Abwasser getrennt werden (z.B. Sedimentation/Filtration, Sandfiltration, Membranfiltration, Flotation). Zur besseren Ausnutzung der Adsorptionskapazität kann die Pulveraktivkohle in die biologische Stufe zurückgeführt werden. Der anfallende PAK-Schlamm muss dann mit dem Belebtschlamm entsorgt werden. Ein PAK-Verfahren besteht typisch aus einem Kontaktreaktor und einer Sedimentationsstufe. Das Absetzbecken soll ähnlich einem Nachklärbecken die Pulveraktivkohle zurückhalten.

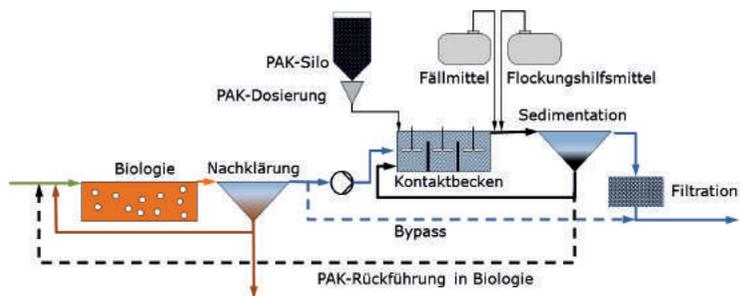


Abb. 6: Prozesskonfiguration Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen mit PAK-Verfahren und Kontaktreaktor mit Sedimentationsstufe

Beim GAK-Verfahren wird die Adsorption an granulierter Aktivkohle in einem Raumfilter betrieben, der vom Abwasser durchströmt wird. Aufgrund der zunehmenden Beladung muss die Aktivkohle periodisch ausgewechselt (regeneriert) werden. Die im Vergleich zu den Spurenstoffen in weit höherer Konzentration vorliegende Hintergrund-DOC konkurrieren mit den Spurenstoffen um Adsorptionsplätze. Dies führt zu kurzen Standzeiten. Erste Versuche auf der ARA Bülach fielen bezüglich erreichten Standzeiten vielversprechend aus.

Es sind verschiedene Prozesskonfigurationen möglich, um die MV-Reinigungsstufe optimal an die örtlichen Gegebenheiten der ARA anzupassen. Darunter fallen auch Verfahrenskombinationen, welche die komplementären Wirkmechanismen Oxidation (Ozonung) und Adsorption (PAK oder GAK) nutzen.

Zeitliche Umsetzung der Massnahmen

Gemäss GSchV sorgen die Kantone dafür, dass mit der Umsetzung aller notwendigen Massnahmen bezüglich Elimination von MV spätestens bis zum 31. Dezember 2035 begonnen wird. Sie legen den letztmöglichen Zeitpunkt der Umsetzung der Massnahmen nach der Dringlichkeit fest und berücksichtigen dabei:

- die Sanierungs- und Erneuerungszyklen der Abwasserreinigungsanlagen;
- die Höhe des Abwasseranteils im Gewässer, in welches das Abwasser gelangt;
- die Grösse der Abwasserreinigungsanlagen;
- die Länge der Fließstrecke im Gewässer, die durch die Abwassereinleitung beeinflusst ist.

Im Zusammenhang mit dem notwendigen Abstimmungsbedarf bei den geplanten ARA-Zusammenschlüssen und den ARA-Erneuerungen werden die Nachrüstungen der ARAs mehrheitlich im Zeitraum 2025 bis 2035 stattfinden.

Finanzierung der Massnahmen

Zur Finanzierung der Erstinvestitionen der Stufe zur Elimination der Mikroverunreinigungen hat der Bund einen Abwasserfonds geschaffen, welcher seit dem 1. Januar 2016 mit einer Abwasserabgabe von 9 Franken pro Einwohner und Einwohnerin pro Jahr gespeist wird. Die Abgabe wird den ARAs in Rechnung gestellt, welche sie dann über die Betriebskosten den Gemeinden weiterverrechnen. Die Abgabe ist bis Ende 2040 befristet. Dann sollten alle notwendigen MV-Stufen realisiert sein.

Sobald die Stufe zur Elimination der Mikroverunreinigungen in Betrieb steht, wird die ARA zur Teilkompensation der Betriebskosten der zusätzlichen Reinigungsstufe von der jährlichen Abwasserabgabe befreit.

Erwarteter Nutzen durch die Umsetzung der Massnahmen

Der erwartete Nutzen der geplanten Massnahmen wird durch die Anzahl angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohner an ARAs mit einer MV-Reinigungsstufe quantifiziert. Von allen angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohnern werden bei Umsetzung der geplanten Massnahmen rund 60% an eine ARA mit MV-Stufe angeschlossen sein. Bei einer Eliminationsleistung von 80% ergibt dies eine Frachtreduktion an Mikroverunreinigungen aus ARAs im gesamten Kanton Aargau um 50%.

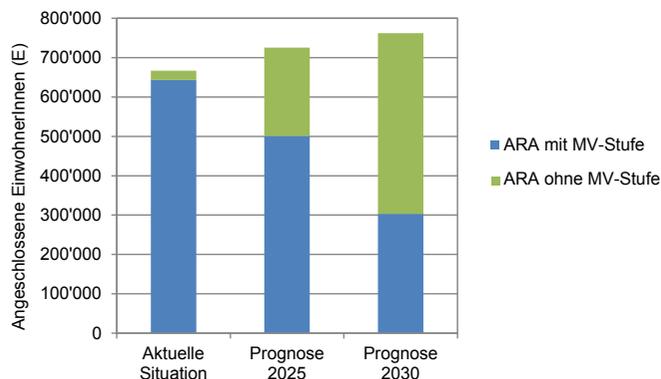


Abb. 7: Grafik angeschlossene Einwohnerinnen und Einwohner aufgeteilt in jene, welche an eine ARA mit MV-Reinigungsstufe angeschlossen werden sollen

Der erwartete Nutzen in den einzelnen Vorflutern wird anhand der angeschlossenen Einwohnerinnen und Einwohner des Kantons Aargau vor und nach der Umsetzung aller geplanten Massnahmen zur Reduktion organischer Spurenstoffe quantifiziert. Dabei ist zu beachten, dass ARAs ausserhalb der Kantonsgrenzen nicht berücksichtigt werden.

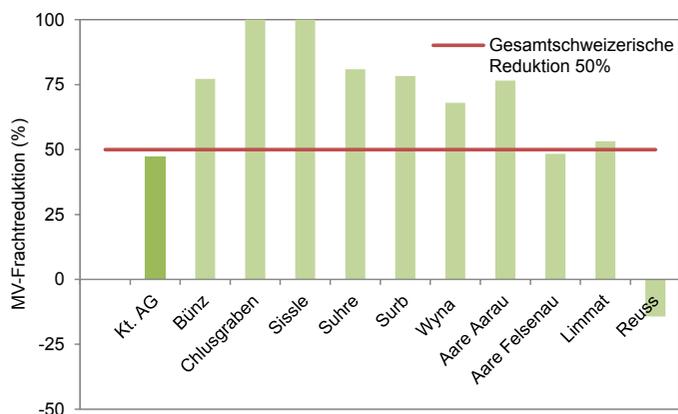


Abb. 8: Grafik Abschätzung der Frachtreduktion an organischen Spurenstoffen in den Gewässern durch die Umsetzung aller geplanten Massnahmen bei den Aargauer ARAs

Im Kanton Aargau wurde bereits Pionierarbeit geleistet

Der Abwasserverband Oberwytental (AOW) ist einmal mehr Pionier in der Abwasserreinigung. Im Jahr 1962 wurde die ARA Reinach als eine der ersten ARA im Kanton in Betrieb genommen. 54 Jahre später übernimmt er wieder eine Pionierrolle. Im Herbst 2016 wurde im Zuge der Gesamterneuerung eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen realisiert. Das realisierte Verfahren umfasst eine Ozonung mit anschliessender Sandfiltration. Es handelt sich um die zweite Ozonung, welche in der Schweiz in Betrieb steht. Die Anlage erreicht eine sehr gute Eliminationsrate und stösst auf grosses Interesse bei der Forschung, den Kantonen, den Planern und anderen ARAs, welche ebenfalls ausgerüstet werden müssen.



Abb. 9: Bild der Ozonung der ARA Reinach mit Sandfilteranlage

Aussicht und weiteres Vorgehen

Im Laufe des 2018 erwartet der Kanton Aargau die Beurteilung der Kantonalen Planung durch den Bund. Nach allfälligem Abstimmungsbedarf werden die ARAs über das Ergebnis informiert und der Handlungsbedarf individuell nach den erwähnten Kriterien festgelegt. Parallel dazu wird die Thematik der Punktquellen aktiv weiterverfolgt.

Autor:

Jörg Kaufmann

Sektionsleiter Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung
Abteilung für Umwelt Kanton Aargau

Kanton Aargau / Abteilung für Umwelt
Sektion Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung

Bildquellen:

Abb. 1: Abwasserverband Oberwytental

Abb. 2: www.eawag.ch

Abb. 3: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt

Abb. 4: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, aus der Planung Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA

Abb. 5: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, aus der Planung Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA

Abb. 6: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, aus der Planung Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA

Abb. 7: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, aus der Planung Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA

Abb. 8: Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, aus der Planung Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA

Abb. 9: Abwasserverband Oberwytental



KOHLNSTOFF MAL ETWAS ANDERS

Am 22. Oktober begab sich eine Gruppe von ANG-Mitgliedern auf unsere Herbstexkursion in das grösste Kohlebergwerk der Schweiz sowie in die Zuckerfabrik nach Frauenfeld. Wir erlebten Kohlenstoff mal auf eine andere Art und Weise.

Wir tauchen ab!



Abb. 1: Die ANG-Truppe macht sich auf ins Bergwerk. Helme auf und wie es in der Bergmannssprache heisst: «Glück auf!»

Der Morgen der Exkursion war dem Kohlebergwerk in Käpfnach/Horgen (ZH) gewidmet. Der Abbau von Kohle in Käpfnach wird 1548 erstmals in der Stumpfschen Chronik erwähnt, doch erst 1708 wurde erstmals planmässig Kohle abgebaut. Da der Abbau kaum rentabel war, wurde das Bergwerk nur jeweils zu Notzeiten genutzt. Dieses Phänomen gilt grundsätzlich für die Schweiz, da generell der Abbau von Braun- und Steinkohle in der Schweiz durch eine hohe Verschmutzung (bis zu 50%) an Dreckmaterialien wie Steinen wirtschaftlich beeinträchtigt wird. Im Unterschied zu Deutschland, welches Braunkohle im Tagebau abbauen kann, war in der Schweiz bisher in jedem Bergwerk deutlich grösserer Aufwand notwendig, sodass der hohe Verschmutzungsgrad die Rentabilität massiv reduzierte. Im Fall des Bergwerkes Käpfnach gilt es noch zu beachten, dass die effektive Braunkohleschicht im Gestein oftmals nur wenige Zentimeter dick war.



Abb. 2: Ansicht des Gesteinsquerschnitts. Die Braunkohleschicht ist die schwärzliche Zone in der Mitte und im ganzen Bergwerk oft nicht mehr als einige Zentimeter dick. In liegender Position schlug der Heuer die Kohle dann heraus.

Auf Initiative des Kantons Zürich wurde schliesslich 1784 ein staatliches Unternehmen eingesetzt, welches mitunter diverse Gebäude in der Stadt Zürich mit Kohle belieferte. Der Betrieb wurde 1911 liquidiert, doch bereits 1917 gründete der Bergbauingenieur Max Zschokke die Gesellschaft Bergwerk Gottshalden M. Zschokke & Compagnie mit Beteiligung der Gemeinde Horgen und baute bis 1921 Kohle ab. Aufgrund der Notlage durch den 1. Weltkrieg gestaltete sich der Abbau bis Ende 1918 als relativ rentabel, doch war anschliessend die Konkurrenz durch ausländische Produkte grösser und die Firma wurde aufgegeben.



Abb. 3: Die Bergbaustollen wurden durch Stützen aus Nadelholz gesichert. Nadelholz hat den grossen Vorteil, dass es unter Druck knackt, was den Bergleuten ein Warnzeichen für den Zusammenbruch des Stollens war.

In den Wirren des 2. Weltkrieges übernahm Zschokke 1941 nochmals die Initiative und gründete mit Beteiligung von 28 Firmen die Braunkohle-Genossenschaft Horgen. Bis 1946 wurde der Betrieb aufrechterhalten, bevor dann nach einigen Sicherheitsarbeiten 1947 die Tore endgültig geschlossen wurden. Dennoch soll bemerkt werden, dass in den Anfängen des 20. Jahrhunderts der Beruf als Bergwerker durchaus beliebt war. Mit einem in die heutige Zeit hochgerechneten Salär von ca. 10'000 SFr. pro Monat war der Beruf insbesondere bei jungen Männern aus der Innerschweiz beliebt. Das Bergwerk verzeichnete glücklicherweise auch «nur» 3 tödliche Unfälle bis zu seiner Stilllegung. Eine geringe Staubemission beim Abbau, aufgrund des hohen Wassergehaltes im Gestein führte zudem kaum zu Staublungen bei den Arbeitern.

Seit Dezember 1982 wird das Bergwerk und dessen Geschichte durch den Bergwerkverein Käpfnach gepflegt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Mit total 80 km Stollengang bleibt es bis heute das grösste betriebene Kohlebergwerk der Schweiz.

Vom Feld zur süssen Versuchung: Die Zuckerfabrik Frauenfeld

Vom Kohlenstoff in seiner elementaren Form als Kohle war der Nachmittag der Exkursion dem wohl wichtigsten Nahrungsmittel aus Kohlenstoff gewidmet, dem Zucker. 1747 entdeckte der deutsche Chemiker/Apotheker Andreas Sigismund Marggraf den Zuckergehalt in der Zuckerrübe. So dienten die Rüben während der Kontinentalsperre zur Zeit Napoleons als europäische Antwort auf gesperrten Zucker aus Zuckerrohr. In der Schweiz wird seit 1912 mit dem Werk in Aarberg (BE) und später auch in Frauenfeld erfolgreich Kristallzucker aus Zuckerrüben hergestellt.

Die Produktion beginnt jeweils anfangs Oktober und dauert bis ca. Mitte/Ende Dezember. In diesem als Kampagne bezeichneten Zeitraum werden täglich ca. 10'000 Tonnen Zuckerrüben verarbeitet. Mit einem durchschnittlichen Zuckergehalt von 12-17% ist der ganze Ablauf auf maximale Effizienz sowie Auswertung der anfallenden Abfallprodukte ausgelegt. Bestehender Dreck wie z.B. Steine oder Erde werden

aussortiert und separat wiederverkauft (z.B. als Ricoterre Blumenerde).

Die Rüben werden per Traktor angeliefert, wobei anfänglich bereits Proben für das sogenannte Rübenlabor genommen werden. In diesem Labor wird der Zuckergehalt gemessen, was als Kriterium für die Bezahlung an die Bauern gilt. Anschliessend gelangen sie in den sogenannten Rübenhof, eine Art Freiluftzwischenlager, von wo aus sie via Schwemmkanäle ins Fabrikinnere geführt werden. Der geschlossene Wasserkreislauf, gespiesen durch den hohen Wasseranteil in den Rüben (ca. 75%) erlaubt einen durch Wasser geförderten Transport dahin.



Abb. 4: Links: Das Herzstück einer Zuckerfabrik, der Kalkofen. Er wird traditionell zu Beginn einer Kampagne im September zeremoniell angezündet. Rechts: Im Rübenhof werden die Rüben mittels Wasserstrahler in die Schwemmkanäle geflutet.

In der Fabrik werden die Zuckerrüben zuerst gewaschen und dann in maschinellen Prozessen möglichst klein zu Schnitzel geschnitten. In einem ersten Verdampfungsprozess wird ein Grossteil des Wassers entfernt, zurückbleibt der zuckerhaltige Rohsaft sowie die ausgelaugten Schnitzel, welche direkt als Futtermittel abgepackt und verkauft werden.



Abb. 5: Die Entwicklung vom Rohsaft zum Dicksaft.

Der anfängliche Dicksaft wird mit Kalk und CO_2 aus dem Herzstück der Fabrik, dem Kalkofen, versehen sowie gefiltert, um den Dicksaft herzustellen (ca. 65% Zucker). Dieser gelangt nun in überdimensionierte Kochtöpfe, welche den Dicksaft unter Vakuum weiter eindicken. Der Kristallisierungsprozess wird dabei gefördert, indem kleine Mengen bestehender Kristallzucker zum Animpfen beigelegt werden. So entsteht eine Mischung aus Kristallzucker und zähflüssigem Zuckersirup (ca. 1:1). Der Zuckersirup wird vom Kristallzucker mittels grossen Zentrifugen abgetrennt, wobei der zurückbleibende Zuckersirup wieder in den Prozess zurückgeführt wird, um in den Dampfkesseln durch Animpfung erneut Kristallzucker zu erzeugen.

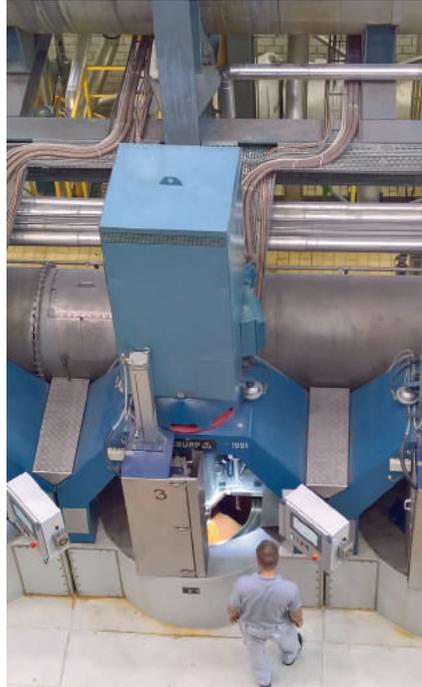


Abb. 6: Links: Die Schnitzel nach dem Häckselprozess enthalten ca. 15% Zucker. Rechts: In Zentrifugen wird bestehender Kristallzucker vom Zuckersirup abgetrennt. Der Zuckersirup wird zurück in den Prozess eingespiessen, der Kristallzucker getrocknet und gekühlt.

Am Ende wird der Weisszucker getrocknet und gekühlt schliesslich in die Lagersilos gebracht. Zu beachten ist, dass lediglich 15% des hergestellten Zuckers direkt in den Detailhandel und Gastronomie gelangt. Der Grossteil geht in die Lebensmittelindustrie ab.

Die spannende Exkursion wurde bei einem abschliessenden Zvieri intensiv beredet. Selbstverständlich gab es in Frauenfeld nur eine sinnvolle Option: Apfelküchlein... mit Zucker!

Autor:

Cyrill Brunner

Doktorand Institut für Pharmazeutische Wissenschaften ETHZ
Eidg. Dipl. Apotheker und MSc. Pharmazeutische Wissenschaften ETHZ
Matura an KS Wohlen
Seit 2010 im Vorstand der ANG tätig (Vorträge und Exkursionen)

«Ihre Treuhand-Anliegen sind bei uns in besten Händen.»

BDO Treuhand



Kontaktieren Sie unsere Experten:

BDO AG Entfelderstrasse 1, 5001 Aarau, Tel. 062 834 91 91

www.bdo.ch

Prüfung | Treuhand | Steuern | Beratung





GENTECHNIK-RECHT UND NEUE PFLANZENSCHUTZVERFAHREN

Ausgangslage

Definition «Gentechnisch veränderte Organismen» und rechtliche Konsequenzen

Das Gentechnikgesetz (GTG) [1] definiert GVO in Art. 5, Abs. 2 folgendermassen: «Gentechnisch veränderte Organismen sind Organismen, deren genetisches Material so verändert worden ist, wie dies unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt» [entspricht dem Wortlaut der EU-Richtlinien 2001/18/EG und 2009/41/EG].

Basierend auf dieser Definition und den Vorgaben des GTG werden in den verschiedensten Gesetzen Detailvorschriften abgeleitet:

Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen in der
Einschliessungsverordnung (ESV) [2] und Freisetzungsverordnung
(FrSV) [3]

Vorschriften im Lebensmittelrecht bezüglich Bewilligung von
GVO-Lebensmitteln und deren Deklaration

Koexistenzverordnung; diese wird gegenwärtig diskutiert und soll
künftig das Nebeneinander von Pflanzen regeln, welche mit und
ohne Gentechnologie gezüchtet worden sind.

Rechtswirksam ist auch das Moratorium für den Einsatz von GVO in der Landwirtschaft, welches kürzlich nach langer Debatte um weitere 4 Jahre verlängert worden ist. Die unterlegene Minderheit forderte gar ein zeitlich unbeschränktes Moratorium. Ferner hat die Definition aber auch Auswirkungen ausserhalb der Rechtssetzung, so etwa bei der landwirtschaftlichen Qualitätsdefinition, welche den Verzicht auf GVO als spezifisch Schweizerisches Qualitätsmerkmal definiert und propagiert.

Weiterentwicklung der Gentechnologie seit der Einführung des GTG

Entwicklung der Pflanzenzuchtverfahren: eine Abgrenzung GVO-«herkömmlich» ist schwierig, es ist ein Kontinuum entstanden

Das Gentechnikgesetz und die Definition des Begriffs GVO liegt über ein Jahrzehnt zurück. Inzwischen haben sich die Verfahren, deren Einsatz und Produkte rasant weiterentwickelt. Zusammengefasst hat dies folgende Konsequenzen:

Gentechnologie findet auf den verschiedensten Stufen der Pflanzenzucht Anwendung:

- zur Selektion der Pflanzen mit gewünschten Eigenschaften durch Sequenzanalysen.
Diese kommen sowohl bei herkömmlichen Kreuzungen wie auch bei der Erzeugung neuer Mutanten durch radioaktive Bestrahlung oder mutagene Wirkstoffe zur Anwendung;
- zur Beschleunigung des Generationenwechsels bei Fruchtbäumen durch früheres Blütenstadium.
Die Änderung wird bei den neuen Sorten wieder entfernt.
- Änderungen der Pflanzen durch Genom-Veränderungen, welche beispielsweise andere Wachstumseigenschaften, Herbizidresistenz oder Qualität der Erzeugnisse bewirken.

Bei gentechnischen Verfahren, welche die DNA verändern, können im Wesentlichen drei verschiedene Varianten unterschieden werden:

- Einbau einer neuen Gensequenz, welche die erwünschten Stoffwechseländerungen herbeiführt
- Umbau eines Gens. Dabei werden Gensequenzen herausgetrennt und andernorts wieder eingefügt.
- Ein/Ausschalten vorhandener Gensequenzen.

Bei den letzten beiden Verfahren ist die Zusammensetzung des Gens vor und nach der Veränderung gleich und analytisch kaum oder überhaupt nicht unterscheidbar, dessen Wirkung aber eine andere.

Die Zahl der Verfahren Pflanzenzuchtverfahren hat zugenommen.

Eine Übersicht über neue Züchtungstechniken bietet beispielsweise die Webseite «Naturwissenschaften Schweiz» [4]. Ein Quantensprung bezüglich Verfügbarkeit und Präzision stellt das CRISPR-Cas Verfahren dar, welches in Anlehnung an natürlichen Abwehrmechanismen entwickelt worden ist. Diese Methode wird die Entwicklung neuer Pflanzen entscheidend beschleunigen. Laufend werden neue Verbesserungen des CRISPR-Cas Verfahren entwickelt und publiziert, welche eine noch grössere Präzision ermöglichen.

Abgrenzung zwischen GVO und nicht GVO ist heute ein Kontinuum.

Bei verschiedenen Verfahren ist nicht mehr klar gegeben, ob es sich bei den Produkten um GVO handelt oder nicht. Dies lässt sich beispielsweise mit der Pfropfung herkömmlicher Reben auf eine GVO-Unterlage illustrieren; die Früchte stammen in diesem Fall von einem herkömmlichen Pflanzenteil, welcher von einem GVO mit spezifischen Stoffen alimentiert wird. Ein anderes Beispiel ist der sogenannte Plasmid-Transfer, welcher für gezielten Gentransfer genutzt werden kann, der aber auch in der Natur auftritt.

Die Art eingebauter Gene weist ein breites Spektrum auf.

Bei transgenetischen Veränderungen können natürliche Gensequenzen über die Artengrenze eingebaut werden, auch der Transfer synthetischer Gensequenzen ist möglich. Bei cis-genetischen Veränderungen werden Gene innerhalb derselben Art übertragen. Ein Beispiel dafür ist die Übertragung von Gensequenzen, welche bei Wildapfelsorten Robustheit gegenüber Feuerbrand bewirken, auf neue Apfelsorten.

NFP 59: eine umfassende Risiko-Nutzen Auslegeordnung

Seit der Einführung des Gentechnikgesetzes konnten Risiken und Nutzen in der Praxis erforscht werden. Gentechnisch veränderte Pflanzen werden in der Landwirtschaft seit nunmehr über 20 Jahren eingesetzt. In den USA werden 90 Prozent des Getreides, der Baumwolle und Soja mit gentechnisch veränderten Pflanzen produziert.

In der Schweiz wurden Nutzen und Risiken gentechnologisch veränderter Pflanzen im Auftrag des Bundesrates im Rahmen des Nationalfonds-Projektes NFP 59 [5] umfassend abgeklärt. Zusammenfassend wurden unter anderen folgende Schlussfolgerungen gezogen:

Bei Freilandversuchen zeigten sich vier negative Effekte,

- Resistenzen bei Zielorganismen
- Schädigung von Nichtzielorganismen
- Einschränkungen der Biodiversität
- Entstehung unerwünschter Unkräuter infolge übermässigen Einsatzes von Herbiziden.

Die identifizierten nachteiligen Effekte sind alle nicht typische Folgen der Gentechnik, sondern treten auch bei konventioneller oder nicht fachgerechter Landwirtschaft auf.

Bezüglich des Gesundheitsschutzes hält der Bericht aufgrund umfangreicher Recherchen fest, dass bisher keine negativen gesundheitlichen Folgen von kommerziell genutzten GVP nachweisbar sind. Die entsprechenden Produkte haben, im Gegensatz zu anderen Erzeugnissen, intensive Sicherheitsbewertungen bestanden. In einigen Fällen wirken sich GVO-Pflanzen günstig auf die Gesundheit von Mensch und Tier aus, weil weniger und schwächere Pestizide zum Einsatz gelangen. [6]

Der NFP59 – Bericht sieht im Einsatz der Gentechnologie folgenden potentiellen Nutzen:

positive gesundheitliche Auswirkungen durch geringere Belastung mit Pestiziden sowie neurotoxischen oder krebserregenden Mykotoxinen;

mögliche Verbesserung der Biosicherheit, da bei modernen GVO-Verfahren Veränderungen gezielter vorgenommen und kontrolliert und auch korrigiert werden können als bei den etablierten Zuchtverfahren mit mutagenen Substanzen oder radioaktiven Strahlen;

tiefere Produktionskosten. Die Erfahrungen in den Ländern mit GVO-Produktion zeigen, dass sich die Produktionskosten reduzieren lassen. In der Schweiz wäre dies beispielsweise durch Direktsaat möglich, welche auch ökologische Vorteile bietet.

Die über 30 Expertinnen und Experten fassten die Bilanz mit der Empfehlung zusammen, dass es gilt, Chancen zu nutzen, Risiken zu vermeiden und Kompetenzen zu erhalten.

**Kosten-Nutzen von gentechnisch veränderten Pflanzen:
nicht ökologische, sondern sozioökonomische Nachteile wegen
mangelnder Akzeptanz**

Der Bericht des Bundesrates bestätigt die Schlussfolgerungen des NFP 59 und bewertet die Möglichkeit, mit GVO eine umweltschonende Land- und Ernährungswirtschaft zu fördern, positiv. Wie bei allen Produktionsarten müssen die geeigneten Anbauverfahren gewählt werden, um eine langfristige Effizienz zu gewährleisten.

Sozioökonomische Nachteile stellen die gegenwärtig fehlende Akzeptanz der Konsumentenschaft sowie die Mehraufwendungen, welche sich aus der Forderung nach einer Warenflusstrennung ergeben.

Da in Zukunft wesentliche Fortschritte zu erwarten sind, empfiehlt der Bericht, die «Toolbox Gentechnik» als Option weiterhin zu erhalten und damit die Chancen für eine nachhaltige Form der Landwirtschaft zu wahren.

Moderne Pflanzenzuchtverfahren – ein umfassender Risiko-Ansatz ist fällig.

Die aktuelle GVO-Definition: direkter Weg ins Labyrinth des Bürokratie-Monsters.

Die Unterscheidung GVO-Herkömmlich ist keine Frage der Biosicherheit, sondern der Wahlfreiheit der Konsumentinnen und Konsumenten.

Die Schlussfolgerungen des NFP 59 sind gentechnisch veränderte Pflanzen nicht mit höheren Risiken behaftet als solche, welche mit herkömmlichen Zuchtverfahren erzeugt werden. Zusätzlich stellt der Bericht im Kommentar von Werner Arber fest, dass die Vorgänge des modernen Gentransfers von jenen der natürlichen Mutation nicht zu unterscheiden sind, eine Zusammenfassung unter dem Titel «Genomic Misconception» liefert Ammann [7]. Die Unterscheidung von GVO und herkömmlichen Erzeugnissen ist deshalb nicht eine Forderung der Biosicherheit und des Gesundheitsschutzes, sondern der Konsumenten, welche Wahlfreiheit zwischen GVO- und herkömmlichen Lebensmitteln fordern. Dementsprechend ist die Diskussion über Deklarations- und Sicherheitsanforderungen getrennt zu führen. Bei der Deklaration wird heute zwischen drei Kategorien unterschieden:

- «ohne Gentechnik hergestellt». Dies setzt einen Nachweis voraus, dass bei der ganzen Produktionskette keine Gentechnik zur Anwendung gekommen ist.
- keine Deklaration. Das betroffene Produkt ist herkömmlich hergestellt worden, wobei eine geringe, technisch unvermeidbare Vermischung toleriert wird. Ebenfalls in diese Kategorie fallen hochverarbeitete Produkte wie beispielsweise Lecithin, welches zwar von gentechnisch veränderten Organismen stammt, aber keine DNA enthält und weniger als 0.9 Massenprozent des Lebensmittels ausmacht.

- GVO. Das Erzeugnis enthält gentechnisch veränderte Organismen.

Freisetzungsverordnung, Einschliessungsverordnung und Koexistenzverordnung haben das Ziel, eine unkontrollierte Verbreitung von GVO zu verhindern, um diese Wahlfreiheit auch in Zukunft zu gewährleisten. Um dieser Forderung nachzukommen, müsste allerdings klar sein, was ein GVO ist und was nicht.

Probleme und Herausforderungen für die Festlegung und Umsetzung von Bestimmungen für GVO

Bei der Weiterführung der heute geltenden Bestimmungen sowie bei der allfälligen Festlegung der Koexistenzverordnung zeichnen sich eine Reihe von Problemen ab:

Offen ist die Frage einer GVO-Deklaration bei Erzeugnissen ohne veränderte Gene. Werden bei Zwischenstufe Gene ein- und später wieder ausgekreuzt, müssen die Endprodukte zumindest bei extensiver Auslegung der heutigen Bestimmung als GVO bezeichnet werden, obwohl die Produkte keine veränderten Gene enthalten. Allerdings legt Art. 9a der Verordnung über Vermehrungsmaterial schon heute im Widerspruch zur gesetzlichen Definition fest, dass dieses von der Deklarationspflicht ausgenommen ist.

In der Fachwelt besteht zumindest bei einem Teil der Techniken keine Einigkeit darüber, ob diese unter die GVO-Definition fallen oder nicht: bei verschiedenen Verfahren kann die Frage, ob diese in der Natur vorkommen, nicht klar beantwortet werden. Dies ist übrigens grundsätzlich nicht möglich, weil die Nicht-Existenz eines Vorgangs in der Natur nie abschliessend bewiesen werden kann. Auf die absurde Unterscheidung von «natürlicher» und «künstlicher» Zucht-Technik weist Tagliabue anhand zahlreicher Beispiele hin [8].

Kyntd et. al zeigt in ihrer Publikation auf, dass es «natürliche» transgene Lebensmittel-Pflanzen gibt. Im Falle von Süsskartoffeln liess sich nachweisen, dass Gene in Urzeiten von *Agrobacterium*

rhizogenes und *Agrobacterium tumefaciens* übertragen worden sind [9/10].

Da keine klare Begriffsdefinition möglich ist, herrscht grosse Diversität bei den nationalen Beurteilungen, was unter GVO zu verstehen ist und wie entsprechende Produkte beurteilt werden sollen. Kanada beschränkt sich produkteorientiert auf Verfahren nach ihrem potentiellen Risiko, unbesehen ob das nun Sorten sind, die nach konventionellen oder biotechnologischen Verfahren hergestellt wurden, in den USA hat man viele Sorten von der Regulierung ausgeschlossen und ist dann aber besonders streng in Massnahmen, wenn konkrete negative Ereignisse auftreten, in der EU streiten sich die Experten, welche Verfahren zu GVO führen und welche nicht und ob man nun die Gesetzgebung anpassen soll oder nicht.

Zahlreiche Verfahren hinterlassen keine analytisch nachweisbaren Spuren mehr. Das Lebensmittelrecht setzt bei seinen Bestimmungen allerdings nicht für alle Bestimmungen deren analytische Überprüfung voraus, vielfach wird auf die administrative Rückverfolgbarkeit gesetzt. Diese wird im vorliegenden Fall indessen durch die vorerwähnten unterschiedlichen nationalen und internationalen Regelungen stark erschwert.

Mit der heutigen Begriffsdefinition dürften in der Landwirtschaft mit modernen Zuchtverfahren gewonnene Pflanzen (z.B. herkömmliche Apfelbäume, die mit GVO-Zwischenstufen gezüchtet worden sind) nur in eigens bezeichneten Gebieten angepflanzt und als GVO-Erzeugnisse in Verkehr gebracht werden. Dasselbe gilt für Sorten, bei denen mit cis-Genetik arteigene Gene mit dem natürlichen *Agrobakterium tumefaciens* als Trägerorganismus eingebracht werden, etwa zur Steigerung der Feuerbrand-Robustheit.

Diese Probleme führen zu einer erheblichen Rechtsunsicherheit. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Umsetzung der heutigen prozess-orientierten Bestimmungen nicht oder nur mit sehr grossem

Aufwand möglich und bezüglich Risikobewertung nicht zielführend ist. Für die Produzenten bewirkt die heutige Regelung eine Selbstdiskriminierung gegenüber Ländern wie USA und Kanada, welche produktorientierte Ansätze kennen. Ausserdem führen die heutigen Begriffsdefinitionen und Regelungen zu falschen Vorstellungen bei der Konsumentenschaft.

Die Auswirkungen der Gene sind entscheidend, nicht deren Entstehung

Produkte- versus Prozessbeurteilung

Was ist gefährlicher? Zwanzig mit *Yersinia Pestis* infizierte Ratten, die durch ihre Gänge in eine Siedlung eindringen, oder 20 Meerschweinchen einer neuen Rasse, die mit einem Lieferwagen antransportiert werden? Aus Sicht der Prozessbeurteilung handelt es sich bei den Ratten um einen natürlichen, bei den Meerschweinchen um einen unnatürlichen Transport von genetischem Material, weshalb diesem grössere Aufmerksamkeit gewidmet werden müsste.

Der Vergleich mag in manchen Punkten hinken, bei der Beurteilung neuer Zuchtformen muss indessen deren Risiko-Auswirkung auf Umwelt und Gesundheit an erster Stelle, die Art der Zuchtmethode allenfalls zur Absicherung dieser Bewertung mitberücksichtigt werden. Die primäre Beurteilung des Produkts ist schon deshalb angezeigt, weil sich mit konventionellen Zuchtmethoden und Artentransfer gleichartige Wirkungen und Risiken in sich tragen wie bei GVO:

- mit natürlichem Plasmid-Genstransfer lässt sich Herbizidresistenz von resistenten Unkräutern auf Sonnenblumen übertragen;
- unkontrollierte invasive Ausbreitung von Pflanzen ist nicht bei GVO, sondern bei Neophyten zu verzeichnen;
- unbeschränkte Pflanzen lassen sich auch auf herkömmliche Weise züchten. Kreuzt man beispielsweise Tomaten und Tabak, so weisen die Früchte der neuen Sorte einen Nikotingehalt auf, der tödlich sein kann.

Bei der Bewertung selbst können spezifische Punkte der Prozessrisiken in die Abklärungen mit einbezogen werden. Das künftige Lebensmittelrecht geht klar in diese Richtung, werden doch neuartige Lebensmittel einer Beurteilung unterworfen, unabhängig ob es sich um GVO oder andere Erzeugnisse handelt. Dieser Ansatz trägt dem kontinuierlichen Übergang zwischen herkömmlichen und neuen Zuchtmethoden Rechnung. Die meisten Akademien und wissenschaftlichen Organisationen gehen jetzt aus von einer produkte-orientierten Regulierung, die aber die Prozesse immer mitberücksichtigt. In Kanada hat man diesen Ansatz bereits eingeführt und macht gute Erfahrungen damit. Relevanz-Abklärung: Ausgangspunkt jeder Risikobewertung. [11/12]

Damit die ohnehin begrenzten Ressourcen für Risikobewertung zielgerichtet eingesetzt werden können, ist es wichtig, diese auf die relevantesten Punkte zu konzentrieren. Bei sämtlichen neuen Produkten, seien sie durch einfache oder gentechnisch unterstützte Selektion, mutagene Substanzen, radioaktive Bestrahlung oder gezielte Veränderung des Genoms entwickelt worden, gilt es, das Ausmass möglicher Auswirkungen neuer Erzeugnisse auf Umwelt und Gesundheit abzuklären. Für die als relevant erkannten Risiken bedarf es einer vertieften Abklärung. Ein solches Verfahren hat Kanada gleichermassen für GVO und andere neue Nahrungsmittel eingeführt. [13]

Im Zuge der Relevanzabklärung ist die Frage zu beantworten, inwieweit die Entwicklungsprozesse risikorelevant sind, um darauf abgestimmt die Bearbeitungstiefe festzulegen. Bei der Einstufung sind Erfahrungswerte einzubeziehen, d.h. für Erzeugnisse, die andernorts seit Jahrzehnten problemlos produziert werden, können die Risiken und Unsicherheiten tiefer eingestuft werden als für gänzlich unbekannte Organismen mit völlig neuen Eigenschaften. Die Schweiz hat mit der Unterzeichnung des Cartagena Protocol on Biosafety bereits diesen Grundsätzen, welche in Art. 7.4 festgehalten sind, zugestimmt. [14]

GVO-differenzierte Risikobewertung nach je nach Art der Veränderung

Um die Risikorelevanz von gentechnischen Veränderungen einzustufen, sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

Methode der Änderung: indirekte Veränderung ohne direkte Reaktion mit der DNA; Veränderung mit vorübergehendem Einbau einer neuen Gensequenz in die DNA; dauernder Einbau in die DNA. Ausmass und Präzision der Veränderung. Es sollte zwischen kleinen, mittleren und grossen Veränderungen des Erbguts unterschieden werden. Dies ist schon deshalb gerechtfertigt, weil auch ohne Eingriff der Gentechnologie die DNA dynamischen Änderungen und Reparaturen unterworfen ist.

Art des eingebauten Erbguts. Gerade im Hinblick auf die Fragen rund um die Freisetzung ist es ein Unterschied, ob arteigene Gene (cis-Genetik) oder artübergreifende (trans-Genetik) eingesetzt werden. Jüngstes Beispiel für cis-Genetik sind Gene alter Apfelsorten, welche in neue transferiert werden, um die Robustheit gegen Feuerbrand zu steigern.

Ein wissenschaftlicher Ansatz in dieser Richtung stellt die «Dynamically Scalable Regulation» dar, wie Wolt [15] und auch von Podevin [16] aufzeigen. Beide gehen davon aus, dass Erzeugnisse sicher sein sollen, wobei sich der Aufwand für die Risikobewertung verhältnismässig sein muss und Innovation nicht behindern darf.

Mögliches Vorgehen für die Schweiz, Schlussfolgerungen Abwarten oder proaktive Rolle?

Falls sich die Schweiz auf den sogenannten «autonomen Nachvollzug» konzentriert, muss sie warten, bis die EU ihre Entscheidungen getroffen hat. Zwischen den verschiedenen EU-Staaten bestehen noch Differenzen, deren Bereinigung nicht abzusehen ist. Ausserdem betreiben gegenwärtig zahlreiche Expertengremien grossen Aufwand, um bei den einzelnen Verfahren festzulegen, ob es sich bei den Erzeugnissen um GVO handelt oder nicht. Damit liegt der Fokus auf Detailfragen statt auf der Gesamtsicht. Bei früheren Gelegenheiten hat die Schweiz allerdings eine proaktive Rolle übernommen und der EU Impulse vermittelt. Das könnte sie auch heute noch mit einem Kompromiss-Vorschlag der «Dynamically Scalable» Regulierung. Schon im Hinblick auf den nächsten Entscheid über das nun schon mehrmals verlängerte Moratorium empfiehlt es sich deshalb, nicht auf die EU zu warten, sondern auf wissenschaftlich klaren Grundlagen und den Empfehlungen des NFP 59 die nötigen Schritte in die Wege zu leiten.

Schlussfolgerungen

Wie im NFP 59 und weiteren Gutachten festgehalten, bietet die Gentechnologie Chancen für eine nachhaltige und ertragssichere Landwirtschaft in der Schweiz. Nachdem mit grossem Aufwand das NFP59 abgewickelt worden ist, sollten nun endlich die darin festgehaltenen Empfehlungen und weitere, inzwischen gewonnene Erfahrungen umgesetzt werden, insbesondere

- eine Verschiebung des Beurteilungsschwerpunktes von der Prozess- zur Produkt-Betrachtung für alle neuen Erzeugnisse

- Differenzierte Berücksichtigung des Prozesses auf der Basis dessen Risikorelevanz.

- Einbezug der Erfahrungen, welche heute für zahlreiche Produkte vorliegen.

- eine Berücksichtigung des kontinuierlichen Übergangs von herkömmlichen und neuen Zuchtmethoden durch Positiv-Formulie-

rung und eine allgemeine Umschreibung der verschiedenen Verfahren. Ein solcher Ansatz ist auch offen für künftige neue Methoden.

eine klare Abgrenzung zwischen Konsumentenangelegenheiten bezüglich Wahlfreiheit und Fragen des Gesundheits- und Umweltschutzes. Damit soll auch die Voraussetzung praktikabler Vorgaben für die Koexistenz herkömmlicher und gentechnischer Zuchtmethoden ermöglicht werden, z.B. mit entsprechenden Mengenschwellen. verhältnismässige Massnahmen in allen Bereichen aufgrund wissenschaftlich sachlicher Bewertungen.

Letztlich geht es darum, nicht Mythen fortzuschreiben, sondern Entscheide auf vielfach verifizierten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu treffen und die sich daraus ergebenden Chancen wahrzunehmen.

Autor:

Urs Klemm

Ich bin Dr. phil II, Lebensmittelchemiker, habe am KL Aarau die Spurenanalytik modernisiert, anschliessend bei der Gruner Gruppe Umwelt und Ökologie aufgebaut. Beim BAG war ich für die Lebensmittelsicherheit in der Schweiz verantwortlich wobei die Einführung der GVO Produkte und auch die BSE-Krise in meine Amtszeit fiel. Beim Codex Alimentarius habe ich das Komitee geleitet, welches den ersten Standard für «Bottled Water» definiert hat. Später war ich Senior Scientific Officer bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) sowie European Coordinator des Codex Alimentarius. Seit meiner Pensionierung arbeite ich als Experte und bin Mitglied der Eidgenössischen Kommission für biologische Sicherheit. Dort leite ich ein Projekt für eine wissenschaftlich fundierte Einstufung von Bio-Risiken.

Fussnoten/Quellen:

[1] 814.91

[2] 814.912

[3]814.911

[4] https://naturwissenschaften.ch/topics/green_genetic_engineering/culture/new_breeding_techniques

[5] Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen, Nationales Forschungsprogramm 59 www.nfp59.ch

[6] NFP 59, 3.1 «Gesundheitliche Aspekte gentechnisch veränderter Pflanzen mit Relevanz für die Schweiz http://www.nfp59.ch/d_resultate.cfm?kat=14

[7] Klaus Ammann, Genomic misconception, an old and important mistake in the regulation of GM crops http://www.academia.edu/26132016/Genomic_misconception_an_old_and_important_mistake_in_the_regulation_of_GM_crops

[8] Giovanni Tagliabue «The meaningless pseudo-category of «GMOs»» Wiley Online Library 12. November 2015 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.15252/embr.201541385/full>

[9] Tiny Kyndt et al. «The genome of cultivated sweet potato contains Agrobacterium T-DNAs with expressed genes: An example of a naturally transgenic food crop» <http://www.ask-force.org/web/Genomics/Kynth-Genome-Cultivated-Sweet-Potato-Naturally-Transgenic-2015>

[10] Matveeva, T. V. and Sokornova, S. V. (2017) Biological Traits of Naturally Transgenic Plants and Their Evolutional Roles Russian Journal of Plant Physiology 64 5 635-648 pp ISBN/1021-4437 <Go to ISI>://WOS:000407972300001 and <http://www.ask-force.org/web/Genomics/Matveeva-Biological-Traits-Naturally-Transgenic-Plants-their-evolutionary-Roles-2017.pdf>

[11] Price, W. D. and Underhill, L. (2013) Application of Laws, Policies, and Guidance from the United States and Canada to the Regulation of Food and Feed Derived from Genetically Modified Crops: Interpretation of Composition Data Journal of Agricultural and Food Chemistry 61 35 8349-8355 pp ISBN/0021-8561 <http://dx.doi.org/10.1021/jf401178d> AND <http://www.ask-force.org/web/Genomics/Price-Underhill-Application-Laws-Canada-Regulation-2013.pdf>

[12] Smyth, S. J. (2016) Canadian regulatory perspectives on genome engineered crops GM Crops & Food 13-21 pp ISBN/2164-5698 <http://dx.doi.org/10.1080/21645698.2016.1257468> AND <http://www.ask-force.org/web/Genomics/Smyth-Canadian-regulatory-perspectives-genome-engineered-crops-2017.pdf>

[13] The Regulation of Genetically Modified Food, Government of Canada <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/science-research/reports-publications/biotechnology/regulation-genetically-modified-foods.html>

[14] Text of the Cartagena Protocol on Biosafety Article 7.4 <https://bch.cbd.int/protocol/text/>

[15] Wolt et. al, "The Regulatory Status of Genome-edited Crops" Plant biotechnology Journal s. 1-9, 2015, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.12444/full>

[16] Nancy Podevin et. al, «Transgenic oder not» No simple answer!" Wiley Online Library <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/embor.2012.168/full>

EAGLEPOWER



100% reiner Wasserstrom.

Naturstrom, produziert im Eniwa Kraftwerk
an der Aare.



Eniwa AG · Industriestrasse 25 · CH-5033 Buchs AG
T +41 62 835 00 10 · info@eniwa.ch · www.eniwa.ch

eniwa



D

PATIENT NAME
TIME
BP
HR
RR
SpO2
TEMP
GLUCOSE
PAIN
PAIN IV MEDS CHECKS
MISC CHECKS

PATIENT TO

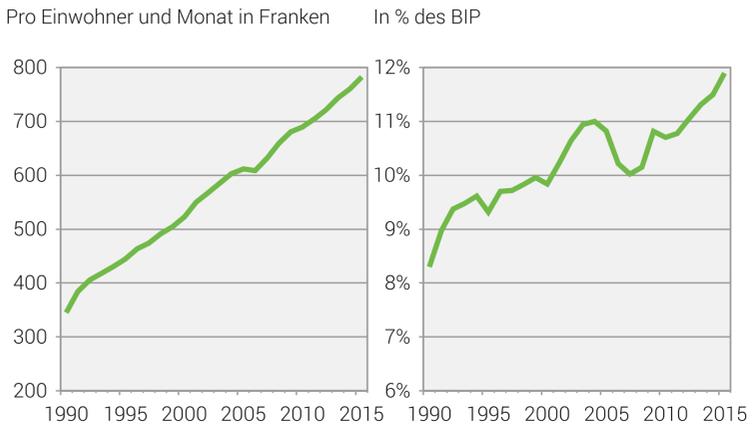
We provide high quality patient care through our commitment to excellence.

INTEGRIERTE VERSORGUNG IM SCHWEIZERISCHEN GESUNDHEITSWESEN

Jeden Herbst überbieten sich die Medien mit Artikeln und Beiträgen über die steigenden Krankenkassenprämien und über die «Explosion der Gesundheitskosten». Die Autoren dieser Publikationen sind sicher keine Naturwissenschaftler. Ein Naturwissenschaftler versteht unter einer Explosion eine rasche Freisetzung einer sehr grossen Menge Energie, während die Gesundheitskosten in den letzten 30 Jahren linear angestiegen sind (siehe Abbildung 1), was nichts mit einer Explosion gemeinsam hat.

Jenseits von effekthascherischem, journalistischem Defätismus zeigt die genannte Abbildung jedoch auch, dass die Kosten des schweizerischen Gesundheitswesens auch im Vergleich zum Bruttoinlandprodukt über die letzten drei Jahrzehnte fast linear angestiegen sind. Vereinfacht kann man also sagen, dass ein immer grösserer Teil der wirtschaftlichen Leistung zur Finanzierung des Gesundheitswesens benötigt wird. Die Gründe dafür sind vielfältig und deren Analyse würde den Rahmen dieses Artikels bei weitem sprengen.

Entwicklung der Gesundheitsausgaben



Quellen: BFS – Kosten und Finanzierung des Gesundheitswesens, VGR, ESPOP, STATPOP

© BFS 2017

Abb. 1: Entwicklung der Gesundheitsausgaben von 1990 bis 2015

Ein bereits bestens bewährtes Mittel, das Wachstum der Gesundheitskosten einzudämmen, ist die integrierte Versorgung. Darunter versteht man eine Patientenversorgung mit guter Vernetzung aller Fachdisziplinen, um die Versorgungsqualität zu verbessern und gleichzeitig die Kosten zu senken.

Leider wird dieser Begriff von verschiedenen Akteuren im Gesundheitswesen unterschiedlich interpretiert und häufig missbräuchlich verwendet. So bieten viele Krankenversicherungen ein undurchsichtiges Dickicht an verschiedenen Versicherungsmodellen an, die eine integrierte Versorgung manchmal nur vortäuschen.

Diese Modelle gewähren oft hohe Rabatte. Berichte und Daten über die Versicherten werden aber unter den verschiedenen Berufsgruppen nicht ausgetauscht. Das Geschäftsmodell besteht dabei in einer Selektion guter Risiken, da diese Versicherungsmodelle den Zugang zu einer ärztlichen Versorgung erschweren, zum Beispiel weil sich der Versicherte zuerst bei einem Callcenter melden muss. Diese Einschränkungen nehmen trotz hoher Prämienrabatte nur gesunde Versicherte in Kauf.

Ein besonderer Etikettenschwindel sind die «Listenmodelle», bei denen Ärzte ohne ihr Wissen und ohne einen Vertrag von den Krankenkassen auf eine Liste gesetzt werden, aus welcher die Versicherten dann ihren Hausarzt auswählen können. Diese «Pseudohausarztmodelle» bieten aber nicht die Vorteile eines echten Hausarztmodells. Ausserdem können auch Ärzte auf diese Liste gelangen, welche einen Patientenaufnahmestopp haben, da kein Vertrag mit der Krankenkasse besteht. Versicherte stehen dann im Krankheitsfall möglicherweise ohne verfügbaren Hausarzt da, und merken erst dann, dass sie einem Etikettenschwindel aufgesessen sind. Wenn Sie bei einer Überweisung zu einem Spezialisten zusätzlich eine Papier-Überweisung ausfüllen müssen, dann sind Sie mit grosser Wahrscheinlichkeit ebenfalls nicht in einem echten Hausarztmodell.

Echte integrierte Versorgung findet dagegen durch Ärztenetze statt. Dies sind Zusammenschlüsse von Ärzten, die als juristische Person direkt mit den Krankenversicherern Verträge aushandeln und als gesamtes Netzwerk eine finanzielle Mitverantwortung für die Behandlungskosten übernehmen.

Dieses Modell hat für die Versicherten aus ökonomischer und medizinischer Sicht nur Vorteile. Aufgrund der finanziellen Mitverantwortung des Ärztenetzes werden unnötige und teure Behandlungen nicht durchgeführt und es werden günstige Medikamente verschrieben, was zu einer deutlichen Kostenersparnis führt, welche in Form von Prämienrabatten an die Versicherten weitergegeben werden.

Trotzdem besteht nicht die Gefahr einer Unterversorgung. Denn für den einzelnen Arzt besteht keine Kostenmitverantwortung. Der Arzt profitiert deshalb nicht, wenn er notwendige medizinische Leistungen unterlässt. Er geht aber das Risiko eines Vertrauensverlustes und hoher Kosten durch Notfallkonsultationen aufgrund verpasster Diagnosen ein, was für den Arzt eine geringere Vergütung durch das Ärztenetz bedeuten kann.

Eine Verbesserung der Behandlungsqualität ist, vor allem für Patienten mit chronischen Erkrankungen, durch diverse Studien gut dokumentiert. Dies zeigt sich durch seltenere und kürzere Spitalaufenthalte, weniger Rehospitalisationen nach Spitalaufenthalten und auch eine verbesserte Patientenzufriedenheit [2]. All dies dürfte in erster Linie auf die zentrale Rolle des Hausarztes als «Gatekeeper» und Koordinator zurückzuführen sein. Dieser führt eine zentrale Dokumentation mit den Berichten von allen Beteiligten des Behandlungsteams und ist der erste Ansprechpartner für alle Probleme. Er koordiniert die Behandlungen bei komplexen Problemen und vermeidet Doppelspurigkeiten und verhindert Informationsverluste an Schnittstellen zum Beispiel nach einem Spitalaustritt.

Zusätzlich verpflichten sich die Mitglieder von guten Ärztenetzen zu einer Fortbildungstätigkeit zum Beispiel im Rahmen von Qualitätszirkeln, die weit über dem von der Ärzteverbinding FMH geforderten Minimum liegt. Auch eine externe Qualitätszertifizierung der Arztpraxis ist oftmals Voraussetzung für die Aufnahme in ein Ärztenetz. Ebenso wird auf die Fortbildung der medizinischen Praxisassistentinnen wertgelegt.

Autor:**Dr. med. Dominik Weber**

Facharzt für Allgemeine Innere Medizin FMH

seit 2017 Hausarzt im Ärztezentrum Buchs AG und Oberarzt im Lindenfeld Suhr
2012-2017 Weiterbildung als Assistenzarzt in Innerer Medizin, Geriatrie, Dermatologie,
Chirurgie, Ultraschall, Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Hausarztmedizin
2013 Dissertation an der Universität Zürich
2012 Medizinisches Staatsexamen an der Universität Zürich
2006 Matura an der Neuen Kantonsschule Aarau

Quellen:

[1] Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/querschnittsthemen/wohlfahrtsmessung/indikatoren/gesundheitsausgaben.html>

[2] Martinez-Gonzalez A.N., Berchtold P., Ullman K., Busato A., Egger M., Integrated care programmes for adults with chronic conditions: a meta-review. *International Journal for Quality in Health Care*, 2014 Oct;26(5):561-70



NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT FÜR EINMAL ANDERS

Ein paar Männer rund um Heinrich Zschokke haben 1811, also vor über 200 Jahren, in Aarau die Aargauische Naturforschende Gesellschaft (ANG) gegründet. Ziel der ANG ist das Verständlichmachen von wissenschaftlichen Inhalten wie z.B. Gentechnologie, Kernenergie, Luftbelastung, vernetzte Umwelt. An Vorträgen, an Exkursionen wird dieses Wissen vermittelt und in der Vereinszeitschrift ANG Fokus sowie in den Mitteilungsbänden werden wissenschaftliche Abhandlungen abgedruckt.

Seit 2013 werden im Rahmen der ANG Schulprojekte elementare naturwissenschaftliche Erkenntnisse zusätzlich in Primarschulen vermittelt. Fachleute der ANG zeigen Schülern und Schülerinnen von der vierten bis zur sechsten Klasse, wie man beim Experimentieren vorgeht. Man denkt sich ein Experiment aus, beschafft sich die notwendigen Geräte, beschreibt ein mögliches Resultat (Hypothese), führt das Experiment aus und protokolliert alles genauestens. Dieses Protokoll dient als Vorlage für eine Wiederholung, aber auch, damit Kollegen das gleiche Experiment durchführen können. Mit seinem Einsatz möchte das ANG-Schulteam die Freude für angewandte Naturwissenschaften wecken. An verschiedenen Schulen im Aargau kamen Kinder in den Genuss von Experimenten.

Dank dem Entgegenkommen der Schulleitung der Alten Kantonsschule in Aarau konnten nach den Herbstferien unter dem Namen «ANG Forschertage» nicht nur ganze Schulklassen vom Erfahrungsschatz der ANG-Leute profitieren. In einem Schulzimmer stellten sich die Experten an drei Samstagmorgen während zweieinhalb Stunden zur Verfügung, um mit dreizehn interessierten Knaben und zwei Mädchen aus verschiedenen Primarschulklassen aus der erweiterten Region von Aarau Experimente durchzuführen.

Durchgeführte Experimente

In einer ersten Experimentierreihe konnten die Experimentierenden feststellen, dass 50 Milliliter (ml) Wasser und gleichviel Alkohol nicht 100 ml ergeben, wie wenn zwei Mal 50 ml Wasser zusammengegeben werden. Da die kleinsten Teile von Alkohol grösser sind als diejenigen von Wasser, können die Wasserteilchen in die Zwischenräume der Alkoholteilchen schlüpfen und so das Gesamtvolumen verkleinern. Mit einem Modellversuch mit grossen Erbsen und kleinen Senfkörnern wurde dieses Phänomen anschaulich bewiesen.

Bei der zweiten Versuchsreihe ging es darum festzustellen, wie sich ein Tintentropfen im warmen und im kalten Wasser verhält. Die Experimentierenden beobachteten, dass sich der Tintentropfen schneller im warmen Wasser vermischt, während im kalten Wasser die Tinte noch lange sichtbar ist. Sie stellten fest, dass sich kleinste Teile bewegen und in warmer Umgebung stärker als in kalter.



Unterschied: Tinte im Wasser (Tinte im warmen Wasser aufgelöst, Tinte im kalten noch sichtbar)

Die nächste Aufgabe bestand darin, eine Büroklammer flach auf die Wasseroberfläche zu legen. Durch die Wasserhaut an der Oberfläche (Oberflächenspannung) schwamm diese, bis mit einem Tropfen Waschmittel diese Haut zerstört wurde und die Büroklammer im Wasser versank.



Mit ruhiger Hand wird die Büroklammer auf die Wasseroberfläche gelegt



Büroklammern schwimmen auf der Wasseroberfläche

Beim nächsten Experiment entdeckten die Kinder, dass es Stoffe gibt, die im Wasser schwimmen, solche die versinken und solche, die im Wasser aufgelöst werden. Die Stoffe Sonnenblumenkerne, Eisenpulver, Kies und Kochsalz konnten mit Sieb, Faltenfilter, Magnet oder Pinzette aus dem Wasser abgetrennt werden. Beim gelösten Kochsalz musste das Wasser verdampft werden, um das Kochsalz wieder zurück zu gewinnen.



Getrennte Stoffe sind im Uhrglas

Mit diesem Grundlagenwissen konnten die Kinder am dritten Versuchstag die Abtrennung von Einzelstoffen aus Stoffmischungen durchführen. Es galt eine gute Reihenfolge zum Gewinnen der reinen Stoffe herauszufinden und dann auszuführen.

Zum Abschluss des Kurses wurden von den ANG-Fachleuten zusammen mit den Schülern Experimente mit Trockeneis durchgeführt. Trockeneis ist Kohlendioxidgas (CO_2) in festem Zustand. Man erhält Trockeneis durch maschinelles Abkühlen von CO_2 auf ca. minus 78 Grad Celsius.

Da das CO_2 -Gas schwerer ist als Luft, sinkt es in einem Becherglas auf den Boden und verdrängt dabei den Luftsauerstoff im Glas. Stellt man vorgängig eine brennende Kerze in ein Becherglas, so wird die Flamme aufgrund des Sauerstoffmangels sofort gelöscht.

Den Abschluss des Kurses erlebten die Schülerinnen und Schüler in einem durch CO_2 und Wasser erzeugten Nebel.

Fortsetzung

Die erfolgreichen ANG Schulprojekte werden auch im nächsten Jahr weitergeführt. Es ist auch eine Fortsetzung der ANG Forschertage geplant. Schüler und Schülerinnen der 4. bis 6. Klasse können ihr Interesse unter schulprojekte@ang.ch anmelden. Sie werden kontaktiert, sobald die Termine bekannt sind.

SIE SURFEN MIT UNS.



Das Kernkraftwerk Gösgen produziert Strom für 1,5 Millionen Schweizer Haushalte. Besuchen Sie unsere Ausstellung oder machen Sie eine Werksbesichtigung.

Telefon 0800 844 822, www.kkg.ch

Kernkraftwerk  Gösgen



KAMBODSCHA - EIN LAND MIT VIELEN GESICHTERN

Kambodscha oder korrekter das Königreich Kambodscha ist am Golf von Thailand in Südostasien gelegen und befindet sich zwischen Thailand, Laos und Vietnam (Abb. 1). Auf einer Fläche von 181.040 km² (ca. viereinhalbfache Fläche der Schweiz) leben 16 Millionen Kambodschaner, welche sich selbst als Khmer bezeichnen [1].



Abb. 1: Landeskarte von Kambodscha mit den umliegenden Ländern (Quelle: Wikipedia).

Die Khmer

Unser erster Kontakt mit den Khmer war ein äusserst positiver. Nachdem sich meine Freundin und ich weigerten, der Reiseleitung einen unangekündigten Aufpreis für die Überquerung der Landesgrenze auf dem Mekong (längster Fluss in Südostasien) von Vietnam nach Kambodscha zu bezahlen, überquerten wir die Grenze mit dem Rucksack auf dem Rücken auf dem Landweg. Auf der anderen Seite warteten wir auf den Minivan, ein für lokale Bedürfnisse eher mittelklassiger Wagen mit einer zersprungenen Frontscheibe. Zusammen mit zwei Touristinnen aus Deutschland setzten wir uns gezwungenermassen in den Wagen und bewegten uns in Richtung der Hauptstadt Phnom Penh. Wie sich herausstellte, verdiente sich der Fahrer noch ein kleines Taschengeld dazu, indem er lokale Khmer auf den leer gebliebenen Sitzen mitfahren liess. Eine geschätzt 25-jährige Khmer stieg in den Wagen. In den Händen hielt sie eine Tasche mit grünen Mangos (eine sehr schmackhafte, oft in Salaten verwendete etwas spezielle, härtere Mangosorte), von welcher sie uns gleich mittels Zeichensprache eine anbot. In Erwartung, dass wir ihr diese abkaufen sollten, holten wir etwas Geld aus dem Portemonnaie, welches aber sofort von der Frau mit einem grossen Lächeln auf dem Gesicht abgelehnt wurde. Als wir uns auch noch ungeschickt anstellten beim Schälen der harten Frucht nahm sie uns das Schweizer Sackmesser aus der Hand und präparierte uns die Frucht mit grossem Geschick gleich selber. Die hilfsbereiten und freundlichen Khmer waren uns also auf Anhieb sehr sympathisch. Man fühlt sich in Kambodscha trotz der teils grassierenden Armut kaum unsicher, da mehr als 95 % der Bevölkerung praktizierende Buddhisten sind und das Alltagsleben allgemein stark mit dem Buddhismus verbunden ist. Weil wer anderen Unheil bringt, wird gemäss dem Glauben im nächsten Leben vielleicht als Grille auf die Welt kommen.

Phnom Penh und Rote Khmer

Die Hauptstadt von Kambodscha mit ihren 1.5 Millionen Einwohnern ist eine lebhafteste Stadt. Wenn man die Sehenswürdigkeiten der Stadt besichtigen möchte, trifft man aber unweigerlich auf ein sehr düsteres Kapitel in der Geschichte von Kambodscha: Das totalitäre Terrorregime der Roten Khmer, welches unter Pol Pot (auch als Bruder Nr. 1 bekannt) Kambodscha von 1975 bis 1979 kontrollierte und für ca. eine Million Tote (ca. ein Siebtel der damaligen Bevölkerung [2]) verantwortlich ist. Ziel des Regimes war es, das Land in einen sozialistischen Bauernstaat zurück zu verwandeln. Gelehrte, Mönche, aber auch schon wer des Lesens und Schreibens mächtig war oder eine Brille trug, war dem Regime ein Dorn im Auge, worauf diese «verschwanden» und in umfunktionalisierten Schulen und Klöstern gefoltert wurden, bis diese «Geständnisse» über eine Kooperation mit ausländischen Geheimdiensten wie der CIA ablegten. Danach wurden diese auf sogenannte «killing fields» gebracht, wo die Gefangenen mitsamt der gesamten Familie hingerichtet wurden. Das in Phnom Penh stehende UNESCO-Weltkulturerbe Tuol-Sleng-Genozid-Museum, welches als Gefängnis S-21 bekannt war, ist ein ehemaliges Gymnasium, welches von der Roten Khmer als Folterzentrum genutzt wurde (Abb. 2) [3]. Das Museum zeigt einige der über 15'000 schrecklichen Schicksale auf, welche in dieser Einrichtung gefoltert und getötet wurden. Eine Erfahrung, welche einen so schnell nicht mehr verlässt.



Abb. 2: UNESCO-Weltkulturerbe Tuol-Sleng-Genozid-Museum in Phnom Penh



Abb. 3: Tuck-Tuck-Fahrer Radi (oben);
Schweinetransportanhänger (unten links); Mofa verwendet als Umzugsfahrzeug (unten rechts)



Kampot und Kep

Nachdem wir einige Tage in Phnom Penh verbracht hatten, sind wir in einen Bus gestiegen, welcher uns nach Kampot brachte. Direkt am Golf von Thailand gelegen, ist dies eine ländliche Gegend, in welcher Landwirtschaft (vor allem Reis- und Pfefferanbau) das Leben der lokalen Bevölkerung prägen. Bereits in der Kolonialzeit war das aufgrund des Mineraliengehaltes im Boden und des passenden Klimas als Kampot-Pfeffer bekannte exquisite Gewürz für die edelsten Speisen in Paris in den besten Restaurants verwendet worden.

Um die berühmten Plantagen und die umliegende Gegend anzusehen haben wir für 25 USD für einen Tag den Tuck-Tuck-Fahrer Radi engagiert. Ein Tuck-Tuck kann man sich am besten als Mofa mit einer angehängten und mit Sitzen bestückten Kutsche vorstellen (Abb. 3). Das Tuck-Tuck bzw. das Motorfahrrad wird aber nicht nur verwendet, um Touristen umherzuführen, sondern auch für alle anderen Belange des Alltags. Wir haben z. B. ein Mofa gesehen, welches als Landwirtschaftserzeugnis-Transporter, als Schweinetransportwagen oder gar als Umzugsfahrzeug verwendet wurde.

Als erstes haben wir eine Pfefferplantage besucht (Abb. 4), auf welcher wir lernten, dass Pfeffer, d.h. die Frucht des Pfefferstrauches *Piper nigrum*, am besten im Halbschatten wächst und die verschiedenen Pfefferfarben (Schwarz, Weiss, Grün und Rot) nur vom Reifegrad und anschließender Weiterbehandlung herrühren. Am Ende des Tages hatten wir die Möglichkeit in der benachbarten Hafenortschaft Kep frische Krabben und Fische mit diesem vorzüglichen Pfeffer zu essen (Abb. 5).



Abb. 4: Pfefferstrauch *Piper nigrum* und Pfefferplantage in der Nähe von Kampot.



Abb. 5: Fischmarkt in Kep sowie ein Krabbengericht in einem Hafenrestaurant.

Wenn man sich etwas von den Städten wegbewegt erkennt man aber auch den wirtschaftlichen Rückstand Kambodschas. Noch vor dem Putsch von Lon Nols 1970 besass Kambodscha einen der höchsten Lebensstandards in Südostasien. Die Roten Khmer zerstörten dann in kürzester Zeit sämtliches Wissen mit der Hinrichtung aller gebildeten Schichten und der als schädlich angeschauten Industrie (sogar motorisierte Landwirtschaftsfahrzeuge fielen diesem Wahn zum Opfer). An den Folgen dieses Kahlschlages und dem darauffolgenden Guerilla-Krieg zwischen der Roten Khmer und der vietnamesischen Besatzungsmacht während den zehn darauffolgenden Jahren leidet das Land bis heute, weshalb Kambodscha auch heute noch zu den am wenigsten entwickelten Ländern gehört. Das nominale BIP pro Bewohner liegt in Kambodscha auf 1.230 USD (Schweiz 79.242 USD), womit Kambodscha auf dem 157. Platz von 190 Plätzen zu liegen kommt [4]. In den letzten Jahren gehörten Kambodschas Wirtschaftswachstumsraten um 6 % aber zu den weltweit höchsten; vor allem in den Bereichen des Tourismus und der Textilbranche konnten grosse Fortschritte erzielt werden [5]. Dies ist durchaus auch zu erkennen und man merkt, dass überall gebaut wird. Der Armut und der tragischen jüngsten Vergangenheit zum Trotz sind die Khmer ein sehr aufgestelltes und freundliches Volk und wirken keinesfalls betäubt. Im Gegenteil man hat das Gefühl, die Bewohner auf dem Land sind sehr zufrieden trotz (oder gerade wegen) des einfachen Lebens (Abb. 6).





Abb. 6: Einige Eindrücke der Tuck-Tuck-Fahrt in der ländlichen Umgebung von Kamput.

Man stellt fest, dass sich das Leben der Khmer vor allem um eines dreht, das Motorfahrrad. Nur wer noch keines besitzt oder sich keines leisten kann, der benutzt ein Fahrrad. Es ist auch durchaus üblich, dass ganze Familien, d.h. Vater, Mutter und zwei bis drei Kinder, allesamt auf demselben Mofa transportiert werden. Die Fahrten durch diese Gegenden gehören definitiv zu meinen persönlichen Highlights von Kambodscha.

Siem Reap - Ankor

Nach einem kurzen Abstecher auf die idyllische Insel Koh Rong Sanloem sind wir in Siem Reap eingetroffen. Eine Stadt, welche vor allem wegen seiner benachbarten UNESCO-Weltkulturerbe Tempelanlagen Ankor berühmt ist. Im 9. bis zum 15. Jahrhundert war Ankor die Hauptstadt des Khmer-Königreichs Kambuja, welches zeitweise die heutigen Gebiete von Thailand, Laos und Vietnam beherrschte. Bis heute hat man mehr als 1000 Tempelanlagen auf einem Gebiet von 200 km² entdeckt, welche teils stark überwachsen sind und deshalb einen ganz besonderen Charakter erhalten.

Da die meisten der von diesem Touristenmagnet angezogenen Menschenmassen die Tempelanlagen im Uhrzeigersinn mit einem Tuck-Tuck-Fahrer ansehen gehen, haben wir uns entschieden, dies im Gegenuhrzeigersinn auf einem Fahrrad zu erledigen. Bei 35 °C und Luftfeuchtigkeitswerten nahe am physisch Möglichen gehörten die Anblicke zwar zu den schönsten in Kambodscha, aber auch zu den anstrengendsten Momenten in Kambodscha. Um noch einigermaßen vor den riesigen Scharen von Touristen Tempel bestaunen zu können, sind wir bereits um 4:00 Uhr aufgestanden. Danach sind wir fünf Kilometer Fahrrad gefahren um unseren 3-Tagespass zu erhalten. Pünktlich zum Sonnenaufgang um 5:30 Uhr trafen wir beim ersten Tempel Ta Prohm ein, welcher als Kulisse für den Film Lara Croft: Tomb Raider (2001) diente. Der Tempel ist speziell stark von der Natur zurückerobert worden. Die riesigen Würgefeigenbäume boten hierbei einen ganz speziellen Anblick. Die mit den uns bekannten Feigenbäumen verwandte

Pflanzenart bildet ebenfalls Früchte, welche Samen enthalten, die von Vögeln gefressen und anschliessend auf Ästen von Bäumen ausgeschieden werden. Die Samen beginnen danach auf dem Wirtsbaum zu wachsen und bilden nach einer Weile immer mehr Luftwurzeln, bis diese eine Verbindung an den Boden herstellen und schlussendlich den Wirtsbaum völlig übernehmen (Abb. 7). Am Abend haben wir mit 40 km Velofahrt in den Beinen, hunderten von Fotos in der Kamera (Abb. 8) und gefühlten zwei Liter Wasserverlust so tief wie selten geschlafen. Die Architekten spielten beim Erstellen dieser Tempelanlagen mit verschiedensten zur Verfügung stehenden architektonischen Elementen (Bildhauereien, Säulen, optische Täuschungen bis hin zu künstlich angelegten Seen), um die Tempel der vorangehenden Herrscher in den Schatten zu stellen (Abb. 9).



Abb. 7: Ta Prohm Tempel; Drehkulisse für Lara Croft: Tomb Raider (2001) mit einem Würgefeigenbaum.



Abb. 8: Eindrücke diverser Ankor Tempelanlagen.



Abb. 9: künstlich angelegter See um den Tempelanlagen eine Eigenart zu verleihen



Abb. 10: Ankor Wat



Abb. 11: Bayon Tempel mit über 200 aus Stein gemeisselten Gesichtern

Da es unmöglich ist, nur schon die wichtigsten Tempelanlagen an einem Tag zu sehen, haben wir gleich am nächsten Tag noch die meiner Meinung nach schönsten und auch berühmtesten Tempelanlagen Angkor Wat (Abb. 10) und Bayon (Abb. 11) besucht.

Der Bayon Tempel, berühmt für seine meterhohen aus Stein gemeisselten Gesichter, hatte es mir besonders angetan. Die über 200 gemeisselten Gesichter sollen dem damaligen König Jayavarman VII. nachempfunden sein.

Battambang

Als letzte Destination in Kambodscha wollten wir Battambang, eine Stadt mit ca. 180'000 Einwohnern, besuchen. Es bietet sich besonders an, die Strecke von Siem Reap nach Battambang auf dem Fluss Sangkae zurückzulegen. Die Fahrt auf dem viel zu engen Langboot bot viele spannende Blicke auf das Leben der lokalen Bevölkerung, welches sich hauptsächlich auf und am Fluss abspielt (Abb. 12). Auf dem Fluss erlebten wir aber auch einen der gefährlichsten Momente auf unserer Reise. Weil Kambodschaner wenig von genügend Sitzraum und deutlich mehr von Stauraumoptimierung halten, war das Unterdeck masslos mit Touristen überfüllt, weshalb sich früher oder später jeder auf das Oberdeck



Abb. 12: Eindrücke vom Langboot auf dem Fluss Sangkae aufgenommen.



bzw. das Dach des Langbootes begab, um der Enge zu entfliehen. Dies führte dazu, dass die vor der starken tropischen Mittagssonne flüchtenden Touristen ebenfalls mehr Sitzraum im Unterdeck fanden. Ich war gerade mit einem Touristen aus Bayern im Gespräch vertieft, als eine über dem Fluss tiefhängende zehn Zentimeter dicke Stromleitung auf uns zugerast kam. Zum Glück konnten alle Oberdecktouristen sich gerade noch reflexartig irgendwie hinlegen oder sich ducken. Nachdem wir diesen Schock verdaut hatten und uns wieder einmal bewusst wurden, weshalb es in der Schweiz so hohe Sicherheitsvorschriften für scheinbar alles gibt, erreichten wir Battambang. Nach Siem Reap und Phnom Penh, erschien Battambang ein wenig wie eine verschlafene Stadt. Das Zentrum der Stadt stellt der lokale Markt dar, welchen wir im Rahmen eines Kochkurses besuchten. Wer die Chance hat, Kambodscha oder allgemein Südostasien zu bereisen, sollte es auf keinen Fall verpassen, die lokale Küche auszutesten. Essen ist in ganz Südostasien ein heiliges Gut und es wird kleinlichst darauf geachtet, nur die besten Zutaten zu verwenden. Die Vielfalt an eingesetzten Gewürzen ist sehr eindrücklich. Wer genügend Zeit aufbringen kann, dem sei auch einer der vielen angebotenen Kochkurse wärmstens empfohlen. Auch wenn man in der Schweiz nicht alle Zutaten erhält, ist ein Abend mit authentischem, selbst zubereitetem asiatischem Essen eine empfohlene Kur gegen Fernweh. An einem dieser Kochkurse konnten wir mit einem lokalen Khmer auf dem zentral gelegenen Markt die Zutaten für unsere Speisen selbst aussuchen und einkaufen gehen. Der Markt spielt allgemein noch eine viel grössere Rolle im Leben der Khmer als in Europa. Lebensmittelläden sind selten anzutreffen und für frische Zutaten oft

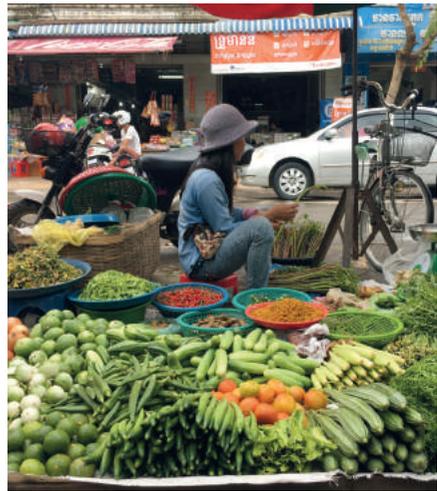


Abb. 13: Eindrücke vom lokalen Markt in Battambang

auch der einzige Ort um diese einzukaufen. Die Auswahl an frischem Gemüse ist auf Märkten in Südostasien allgemein sehr beeindruckend und immer einen Besuch wert (Abb. 13). Auch wenn gewisse Anblicke für europäische Augen etwas gewöhnungsbedürftig sind. So konnten wir z.B. einem kleinen Mädchen von vielleicht sieben Jahren zusehen, wie sie Frösche geköpft und dann gehäutet hatte. Dabei fühlte man sich stark an die ersten Experimente von Galvani mit der Kontraktion von Froschschenkeln erinnert, da sich die Tiere auch Haut- und Kopflos noch weiterhin bewegten und teilweise gar aus dem Korb hüpfen (Abb. 14).



Abb. 14: Frisch zubereitete Frösche und verschiedene Fische

Als Abschluss der Kambodscha-Reise engagierten wir nochmals einen Tuck-Tuck-Fahrer für einen Tag, welcher uns ein wenig die naheliegenden Gegenden zeigte (Abb. 15). Nur ungern verliessen wir dieses wundervolle Land mit einer tragischen Geschichte, leckerem Essen und den vielen freundlichen Gesichtern.

Kambodscha ist wirklich eine Reise wert, gerade wer im vom Tourismus noch weniger berührten Südostasien etwas sehen möchte, dem ist Kambodscha wärmstens empfohlen. Wir würden jederzeit eine weitere Reise nach Kambodscha mit seinen herzlichen Bewohnern unternehmen.



Abb. 15: Letzte Eindrücke von Kambodscha.



Autor:
Adrian Zwysig

MSc. ETH Chemie
Co-Präsident ANG
Chemielehrer an der BSA
Projektleiter Naturama Aargau



Wir planen und realisieren komplexe Vorhaben in den Bereichen Energie, Umwelt, Bau und Verkehr.

Für gesellschaftlich relevante Lösungen, die auch morgen überzeugen.

www.tbf.ch

tbfpartner
Planer und Ingenieure



IMPRESSUM

FOKUS

SCHLUSSREDAKTION ANG

Sophia Pantasis
Adrian Zwyszig

LEKTOR

Martin Heuberger

Grafik & Design

Veronika Pantasis

KONTAKT

Sophia Pantasis, Adrian Zwyszig
praes@ang.ch

FOTONACHWEIS

Von den Bildern ohne Abbildungstexte wurde eine Benutzungslizenz von Getty Images Deutschland GmbH erworben.

AUFLAGE

600 Exemplare

Druck

Onlineprinters GmbH, Rudolf-Diesel-Strasse
10, 91413 Neustadt a.d. Aisch, Deutschland

PRODUKTION

Aargauische Naturforschende Gesellschaft,
Feerstrasse 17, 5001 Aarau

COPYRIGHT

Alle Rechte vorbehalten.

ISSN: 2297-4962

ANG

PRÄSIDENTEN

Sophia Pantasis, Adrian Zwyszig

FINANZEN

Ursula Fischer

CORPORATE IDENTITY

GRAFIK & DESIGN

Andrin Wacker, Sophia Pantasis

HOMEPAGE

Philippe Juon

SCHULPROJEKTE

Fritz Wenzinger

SCIENCE CORNER

Fritz Wenzinger, Philippe Juon

VORTRÄGE/EXKURSIONEN

Cyrill Brunner

MARKETING/SPONSORING

Andrin Wacker

AKTUAR

Alois Zwyszig

STIFTUNGSRAT NATURAMA

Walter Fasler, Ruedi M. Füchslin

Delegierte SCNAT

Sophia Pantasis, Adrian Zwyszig

Wo das Gelbe
vom Ei zählt und
nicht das Blaue
vom Himmel,
bin ich

am richtigen
Ort.

Am
richtigen
Ort.ch



Aargauische
Kantonalbank