

WASTE



02 210 JAHRE ANG
04 NEUES ANG LOGO
08 INTERVIEWS
10 ANG EXKURSIONEN
12 VORTRÄGE
13 AUDIOPFADE
14 ANG PODCAST
15 GV 2021

16 SCHULPROJEKTE
14 ANG REZEPT
22 DIE BAKTERIEN FLÜSTERER
28 CLEARSPACE
32 DATENMÜLL
36 ABWASSERREINIGUNG – WENIGER
TECHNISCH BETRACHTET

40 KVA BUCHS: ABFALLVERBRENNUNG,
RECYCLING, THERMISCHE NUTZUNG
44 WAS SANDSTRÄNDE UND EISWÜSTEN
MIT ATOMMÜLL ZU TUN HABEN
48 NACHHALTIGE KLEIDUNG AUS LENZBURG
52 GENERIERT PHOTOVOLTAIK AUCH ABFÄLLE?
55 IMPRESSUM

210 Jahre ANG

Schon seit 1811 existiert die ANG und weckt den Forschergeist von naturinteressierten Menschen. Passend zum 210-jährigen Jubiläum, dürfen wir Ihnen das neue ANG Logo vorstellen! Unser neuer Leitspruch «Wissen Verstehen» widerspiegelt unsere Tätigkeit nicht nur Wissen zu verbreiten, sondern auch das Verstehen von Wissen zu fördern. Wir sind uns natürlich bewusst, dass gerade in Zeiten von Home-Office und Online-Meetings ein Printmedium gute Abwechslung bietet. In unserer Mitgliederzeitschrift «ANG Fokus» haben wir das Thema «Waste» oder auf Deutsch «Abfall» genauer beleuchtet. Mehrere Artikel rund um Abfallprodukte und deren Entsorgung sollen einen Einblick in dieses spannende Thema geben.

Weiter konnte unter der hervorragenden Leitung von Dr. Peter Ehrensperger der 39. Mitteilungsband der ANG publiziert und noch vor Weihnachten den Mitgliedern zugestellt werden.

Da physische Treffen in Zeiten von Covid-19 nicht möglich waren, haben wir uns dazu entschieden, die Treffen online abzuhalten und haben auch damit begonnen, unsere Dateiablagen in den digitalen Raum zu verschieben.

Zusätzlich beteiligt sich die ANG auch weiterhin aktiv an der Evaluierung und Prämierung der besten Maturitätsarbeit von Schülerinnen und Schüler der Kantonsschulen im Aargau. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit der Kulturstiftung «Pro Argovia» und der Historischen Gesellschaft des Kantons Aargau. Letztes Jahr konnten vier Arbeiten prämiert werden, wenn auch nur in der Form eines virtuellen Anlasses.

Die Covid-19 Pandemie hat besonders den Bereich der ANG Schulprojekte hart getroffen. Da die Schulprojekte unter anderem sehr stark vom direkten Kontakt zwischen dem ANG Schulteam und den Jugendlichen leben, waren die neuen Einschränkungen sehr einschneidend. Wir haben dennoch versucht, die Zeit so gut wie möglich zu nutzen. Da ein Wechsel der Leitung bereits vor dem Auftauchen des neuen Corona-Virus geplant war, haben wir dies wie geplant vorangetrieben. Dr. Fritz Wenzinger, der die Schulprojekte ins Leben gerufen hatte, sowie Walter Marti, verantwortlich für die Organisation und

Koordination mit den Lehrpersonen, haben sich um einen geregelten Übergang eingesetzt und Nachfolger für die sehr erfolgreichen Schulprojekte gesucht. Alois Zwyszig, Schulleiter und Sekundarlehrer, sowie Luisa Stravs, pensionierte Chemielehrerin an der Kantonsschule, konnten für die spannenden und anspruchsvollen Aufgaben gewonnen werden. Während sich Alois Zwyszig vermehrt um die Organisation, Leitung und Koordination mit den Lehrpersonen kümmern wird, übernimmt Luisa Stravs die Aufgabe der inhaltlichen Weiterentwicklung des Projektes. Wir sind froh, dass wir weiterhin auf die Unterstützung des neunköpfigen Schulteams mit viel Erfahrung in der Vermittlung von Wissen und praktischen Anwendung der spannenden Experimente zählen dürfen.

Adrian Zwyszig / Sophia Pantasis
Co-Präsidium ANG



ADRIAN ZWYSSIG



SOPHIA PANTASIS



NEUES ANG LOGO

Durch das lange Bestehen der ANG könnte man unseren Verein als «lebendes Fossil» bezeichnen, passend dazu die besondere Schale des Nautilus, welche unserem Logo den Wiedererkennungswert verschafft! Der Nautilus gehört zu den «Kopffüßern», weil seine Tentakel kranzförmig am Kopf befestigt sind. Sein Gehäuse hat innere Querwände, welche die Schale in Kammern unterteilt, so kann das Tier seinen Auftrieb steuern und ohne Anstrengung in jeder beliebigen Wassertiefe schweben.

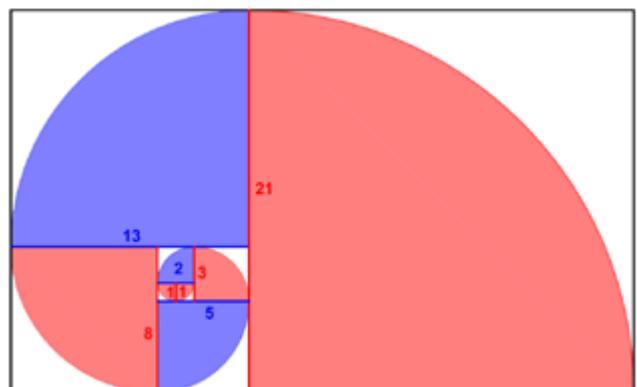


1. Pixabay

Die Gattung des Nautilus reicht vermutlich 80 Millionen Jahre (Kreide) zurück und war weit verbreitet, heute sind sie nur noch in wenigen Ruckzugsgebieten zu finden. Eine weitere Besonderheit der Schale ist die Anordnung der Kammern. Erstens ist die Anordnung seit Jahrtausenden gleich geblieben, zweitens, entspricht die Abfolge der Kammern der Fibonacci sequenz. Fibonaccizahlen entstehen durch die Addierung der letzten zwei Zahlen: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34. Teilt man nun jede Nummer durch die vorherige, gelangt man zur «Goldenen Schnitt Nummer» 1.618033 (also $3/5=1.66666$; $13/8 = 1.6250$, $233/144=1.6180$). Je weiter man geht, desto genauer wird die Zahl. Die Schale des Nautilus ist auch im goldenen Schnitt aufgebaut und wird deshalb oft als Symbol für Perfektion und Schönheit gesehen. Diese geometrische Anordnung findet man auch in Galaxien, DNA Anordnung, Körperproportionen, Sonnenblumenkernen oder Romanesco.



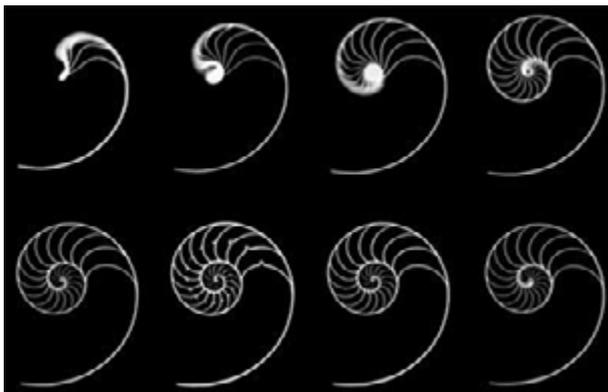
2. Pixabay



3. Bild Fibonacci goldene Spirale,
ref: Mabit, 2020, Wikimedia

NEUES ANG LOGO

Der Nautilus wächst kontinuierlich und muss ständig seine Schale vergrößern, neue Kammern hinzufügen. Dies ist auch Sinnbildlich für die Forschernatur, da wir ständig versuchen «out of the box» zu denken und unser Wissen zu vergrößern. Auch können die Tiere extremen Druck überstehen, da sie in Tiefen zwischen 400 und 100 Meter leben. Auch wir stehen oft unter enormen Druck; sei es durch eine Pandemie oder durch andere Herausforderungen. Eine naturforschende Gesellschaft in der heutigen Zeit hat es nicht leicht, da es unzählige Angebote gibt und die digitale Welt uneingeschränkten Zugang zu Wissen bietet. Wir schätzen es sehr, dass die ANG Mitglieder unseren Verein unterstützen und uns dadurch in die Zukunft tragen!



4. ref: Florian Elias Rieser, 2008, Wikimedia.

Der Vorstand hat bereits letztes Jahr als Ziel definiert, das bestehende ANG Logo einem Redesign zu unterziehen, um mehr Modernität und eine erhöhte Wiedererkennung zu erreichen. Das Resultat ist kreiert und unser neues Identifikations-Zeichen ist jetzt im Einsatz: **Das Grundelement der Nautilusform wurde bewusst beibehalten, die Darstellungsform einfacher und stärker gewählt. Dies ist auch von Vorteil für den Einsatz in den digitalen Medien. Zum Nautilus im Colorit Blaugrau positioniert sich die Schrift und die Jahreszahl im Mittelgrau. Der Claim WISSEN VERSTEHEN betont unser Bemühen und unsere Passion um Wissen und das Warum dahinter.**

Wir sind überzeugt, dass ein besseres Verständnis von Wissen den Geist öffnet – «open your mind» – und die Welt etwas verständlicher und besser machen kann. Deshalb bemühen wir uns, sowohl Wissen zugänglich und verständlich zu machen, als auch das Interesse an Naturwissenschaften zu fördern.



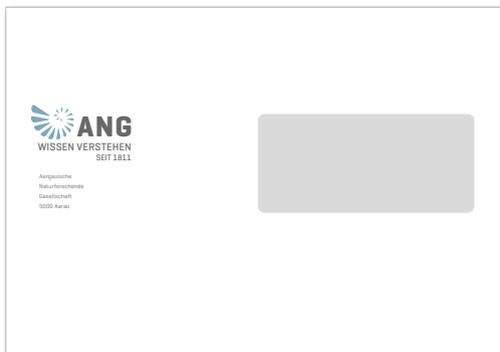
WISSEN VERSTEHEN
SEIT 1811



BRIEFBOGEN A4



VISITENKARTEN 55x84mm
EINSEITIG BEDRUCKT



COUVERT C5



COUVERT C4 HOCH

VORSTAND NEWS

INTERVIEWS

Malin Rex

WARUM BIST DU DER ANG BEIGETRETEN UND WAS HAT DICH DAZU BEWOGEN DICH IM VORSTAND ZU ENGAGIEREN?

Ich möchte meinen Teil zur Wissensvermittlung beitragen und so Jung und Alt dabei helfen, die Welt immer wieder ein bisschen besser zu verstehen.

WAS MACHST DU GERNE IN DEINER FREIZEIT?

Normalerweise Reisen – jetzt haben Aquarell-Versuche, Katze das High-Five lehren und Brot kneten dessen Platz eingenommen.

WAS IST DEIN LIEBLINGSORT IN DER SCHWEIZ?

Aarau, ganz lokalpatriotisch: Im Sommer die kühle Aare, im Winter das heimelige Sofa.

WAS IST DEIN GRÖSSTES TALENT?

IPA, Stout oder Geuze: Ich kann über 15 Biersorten auseinander halten.

WAS WÜRDEST DU GERNE AN DER ANG VERÄNDERN?

Noch ist mir nichts aufgefallen, vieles läuft schon sehr gut – und ist modern organisiert!

ALTER: 30

BERUFLICHER WERDEGANG:

Lehre zur Bibliothekarin in der Stadtbibi Aarau, Bachelor of Arts in Germanistik und Geschichte, Master of Arts in England in Culture and Difference, jetzt als (Werbe-)Texterin selbstständig und für Pfister tätig.

LIEBLINGSESSEN:

Chinesischer Hot Pot, Wiener Schnitzel oder frisch gebackenes Brot mit Käse von hier.



MALIN REX

Jeannine Hersche

WARUM BIST DU DER ANG BEIGETRETEN UND WAS HAT DICH DAZU BEWEGEN DICH IM VORSTAND ZU ENGAGIEREN?

Mir liegt gute Wissenschaftskommunikation sehr am Herzen - deshalb engagiere ich mich in der ANG. Es ist wichtig, dass alle Menschen informiert sind, damit Demokratie funktioniert und wir die grossen Krisen unserer Zeit bewältigen können.

WAS MACHST DU GERNE IN DEINER FREIZEIT?

Ich mache gerne Musik, alleine und hoffentlich bald wieder mit vielen Menschen im Sinfonieorchester.

WAS IST DEIN LIEBLINGSORT IN DER SCHWEIZ?

Der Aarauer Gemüsemarkt am Samstagmorgen.

WAS IST DEIN GRÖSSTES TALENT?

Ich kann mich schnell in neue Themen und Strukturen eindenken.

WAS WÜRDDEST DU GERNE AN DER ANG VERÄNDERN?

Das weiss ich noch nicht.

ALTER: 25

BERUFLICHER WERDEGANG:

Studentin, Master Bauingenieurwissenschaften

LIEBLINGSESSEN:

Hummus



JEANNINE HERSCHE

ANG EXKURSIONEN

Aufgrund der momentanen Situation, werden wir unsere Exkursionen nur in den Sommermonaten anbieten. Zusätzlich ist die Teilnehmerzahl stark reduziert (10-15 Personen, je nach Bestimmungen des BAG). Sie können sich für die aktuellen Exkursionen über unsere Homepage anmelden www.ang.ch. Wir bieten nur Outdoor-Exkursionen an und empfehlen, 24 Stunden vor der Exkursion einen gratis Corona-Schnelltest zuhause zu machen, um das Infektionsrisiko zu minimieren (gilt auch für COVID-19 geimpfte Personen). Auch ist das Tragen einer Maske während der Exkursion Pflicht.

Es ist noch nicht sicher, ob die Exkursionen durchgeführt werden können. Angemeldete Personen werden eine Woche vor der Durchführung der Exkursion via E-Mail informiert.

Ansonsten finden Sie auf unserer Homepage auch zahlreiche Vorschläge, um selbstständig Exkursionen/Pfade zu erleben ("Do it Yourself" DIY Naturwissenschaften Exkursionen ANG).

Geplante Exkursionen:

ÜBER STOCK UND STEIN: GEOWANDERWEG KÜTTIGEN - STAFFELEGG DATUM: (OFFEN) JULI 2021

Wanderweg mit fünf Stationen zur Entstehungsgeschichte des Kettenjuras und seiner wichtigsten Gesteinsformationen mit ETH Geologen & Nagra Projektleiter André Lambert.

Website: <https://www.erlebnis-geologie.ch/geoweg/geowanderweg-kuettigen-staffelegg/>

ANG @ FiBL - WELTWEIT FÜHRENDE FORSCHUNG IM BIOLOGISCHEN LANDBAU

DATUM: (OFFEN) AUGUST 2021

Betriebsführung auf dem FiBL in Frick. Besuch von Versuchsfelder und Einblicke in die Forschung des biologischen Landbaus.

Website: <https://www.fibl.org/de/index.html>



Foto von Website erlebnis-geologie.ch/
Christian Rieder/Renato Bagattini

HOCH HINAUS – AUF FOSSILIENSUCHE IM FRICKTAL
DATUM: (OFFEN) SEPTEMBER 2021

Exkursion auf den Cheisacher mit Archäologe Werner Brogli aus Möhlin. Besprochen werden Grundlagen der Erdkunde auf dem Cheisacherturm, Besichtigung einer Erdspalte durch die Verschiebung von Erdplatten und Fossiliensuche auf dem Acker des Brügglihofs. Abschluss mit Grillfeier bei der Sternwarte.

Website: <https://www.cheisacher-turm.ch/>



MAXIMAL 15 EXKURSIONSTEILNEHMER

ALLE EXKURSIONEN FINDEN DRAUSSEN STATT

ANREISE MUSS SELBSTSTÄNDIG ORGANISIERT WERDEN

ANG INFORMIERT 1 WOCHEN VOR DURCHFÜHRUNG, OB EXKURSION STATTFINDET

ANG EMPFIEHLT 24H VOR DER EXKURSION EINEN CORONA-SCHNELLTEST ZU MACHEN

ANG STELLT GRATIS FFP2 MASKEN ZUR VERFÜGUNG

**Alle Infos unter www.ang.ch
Anmeldung an: exkursion@ang.ch**

VORTRÄGE

Die ANG organisiert jedes Jahr in den Wintermonaten (Oktober bis März) eine Vortragsreihe zu verschiedensten Themen der Naturwissenschaften. Im Frühjahr 2020 waren das 3 Vorträge mit durchschnittlich 40-60 Teilnehmenden pro Vortrag. Die Besucher schätzen die Vorträge sehr, da diese auf Deutsch und in vereinfachter Weise erzählt werden.

Auch dass den Referenten bei Unklarheiten direkt Fragen gestellt werden können, schätzen die Besucher sehr. Dieses Jahr mussten leider die für März geplanten Vorträge verschoben werden, da öffentliche Veranstaltungen mit Zuschauern nicht erlaubt waren. Zudem konnten wir die Vortragsreihe im Herbst 2020 nicht wie üblich starten. Als Alternative haben wir aber damit begonnen, Vorträge online aufzunehmen und auf Youtube für die Gesellschaft öffentlich zur Verfügung zu stellen. Da wir nicht wissen, wie lange die behördlichen Massnahmen aufrechterhalten bleiben, haben wir begonnen unsere Aufgaben vermehrt in den digitalen Raum zu verschieben. Besuchen Sie dazu unsere Webseite (www.ang.ch > Online Vorträge).

**FÜR DIE KOMMENDEN SOMMERMONATE
SIND FOLGENDE VORTRÄGE GEPLANT:**

**100 JAHRE NOBELPREIS ALBERT EINSTEIN
DR. REINHOLD HENNECK**
Datum wird noch bekannt gegeben

**LEBEN AUF DEM MARS?
IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM NATURAMA,
ZUR SONDERAUSSTELLUNG «WIE VIEL URZEIT
STECKT IN DIR?»**
Datum wird noch bekannt gegeben

Die Details zu diesen und weiteren Vorträgen werden rechtzeitig im ANG-Newsletter und auf der Webseite bekanntgegeben.

**AUSSERDEM SIND AUF UNSERER WEBSEITE ZWEI
SPANNENDEN ONLINE-VORTRÄGE VERFÜGBAR:**

**DAS MIKROBIOM
TOMAS DE WOUTERS VON PHARMABIOME**

**WIE SÄUGETIERE DIE FARBIGE WELT SEHEN
PROF. DR. JAN KREMERS**

In Zusammenarbeit mit dem Naturama

AUDIOPFADE

Auen Audiopfade



Der von Ueli Häusermann† erstellte ANG Auen Audiopfad bietet eine perfekte Gelegenheit draussen etwas über die Auen zu lernen. Bei der Wanderung durch die wunderbaren Auen kann man dem Audioguide lauschen und dabei noch etwas für seine Gesundheit tun. Wir konnten auf der tollen Arbeit von Ueli Häusermann aufbauen und haben uns dazu entschieden den Audiopfad zu erneuern. Wir haben uns dazu mit Auenexperten des Naturamas zusammengetan und die Texte zu den Auenpfadposten erneuert und professionell vertonen lassen. Begeben Sie sich doch mal in die Auen. Die neuen Schilder der elf Posten werden in den nächsten Tagen gedruckt und sollten spätestens ab Ende Mai 2021 installiert sein. Über die Onlineplattform [izi.travel](http://www.izi.travel) (www.izi.travel > Audioguides > Auen Audiopfad) kann der Weg bereits mittels der neuen Audioaufnahmen erkundet werden. Die Stiftung Naturama hat zudem entschieden, einen neuen Audio-Rätselpfad über die Auen zu erstellen, der sich gezielt an etwas jüngere Zuhörer richtet. Mit unserer Erfahrung beim Erstellen von Audiopfaden konnten wir dazu beitragen, dass der neue Auen Rätselpfad mit sechs Posten realisiert werden konnte. Wir fungieren dabei als Sponsor für den Pfad. Vielleicht haben Sie auch kleine Kinder oder Enkel, die daran interessiert sein könnten.

Zusätzlich planen wir zusammen mit dem Jurapark und dem Naturama einen neuen Geologiepfad in Frick, welcher voraussichtlich 2022 eröffnet wird. Dabei werden interessante Fakten und Geschichten zu Themenbereichen wie zum Beispiel Gletscher, Archäologie, Meteoriten, Urgeschichtsforschung und Erdgeschichte zu entdecken sein. Das Projektteam plant momentan die Routen und freut sich schon, einen schönen Erlebnispfad zu erstellen!

ANG Projekt Lead: Jeannine Weiss, Experte: Werner Brogli Möhlin,
Jurapark: Anna Hoyer, Naturama: Bea Stalder

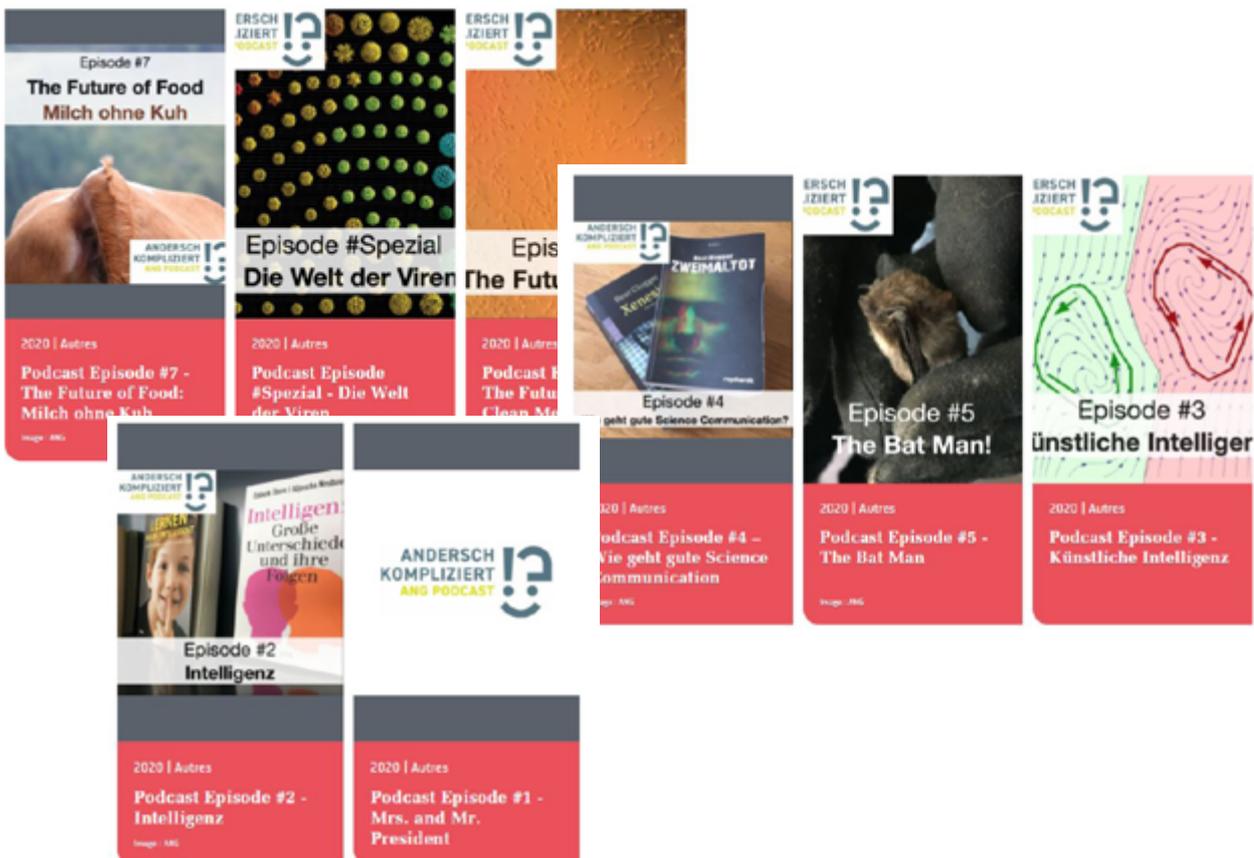
ANG PODCAST



Der ANG-Podcast «andersch kompliziert!?» ist seit 2020 online! Für diese Podcast-Folgen interviewen wir Persönlichkeiten aus naturwissenschaftlichen Bereichen, um unseren Zuhörern über dieses Medium einen Zugang zur Wissenschaft zu schaffen. Wir legen dabei einen besonderen Wert darauf, dass das Gespräch auch für Nicht-Experten gut nachvollziehbar bleibt. Inzwischen konnten unter der Leitung von Dr. Andrin Wacker bereits neun Podcast-Folgen online gestellt werden. Der ANG-Podcast ist auf diversen Plattformen verfügbar und kostenlos; hören Sie doch einmal rein.

Momentan organisieren wir ganz neu einen ANG Jugend Podcast, welcher im Rahmen einer Projektarbeit an der Alten Kanti Aarau entsteht. Wir sind gespannt auf das neue Projekt!

andersch kompliziert!? – der ANG Podcast
auf Spotify



GV 2021

Abstimmungsergebnisse der Generalversammlung 2021

Sämtliche vorgebrachte Geschäfte wurden von der Generalversammlung angenommen. Wir begrüßen Jeannine Hersche sowie Malin Rex herzlich im Vorstand der ANG und danken Fritz Wenzinger und Barbara Zubler für ihr Engagement für die ANG. Zudem möchten wir Richard Maurer, Peter Ehrensperger sowie Fritz Wenzinger herzlich zur neu erhaltenen Ehrenmitgliedschaft gratulieren. Nachfolgend sind die schriftlich und online eingegangenen Stimmen zu den Traktanden der GV aufgelistet.

Protokoll GV 2021

Zustimmung	Ablehnung	Enthaltung	keine Angabe	Gesamt
103	0	2	2	107

Jahresbericht 2020

Kenntnisnahme	keine Angabe	Gesamt
105	2	107

Erfolgsrechnung 2020

Zustimmung	Ablehnung	Enthaltung	keine Angabe	Gesamt
104	0	2	1	107

Budget 2021

Zustimmung	Ablehnung	Enthaltung	keine Angabe	Gesamt
103	0	3	1	107

Vorstandswahlen

Name	Vorstandsfunktion	Rücktritt	Neuwahl	Nichtwahl	Enthaltung	Gesamt
Fritz Wenzinger	Schulprojekte	104	-	0	3	107
Barbara Zubler	Exkursionen/Events	104	-	0	3	107
Jeannine Hersche	Vorträge/Marketing	-	102	0	5	107
Malin Rex	Webseite/Marketing	-	101	0	6	107

Wahl Ehrenmitglieder

Name	Wahl	Nichtwahl	Enthaltung	keine Angabe	Gesamt
Richard Maurer	100	0	6	1	107
Peter Ehrensperger	102	0	4	1	107
Fritz Wenzinger	104	0	3	0	107

SCHULPROJEKTE

Die Covid-19 Pandemie hat besonders den Bereich der ANG Schulprojekte hart getroffen. So konnten mit Beginn des Lockdowns im Frühling 2020 die Schulprojekte nicht mehr in den Schulen stattfinden und auch der direkte Kontakt unter den Mitgliedern der Schulgruppe ANG wurde stark eingeschränkt. Es wurde dennoch versucht, die Zeit so gut wie möglich zu nutzen. Da ein Wechsel der Leitung bereits vor dem Auftauchen des neuen Corona-Virus geplant war, haben Dr. Fritz Wenzinger, der die Schulprojekte ins Leben gerufen hat, sowie Walter Marti, verantwortlich für die Organisation und Koordination mit den Lehrpersonen, einen geregelten Übergang bis Ende 2020 vollzogen. Neu ist Alois Zwysig, Schulleiter und Sekundarlehrer, für die Organisation und Koordination mit den Lehrpersonen verantwortlich und Luisa Stravs, pensionierte Chemielehrerin an der Kantonsschule, ist erste Ansprechperson für den Bereich Experimente und praktisches Arbeiten.

Da physische Treffen in Zeiten von Covid-19 nicht möglich sind, finden die Treffen online statt und es wurde damit begonnen, die Dateiablagen in den digitalen Raum zu verschieben. Die auferlegte Zwangspause wird auch dazu genutzt, um die bereits erfolgreich eingesetzten Unterrichtsmaterialien und Experimente noch weiter zu optimieren.

IN DER ZWISCHENZEIT IST ZUDEM EIN LEITBILD FÜR DIE ARBEIT DES SCHULTEAMS ENTSTANDEN, UNTER ANDEREM MIT FOLGENDEN LEITGEDANKEN:

- Die “Schulgruppe ANG” ist ein Zusammenschluss von freiwilligen Personen, die ein Teil der ANG ist. Sie hat zum Ziel, auf der Ebene der Primarschule das Interesse und die Freude an den Naturwissenschaften zu wecken und zu fördern.

- Die Schulgruppe fördert die Begeisterung und Freude an den Naturwissenschaften nach dem Motto: “Staunen - Denken – Handeln – Lernen“
- Das Angebot ist als Unterstützung für Lehrerinnen und Lehrer der 4. bis 6. Klasse gedacht.
- Es soll, wenn möglich, ein integratives und/oder ergänzendes Angebot im Rahmen des geltenden Lehrplans sein.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen durch eigenes Experimentieren zum naturwissenschaftlichen Denken hingeführt werden.
- Sie sollen durch eine Aufgabenstellung angeregt werden, eine Hypothese zu formulieren und diese durch ein Experiment zu überprüfen. Der ganze Prozess soll stufengerecht protokolliert werden.
- Die Schulgruppe bietet auf Anfrage hin Beratungen für Lehrpersonen im Bereich Naturwissenschaften an.
- Die Schulgruppe fördert die nachhaltige Wirkung des Einsatzes an den Schulen.

Weiter wurde ein Schutzkonzept erarbeitet für den Fall, wenn eine Wiederaufnahme der Unterrichtssequenzen in den Schulen wieder möglich sein wird.

Damit der Kontakt mit den Schulen nicht ganz verloren geht, wird die Schulgruppe demnächst den bisher involvierten Schulen einen Input für ein spannendes Experiment zukommen lassen.

Das Team um Luisa Stravs wartet nun sehnlichst auf den Moment, wo ein direkter Kontakt mit den interessierten Jungforschern an den Primarschulen wieder möglich sein wird.

Alois Zwysig, Leitung Schulgruppe ANG

ANG REZEPT



RECYCLING DER FONDUEMISCHUNG

500G KÄSEFONDUEMISCHUNG GEWÜRZT

50G MEHL

1 EI

1 BLÄTTERTEIG

INHALT MISCHEN, BLÄTTERTEIG AUSSTECHEN U D IN MUFFINFÖRMCHEN LEGEN,
INHALT DAZUGEBEN, 25MIN BEI 200°C BACKEN

SCIENCE GUIDE

Beim Science Guide 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).

SIE SURFEN MIT UNS.

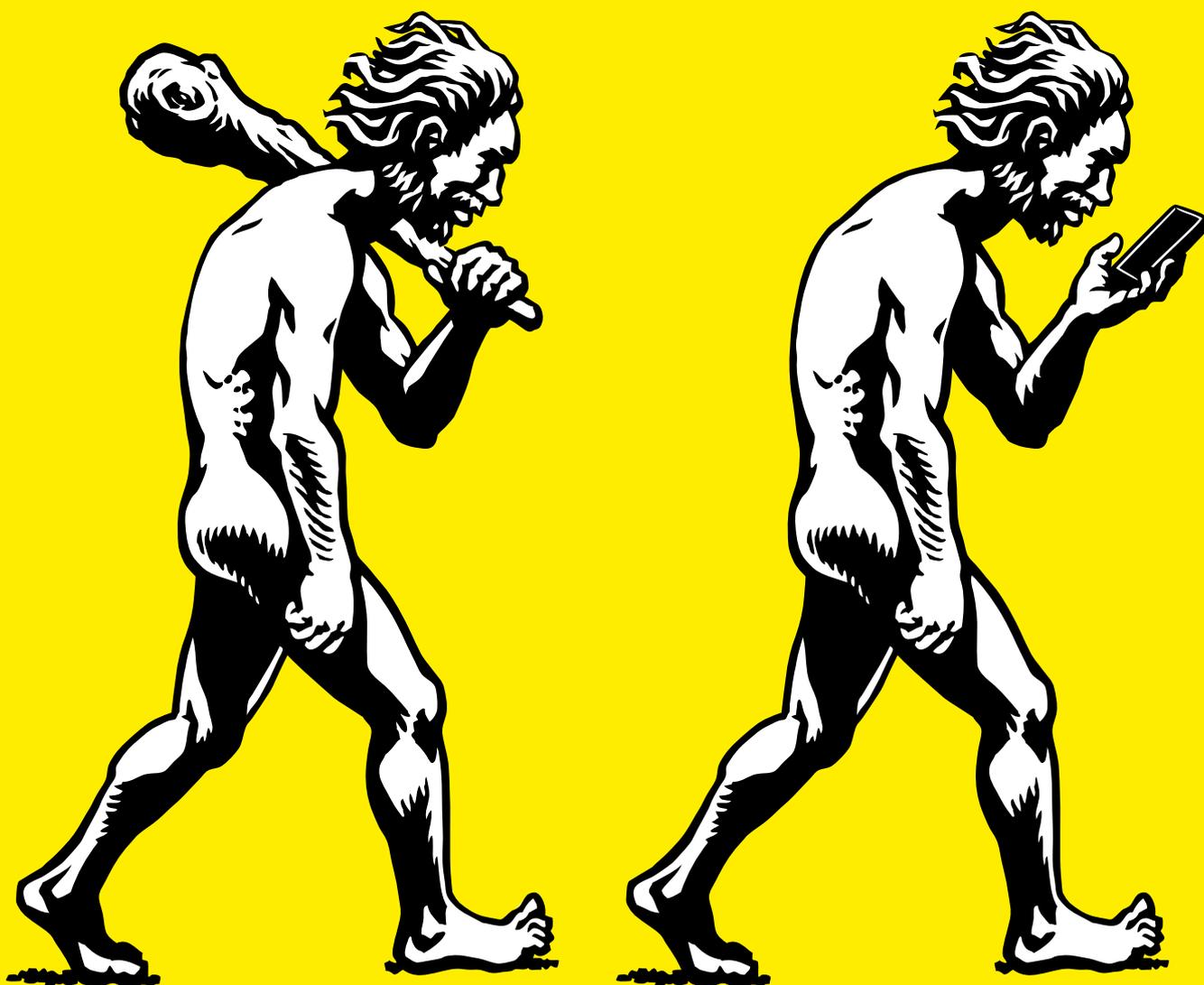
Das Kernkraftwerk Gösgen produziert Strom für 1,5 Millionen Schweizer Haushalte. Besuchen Sie unsere Ausstellung oder machen Sie eine Werksbesichtigung.

Telefon 0800 844 822, www.kkg.ch

Kernkraftwerk  Gösgen

Sonderausstellung vom 30. April 2021 bis 3. April 2022

Wie viel Urzeit steckt in dir?



naturama

Museum+Natur

Hauptpartner **SWISSLOS**
Kanton Aargau

Partner **GÖNNERVEREIN**
naturama Aargau

Naturama Aargau, Feerstrasse 17, 5000 Aarau, naturama.ch

WASTE WASTE
MÜLL

ABFALL

WASTER

MÜLL

ABFALL

WET? AW
MÜLL

ETC? AW
MÜLL

ETC? AW
MÜLL

ETC? AW
MÜLL

WASTE MÜLL

MÜLL MÜLL

TRÜFFEL ABFALLWASTENASTE

STE WASTE

WASTE WASTE

WASTE WASTE

WASTE WASTE

DIE BAKTERIEN FLÜSTERER



Ruedi Hunger

**Aufgewachsen auf dem «Herzberg» im Aargau.
1972 ins Bündnerland gezogen und bis 1990
einen Pachtbetrieb im Domleschg bewirtschaftet.
Anschliessend 22 Jahre Werkführer auf dem
Gutsbetrieb des LBBZ Plantahof in Landquart.
Und jetzt Redaktor beim Schweizer Verband für
Landtechnik. Im Nebenjob Sammelstellenleiter
bei der Getreidesammelstelle in Chur.**

2019 waren in der Schweiz 112 landwirtschaftliche Biogasanlagen in Betrieb. Noch ist zusätzliches Potential vorhanden und weitere Anlagen sind in Planung oder Bau.

Neben Wasser, wird insbesondere die (elektrische) Energie unsere Zukunft bestimmen. Insbesondere erneuerbare Energien werden künftig eine besonders wichtige Rolle spielen. Zu den erneuerbaren Energien zählen, die Nutzung der Wasserkraft, das Potential der Solarenergie, die Energie aus Biomasse und die Windenergie. Als «erneuerbar» werden sie deshalb bezeichnet, weil sie aus Quellen stammen die sich innerhalb kurzer Zeit selbst erneuern oder sich nicht erschöpfen wie beispielsweise die Solarenergie. Laut «AgroCleanTech» beträgt das nutzbare Potential an erneuerbaren Energien, welches aus der Schweizer Landwirtschaft bis 2030 für die Energieerzeugung gewonnen werden kann, 2100 GWh/a für Strom und 1300 GWh/a für Wärme.

BIOMASSE FÜR STROM UND WÄRME

Was haben eine weggeworfene Bananenschale, der täglich anfallende Mist und Restholz gemeinsam? - Sie sind Träger von wertvoller Energie, wenn auch in unterschiedlicher Grössenordnung und Qualität. Energie aus Biomasse ist erneuerbar und wird als CO₂-neutral bezeichnet, weil bei der Energieerzeugung nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie die Pflanzen zuvor mit der Photosynthese gebunden haben. Biomasse wird vorerst als Baustoff, Futtermittel oder Nahrungsmittel genutzt und erst auf einem zweiten oder dritten Nutzungspfad der Energienutzung zugeführt. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch der Schweiz lag laut Bundesamt für Energie im Jahr 2018 bei 23%. An diesem Anteil ist die Biomasse mit rund einem Viertel beteiligt.

PROFESSIONELLE BAKTERIENFÜTTERUNG

Wer sich mit den Eigenschaften von Bakterien auskennt und diese mit viel Fingerspitzengefühl führen kann, ist der geborene Biogas-Anlagen-Betreiber. Damit ist schon klar, die eigentlichen «Facharbeiter» einer Biogasanlage sind die Bakterien. Die Gas-Produktion vollzieht sich über insgesamt vier Prozessschritte (Phasen). Für jeden Prozessschritt ist eine spezifische Bakteriengruppe zuständig. Der Übergang von einem Prozessschritt zum nächsten, ist aber fließend. Das heisst, an den einzelnen Umsetzungsprozessen des organischen Materials sind zwar unterschiedliche Bakteriengruppen beteiligt, die aber in stark gegenseitiger Abhängigkeit Hand in Hand arbeiten. Die Gasausbeute aus dem Substrat wird nicht allein durch den Gasbildungsprozess bestimmt, biologische und technische Parameter im Anlagenbetrieb haben ebenfalls erheblichen Einfluss auf den Gasertrag.

VERFAHRENSTECHNIK

Der Fermenter, auch «Bioreaktor» genannt, ist das Kernstück einer Biogasanlage. Landwirtschaftliche Biogasanlagen werden meistens mit einem ein- oder zweistufigen Verfahren ausgerüstet. Wie es der Name schon vermuten lässt, gibt es bei einstufigen Anlagen keine räumliche Trennung der verschiedenen Prozessphasen (siehe Phase 1-4). Folglich laufen alle Phasen in einem Behälter ab. In den letzten Jahren kann, abhängig von der Anlagengrösse, ein Trend zu zwei- oder mehrstufigen Verfahren festgestellt werden. Damit wird es möglich die einzelnen Phasen wenigstens teilweise zu trennen und damit optimale Bedingungen zu schaffen. Damit wird der ganze gärtechnische Ablauf optimiert, allerdings zum Preis wesentlich grösserer Investitionen. Folgende Arten der Fermenter-Beschickung sind üblich:

NASSFERMENTATION

Beim Nassvergärungsverfahren wird mit pumpenfähigen Substraten gearbeitet. Für die Nassfermentation ist Gülle prädestiniert. Feste Biomasse muss für die Nassvergärung gut zerkleinert und unter Zugabe von Gülle (Wasser) pumpbar gemacht werden. Nassfermenter sind in der Landwirtschaft der Normalfall.

TROCKENFERMENTATION

Bei der Trockenvergärung werden stapelbare Substrate verwendet. Der Begriff Trockenfermentation ist insofern irreführend, als dass jede Form der Vergärung Feuchtigkeit benötigt. Das mit Gärflüssigkeit durchtränkte Substrat ruht während der Faulung und wird anschliessend ohne zusätzliche Bearbeitung in stapelbarer Form dem Fermenter entnommen.

BATCHVERFAHREN (SPEICHERVERFAHREN)

Der Faulbehälter wird auf einmal gefüllt. Die Charge (eingefüllte Menge) fault bis zum Ende der gewählten Verweilzeit, ohne dass Substrat zugeführt oder entnommen wird. Am Ende der gewählten Verweilzeit wird der ganze Faulbehälter in einem Zug entleert. Ein Teil des Faulschlammes wird zur Einimpfung der neuen Charge genutzt.

KONTINUIERLICHE VERGÄRUNG (NASSFERMENTER)

Der grösste Teil der landwirtschaftlichen Biogasanlagen arbeiten nach diesem Prinzip. Meistens mehrmals täglich (3-4 Mal) wird der Fermenter aus einem (kleinen) Vorbehälter beschickt und gleichzeitig verlässt ungefähr dieselbe Substratmenge den Fermenter, so dass dieser einen ausgeglichenen Füllstand aufweist. Die kontinuierliche Vergärung ist gut automatisierbar und weist eine relativ gleichmässige Gasproduktion auf.

SUBSTRAT ALS BAKTERIENFUTTER

Die Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion mit einem hohen Anteil Gülle wird von der Qualität, das heisst, vom Methanbildungspotential der Gülle bestimmt. Gülle ist grundsätzlich vorteilhaft, weil sie die biologischen Prozesse stabilisiert. Mit Gülle gelangen sowohl Makro- als auch Mikronährstoffe in den Fermenter. Diese wiederum werden von den Methanbakterien zur Umsetzung der organischen Materialien benötigt. Im Vergleich zu pflanzlichen Ausgangssubstanzen ist der Methangehalt in Biogas aus Gülle-Vergärung deutlich höher. Der Methangehalt im Gas wird bei Rindergülle mit etwa 60% angegeben, bei Schweinegülle kann der Gehalt auf bis 70% ansteigen.

BAKTERIEN SIND DIE EIGENTLICHEN FACHARBEITER

Die Biogasproduktion läuft nicht in einem einmaligen Vorgang ab. Dazu sind vier fliessende Prozessschritte (Phasen) notwendig. Beim ersten Schritt, der Hydrolyse, werden die hoch-molekularen Verbindungen des organischen Ausgangsmaterials in die einzelnen Bestandteile zerlegt. Das ist notwendig, damit sie in den nachfolgenden Prozessschritten von Bakterien verarbeitet werden können. Im Klartext heisst das, Kohlehydrate, Proteine und Fette werden biochemisch in niedermolekulare Verbindungen zerlegt. Diese Grobarbeit übernehmen hydrolytische Bakterien die spezielle Enzyme ausscheiden und damit in der Lage sind die grossen Makromoleküle anzugreifen und in kleine wasserlösliche Moleküle aufzuspalten. In einem zweiten Schritt, der als «Acidogenese» bezeichnet wird, übernehmen entsprechende Bakterien die vorliegenden Spaltprodukte in das Zellinnere auf, wo ein weiterer Abbau erfolgt. Es entstehen Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure und Milchsäure.

Der entscheidende Schritt für die spätere Methanbildung ist, dass die Bakterien den Restsauerstoff der bei der Hydrolyse übrig geblieben ist, aufbrauchen und damit eine weitgehend sauerstofffreie Umgebung schaffen.

In der dritten Phase, der Essigsäurephase, werden die der Versäuerung entstammenden Stoffe weiter umgewandelt. Die Spaltprodukte sind Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid. Die Essigsäurebildung hängt direkt mit der Methanbildung zusammen. Wasserstoff, der während der Essigsäurebildung entsteht, könnte einen grossen Teil der Bakterien hemmen, würden nicht Methanbakterien diesen augenblicklich verbrauchen. Im Gegenzug benötigen diese Bakterien Energie, welche im Verlauf der Methanbildung freigesetzt wird. In einem vierten und letzten Prozessschritt beginnt die eigentliche Methanbildung der Biogasproduktion. Die verantwortlichen Bakterien arbeiten nur in einem absolut anaeroben Klima. Wenn auch nur kleine Mengen Sauerstoff vorhanden sind, werden methanogene Bakterien gehemmt oder sterben gar ab. Alle Arten der Methanbakterien können Kohlendioxid umsetzen, einigen verarbeiten Wasserstoff und wenige Arten auch Essigsäure. Die Methanol-Verarbeitung bleibt aber nur einer Art vorbehalten. Dabei entstehen etwa 70% des Methans durch Verwertung der in Phase 3 entstandenen Essigsäure und die restlichen 30% aus Kohlendioxid und Wasserstoff.

BAKTERIEN LIEBEN GUTE BEDINGUNGEN...

Ähnlich dem Menschen schätzen Bakterien ideale Lebensbedingungen, damit sie ihre Arbeit zufriedenstellend und ohne zeitlichen Verzug verrichten können. Bei tiefen Temperaturen (unter 3 – 4°C) überleben die Bakterien zwar, doch verzichten sie auf das Arbeiten. Folglich ist der Faulprozess stark temperaturabhängig. Je höher die Temperatur, umso schneller erfolgt der Abbau und umso höher ist die Gasproduktion. Es gibt drei typische Temperaturbereiche, in denen sich entsprechende Bakterien wohlfühlen. Es sind dies:

- Psychrophil (kälteliebende) Stämme bei Temperaturen unter 25°C.
- Mesophil (mittlere Temperatur) Stämme bei Temperaturen von 25 – 45°C
- Thermophil (wärmeliebende) Stämme bei Temperaturen über 45°C

... UND OPTIMALEN PH-WERT

Wie bei so manchem Prozess, wirkt auch der pH-Wert im Gärmilieu auf die Aktivität der Bakterien aus. Die hydrolysierenden (erste Phase) und säurebildenden Bakterien (zweite Phase) haben ihr Aktivitätsoptimum in einem sauren Milieu von pH 4.5 bis 6.3. Essigsäurebildende Bakterien und Methanbildner vertragen nur einen neutralen bis schwach alkalischen pH-Wert von 6.8 bis 8.0.

SCHMUTZIGES GAS

Biogas ist zwar ein wertvoller Brennstoff, im Vergleich zu Erdgas hat es aber einen verminderten Brennwert und wird als «schmutziges Gas» bezeichnet. Der grösste Unterschied zwischen dem erneuerbaren Biogas und dem fossilen Erdgas besteht somit in der Herkunft. Biogas enthält 50 bis 70% Methan (CH₄), im Erdgas ist der CH₄-Anteil bei 90%. Dafür enthält Biogas zwischen 25 und 45% Kohlendioxid (CO₂). Biogas ist folglich kein reines Biomethan. Da während des Faulprozesses auch andere Komponenten, wie Kohlendioxid, Luft, Schwefelwasserstoff (H₂S), Wasserstoff (H₂), flüchtige organische Komponenten und Siloxane¹ entstehen. Für die Aufwertung auf das Niveau von Erdgas werden verschiedene Technologien eingesetzt, um die unerwünschten Bestandteile herauszufiltern. Beispielsweise Aminwäsche, Druckwechselabsorption, Wasserwäsche, organisch-physikalische Wäsche, kryogene Destillation und die mehrstufige Membrantrennung. Jede Technologie hat unterschiedliche Eigenschaften und Wirkungsgrade.

NÄHRSTOFFREICHE VERGÄRPRODUKTE

Für die Weiterverwertung der Vergärungsprodukte (Gärreste) gibt es klare Richtlinien. Entscheidend ist die Herkunft der Frischsubstanz. Gärgut aus landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen gilt als Recyclingdünger, wenn die Hofdünger mit mehr als 20% Material aus nicht landwirtschaftlicher Herkunft vergoren werden. Dies ist auch der Grenzwert für die Verwendung von «Biogas-Gülle» auf Bio-Betrieben. Bestimmt durch das Ausgangsmaterial können die Nährstoffe in Gärgut stark schwanken. Generell ist der Stickstoff-

¹Siloxane werden bei der Verbrennung (z. B. im BHKW) zum Problem, weil festes Siliciumoxid (Sand) entsteht, was zum Verschleiss der bewegten Teile führt.

gehalt in der Biogas Gülle höher als in unvergorener Gülle. Die Anwendung wird wegen den besseren Flieseigenschaften einfacher und eine Geruchsbelastung ist kaum vorhanden.

AUSDAUER ALS BERUFUNG

Mit dem gewonnenen Biogas wird das Blockheizkraftwerk (BHKW) betrieben. Dieses besteht aus einem Gas-Ottomotor oder aus einem Zündstrahl-Dieselmotor. Der Motor seinerseits treibt den Generator zur Stromproduktion an und produziert Wärme, die als thermische Energie genutzt wird. Ein BHKW läuft ständig unter Nennlast, dies mit optimalem Wirkungsgrad. Dieser stabile Betriebszustand setzt voraus, dass es zu möglichst wenig Kaltstarts kommt, wo das Schmieröl noch zäh ist und grosse Temperaturunterschiede beim Motorstart zu Materialspannungen im Zylinder, in Zylinderköpfen und Kolben führen. Ziel ist, dass eine BHKW-Einheit jährlich möglichst 7 000 bis 8 000 Stunden störungsfrei läuft. Dies wird nur erreicht, wenn alle vorgeschriebenen Service- und Wartungsarbeiten konsequent eingehalten und durchge-

führt werden. Dazu zählten evtl. auch wiederkehrende Ölanalysen damit Rückschlüsse auf das Verschleissverhalten im Motor gezogen werden können. Störungen treten sowieso immer in unpassenden Momenten auf, seriöse Anlagebauer bieten daher einen 365 Tage/24 Stunden-Service an. Ein Anlagebetreiber kann sich einen längeren Ausfall nicht leisten, weil dadurch der ganze Biogasproduktionsprozess ins Stocken bzw. zum Stillstand kommt.

FAZIT

Allein schon die Tatsache, dass vier Gärphasen in einem oder zwei Behältern unter engen Bedingungen ablaufen zeigt, dass das Betreiben einer Biogasanlage viel Fingerspitzengefühl erfordert. Für den wirtschaftlichen Erfolg einer Biogasanlage sind viele Faktoren verantwortlich. Die hohen Investitionen rechnen sich nur, wenn bereits bei der Planung alles richtig gemacht wurde und die Anlage von Anfang an wirtschaftlich geführt werden kann.



Abb.1: In der Schweiz haben 112 Biogasanlagen im Jahr 2019 160 GWh Elektrizität und 58 GWh thermische Energie produziert.
Bild: R. Hunger

CLEARSPACE



© ClearSpace SA

Written by ClearSpace Staff, ClearSpace SA is developing technologies to capture and deorbit obsolete objects threatening space operations. Contracted by the European Space Agency (ESA) for the first space debris removal mission“, the ClearSpace-1 mission will take place in 2025

Une start-up suisse à la tête de la mission ClearSpace-1 pour l'enlèvement d'un premier débris spatial en 2025.

Ces dernières années, le nombre d'engins lancés en orbite autour de la Terre ne cesse pas d'augmenter, alors que la croissance du nombre de débris, satellites en panne et corps de fusée en orbite s'accélère. Un problème qui, dans un futur proche, mettrait l'exploration spatiale ainsi que les divers services dépendant de satellites en danger. Par conséquent, l'Agence spatiale européenne (ESA) a confié à l'entreprise vaudoise ClearSpace SA la responsabilité de conduire la première mission d'élimination de débris en orbite.

Nous observons aujourd'hui un regain d'intérêt pour l'exploration spatiale, notamment au travers de missions comme Mars 2020 de même que des projets (vu que y en a plusieurs) de constellations tels que Starlink de SpaceX ou OneWeb. Depuis le lancement du premier satellite en 1957, plus de 10'000 satellites ont été envoyés dans l'espace à bord de plus de 6'000 fusées. Certains sont toujours en activité, mais les objets en panne ont été envoyés et continuent à être abandonnés à leur sort, faute de moyens nécessaires à leur extraction.

Ceux qui sont fonctionnels en arrivant à la fin de leur vie se désintègrent naturellement dans l'atmosphère après une manœuvre de désorbitage, mais la plupart des satellites en panne continuent à tourner librement autour de la Terre pour des dizaines ou centaines d'années, générant un trafic de plus en plus dense. Beaucoup de ces objets se fractionnent soit en entrant en collision soit en explosant, et produisent des millions de grands et petits débris.

«Il est urgent de développer une „dépanneuse“ cosmique pour retirer les satellites en panne et corps de fusées utilisés, et stabiliser l'environnement spatial proche» affirme Luc Piguet, co-fondateur et CEO de ClearSpace.

En effet, les conséquences ne sont pas moindres. Les débris spatiaux peuvent, en entrant en collision, détruire des satellites opérationnels dont les services nous sont précieux sur Terre. Parmi ces services, on retrouve par exemple le GPS, les communications mondiales, la surveillance des catastrophes et les services météorologiques. D'autre part, si des nouvelles collisions se produisent, des champs d'orbites autour de la Terre pourraient devenir inutilisables. Cela mettrait un frein à l'exploration spatiale dans le futur.

L'Agence spatiale européenne a donc décidé d'agir en lançant le programme ADRIOS, qui vise à développer des services en orbite pour les satellites tels que le ravitaillement, la réparation ou les manœuvres orbitales. En 2019, dans le cadre de ce programme, l'ESA a ainsi lancé un appel d'offre et c'est un spin-off de l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de

Lausanne), ClearSpace SA, qui a été choisi parmi une douzaine de candidats. Leur mission : développer un engin spatial – type robot à quatre bras articulés - qui permettra l'enlèvement de débris en orbite en toute sécurité.

ClearSpace SA a vu le jour en 2018 et rassemble des experts de l'aérospatial du monde entier : astronautes, ingénieurs et chercheurs de l'EPFL. Leur objectif est de joindre leurs compétences pour débarrasser l'espace des débris spatiaux et développer le futur des services en orbite.

Le débris ciblé au cours de la mission, baptisée ClearSpace-1, est l'étage supérieur d'un lanceur de l'ESA

appelé Vega. Il s'agit d'un cône de deux mètres de diamètre pesant 120 kg, orbitant à plus de 28'000 km/h à une altitude d'environ 600 km. L'objet a été sélectionné en raison de sa forme relativement simple et de sa taille, représentative d'une grande partie des déchets des futures opérations commerciales.

«Nous sommes en train de créer un robot capable d'atteindre un débris-cible, de l'étudier et de calculer son mouvement» déclare Muriel Richard-Noca, co-fondatrice et ingénieure en chef de ClearSpace. «Une fois le débris capturé, il sera désorbité avec le robot, c'est-à-dire envoyés dans l'atmosphère où ils se désintégreront».



*Le robot à quatre bras de la mission ClearSpace –1 permettra de capturer le débris ciblé.
Image © ClearSpace SA*

La mission, prévue pour 2025, n'est pas simple. Un des plus grands défis consiste à développer la technologie nécessaire pour que le robot puisse calculer le mouvement du débris, ce qui lui permettra ensuite de s'en emparer. Un autre défi, qui n'a jamais été tenté auparavant, sera de capturer un objet «non-coopératif», c'est-à-dire qui n'est pas conçu pour être attrapé. Dans l'espace, tout contact incontrôlé avec le débris pourrait perturber sa trajectoire, ainsi le robot de ClearSpace se conçoit de manière à éviter ce type d'évènement. En fin d'opération, le robot et le débris capturés seront désorbités ensemble, mais l'objectif est de pouvoir par la suite créer des plateformes réutilisables afin de récupérer plus d'un objet par mission. ClearSpace-1 permettra de mener des tests allant dans ce sens. Il s'agit à ce titre du premier pas vers un service de désorbitage de débris destiné à devenir une nouvelle industrie dans spatiale.

En effet, la situation des débris spatiaux s'aggrave rapidement. Les nouveaux projets de constellation et la baisse des coûts de lancement ont entraîné une multiplication par 16 du nombre de satellites lancés par an au cours de la dernière décennie. Alors que les agences se préoccupent de plus en plus de la durabilité des opérations spatiales, le problème des débris spatiaux a fait son chemin dans le grand public.

Aujourd'hui, les États sont responsables de tout objet qu'ils lancent dans l'espace. À mesure que le nombre de débris spatiaux augmente, les opérateurs craignent que des mesures sévères soient mises en place, mettant un frein à leurs opérations. Avec la mission ClearSpace-1, la start-up ClearSpace SA établie à Renens souhaite ainsi construire des solutions qui permettront de réduire ce risque en fournissant des nouveaux services en orbite pour les opérateurs et les agences spatiales. Un ensemble de partenaires industriels européens et suisses comme APCO Technologies, RUAG Space, SYDERAL SWISS, Micro-Cameras & Space Exploration (MCSE) et NanoSPACE AG apportent leur contribution dans leurs domaines respectifs. Ils sont rejoints par des chercheurs et universitaires à la pointe dans le secteur spatial provenant de prestigieux centres tels que l'EPFL, la Haute École Spécialisée (HEIG-VD) et de l'institut d'astronomie de l'université de Berne (AIUB).

«Les débris spatiaux et notre mode actuel d'utilisation de l'espace, tout spécialement de l'orbite terrestre basse, constituent un risque grandissant, aussi bien pour les engins spatiaux habités que pour les satellites opérationnels. Il est temps d'agir: Il faut adopter une gestion du trafic spatial basé sur la durabilité; il faut pouvoir désorbiter les satellites qui tombent en panne, et limiter de manière rigoureuse la durée de vie des satellites en orbite basse, tout spécialement de ceux qui appartiennent à des constellations. Il ne sera plus acceptable, dans le futur, de laisser en orbite les étages supérieurs de lanceurs, et ceux qui sont déjà en orbite aujourd'hui devront être éliminés dans toute la mesure du possible.» Claude Nicollier, astronaute ESA et Chairman de l'Advisory Board ClearSpace.

Suivre le projet sur Clearspace.today
1.3.2021 – ClearSpace Communication

DATENMÜLL



Rudolf Fuchsli

Nebst seiner Position als Professor für Applied Complex Systems Science an der ZHAW School of Engineering, leitet Rudolf Fuchsli auch den Stiftungsrat des Naturama Aargau.

DIE DATENWENDE – WISSENSCHAFT NEU GEDACHT UND GEMACHT

Dass wir mitten in der Datenrevolution stecken gehört zu den immer wieder gern geäusserten Allgemeinplätzen. Was heisst das konkret für die Wissenschaft? Als ich studiert habe (vor 35 Jahren), waren viele Teile der Wissenschaft stark theorie- und ideengetrieben. Man hatte ein Bild, ein Modell der Wirklichkeit und versuchte, dieses durch Experimente bzw. experimentelle Daten zu untermauern. Daten, Messungen waren teuer und sozusagen das Gold der Wissenschaft. Und es galt: Das Modell bestimmte häufig, welche Experimente durchgeführt wurden. Heute sind wir in vielen Gebieten in einer anderen Situation. Die Erhöhung der Rechen- und Speicherkapazität sowie die Möglichkeit, Daten sehr schnell und in den grössten Mengen hin und her zu bewegen, aber auch die immensen Fortschritte der Sensortechnologie (Genauigkeit, Messfrequenz, Vernetzbarkeit, Grösse, Preis, Belastbarkeit, etc.) erlauben es, Prozesse umfassend zu erfassen und erst nachträglich zu bestimmen, welche der Datentypen man für eine Untersuchung wirklich verwendet. Modelle sind dabei nicht mehr zwingend die Produkte menschlichen Denkens, sondern bestehen im Wesentlichen aus statistischen Korrelationen, welche mit fortgeschrittenen mathematischen Methoden, inklusive künstlicher Intelligenz, gefunden werden. Man muss sich dabei klar machen, dass es sich heute bei Daten nicht nur um Zahlenkolonnen handelt, sondern dass Firmen wie IBM an künstlichen Intelligenzen arbeiten, welche zum Beispiel auch die Inhalte ganzer wissenschaftlicher Fachartikel erfassen (inklusive Bilder und Diagramme) und in Beziehung setzen können. Die Möglichkeiten sind dabei enorm; ein Computer kann sehr viel mehr Daten erfassen als ein Mensch und wenn wissenschaftliche Fachartikel von Computern analysiert werden, können Muster erfasst werden (zum Beispiel irgendwelche Zusammenhänge zwischen, sagen wir, Orthopädie und Kardiologie) welche für menschliche Spezialisten kaum jemals sichtbar werden. Sie können schlicht deshalb nicht sichtbar werden, weil niemand in der Lage ist, alle Artikel aus zwei Gebieten regelmässig zu studieren und Zusammenhänge aufzudecken. Man kann sagen: Goldene Zeiten für die Interdisziplinarität! Künstliche Intelli-

genz gepaart mit gewaltigen Datenmengen erlauben es, sowohl in der Tiefe als auch in der Breite Zusammenhänge zu erfassen, welche nie zuvor ein Mensch gesehen hat und, aufgrund der menschlichen Beschränkungen, auch nie sehen wird. Dies eröffnet immense Chancen für Wissenschaft und Gesellschaft. Die Frage ist nun: Gilt bei Daten «Viel hilft viel» oder gibt es auch so etwas wie Datenabfall?

DATENABFALL UND TOXISCHE DATEN

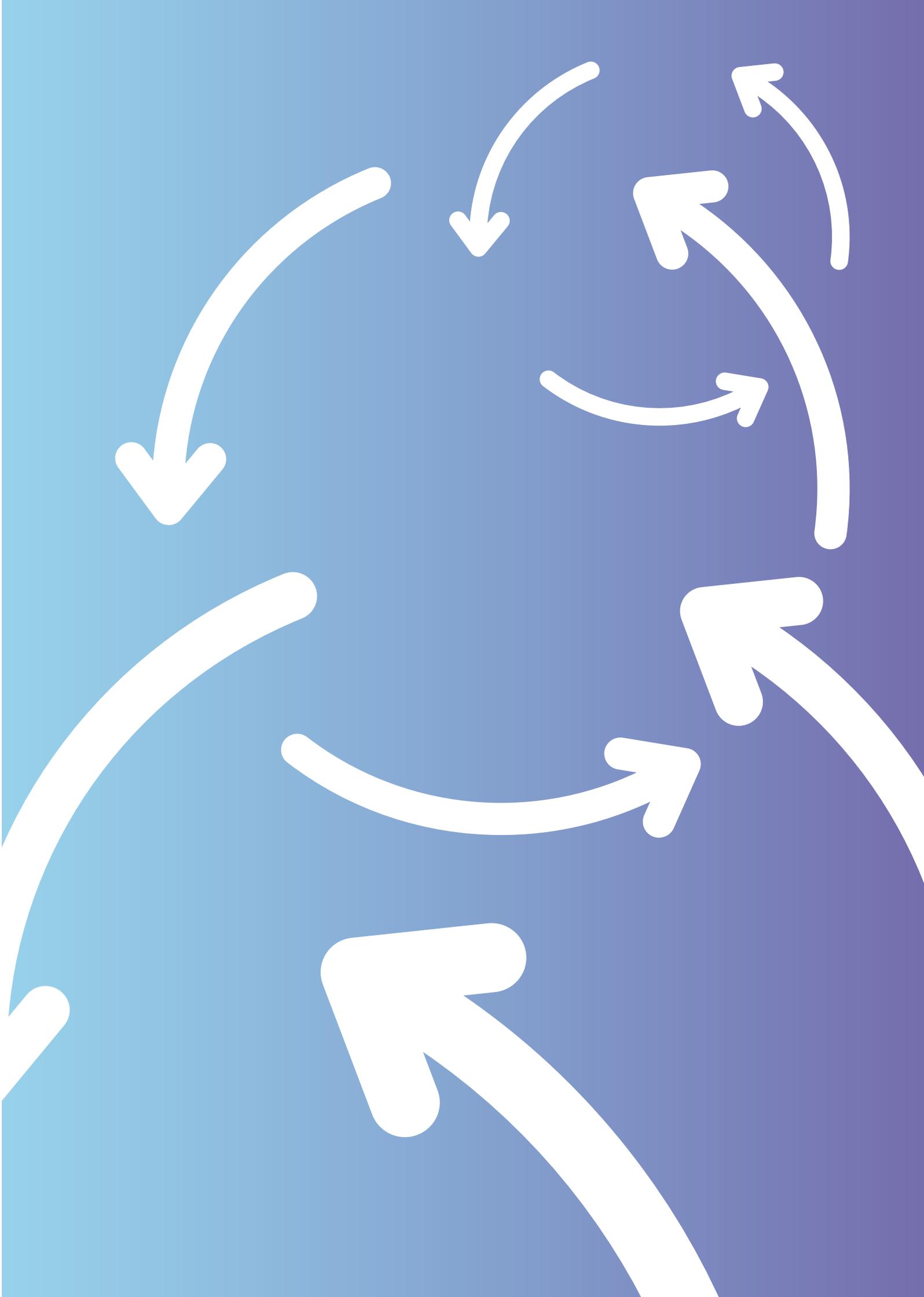
Bei Daten stellt sich das Abfallproblem selbstverständlich anders als, sagen wir mal, bei Aludosen. Grundsätzlich ist die Entsorgung von Daten kein allzu grosses Problem, man kann Daten ja einfach löschen. Kompliziert wird die Angelegenheit durch die schier unbeschränkte und billige Möglichkeit der Datenspeicherung. Diese scheinbare Einfachheit verleitet zum «Datenmessietum». Das bedeutet: nichts wird gelöscht, alles wird aufbewahrt. Nun scheint das auf den ersten Blick vernünftig; wer weiss, ob man einmal erhobene Daten nicht später noch einmal nützen kann. Das Problem hierbei ist: der wahre Preis der Datenspeicherung ist nicht durch die Hardware gegeben, sondern vor allem durch die Notwendigkeit, Daten einzuordnen, zu klassifizieren und auch zu pflegen (alte Daten müssen regelmässig auf die gerade zeitgemässen Datenträger überspielt werden, usw.). Früher, als die paar Messpunkte, welche während mehreren Jahren Forschung tatsächlich auch anfielen, ohne weiteres in einem Bundesordner abgelegt werden konnten, war es kein Problem, die Übersicht zu behalten. Datenberge sind erst dann ein Problem, wenn man gar nicht mehr weiss, welche Daten man eigentlich hat und wo sie abgelegt sind. Schlecht geordnete Daten können mit einigem Recht als Abfall bezeichnet werden, denn ihre Verwendung erfordert häufig mehr Aufwand als ihre Neuerhebung. Sie entsprechen sozusagen dem Inhalt eines unaufgeräumten Estrichs: weitgehend nutzlos, aber auch nicht wirklich störend und manchmal für einen nostalgischen Moment des Rückblicks recht reizvoll. Wesentlich gravierender ist das Problem der «toxischen Daten» (ich nehme mir hier die Freiheit, diesen Begriff zu prägen). Um Daten interpretieren zu können, ist es absolut erforderlich, den Kontext zu kennen, unter denen sie erhoben wurden, ansonsten kann

die Auswertung solcher Daten zu verzerrten Schlussfolgerungen verleiten. Nehmen wir als Beispiel eine Untersuchung von irgendwelchen Gesundheitsdaten. Es kann sein, dass in der ursprünglichen Studie der Fokus auf jungen AusdauersportlerInnen zwischen 20 und 30 lag. Wenn diese Daten nun ohne die Angabe dieser Einschränkung abgespeichert worden sind, möchte ich von toxischen Daten sprechen. Leider geschah und geschieht dies häufiger, speziell wenn die Einschränkungen nicht ganz so offensichtlich sind, wie in diesem Beispiel, oder sich der Zeitgeist ändert. Annahmen, welche vor 30 Jahren so selbstverständlich waren, dass man sie nicht einmal erwähnte, sind es heute nicht mehr. Würden diese Daten in eine allgemeine Untersuchung miteinbezogen, würden sie das Ergebnis massiv verzerren. So weh es dem Datenmessie auch tut: Daten, deren Kontext unbekannt ist, sind nicht nur überflüssig, sondern können sogar schädlich sein und sollten deswegen vernichtet werden.

DATENRECYCLING

Die Schweiz ist ein reiches Land, auch reich an Daten. Betrachten wir ein aktuelles Beispiel: die Corona – Pandemie (der Autor ist Teil eines Teams, welches sich mit der Modellierung der Auswirkung sowohl der Impfung als auch nicht-pharmazeutischer Massnahmen beschäftigt). Insgesamt ist die Datenlage in der Schweiz auf lokaler Ebene grundsätzlich relativ gut (Vollständigkeit und Zuverlässigkeit von anonymisierten Krankheits- und Impfdaten). Allerdings hat sich gezeigt, dass das Zusammenführen kantonaler Daten und auch die Herstellung von Vergleichbarkeit verschiedener Datensätze recht aufwendig ist. Ein typisches Beispiel ist das Bilden von Alterskohorten: verschiedene Jahrgänge werden zusammengefasst, zum Beispiel die Gruppe der 40 bis 50-jährigen. Dies wäre kein Problem, würde es überall gleich gemacht. Sobald aber der eine Kanton Gruppen der Form «25 bis 35-jährig» bildet und der andere Kanton irgend eine andere Gruppierung wählt, wird es schwieriger. Noch heikler ist die Frage der Klassifizierung. Ohne auf die leidige Frage einzugehen, ob jemand an oder mit Corona gestorben ist, ist es schon wichtig, genau zu wissen, wann jemand als Coronatoter gezählt wird. Gerade für die Eichung von Modellen macht es einen Unterschied, ob die Anzahl der in der Statistik ausge-

wiesenen Toten gleich der durch Laborbefund nachgewiesenen Fälle oder der durch Symptomanalyse als Corona-Opfer klassifizierter Patienten ist. Eine entscheidende Lehre aus dieser Pandemie ist deshalb, dass wir uns vorgängig Gedanken machen müssen, wie wir Daten erheben, standardisieren und ablegen. Dies, damit diese Daten im Falle einer ausserordentlichen Situation schnell und vielfältig einsetzbar aufgearbeitet werden können. Dabei geht es nicht darum, irgendeine pandemie-spezifischen Register permanent auf dem neuesten Stand zu halten. Sondern darum, die sowieso schon vorhandenen Daten so zu gestalten und abzulegen, dass im Fall einer Pandemie die notwendigen Parameter schnell und effizient abgeleitet werden können. Die entsprechenden Standards festzulegen ist keine einfache Aufgabe; weiter müssen diese Standards auch immer wieder an die neuesten Erfordernisse und technischen Möglichkeiten angepasst werden. Wenn ich übrigens eingangs «wir» schreibe, meine ich das auch so. Die Definition von Daten und die Ausformulierung und Begründung entsprechender Bedürfnisse ist Sache aller an den Daten Interessierter. Bund und Kantone können Bedürfnisse nur erfüllen, wenn sie sie auch kennen. Die vorhandenen Daten so zu gestalten, dass sie weiterverwendet werden können, kann man jedoch mit gutem Recht als Datenrecycling bezeichnen. Wie bei jeder Form von Recycling zeigte sich aber, dass Mehrfachverwendung zwar möglich, aber keinesfalls trivial ist. Auch gibt es Grenzen dessen, was man umsetzen kann. Nicht vergessen werden darf, dass ungepflegte Daten einen versteckten Vorteil haben. Sie werden irgendwann einmal nutzlos und damit natürlich auch nutzlos für Missbrauch. Rezyklierbare, vielfältig verwendbare Daten sind naturgemäss auch ein Problem aus der Perspektive des Datenschutzes. Hier eine vernünftige Balance zu finden ist eine der grossen Herausforderungen der Zukunft.



ABWASSERREINIGUNG – WENIGER TECHNISCH BETRACHTET



Kurt Stütz

Kurt Stütz, geb. 05.07.1946 in Österreich, Abschluss als Dipl.Ing. an der Universität für Bodenkultur in Wien, verheiratet, 2 Töchter, zwischen 1973 und 2014 wohnhaft in Uster, in Zürich tätig als Ingenieur und Projektleiter hauptsächlich auf dem Gebiet Abwasserbehandlung und Klärschlammverwertung

In einem Leitgedanken der letzten FOKUS-Ausgabe war von den sensiblen Darmbakterien im menschlichen Körper, von ihrer Empfindlichkeit gegenüber der Nahrungszufuhr und deren direkten Einfluss auf unsere Gesundheit zu lesen.

Was geschieht eigentlich mit all den festen und flüssigen Reststoffen, die nach der Verdauung unseren Körper verlassen?

Nach kurzer oder längerer Wanderung in einem Kanalsystem landen sie in einer sogenannten Abwasserreinigungsanlage (Abkürzung ARA, alte Bezeichnung „Kläranlage“). Dort werden in erster Linie die organischen Bestandteile von einer Lebensgemeinschaft aus Bakterien und Kleinstlebewesen verzehrt und dabei abgebaut und umgewandelt („mineralisiert“), sodass sie unsere Gewässer nicht mehr nachhaltig belasten. Die nicht organischen Bestandteile wie z.B. das für die Algenbildung in den stehenden Gewässern („Eutrophierung“) verantwortliche Phosphat werden durch Zudosierung von Eisenchlorid, welches auch in der Natur vorkommt, aus dem Abwasser entfernt. Das im Abwasser in gelöster Form vorhandene Phosphat wird dadurch in ungelöste Form überführt („ausgefällt“), setzt sich dann infolge der Schwerkraft am Boden ab, von wo es zusammen mit dem übrigen Klärschlamm entfernt werden kann.

Als ehemaligen ARA-Ingenieur veranlasst mich der oben erwähnte Leitgedanke den interessierten Leser zu ermuntern, sich eine ARA mal anders, nämlich auch als lebenden Körper und nicht wie üblich als hochtechnische Anlage vorzustellen, in welcher komplexe physikalische, biologische und chemische Prozesse ablaufen. Schliesslich basiert die Entstehungsgeschichte der Abwasserreinigung auf Beobachtung und Nachahmung der Vorgänge in der Natur, so auch in unserem Körper. Der Vergleich der ARA mit unserem Körper erscheint daher durchaus berechtigt, sieht man mal davon ab, dass der Zweck einer ARA nicht in ihrer eigenen Lebenserhaltung, sondern in der Reinigung des Abwassers besteht.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass dieser künstlich hergestellte, von Leben erfüllte Körper gleichen und ähnlichen Einflüssen wie der menschliche Körper unterliegt. Auch die ARA kann durch unkontrollierte Zufuhr von Schmutzstoffen (Nährstoffen) in ihrer

Funktion und Reinigungswirkung gestört werden. Welche Substanzen bilden also diese „Nährstoffe“? Im Wesentlichen setzen sich die zugeführten Nährstoffe in einem kommunalen Abwasser aus biologisch abbaubaren Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen und zu einem geringen Teil aus nicht biologisch abbaubaren anorganischen Verbindungen, wie z.B. Phosphat (aus dem Urin und aus Waschmittel), und Spuren von Schwermetallen zusammen. Infolge der technologischen Fortschritte in der Materialtechnik und Medizin mischen sich ausserdem immer mehr neue, biologisch nicht abbaubare Substanzen, wie Rückstände von Medikamenten (z.B. Antibiotika), Hormonpräparate etc., in diesen „Nährstoff – Cocktail“. Diese würden in den Gewässern Missbildungen und Organschäden bei Fischen und anderen Lebewesen verursachen und zwingen die Abwassertechnik, mit zusätzlichen chemischen und physikalischen Mitteln (z.B. Behandlung mit Aktivkohle oder Ozon) entgegen zu wirken. Auch wir Menschen müssen uns nach Einnahme unverträglicher und giftiger Stoffe mit geeigneten Medikamenten und Behandlungen vor schlimmen gesundheitlichen Konsequenzen schützen.

Mit der Einleitung von Abwässern aus Gewerbe und Industrie kann die Nährstoffzusammensetzung darüber hinaus hinsichtlich Qualität, Menge und zeitlichen Anfall stark variieren. All dies erfordert höchste Anpassungsfähigkeit der aktiven Lebensgemeinschaften in der ARA. Im Extremfall kann die biologische Aktivität zum Erliegen kommen, es kommt zu Schlammabtrieb oder Schaumbildungen wie in schmutzstoffbelasteten Fliessgewässern (zum Vergleich mit menschlichen Verdauungsproblemen).

Vielleicht habt Ihr schon mal eine grössere ARA besichtigt (z.B. an einem Tag der offenen Tür) und all die komplexen und sehr kompliziert wirkenden Bauwerke und Konstruktionen über und unter dem Boden bestaunt und zu guter Letzt auch das glasklare und wie Trinkwasser aussehende gereinigte Abwasser bewundert, welches die ARA in Richtung öffentliches Gewässer verlässt.

Falls Ihr dies noch nachholen wollt, wäret Ihr daher, wie vorher schon angedeutet, gut beraten, Euch die Anatomie des menschlichen Körpers vor Augen zu führen und dann zu versuchen, den Aufbau der ARA anhand dieses Bildes nachzuvollziehen.

Je nach Lage und Platzverhältnisse findet man sehr unterschiedliche Anordnungen und Gestaltungen vor: grössere Arealflächen sind meistens mit zahlreichen offenen runden und rechteckigen Becken verbaut, während bei beengten Platzverhältnissen primär vertikal angeordnete Strukturen und höhere Gebäude vorherrschen. In der Regel liegen ca. 2/3 der gesamten Bausubstanz der ARA unter der Erdoberfläche, was jedoch am äusseren Erscheinungsbild nicht erkennbar ist.

MUND UND RACHEN

Unmittelbar nach der Einmündung des Zulaufkanals werden mithilfe einer sogenannten Rechenanlage sperrige Grobstoffe entfernt, damit unser Körper, bildlich gesprochen, keinen „Hustenanfall“ bekommt und womöglich erstickt (Staubildung, Überlaufen) noch bevor die fleissigen Bakterien und Kleinstlebewesen ihre Arbeit aufnehmen können. Danach wird auch mitgeführter Sand und Kies als systemschädliches Material aus dem Abwasser entfernt. Auch wir Menschen spucken alles aus, was nicht für unseren Magen bestimmt ist.

BECKEN UND BEHÄLTER ALS MAGEN UND DARM

Zunächst werden in sogenannten „Vorklärbecken“ leicht absetzbare Stoffe (ähnlich wie „Ballaststoffe“ in unserem Körper) als Klärschlamm abgesondert. Dahinter werden auf weitere Becken und Behälter samt Verbindungs- und Verteilkanälen stossen, welche im Wesentlichen die Aufgaben des Magens und der Gedärme erfüllen und den biologischen Bereich der ARA bilden. Die darin lebenden Bakterien ernähren sich von den zugeführten Nährstoffen und wachsen und vermehren sich dabei. Zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts muss daher laufend ein Teil der überschüssigen lebendigen Masse als sogenannter „Überschussschlamm“ aus dem System entfernt werden. Dieser Schlamm wird mit dem übrigen Klärschlamm vermischt.

In weiteren, jedoch geschlossenen Behältern wird der organische Teil des Klärschlammes von einer Lebensgemeinschaft aus spezialisierten Bakterien unter Luftabschluss ausgefault (verdaut, abgebaut), wobei als Endprodukt brennbares, nutzbares Gas, zur Hauptsache aus Methan, anfällt. Der verbleibende mineralisierte Rest des Klärschlammes bildet den „Kot“ und wird ebenfalls einer weiteren Verwendung zugeführt (z.B. thermische Verwertung durch Verbrennung,

Verwertung als Brennstoffzusatz).

WEIT VERZWEIGTES NETZ VON GROSS- UND KLEINKALIBRIGEN ROHRLEITUNGEN UND KABELSTRÄNGEN

Wie im Körper der Blutkreislauf, die Luftröhre samt Verästelungen, die Harnleiter etc. müssen auch in der ARA alle an den Prozessen beteiligten Organe über zahlreiche Leitungen versorgt (Sauerstoff zum Atmen, Wasser, zudosierte Chemikalien, Wärme und elektrische Energie u.a.) und auch Absonderungen (z.B. Presswasser, Überschussschlamm etc.) entfernt werden.

FAULGASVERWERTUNG ZUR ENERGIEVERSORGUNG

Der menschliche Körper gewinnt seine Lebensenergie in der Verwertung der Nährstoffe. Ähnlich wird auch bei der ARA das aus dem Klärschlamm gewonnene Faulgas zur Strom- und Wärmeenergie genutzt. Mit dem erzeugten Strom können Maschinen, Beleuchtungen, Computer etc. betrieben werden, während die erzeugte Wärme zur Raumheizung und zur Wärmeversorgung der Faulbakterien genutzt wird. Bei richtigem Funktionieren arbeitet die ARA energieautark, d.h. ohne Zufuhr von Fremdenergie.

ÜBERWACHUNGS- UND PROZESSLEITSYSTEM ALS GEHIRN UND NERVENSYSTEM DER ARA

In Kombination mit einem Labor, in welchem laufend Proben aus den verschiedenen Reinigungsstufen, aber auch aus dem Zu- und Ablauf sowie aus dem Klärschlamm analysiert werden, wird die „Gesundheit“ des ARA-Körpers überwacht. Wie in einer Arztpraxis werden so Gesundheitsschäden festgestellt und Massnahmen zur „Heilung“ definiert. Dazu zählt auch die „Verordnung von Medikamenten“ in Form von Zudosierungen von Mineralstoffen, Aktivkohle u.a.

AUSGEFAULTER KLÄRSCHLAMM

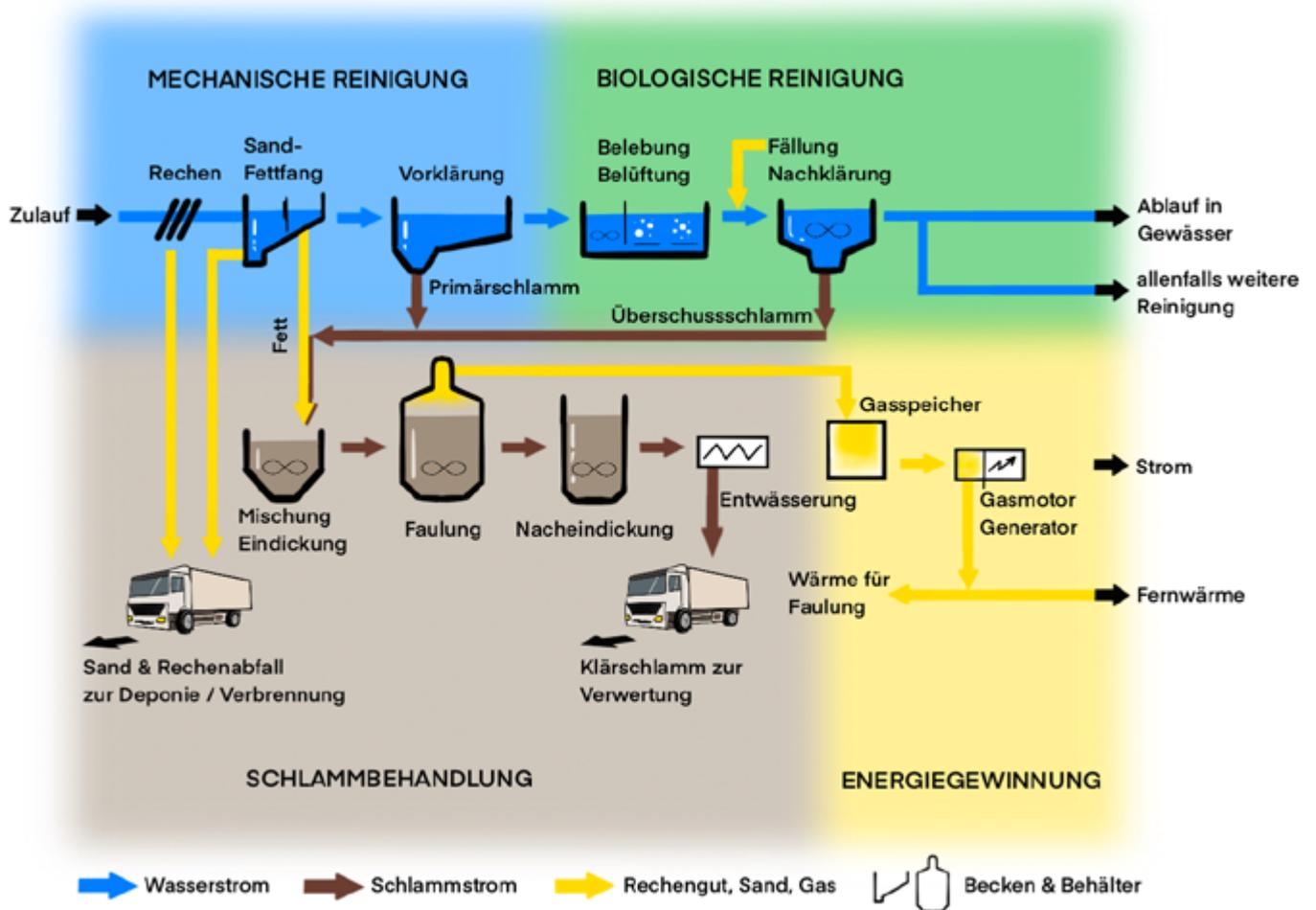
Zum Abschluss richten wir unser Augenmerk noch auf die Rückstände, die den ARA-Körper als „Kot“ verlassen. Diese mengenmässig nur noch einen kleinen Bruchteil ausmachenden Rückstände beinhalten neben Phosphat auch Schwermetalle und dürfen daher nicht mehr wie noch vor 20 Jahren als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet werden. Heute wird dieser Reststoff entweder zusammen mit dem Kehricht oder getrennt verbrannt und die Asche in geordneten Reststoffdeponien abgelagert. Neuerdings sind auch bereits Verfahren im Einsatz, das Phosphat als wertvollen Rohstoff aus der Asche zurückzugewin-

nen. Auch sind bereits Bestrebungen im Gange, aus dem ausgefaulten Klärschlamm einen neuartigen und erneuerbaren Brennstoff herzustellen.

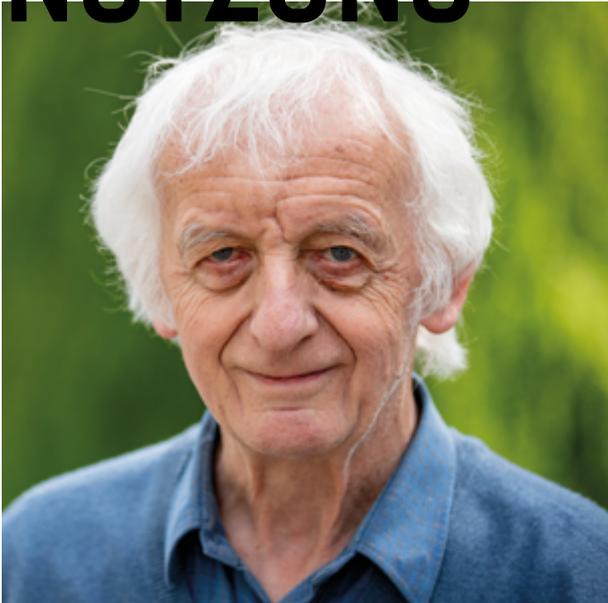
Auch die im Abwasser enthaltene Wärme kann bei Bedarf mittels Wärmepumpen genutzt und als Fernwärme an benachbarte Siedlungen abgegeben werden.

Entsprechend dem Leitgedanken, zur Schonung der Ressourcen möglichst wenig Lebensmittel zu vernichten bzw. wegzuworfen, liefert somit auch die Verwertung des Klärschlammes, des Faulgases und die Nutzung der Abwärme des Abwassers einen sinnvollen Beitrag an den Umweltschutz.

Prinzipschema einer ARA



KVA BUCHS: ABFALLVERBRENNUNG, RECYCLING, THERMISCHE NUTZUNG



Fritz Wenzinger

Studium und Dissertation an der ETH Zürich in technischer Chemie, Publikation von Palladiumkatalysatoren im Hochdruckbereich

Projekte im Bereiche der Analytik im Umweltanalytik Labor sowie in der mobilen Messtechnik von Boden, Wasser, Luft.

Die letzten 15 Berufsjahre Jahre Chemielehrer an den beiden Kantonsschulen in Aarau.

Nebenamtlich: Vorstand ANG
Mitglied der Bau- und Betriebskommission
KVA Buchs



Lorenz Caroli

Besuch der alten Kantonsschule und Abschluss Matura B. 1987 Übernahme des Kassieramtes der ANG. Rücktritt als Kassier 2011 und gleichzeitige Wahl zum Revisor. Seit vorzeitiger Pensionierung freier Mitarbeiter einer Wochenzeitung.

KOMMUNALE ENTSORGUNG VON ABFÄLLEN

Der Zweckverband für Kehrichtbeseitigung Region Aarau-Lenzburg (ZKAL) wurde 1969 von 32 Gemeinden gegründet und die Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) gebaut.

Bei der Inbetriebnahme der KVA Buchs im Jahre 1973 waren 44 Gemeinden im Kanton Aargau Mitglieder des Verbandes. Je eine weitere KVA im Kanton Aargau wurde in Turgi und Oftringen gebaut.

Heute werden aus etwas mehr als der Hälfte der aargauischen Gemeinden jährlich bis zu 135'000 Tonnen Abfälle in die KVA Buchs angeliefert und verbrannt. Die Kehrichtverbrennungsanlage mit zwei Ofenlinien wird momentan mit 38 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern betrieben.

Bis vor ca. 50 Jahren wurden die Abfälle aus kommunalen, gewerblichen und industriellen Bereichen oft mit Pferdefuhrwerken eingesammelt und in ehemaligen Kiesgruben und Steinbrüchen abgelagert. Die zunehmenden Abfallmengen und die damit verbundene Dehydrierung des Grundwassers machten es dann auch notwendig, neue Entsorgungsmöglichkeiten zu suchen.

Ein wesentlicher Fortschritt wurde mit der Verbrennungstechnologie erreicht. Dadurch verbleiben bei der Verbrennung der Abfälle nur noch Feststoffmengen (Schlacke) von ca. 20% und Filterstaub von ca. 2% des Gesamtabfalls.

Ein grösserer Anteil der Gewichtsreduktion erfolgt in Form von Kohlendioxid (CO₂) in der Verbrennungsabluft.

UMWELTGESETZGEBUNG/ RECYCLING

Die durch die Verbrennung anfallende Schlacke enthält noch eine Vielzahl von nicht brennbaren Stoffen wie beispielsweise die Metalle Eisen, Zink, Kupfer und Nickel. Diese werden auf der Schlackendeponie auf dem Seckenberg in Frick maschinell aus der Schlacke extrahiert und im Hochofenprozess recycelt. Die aufbereitete Schlacke wird umweltgerecht in die Deponie eingebaut.

Im Weiteren fallen auch ca. 2'000 Jahrestonnen toxische Filterasche an, die bis anhin unbehandelt untertags in Deutschland deponiert wurden. Seit dem 1. Januar 2021 muss die Filterasche von Kehrichtverbrennungsanlagen gemäss der Abfallverordnung VVEA Art. 32 und Art. 54, mittels Säuren extrahiert und die Metalle abgeschieden werden.

VERFAHREN UND TECHNIK

Die angelieferten Abfälle werden beim Eingang des KVA-Areals auf einer Wägestation gewogen und in die Abfallbunker eingebracht. Je nach Art und Menge werden mit der Schredderanlage und der Ballenpresse Abfallballen hergestellt und diese vor Ort zwischengelagert. Je nach Abfallmengen können zwei Ofenlinien beschickt werden. Zur optimalen Befeuerung wird ein Hauptluftstrom von unten durch den Abfallrost und Steuerluftströme seitlich in die Öfen eingeführt.

Die zwei Ofenlinien werden mit einer Rauchgasmenge von ca. 100'000 Normkubikmeter pro Stunde und bei ca. 800-1000 °C betrieben. Mit dem erzeugten Dampf (40 bar und 400°C) wird eine Dampfturbine betrieben. Diese liefert Strom mit einer Bandenergie von rund 10 MW. Damit können pro Jahr über 80 GWh Strom ins öffentliche Netz eingespeisen werden. Zudem liefert die Anlage ebenfalls Wasserdampf als Energieträger für die Industrie und das Gewerbe ans Fernwärmenetz rund 70 GWh pro Jahr.

Zurzeit ist ein Grossprojekt im Gange. Es wird eine Fernleitung erstellt, mittels welcher die Mittellandmolkerei in Suhr durch Prozessdampf beliefert wird. Mit der Produktion von Fernwärme können rund 7 Mio. Liter Heizöl pro Jahr eingespart werden. Im Elektrofilter erfolgt die Staubabscheidung, bevor die Salzsäure (HCl) und Schwefeldioxid (SO₂) aus den Rauchgasen der nachfolgenden Rauchgaswäschern ausgewaschen werden. Der letzte Reinigungsschritt des Rauchgases erfolgt dann in der katalytisch betriebenen Entstickungsanlage (Denoxanlage). Nach diesen Reinigungsstufen wird das behandelte Rauchgas analysiert, bevor es die Anlage durch das Kamin verlässt. Die Einhaltung der Grenzwerte der Abluft sind durch die Luftreinhalteverordnung (LRV) vorge-

schrieben, werden regelmässig kontrolliert und grösstenteils massiv unterschritten.

Eine der Reinigungsstufen der Rauchgase ist der SO₂-Wäscher. Darin werden die schädlichen Schwefelverbindungen aus dem Rauchgas ausgewaschen. Das saure Waschwasser wird mit Natronlauge neutralisiert. In den folgenden Aufbereitungsschritten wird der Natriumsulfatlösung Kalkmilch beigegeben. Nach weiteren Behandlungsschritten entsteht schlussendlich qualitativ hochwertiger trockener Gips, der als Wertstoff in der Zementindustrie eingesetzt wird. Pro Jahr werden auf diese Weise rund 250 Tonnen Gips gebildet. Die einzelnen Verfahrensschritte wurden durch interne Mitarbeiter entwickelt und verfeinert.

Nicht unwesentlich ist, dass in einem Verfahrensschritt mittels Ionenaustauscher auch noch geringste Spuren von Quecksilber aus dem Waschwasser extrahiert wird. Dies sind rund 50 kg Quecksilber, welche dadurch umweltgerecht entsorgt werden können.

NEUE VERFAHREN

Die Forschung und Entwicklung von neuen Materialien wird zunehmen und somit auch die Vielfalt der Abfälle, die zu recyceln oder umweltgerecht zu entsorgen sind.

Dies wird die Art der Verfahrenstechnik einer KVA sowohl technisch als auch wirtschaftlich noch anspruchsvoller machen.

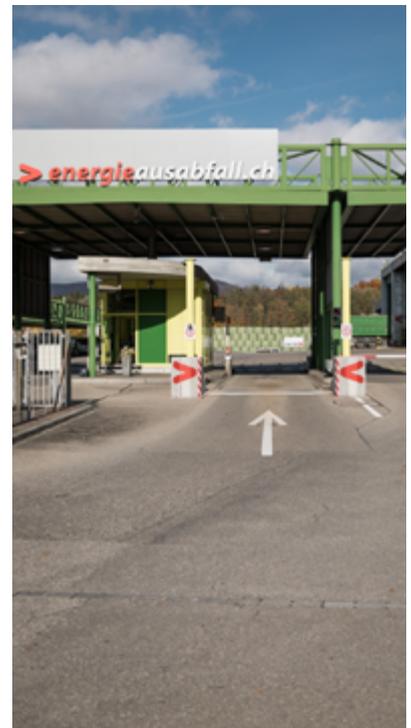
Ein weites Feld, auf dem derzeit geforscht wird, ist die Verwendung der grossen Mengen an Kohlendioxid (CO₂), die bei den Verbrennungsprozessen anfallen.

Die KVA bietet Schulen Lektionen durch ausgebildete Personen an. So sollen die kommenden Generationen mit dem Problem Abfall möglichst früh konfrontiert werden.

Quellennachweis

Dokumente aus dem Archiv der Kehrichtverbrennungsanlage Buchs
ANG Fokus Nr 2/13 H.Wanger, G. Schmid, Gips aus der KVA
Bildquelle: KVA





WAS SANDSTRÄNDE UND EISWÜSTEN MIT ATOMMÜLL ZU TUN HABEN



Felix Glauser

Felix Glauser hat an der Universität Bern Geografie mit Schwerpunkt Nachhaltige Entwicklung studiert. Seit 2018 arbeitet er bei der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) als Mediensprecher: «Ich setze mich tagtäglich dafür ein, dass wir den Atommüll der Schweiz so entsorgen, damit sich zukünftige Generationen nicht mehr darum kümmern müssen. Das Tiefenlager ist ein faszinierendes Jahrhundertprojekt, dessen Abschluss ich selbst leider nie erleben werde.»

Tropische Sandstrände, unwirtliche Eiswüsten, saftig grüne Hügel – über die Jahrtausende ist unsere Landschaft ständig im Wandel. Die Gesteine im Untergrund lassen uns in vergangene Welten schauen und helfen uns, Prognosen für die Zukunft zu machen. Wer ein langfristig sicheres Atomendlager bauen will, muss die Gesteine, aber auch vergangene und zukünftige Landschaftsveränderungen ganz genau kennen.

Radioaktive Abfälle müssen bis zu einer Million Jahre abgetrennt von Mensch und Umwelt gelagert werden. Viele Länder planen zurzeit den Bau sogenannter Tiefenlager: Stollensysteme, mehrere hundert Meter unter der Erde in geeigneten Gesteinsschichten. Darin soll der Atommüll die Jahrtausende überdauern – bis er nicht mehr gefährlich ist. In Finnland ist der Bau eines Tiefenlagers schon weit fortgeschritten.

In der Schweiz forscht die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) seit Jahrzehnten daran, wie der Schweizer Atommüll langfristig sicher gelagert werden kann – und an welchem Ort. Damit die Nagra ein sicheres Lager bauen kann, muss sie die Gesteine im Untergrund ganz genau kennen.

Und die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen verstehen, wie sich die Landschaft in der Vergangenheit verändert hat, damit sie Prognosen über zukünftige Veränderungen machen können.

Ungefähr so sah es im Kanton Aargau vor 175 Millionen Jahren aus.

DIE AARGAUER-KARIBIK

Vor über 175 Millionen Jahren sah unsere Region komplett anders aus: Keine Felder und Wälder, keine Hügel und Flüsse. Wo heute der Kanton Aargau liegt, erstreckte sich ein warmes, seichtes Meer. Dass es die Aargauer-Karibik tatsächlich gab, beweisen Bohrkernproben aus den zwei Tiefbohrungen der Nagra in der Gemeinde Bözberg. Tief unter dem Bözberg durchbohrte die Nagra eine Gesteinsschicht mit dem seltsamen Namen «Opalinuston». Diese gut 100 Meter dicke Gesteinsschicht liefert Beweise für die Existenz des einstigen Meers. Man findet darin gut erhaltene, versteinerte Meeresschnecken – sogenannte Ammoniten. Starb ein Ammonit, sank er auf den Meeresgrund, wo er mit Schlamm zugedeckt wurde. Während Tausenden von Jahren spülten Flüsse mehr und mehr Schlamm ins Meer, sodass die Ammoniten immer tiefer unter der Oberfläche vergraben wurden. Das Meer verschwand, die Alpen und der Jura falteten sich auf, doch die versteinerten Überreste des Meers haben gut eingeschlossen im Opalinuston die Jahrtausende überdauert. In mikroskopisch kleinen Poren im Gestein findet man sogar noch Salzwasser, das vor Jahrtausenden eingeschlossen wurde!

Diese beeindruckende Einschlussfähigkeit des Opalinustons will sich die Schweiz zu Nutzen machen: Der Opalinuston soll die radioaktiven Abfälle der Schweiz sicher einschliessen – bis zu einer Million Jahre lang. Dass der Opalinuston alle Voraussetzungen dafür mitbringt, haben zahlreiche Experimente – unter anderem im Felslabor Mont Terri in Saint Ursanne – gezeigt.



EIN BESUCH IM FELSLABOR

Seit 1996 untersuchen die Forscherinnen und Forscher der Nagra im Felslabor Mont Terri den Opalinuston und seine Eigenschaften. Einzelne Experimente laufen mindestens 10 bis 15 Jahre! Das Felslabor wird vom Bundesamt für Landestopografie (Swisstopo) betrieben, die Nagra ist wichtigster Forschungspartner. Für Gruppen ab 10 Personen werden im Felslabor kostenlose Führungen angeboten – falls es die epidemiologische Lage zulässt.

VERSTEHEN, WIE DIE GLETSCHER UNSERE LANDSCHAFT PRÄGEN

Eine Million Jahre sind für menschliche Massstäbe unvorstellbar lange. In geologischen Zeiträumen gedacht, sind eine Million Jahre ein Wimpernschlag. Tief unter der Erde steht die Zeit praktisch still. Hier verändert sich während Jahrtausenden beinahe nichts. An der Oberfläche sieht das anders aus: Gletscher beispielsweise formen und verändern unsere Landschaft über die Jahrtausende, sie hobeln Täler aus und türmen Hügel auf.

Um sicherzustellen, dass die Abfälle langfristig in der Tiefe eingeschlossen bleiben und nicht von Glet-

schern freigelegt werden, müssen die Geologinnen und Geologen der Nagra abschätzen können, wo sich die zukünftigen Gletscher einen Weg bahnen und Täler aushobeln. Denn auch wenn sich das Klima aktuell erwärmt: In ferner Zukunft wird es wieder Eiszeiten geben. Indem die Nagra die Vergangenheit rekonstruiert und versteht, kann sie Prognosen für die Zukunft machen.

Konkret gilt es herausfinden, wie tief sich die Gletscher früher in die Landschaft gefressen haben. Die Nagra bohrte deshalb an verschiedenen Orten durch den Schutt, Sand und Kies, welchen die Gletscher zurückgelassen haben – so auch im Kanton Aargau in Riniken, Gebenstorf sowie in Untersiggenthal. Anders als bei den Untersuchungen auf dem Bözberg handelte es sich hier um kleinere, weniger tiefe Bohrungen – sogenannte Quartärbohrungen. Während den Bohrungen wurden Gesteinsproben entnommen und anschliessend im Labor analysiert. So können die Geologinnen und Geologen die Gletscherbewegungen der Vergangenheit nachvollziehen und daraus Prognosen für die Zukunft erstellen. Damit kann die Nagra sicherstellen, dass das Lager nicht freigelegt wird, solange die Abfälle noch gefährlich sind.



Quartärbohrung in Riniken



In den Bohrkernen der Quartärbohrungen findet man die Spuren der Gletscher



Die Bohrkern aus Tiefbohrungen werden gewaschen, fotografiert und anschliessend für Untersuchungen im Labor luftdicht verpackt

Bildquelle: Comet Photoshopping GmbH, Dieter Enz

DIE STANDORTSUCHE FÜR DAS TIEFENLAGER

Seit 2008 leitet der Bund die Suche nach dem sichersten Standort für das Tiefenlager in der Schweiz. Zurzeit untersucht die Nagra mit Tiefbohrungen die drei verbleibenden Regionen Jura Ost, Nördlich Lägern und Zürich Nordost. Im Fokus stehen dabei in erster Linie die Eigenschaften des Opalinustons, des Gesteins also, in dem das Lager dereinst gebaut wird. Erste Resultate der Tiefbohrungen zeigen: In allen drei Regionen kann ein sicheres Lager gebaut werden. Die Tiefbohrungen werden zeigen, in welcher Region sich die Gesteine am besten eignen. Mit den Erkenntnissen aus den Quartärbohrungen wird sichergestellt, dass das Tiefenlager dort gebaut wird, wo es zukünftige Gletscher nicht freilegen können. Nächstes Jahr gibt die Nagra bekannt, welche Region sich aus ihrer Sicht am besten für ein Tiefenlager eignet. In rund zehn Jahren entscheiden dann Bundesrat, Parlament und – falls es ein Referendum gibt – das Volk über die Rahmenbewilligung, respektive den Standort des Tiefenlagers.

DER ZEITPLAN DES JAHRHUNDERTPROJEKTS

Die Nagra forscht seit 1972 an der sicheren Entsorgung radioaktiver Abfälle. Der definitive Standortentscheid fällt in ca. zehn Jahren. Der Bau des Lagers beginnt ungefähr 2045, den letzten Abfallbehälter lagert die Nagra 2075 ein. Danach folgt eine Beobachtungsphase von mindestens 50 Jahren. Der Entscheidung, alle Zugänge zum Lager zu verfüllen und somit das Lager zu verschliessen, bleibt den kommenden Generationen überlassen. Sobald das Tiefenlager verschlossen ist, ist es ohne weiteres menschliches Zutun sicher – auch ohne Markierung. Aus gesetzlichen und ethischen Gründen soll ein Tiefenlager aber markiert und dokumentiert werden. Dies ist eine Herausforderung, an welcher weltweit geforscht wird. Die Dokumentation des Lagers beginnt in den kommenden Jahrzehnten. Bis das Lager markiert wird, dauert es aber noch über 100 Jahre. Ein Jahrhundertprojekt im wahrsten Sinne des Wortes!



Tiefbohrung auf dem Bözberg

Sonstige Bildquellen: Nagra

NACHHALTIGE KLEIDUNG AUS LENZBURG



Tanja Isler

Mein Name ist Tanja Isler, ich bin Managerin PR und Kommunikation bei NIKIN und wohne in Niederlenz. In meiner Freizeit bin ich meistens in den Schweizer Bergen unterwegs.

Das junge Schweizer Modelabel NIKIN pflanzt pro verkauftes Produkt einen Baum. Aber nicht nur damit möchte NIKIN einen Unterschied machen. Im gesamten Geschäftsprozess achtet das junge Team darauf, möglichst wenige Schäden an der Umwelt zu verursachen.

Die Umweltverträglichkeit der Textilindustrie, beziehungsweise deren Abwesenheit, ist heute ein viel diskutiertes Thema. Die gesamte Branche verursacht einen grossen ökologischen Fussabdruck. NIKIN, ein Startup aus Lenzburg, möchte dem entgegenwirken. Mit nachhaltigen Produkten positioniert sich das Unternehmen klar gegen die Fast-Fashion-Industrie.

KOLLEKTIONEN AM LAUFBAND

Das gesamte System der Fast-Fashion-Industrie ist – wie es der Name bereits vermuten lässt – auf Schnellebigkeit ausgerichtet. Im Wochentakt produzieren grosse Modeketten neue Kollektionen, bewerben sie, bringen sie in die Läden und verleiten Konsument*innen zu teils unnötigen Käufen. Alles, was nicht in einem ersten Schritt verkauft wird, reduzieren die Händler drastisch und liefern sich Rabattschlachten. Was viele nicht wissen: Immer wieder gibt es ganze Kollektionen, die produziert werden und gar nie den Weg in einen Laden finden. Das passiert, wenn sich die Umstände ändern, beispielsweise dann schlechtes Wetter herrscht, wenn die Frühlingssammlung geplant gewesen wäre. Die bereits produzierten Stücke landen dann entweder direkt im Abfall oder werden zu Spottpreisen an Händler ausserhalb Europas verkauft.

UMDENKEN IN LENZBURG

Dass die Abläufe der Fast-Fashion-Industrie wenig nachhaltig sind, ist auf den ersten Blick erkennbar. Da NIKIN von zwei naturverbundenen, ehemaligen Pfadfindern gegründet wurde, war ein Fast-Fashion-Zyklus nie eine Option für das Unternehmen. Stattdessen versucht das Team rund um die beiden Gründer Robin Gnehm und Nicholas Häny, den gesamten Prozess nachhaltiger zu gestalten.

PRODUKTION NACH DEM BEDÜRFNIS DER KUND*INNEN

Kaum etwas ist weniger nachhaltig, als Produkte in grossen Mengen zu produzieren, an denen die Kundenschaft kaum Interesse zeigt. NIKIN ist es deshalb sehr wichtig, den Puls der eigenen Community zu fühlen. Regelmässig führt das Unternehmen Umfragen in den sozialen Medien durch. Dabei werden die Kund*innen gefragt, welche Produkte sie sich vom Unternehmen wünschen. Wenn sich das Produktteam dann für ein neues Produkt entschieden hat, werden die Kund*innen noch einmal nach ihrer Meinung gefragt. Mögliche Schnitte, Farben und Varianten stehen zur Auswahl und die Community gibt ihre Meinung dazu ab. Wünschen sich beispielsweise 70% der Teilnehmenden ein Produkt in rot und 30% in blau, wird auch anteilmässig in diesen Farben bestellt.

SCHLICHTES DESIGN

Die Vermeidung von möglichem Abfall in der Textilindustrie beginnt bereits am Anfang einer Produktentwicklung. Knallige Farben und ausgefallene Trends tragen Kund*innen leider häufig nur über eine kurze Zeit. Anschliessend folgt der nächste Trend und das Kleidungsstück landet im Abfall. Deshalb setzt NIKIN auf schlichte Designs. Diese Basic-Teile können über Jahre immer wieder getragen werden, ohne je aus der Mode zu kommen.

HOHE QUALITÄT ALS ENTSCHEIDENDER FAKTOR

Löchrige Hosen und ausgeleierte T-Shirts trägt niemand gerne. Umso entscheidender ist es, dass ein Kleidungsstück möglichst lange seine Ursprungsform bewahrt. Das erreicht NIKIN, indem das Unternehmen auf qualitativ hochwertige Materialien setzt. Grosse Teile des Sortiments bestehen aus zertifizierter Bio-Baumwolle. Aber auch recycelte Kunstfasern oder Bambusviskose befinden sich in den NIKIN-Produkten. Bei der Auswahl von neuen Materialien achtet das Produktteam darauf, dass sie möglichst langlebig sind. Die NIKIN-Produkte sollen auch viele Waschgänge problemlos überstehen, damit sie erst nach vielen Jahren im Abfall landen.

ANGEPASSTE SCHNITTMUSTER

Hat sich das Produktteam für ein schlichtes Design und hochwertige Materialien entschieden, folgt der nächste Schritt: die Produktion. Auch in diesem Schritt kann Abfall vermieden werden. Was viele nicht wissen: Bei der Produktion von Kleidungsstücken entstehen fast immer Schnittabfälle. Doch dieser Abfall kann vermieden oder zumindest verringert werden. Dafür sind clevere und optimierte Schnittmuster notwendig. In Zusammenarbeit mit den Herstellern versucht NIKIN deshalb immer, die Schnittmuster der Produkte so zu wählen, dass möglichst wenig Abfall entsteht.

LAGER UND LOGISTIK OPTIMIEREN

Sind die Produkte designt, hergestellt und versandbereit droht die nächste Abfallmöglichkeit: die gesamte Logistik. Das beginnt bereits bei der Bestellung der Produkte. Wie bereits erwähnt, produziert NIKIN nur das, was aus der Community gewünscht wird. Und auch mengenmässig agiert das Unternehmen konservativ. Wenn Produkte ausverkauft sind, ist dies nachhaltiger, als Überbestände zu produzieren. Und auch die Verpackungen können mit etwas Innovationsgeist optimiert werden. So verzichtet NIKIN beispielsweise auf Plastik als Füllmaterial, da dieser praktisch immer weggeworfen wird von den Kund*innen. Ausserdem verwendet das Team Kartons, wenn immer möglich, mehrmals.

OUTLET ALS WIN-WIN-SITUATION

Auch bei NIKIN gibt es Produkte, die nicht mehr verkauft werden können. Das ist beispielsweise Ware, die den Qualitätsansprüchen des Unternehmens nicht genügen. Beispielsweise T-Shirts mit Flecken, falsch gestickte Logos oder kleine Beschädigungen an den Edelstahl-Flaschen. Diese Produkte kann das Unternehmen nicht mehr als Neuware verkaufen. Doch anstatt diese wegzuerwerfen, behält NIKIN diese als Outlet-Ware. Zweimal jährlich veranstaltet das Unternehmen damit einen Outlet-Sale. Bei diesem werden all diese Produkte zu vergünstigten Preisen angeboten. Das ist eine Win-Win-Situation. Die Kund*innen haben die Chance, günstigere Produkte zu erwerben und das Unternehmen muss diese nicht wegwerfen. Wenn Produkte auch am Outlet-Sale nicht

verkauft werden können, spendet NIKIN diese an wohltätige Organisationen. Es gilt der Grundsatz: Weggeworfen wird nichts.

INSPIRATION IM ALLTAG

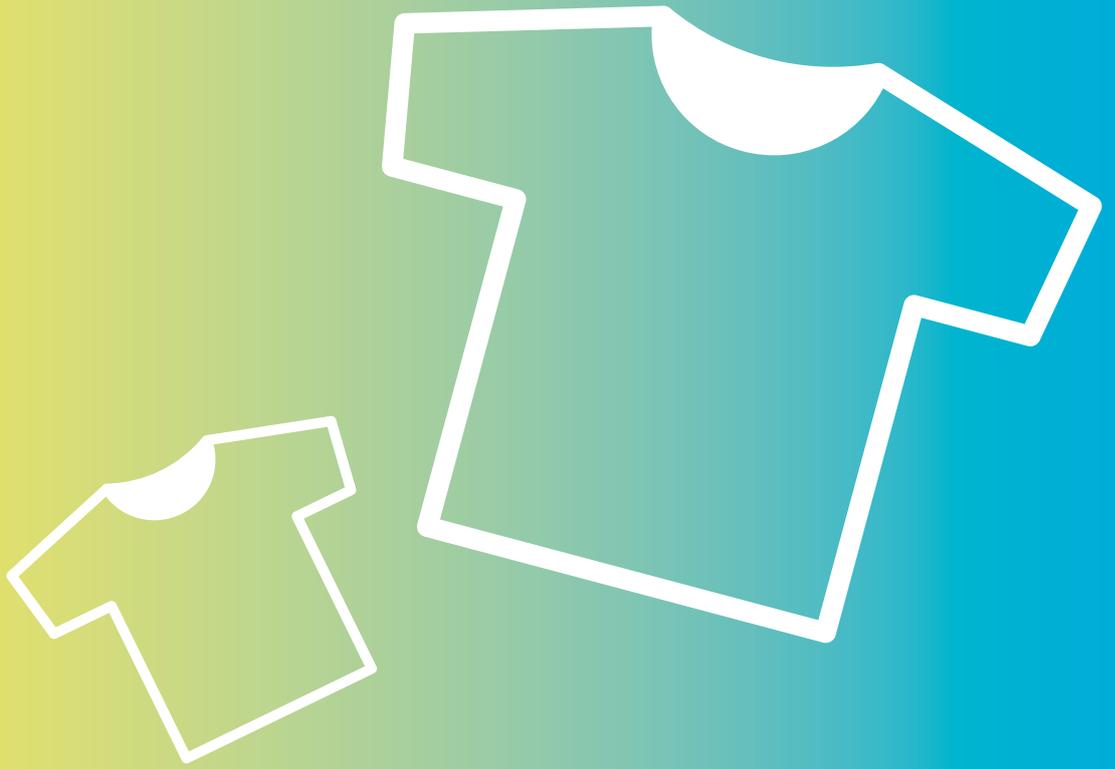
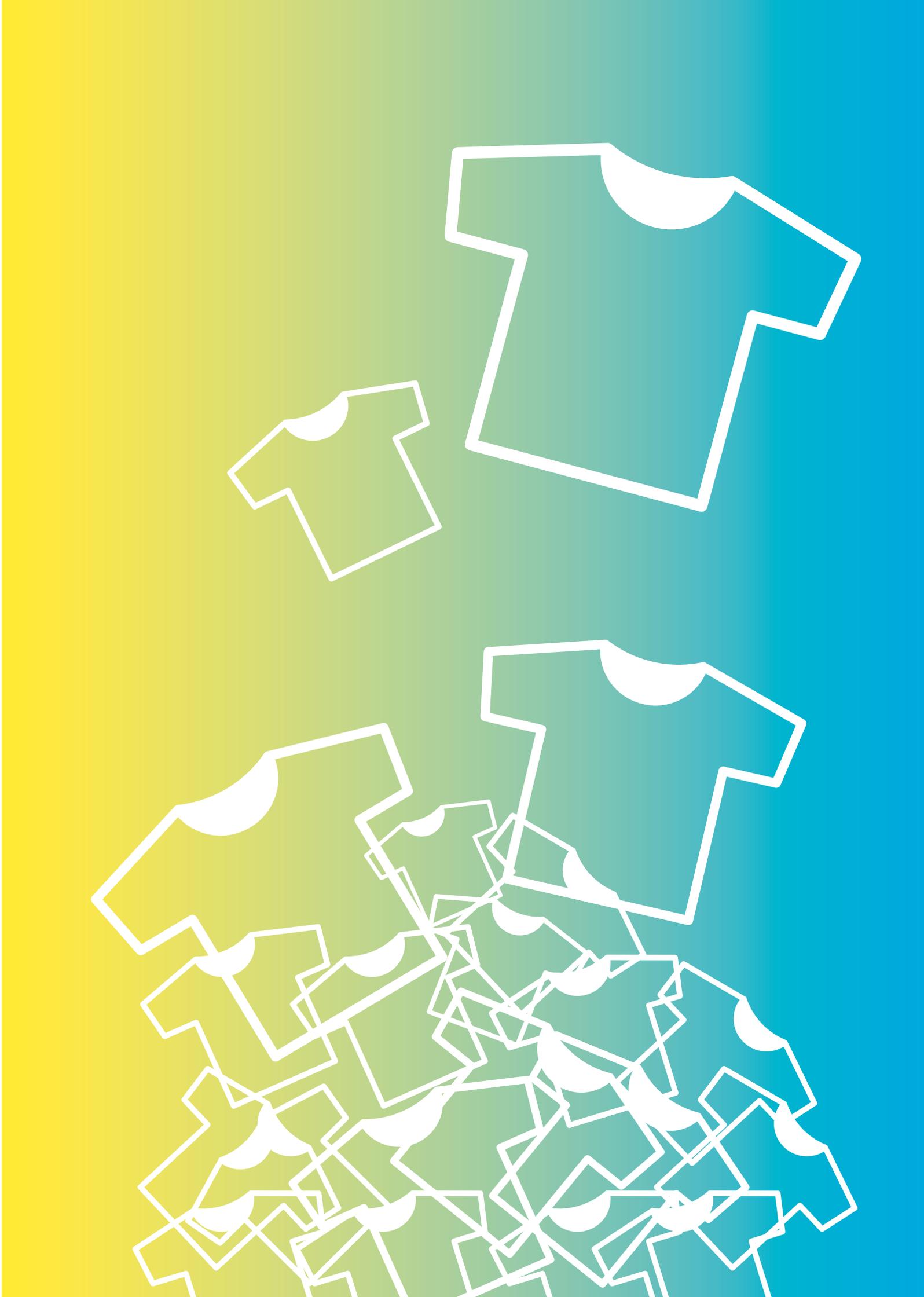
NIKIN versucht weitere Menschen und Unternehmen zu einem nachhaltigeren Alltag zu inspirieren. Denn nicht nur beim Kauf von Kleidung kann Abfall vermieden werden. Auf seinen Social-Media-Kanälen und auf der Webseite teilt das Unternehmen immer wieder Tipps und Tricks, wie mit kleinen Schritten nachhaltiger gelebt werden kann. So hat NIKIN beispielsweise mit seiner Community eine Zero Waste Week veranstaltet. Dabei haben die Mitarbeitenden und Kund*innen versucht, eine Woche lang keinen Abfall zu produzieren. Ausserdem hat NIKIN im Herbst 2020 einen Clean-up Day in Lenzburg veranstaltet. Dabei hat das Team einen halben Tag lang Müll auf den Strassen Lenzburgs eingesammelt.



@Jasmin Sulser



@MichelYao



GENERIERT PHOTOVOLTAIK AUCH ABFALL?



Roman Eppenberger

Dipl. Elektro Ingenieur ETH Zürich
Executive MBA Fachhochschule Ostschweiz

Berufserfahrung

12 Jahre Robotik für Medizin und Pharmazie

12 Jahre Contactless-Bereich der
Firma LEGIC (KABA), verantwortlich für
Beschaffung Halbleiterprodukte

Seit 2012 Geschäftsleitungsmitglied bei
der Stiftung SENS

Verantwortlich für Technologie & Qualität

Verantwortlich für Sammelstellen

Roman Eppenberger, Verantwortlicher Techno-
logie & Qualität und Mitglied der Geschäfts-
leitung, Stiftung SENS



David Stickelberger

Stickelberger leitet den Verband seit 23 Jahren.
Zu seinen vorherigen beruflichen Etappen
gehören das Geographie-Studium sowie ein
NDS Umweltlehre an der Uni Zürich, die
Tätigkeit in der kommunalen Umweltberatung
und Verkehrsplanung sowie die Arbeit als
Verantwortlicher der Klima- und Energie-
kampagne von Greenpeace Schweiz. s sus.

David Stickelberger, Geschäftsleiter Swissolar,
Schweizerischer Fachverband für Sonnen-
energie

Generiert Photovoltaik auch Abfall? Der Kampf gegen die Klimaerhitzung zwingt uns zur raschen Dekarbonisierung unserer Energiesysteme. Dies wird zu einem steigenden Stromverbrauch führen, weil beispielsweise Öl- und Gasheizungen durch Wärmepumpen und Verbrennungsmotoren durch Elektroantriebe ersetzt werden. Falls an deren Stelle Wasserstoff eingesetzt werden sollte, so braucht es auch zu dessen Herstellung Strom. Mit Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz lässt sich Gegensteuer geben, aber dennoch ist für die Schweiz von einem zukünftigen jährlichen Stromverbrauch von rund 80 Terawattstunden (TWh) auszugehen – ein Drittel mehr als heute. Zugleich muss der wegfallende Strom aus Atomkraftwerken ersetzt werden – insgesamt braucht es also zusätzliche 40-45 TWh Strom aus erneuerbaren Energien.

PHOTOVOLTAIK WIRD ZUR ZWEITEN SÄULE UNSERER ENERGIEVERSORGUNG

Woher soll dieser Strom kommen, wenn wir nicht stärker als bisher von Importen abhängig sein möchten? Bei der Wasserkraft ist das Potenzial fast vollständig ausgeschöpft und Projekte stossen oft auf Widerstand – ebenso wie bei der Windenergie. Auch Geothermie-Kraftwerke konnten bisher noch keine realisiert werden. Der Ausbau der Solarenergie hingegen schreitet rasch voran, Photovoltaikanlagen lieferten letztes Jahr bereits rund 2,5 TWh Strom, 4 Prozent des Bedarfs. Allein auf den dafür besonders geeigneten Dach- und Fassadenflächen könnten ge-

mäss einer Untersuchung mehrerer Bundesämter¹ rund 66 TWh Solarstrom erzeugt werden. Auch die neu erstellten Energieperspektiven 2050+ gehen von 34 TWh Solarstrom im Jahr 2050 aus. Fazit: Photovoltaik (PV) wird neben der Wasserkraft zur tragenden Säule unserer Energieversorgung. Damit der Umbau der Energieversorgung rechtzeitig gelingt, muss allerdings der jährliche Zubau um etwa den Faktor vier gegenüber heute beschleunigt werden. Das wären Photovoltaikmodule mit einer Leistung von rund 1500 Megawatt. Pro Einwohner entspricht dies einer Fläche von 0,9 Quadratmetern und einem Gewicht von etwa 9 kg. Das sind beträchtliche Mengen, zu deren Wiederverwendung rechtzeitig Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Swissolar ist der Fachverband der Solarbranche, der die Interessen von rund 750 Mitgliedern und 6000 Vollzeitstellen vertritt. Er setzt sich für einen beschleunigten, aber verantwortungsbewussten Ausbau der Solarenergie in der Schweiz ein, um eine sichere und klimaverträgliche Energieversorgung sicherzustellen. Zu den Aktivitäten gehören unter anderem Öffentlichkeitsarbeit, Aus- und Weiterbildung und die sinnvolle Ausgestaltung von Normen.

DIE VERSCHIEDENEN ARTEN VON SOLARMODULEN

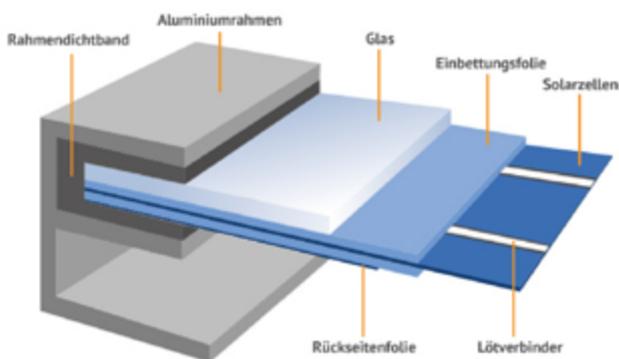
Das energieproduzierende Element einer PV-Anlage sind die Solarmodule, oft auch Panels genannt. Weit über 90 Prozent der in der Schweiz verbauten Module basieren auf kristallinem Silizium (nach Sauerstoff das zweithäufigste Element der Erdrinde), das in Form von sogenannten Solarzellen in den Modulen verbaut ist. Sie sind untereinander durch Lötstreifen elektrisch verbunden und werden vor- und rückseitig in eine Folie aus Ethylen-Vinylacetat eingebettet, vorne folgt ein Glas, hinten ebenfalls ein Glas oder eine Tedlar-Folie. Je nach Anwendung wird das Modul zusätzlich durch einen Aluminiumrahmen geschützt. Abgesehen von sehr geringen Mengen Blei und Silber sind diese Module schadstofffrei. Nebst dieser Tatsache sorgten die steigenden Wirkungsgrade (heute bei über 20 Prozent) sowie die rasch gesunkenen Kosten für die Dominanz dieser Technologie. Zudem haben diese Module eine Lebensdauer von über 25 Jahren – an der Fachhochschule der Südschweiz ist eine Anlage seit

¹Siehe www.sonnendach.ch

1982 in Betrieb und liefert immer noch rund 70 Prozent des ursprünglichen Ertrags.

Eine untergeordnete Rolle spielen sogenannte Dünnschichtmodule, die Schadstoffe enthalten können. Am häufigsten sind es CIGS-Module, die Abkürzung steht für Kupfer, Indium, Gallium und Selen. Nur gerade zwei Anlagen gibt es in der Schweiz mit Cadmium-Tellurid-Modulen. Das problematische Cadmium ist bei diesen Modulen in einer stabilen und unschädlichen Verbindung vorhanden, dennoch ist die Skepsis gegenüber der Verwendung dieses Stoffs verständlich.

Grosse Hoffnung setzt die Solarbranche in neue Perowskit-Module, die mit hohen Wirkungsgraden noch günstiger als die bisherigen Technologien sein sollen. Allerdings ist bisher nicht klar, ob eine Langzeitstabilität dieses Materials jemals erreicht werden kann. Erste kommerzielle Ansätze von Perowskitzellen basieren auf sogenannten Tandemzellen. Dabei werden dünne Perowskitschichten auf eine Trägerzelle aus monokristallinem Silizium aufgebracht, wodurch ein grösserer Anteil des Lichtspektrums genutzt werden kann.



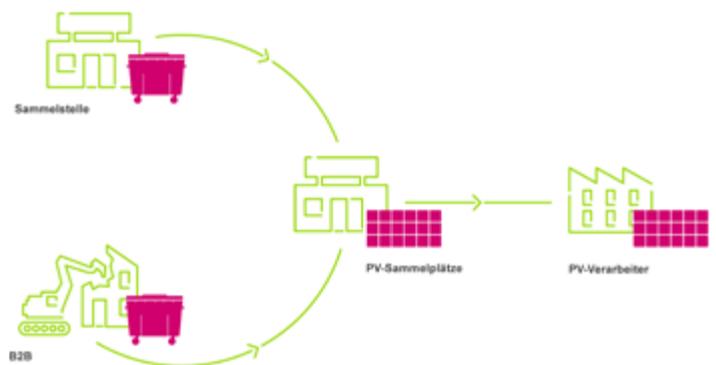
Schematischer Aufbau eines kristallinen Siliziummoduls.

Bild: SENS eRecycling

VORGEZOGENE RECYCLINGGEBÜHR, BISHER FREIWILLIG

In der EU sind Photovoltaik-Module der WEEE-Richtlinie unterstellt. Diese dient der Vermeidung von Abfällen von Elektro- und Elektronikgeräten und der Reduzierung solcher Abfälle durch Wiederverwendung, Recycling und anderer Formen der Verwertung.

In der Schweiz regelt die Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) die Entsorgung von Elektronikschrott. In der seit langem geplanten Revision dieser Verordnung sollen auch Photovoltaik-Module der VREG unterstellt werden. Die Solarbranche hat sich entschieden, nicht auf das Obligatorium zu warten, sondern aus eigener Verantwortung aktiv zu werden. Seit 2014 besteht deshalb eine Partnerschaft von Swissolar mit der Stiftung SENS eRecycling, auf deren Basis fast alle Hersteller und Importeure in der Schweiz eine vorgezogene Recyclinggebühr auf ihre verkauften Module bezahlen. Somit können bereits heute defekte Module kostenlos zurückgegeben werden. SENS organisiert und finanziert den Transport und die fachgerechte Verwertung dieser Module. Wegen deren langer Lebensdauer sind die bisher rezyklierten Mengen allerdings minim.



Rücknahmeprozess von PV-Modulen durch SENS.

Bild: SENS eRecycling

MODULRECYCLING, HEUTE UND IN ZUKUNFT

Zurzeit werden die defekten Module in einem spezialisierten Betrieb in Deutschland verarbeitet – aufgrund der geringen anfallenden Mengen gibt es dafür noch keinen Anbieter in der Schweiz. Das Glas, welches rund 85% Prozent des Gesamtgewichts ausmacht, wird für die Flachglas-Herstellung oder für die Herstellung von Glaswolle als Dämmmaterial aufbereitet. Metalle, die einen Gewichtsanteil von rund 10% Prozent haben, werden in Eisen- und Nichteisen-Metalle aufgetrennt und für Metallhütten aufbereitet. Die Verbundfolie ist ein minderwertiger Kunststoff, für den keine Nachfrage am Markt besteht, weshalb sie in KVA oder in der Zementindustrie verbrannt wird.

Und was geschieht mit den Silizium-Zellen, dem Kernstück der Module? Ihr Gewichtsanteil liegt bei weniger als einem Prozent. Bisher hat sich deren chemische Aufbereitung im industriellen Massstab nicht durchgesetzt. Sie werden heute deshalb zusammen mit dem Glas aufbereitet. Firmen in Frankreich und Italien arbeiten an Verfahren, um diesen Rohstoff in Zukunft wiederverwenden zu können.

Bei den Dünnschichtmodulen existieren Verfahren zur Wiederverwendung der wertvollen Materialien wie etwa Indium oder Gallium. Angesichts der minimalen bisher angefallenen Mengen von defekten Modulen dieser Technologie konnte bisher noch keine industrielle Verarbeitung etabliert werden, aber diese dürfte zur Verfügung stehen, sobald das Ende der Lebensdauer einer grösseren Anzahl Module erreicht ist. Eine Ausnahme gibt es: Der wichtigste Hersteller von Cadmium-Tellurid-Modulen garantiert schon heute deren Rücknahme und fachgerechte Verarbeitung nach Ende der Lebensdauer.

*Unsere Dächer und Fassaden könnten mehr Strom liefern als wir heute verbrauchen.
Arento AG, SonnenparkPLUS, Wetzikon*

WEITERE KOMPONENTEN

Zu einer PV-Anlage gehören weitere Komponenten. Der Wechselrichter wandelt den Gleichstrom in netztauglichen Wechselstrom um. Es handelt sich um Leistungselektronikgeräte, die nach dem Ende ihrer Lebensdauer wie andere solche Geräte der Wiederverwertung zugeführt werden müssen. Verkabelung und Montagesysteme kommen ins Metallrecycling. Vermehrt kommen Batteriespeicher zum Einsatz, obwohl dies eigentlich in der Schweiz mit ihren Speicherseen nur beschränkt sinnvoll ist. Oft werden dabei Batterien verwendet, die vorgängig in der E-Mobilität im Einsatz waren. Solche second-life-Anwendungen können deren Ökobilanz deutlich verbessern. Zudem gibt es Bestrebungen, im Batterierecycling nebst Kupfer, Kobalt und weiteren Metallen auch Lithium wiederzuverwerten.

Noch ein Wort zur Energiebilanz der Photovoltaik: Unter mitteleuropäischen Einstrahlungsbedingungen beträgt die energetische Rückzahldauer der nicht erneuerbaren Primärenergie einer PV-Anlage rund 2 Jahre – bei einer Lebensdauer von 30 Jahren kann somit 15-mal mehr Energie produziert werden, als in die Produktion und Entsorgung hineingesteckt werden muss.

Fazit: Auch Photovoltaik verursacht Abfälle, deren Recycling jedoch wenig problematisch ist und keine Langzeitfolgen mit sich bringt. Das entbindet uns aber nicht von der Verantwortung, die Kreislaufwirtschaft auch in diesem Bereich weiter voranzubringen, und auch die vergleichsweise saubere Solarenergie effizient einzusetzen.





IMPRESSUM

FOKUS SCHLUSSREDAKTION ANG

Sophia Pantasis
Magdalena Pantasis
Jeannine Hersche
Álvaro Menchaca Muñiz
Adrian Zwysig

GRAFIK & DESIGN

Pantasis Grafik & Interaction Design
Veronika Pantasis, www.pantasis.ch

SPONSORING

Andrin Wacker

KONTAKT

Sophia Pantasis, Adrian Zwysig
praes@ang.ch

Hauptsponsor: SCNAT

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

**Nutzen Sie die Kraft
der Sonne - Strom
vom eigenen Dach.**

Mehr Informationen unter www.eniwa.ch/solarenergie



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

eniwa



© Glutz

**Exklusiv
für Kundinnen
und Kunden
der AKB.**

Mehr Freizeit für weniger Geld.

Mit dem [AKB Freizeitportal](#) schenken wir Ihnen attraktive Freizeitangebote.



akb-freizeitportal.ch

Am
nichtigsten
Ort.ch



**Aargauische
Kantonalbank**