



2014-1

# Umwelt Zug

- 2 Editorial
- 4 Vier Jahre Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorat ZUBI
- 7 Strom aus dem Zuger Untergrund?
- 10 Vom anspruchsvollen Umgang mit Jauchegruben
- 13 Flechten als «lebende Messgeräte»





## Impressum

© Juni 2014

Kanton Zug – Baudirektion, Amt für Umweltschutz  
Aabachstrasse 5, Postfach, 6301 Zug  
Tel. 041 728 53 70, Fax 041 728 53 79  
info.afu@zg.ch  
www.zg.ch/afu

Fotografie:

Kanton Zug (S. 1, 2, 3, 4, 5)  
Astrid Furrer-Zimmermann (S. 7, 13, 16)  
Amt für Umweltschutz Zug (S. 10, 11, 12)

Grafiken:

Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorat ZUBI (S. 5, 6)  
Schweizerische Vereinigung für Geothermie (S. 8)  
Amt für Umweltschutz Zug (S. 14, 15)

Gedruckt auf Refutura, CO<sub>2</sub>-neutralem Papier  
aus recycelten Fasern, und klimaneutral produziert

Nachdruck/Auszug: mit Quellenangabe  
Information/Dokumentation: [www.zg.ch/afu](http://www.zg.ch/afu)

## Editorial

Liebe Leserinnen und Leser

Vertrauen ist gut; das ist das eine – und Kontrolle? Ja, was ist sie denn, die Kontrolle? Das Eigentliche, das Wesentliche? Oder das, was man vernachlässigen kann? Und geht das eine ohne das andere? – Fragen, die sich auch die Behörden stellen.

Das Amt für Umweltschutz AfU kontrolliert jährlich über 300 Betriebe (Garagen, Malerwerkstätten, Tankstellen, Kiesgruben etc.) mit mehr als zehn Branchenverbänden. Dazu kommen noch Landwirtschaftsbetriebe. Die Kontrollen sind anspruchsvoll. Darum arbeitet das AfU soweit als möglich mit Branchenverbänden zusammen. Das schafft vielfältige Synergien, aber auch Abhängigkeiten. Einerseits stehen dem kontrollierten Betrieb ausgewiesene Fachleute mit wertvollen Ratschlägen zur Seite, wenn z.B. eine Messung zeigt, dass die gesetzlichen Vorgaben nicht eingehalten werden. Andererseits verfügt das Amt weder über genügend eigenes Personal noch über die oftmals notwendigen teuren Messapparaturen, um alle verlangten Kontrollen selbst durchzuführen. Zudem ist der Aufbau des vielfach geforderten Spezialwissens innerhalb des Amtes nicht in jedem Fall sinnvoll – vor allem dann, wenn die jährliche Kontrollanzahl gering ist.

Zwei Beispiele beleuchten, wie das AfU kontrolliert. Einerseits geht es um Jauchegruben in der Landwirtschaft, andererseits um die Umweltvorgaben auf Baustellen. Bei einer Kontrolle durch Branchenverbände stellt sich natürlich – etwas salopp formu-



liert – sofort die Frage: «Wird hier nicht der Bock zum Gärtner gemacht?» Die Gefahr besteht immer, wenn z.B. Baustellen von Fachleuten kontrolliert werden, die aufgrund ihrer bisherigen oder aktuellen Tätigkeit in einem engen Verhältnis zur Baubranche stehen. Um diese Problematik zu umgehen oder zu entschärfen, wird bei der Auswahl der Inspektoren darauf geachtet, dass sie kein Arbeitsverhältnis zu einem Betrieb unterhalten, den sie kontrollieren. Bei den Inspektoren, die Umweltvorschriften auf Baustellen überprüfen, handelt es sich vielfach um pensionierte Baufachleute oder um Unternehmer, die neue Herausforderungen suchen. Dazu kommt, dass Mitarbeitende des AfU oder der Gemeinde den Kontrolleur stichprobenweise auf seinem Rundgang begleiten. So wird sichergestellt, dass die Kontrollen korrekt erfolgen. Alle Inspektionen dienen letztlich der Erhaltung resp. der Verbesserung der Umwelt.

Die Umweltqualität wird heute in vielen Fällen mit technischen Geräten bestimmt. So ermittelt die inNET Monitoring AG beispielsweise die Luftqualität in der Zentralschweiz; an acht Standorten misst sie die Luft kontinuierlich auf verschiedene Parameter hin. Die stündlich aktualisierten Messwerte finden sich auf [www.inluft.ch](http://www.inluft.ch). Allerdings sagen die einzelnen Zahlen und Ziffern nichts über die Folgen der Schadstoffe und über ihr «Zusammenspiel» aus.

Was technische Mittel nicht können, das vermögen sogenannte Bioindikatoren wie beispielsweise Flechten. Sie geben Auskunft

über die Effekte der Luftqualität. Flechten siedeln sich an Bäumen sowie auf Böden und Steinen an und ernähren sich vor allem aus der Luft. Nach 1993 und 2003 führte das AfU 2013 zum dritten Mal in Teilen des Kantons Zug eine umfassende Flechtenkartierung durch. Die Resultate widerspiegeln und bestätigen das Bild, das auch die Messgeräte zeichnen: Allem Aufwand zum Trotz blieb die Luftbelastung im letzten Jahrzehnt auf hohem Niveau stabil. Auch die Erfolge der Katalysator-technologie bei den Fahrzeugen hatte keine weitere Reduktion zur Folge. Die stetig steigende Anzahl neuer Fahrzeuge hält die Emissionen und damit auch die Luftbelastung aus dem Verkehr konstant.

Die Luftqualität muss besser werden. Darin sind sich alle einig. Viele arbeiten daran. Auch die Katalysator-technologie trägt ihren Teil zur Schadstoffreduktion bei. Doch diese Effekte genügen nicht. Bald wird der Kanton Zug 100'000 Motorfahrzeuge zählen. Die erhöhte Mobilität und die markante Zunahme der Siedlungsräume machen viele Fortschritte nichtig. Technische Messgeräte wie Flechten als Seismographen der Natur führen zu gleichen Bilanzen: Die Luftqualität verbessert sich nicht oder nur minim und lokal. Die Schadstoffmenge bleibt tendenziell gleich. Spürbar reduzieren kann sie nur der individuelle Lebensstil. Das ist zwar anstrengend, letztlich aber der wohl wichtigste Weg. Gefordert sind wir alle.

Rainer Kistler



## Vier Jahre Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorat ZUBI

### Erfolgreicher Einstieg

Wir sind so stark, wie wir uns gegenseitig stärken können. Dieser Grundsatz war Leitmotiv. Darum arbeiten die Zentralschweizer Umweltfachstellen seit über einem Jahrzehnt mit dem Baugewerbe zusammen. Erstes sichtbares Resultat dieser Kooperation war das Ausbildungsprogramm «bau.umwelt» ([www.baupunktumwelt.ch](http://www.baupunktumwelt.ch)). Mit dem Umweltparcours auf dem Gelände des Ausbildungszentrums Sursee und ökologisch aufwerteten Kursen hielt der Umweltschutz Einzug. Die angehenden Baufachleute erfahren anschaulich, wie sie mit wenig Aufwand die Umwelt nachhaltig schützen können.

Schon vor über zehn Jahren einigten sich die Zentralschweizer Baumeisterverbände ZBV und die Zentralschweizer Umweltdirektionen ZUDK, wie dieselbetriebene Fahrzeuge und Aggregate auf Baustellen mit Partikelfiltern aus- und nachgerüstet werden. Die Lösung hatte Pioniercharakter; die Luftreinhalteverordnung LRV des Bundes nahm sie auf. 2009 wurde zwischen den ZBV und der ZUDK der Grundstein für das Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorat ZUBI gelegt.

### Ziele des Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorats

Mit diesem Inspektorat unterstützen und entlasten die Zentralschweizer Umweltdirektionenkonferenz und die Zentralschweizerischen Baumeisterverbände die kommunalen Baubewilligungsbehörden bei ihrer Aufsichtspflicht der Baustellen. Sie stützen sich dabei auf Art. 43 des Bundesgesetzes über

den Umweltschutz und Art. 49 Absatz 3 des Gewässerschutzgesetzes. Dieses Vorgehen fördert die Eigenverantwortung der Gemeinden und der Bauunternehmungen und anerkennt die Selbstkontrolle innerhalb der Branche sowie die Chancengleichheit der Unternehmen auf dem Markt.

Das Umwelt-Baustelleninspektorat steht allen interessierten Gemeinden der Zentralschweiz offen. Die Kontrolldienstleistungen sind modular konzipiert, was eine Anpassung an die Bedürfnisse der einzelnen Gemeinden ermöglicht. Zurzeit existieren sechs Kontrollmodule: Abfallentsorgung, Luft, Lärm, Bodenschutz, Entwässerung und gefährliche Güter.

### Effizient funktionierende Organisation

Das Inspektorat ist operativ einer Betriebskommission und administrativ dem Sekretariat der Zentralschweizerischen Baumeisterverbände ZBV unterstellt. Dieses Sekretariat rekrutiert die Inspektoren und stellt sie ein. Die Betriebskommission setzt sich aus je zwei Vertretern der ZUDK, der ZBV und zwei Gemeindevertretern zusammen; sie untersteht der Leitung des ZUDK-Sekretärs. Die administrative Führung des ZUBI erfolgt durch die ZBV am Geschäftssitz in Luzern. Der Geschäftsführer der ZBV überwacht und koordiniert die Tätigkeiten des Sekretariates.

Die Inspektoren sind ausgewiesene Baufachleute. Sie verfügen über das notwendige Baufachwissen, um auf Baustellen als



kompetente Partner aufzutreten. Die Umwelt-Zusatzausbildung erwerben sie sich in einem zweitägigen Kurs am SBV-Ausbildungszentrum Sursee. Ihr umwelttechnisches Know-how umfasst Kenntnisse aus allen sechs Modulen. Zwei- bis dreimal im Jahr tauschen sie ihre Erfahrungen aus und vertiefen so ihr berufliches Können.

#### Vereinbarungen mit den Gemeinden

Alle Zentralschweizer Gemeinden können die Dienste des Umwelt-Baustelleninspektorats beanspruchen. 2013 existierten mit 40 Gemeinden Kooperationsverträge (LU: 13; SZ: 9; UR: 4; ZG: 9; NW: 3; OW: 2). Sie umfassen rund 38% der Bevölkerung (LU: 24%; SZ: 42%; UR: 30%; ZG: 89%; NW: 21%; OW: 42%). Bezogen auf die Einwohnerzahlen stieg der Kontrollanteil/Kopf des ZUBI von 28% (2010) auf 38% (2013).

Die Erfahrung betreffend Entschädigung/Finanzierung der Dienstleistung zeigt, dass die Vergütung nach Einzelkontrolle (Ansatz/Stunde und Spesenentschädigung) am einfachsten und effektivsten zu handhaben ist. Bis auf eine Gemeinde entschieden sich alle für dieses Modell. Offenbar war das Argument der Berechenbarkeit der Ausgaben mittels Pauschalbeträge weniger zwingend als bei Einführung des ZUBI vermutet.

#### Kontrolle ist besser

Noch immer zunehmend und erschreckend hoch ist der Anteil der Baustellen, die bei der Kontrolle mindestens eine Bean-

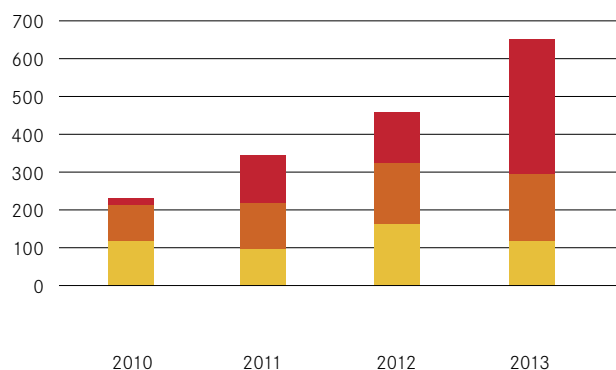
standung aufweisen. Er lag in den letzten drei Jahren über 25%; 2013 betrug er hohe 34% (vgl. Grafik oben). Dies bedeutet: Auf jeder dritten Baustelle wurde ein Mangel festgestellt.

Einer der Gründe, weshalb die Mängelquote in dieser Zeitspanne trotz ZUBI-Präsenz auf hohem Niveau stagniert, liegt eventuell im Umstand begründet, dass im Verlaufe der Zeit mehr Kleinbaustellen in das Verfahren einbezogen wurden. Die Kontrollen umfassten mehr Kleinunternehmungen und damit auch Subunternehmungen aus angrenzenden Kantonen. Die Stichproben der Vorjahre erfolgten noch nicht so engmaschig. 2013 wurden 159 Kontrollen durchgeführt und dabei 652 Module geprüft. Das sind dreimal mehr als bei Kontrollbeginn im Jahr 2010 (vgl. Grafik Seite 6). Eine genaue Betrachtung zeigt, dass die Kontrollaufträge auch aus Gemeinden ausserhalb des Kantons Zug zugenommen haben und rund einen Drittel des Gesamtvolumens ausmachen.

Zwar haben 40 Gemeinden mit dem ZUBI eine vertragliche Vereinbarung, in Wirklichkeit lösen aber nur gerade 11 Gemeinden sowie 6 Ämter Kontrollen aus. Ca. 15% aller Kontrollen wurden von Umweltschutz-Ämtern zu Vergleichszwecken in Auftrag gegeben. Im öffentlichen Raum muss Vertrauen eben mit Kontrolle korrelieren.

Fast alle beanstandeten Module (vgl. Grafik Seite 6) lagen 2013 in den Bereichen «Gefährliche Güter» und «Luftreinhaltung».

## Stichproben/Kontrollen



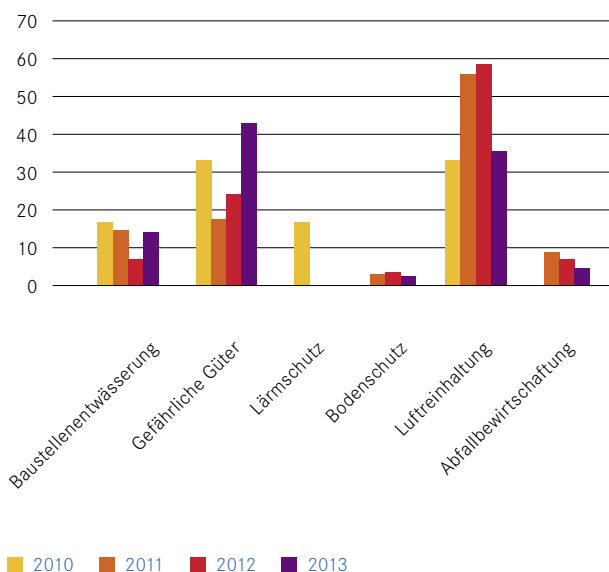
■ Gemeinden LU/SZ/NW/OW  
 ■ Gemeinden ZG  
 ■ Umweltämter ZCH

Bei den «gefährlichen Gütern» handelte es sich meistens um unsachgemäss gelagerte Treibstoff- und Betriebsmittelkanister oder um fehlende Ölbinder. Beim Luftreinhalte-Modul ging es um Mängel bei den Partikelfiltersystemen wie mangelnde oder unsachgemässe Wartung, um nicht vorhandene Dokumente oder sogar um fehlende Partikelfiltersysteme.

Erfahrungen und Umfragen zeigen, dass die Akzeptanz der Kontroll-Inspektoren auf der Baustelle und bei den Bauunternehmungen gut ist. Vor allen die jüngeren Poliere kennen keine Berührungängste mit dem Thema «Umweltschutz auf den Baustellen». Ihre Ausbildung leistet gute Dienste.

Im Verlaufe der Betriebszeit wurden die Kontrollen optimiert und die administrativen Prozesse soweit als möglich «elektronisch» abgewickelt. Trotzdem ist das ZUBI noch nicht selbsttragend und zehrt von der Anschubfinanzierung durch die ZUDK. Berechnungen zeigen, dass ab ca. 900 kontrollierten Modulen resp. ab rund 300 Baustellen ein kostendeckender Betrieb des ZUBI möglich ist. Diese Anzahl ist durchaus realistisch, denn die in Auftrag gegebenen und zu kontrollierenden Module liegen bei ca. 530 resp. bei ca. 130 kontrollierten Baustellen. Da nur 13 Vertragsgemeinden auch Kontrollen veranlassten, heisst dies, dass pro «aktive» Gemeinde ca. 40 Module resp. ca. 10 Baustellen kontrolliert wurden. Mit 40 «aktiven» Gemeinden wäre das Zentralschweizer Umwelt-Baustelleninspektorat ZUBI ohne Weiteres selbsttragend.

## Beanstandete Module



## Fazit der Jahre 2010 bis 2013

- Die Zusammenarbeit der ZUDK mit den ZBV hat sich grundsätzlich bewährt.
- Die Anzahl der Gemeinden, die auf die Dienste des ZUBI zurückgreifen, ist in den letzten Jahren auf 40 gestiegen. Doch gibt es noch zu viele Gemeinden, die zwar einen Vertrag oder eine Vereinbarung mit dem ZUBI abgeschlossen haben, jedoch keine Kontrollen in Auftrag geben. Die meisten Zuger Gemeinden machen erfreulicherweise mit.
- Die Anzahl der besuchten Baustellen und der kontrollierten Module stieg im Verlaufe der Betriebsphase deutlich.
- Erschreckend hoch ist die Beanstandungsquote auf den kontrollierten Baustellen. Bei ca. einem Drittel aller kontrollierten Baustellen ist mindestens ein Mangel festgestellt worden; die Tendenz gegenüber den letzten Jahren steigt.
- «Spitzenreiter» bei den Beanstandungen sind die Module «Luftreinhaltung» und «gefährliche Güter». Hier besteht eindeutig Ausbildungs- und Informationsbedarf.
- Die hohe Anzahl Mängel zeigt auf, dass die Kontrollen derzeit noch zwingend notwendig sind.
- Mittelfristig kann die «Dienstleistung» ZUBI nur aufrechterhalten bleiben, wenn die Anzahl der in Auftrag gegebenen Kontrollen deutlich ansteigt, einerseits weil mehr Gemeinden die Dienstleistungen des ZUBI in Anspruch nehmen und andererseits die Vertragsgemeinden aktiver mitmachen.

Rainer Kistler



## Strom aus dem Zuger Untergrund?

Die Erde ist eine unerschöpfliche Energiequelle.

### Erneuerbare Energiequelle Geothermie

Im Erdinnern brodelt es intensiv: 99 % der Erdkugel sind heisser als 1000 °C. Je weiter man ins Erdinnere vordringt, desto wärmer wird es: Pro Kilometer Tiefe steigt die Temperatur um durchschnittlich 30 °C an. Die Wärme der Erde, die Geothermie, ist eine gewaltige und nahezu unerschöpfliche Wärmequelle.

Schon die Antike schätzte die Geothermie: Gallier, Kelten und Germanen, sie alle wärmten sich an heissen Quellen aus dem Untergrund. Besonders beliebt waren die Thermalquellen bei den Römern. Sie nutzten das warme Wasser aber nicht nur zu Badezwecken, sondern transportierten es auch in Gebäude. Das heisse Quellwasser erwärmte die Böden. Damit war die geothermische Heizung geboren.

### Untiefe Geothermie heute etabliert

Die Geothermie wird auch heute rege genutzt. Im Kanton Zug heizen rund 1350 Erdwärmesonden-Anlagen Wohn- und Geschäftsbauten. Und die Zahl nimmt weiter zu. Sie alle nutzen in durchschnittlich 150 m Tiefe die ganzjährig konstanten Temperaturen von 10 bis 15 °C und wandeln sie in Wärme für Heizung und Warmwasser um. Die Nutzung dieser sogenannten «untiefen» Geothermie – sie reicht bis maximal 400 m unter Terrain – ist weitverbreitet und bestens etabliert.

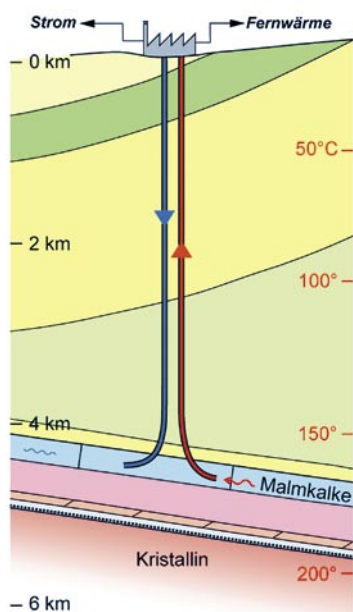
### Hoffnungsträger tiefe Geothermie

Anders sieht es bei der tiefen Geothermie aus. Sie nutzt die Wärme in Tiefen ab 400 m zur Wärme- und Stromgewinnung. Um Strom zu generieren, muss die Temperatur mindestens 120 °C betragen. Man unterscheidet zwischen hydrothermalen und petrothermalen Anlagen (vgl. Grafik Seite 8). Weltweit sind erst wenige Anlagen in Betrieb. Sie liefern zusammen rund 60 TWh Strom, was etwa dem jährlichen Strombedarf der Schweiz entspricht. Dabei bietet diese Technologie viele Vorteile: Sie ist relativ emissionsarm, nahezu CO<sub>2</sub>-frei, hat einen geringen Platzbedarf und liefert – unabhängig von äusseren Einflüssen – immer verfügbare Bandenergie.

In einigen Gebieten ist diese geothermische Energieversorgung bereits Realität, beispielweise in Island. 37 aktive Vulkane heizen den Untergrund des Inselstaates auf. Island deckt seinen Strombedarf zu 25 % mit Geothermie. Und 90 % der Haushalte werden mit Wärme aus Geothermie versorgt.

### Tiefe Geothermie in der Schweiz

Auch die Schweiz verfügt über ein geothermisches Kraftwerk. Seit 1994 ist in Riehen/BS eine hydrothermale Anlage in Betrieb. Aus einer Tiefe von rund 1500 m fördert sie 63 °C warmes Wasser und beheizt damit rund 300 Haushalte. Das soll aber erst der Anfang sein. Im Rahmen seiner Energiestrategie setzt der Bund auch auf Tiefengeothermie. Bis 2050 sollen damit jährlich 4400 GWh Strom produziert werden, was rund



### Hydro- und petrothermale Anlagen

Hydrothermale Anlagen (vgl. Grafik links) nutzen Wasser, das in durchlässigen Gesteinsschichten, meist Kalke oder Sandsteine, natürlicherweise vorhanden ist. Das Wasser kann z.B. an ein Fernwärmenetz abgegeben oder zur Stromerzeugung genutzt werden. Das abgekühlte Wasser wird in einer zweiten Bohrung wieder in den Untergrund geleitet und so ein Kreislauf erzeugt.

Bei petrothermalen Anlagen wird Wasser über eine Bohrung mit Druck in tiefe, undurchlässige Gesteinsschichten, z.B. Gneis oder Granit, gepresst, um künstlich Mikrorisse zu erzeugen und Fließwege zu schaffen. Auch hier wird in einem Kreislauf kaltes Wasser in die Tiefe gepumpt; es erhitzt sich dort und gelangt wieder an die Oberfläche.

Hydrothermale Anlagen sind technisch ausgereifter als petrothermale Anlagen. Letztere können aber deutlich grössere Bohrtiefen (bis 7000 m) erreichen und haben daher ein wesentlich höheres Potenzial für die Stromgewinnung.

7.5 % des heutigen Strombedarfs entspricht. Mittels kostendeckender Einspeisevergütung und Risikoabdeckung fördert der Staat die Entwicklung dieser Technologie.

### Steiniger Weg – Pilotprojekte nötig

Doch in den letzten Jahren erlitt die Technologie in der Schweiz herbe Rückschläge. In Basel wurde ein petrothermales Projekt abgebrochen, nachdem es bei Probebohrungen in 5000 m Tiefe zu Erdbeben gekommen war. Ein hydrothermales Vorhaben der Elektrizitätswerke Zürich im Triemli-Quartier scheiterte 2009 wegen fehlender wasserführender Schichten. Immerhin konnte das Bohrloch für eine tiefe Erdwärmesonde genutzt werden. Schliesslich führte auch das vielversprechende hydrothermale Projekt in St. Gallen nicht zum erhofften Erfolg. Unerwartete Gasaustritte, Erschütterungen und zu geringe Wasserförderleistungen führten im Mai 2014 zum Abbruch des Projekts.

Auch wenn der Durchbruch noch nicht geschafft ist, fördern diese Vorhaben die noch junge Technologie und entwickeln sie weiter. Sie liefern zudem wichtige Informationen über den tiefen Untergrund der Schweiz. Im Gegensatz zur oberflächennahen Geologie ist dieser Bereich noch weitgehend unerforscht. Um die künftige Stromversorgung der Schweiz sicherzustellen, soll diese Technologie – allen Hindernissen zum Trotz – eine weitere Chance erhalten. So sind derzeit verschiedene Pilotprojekte in Planung, z.B. eine petrothermale Anlage im thurgauischen Etwilen.

### Auch im Kanton Zug möglich?

Lokale, erneuerbare Stromquellen sind auch im Kanton Zug rar. Es stellt sich daher die Frage, ob auch hier ein geothermisches Kraftwerk zur Stromerzeugung möglich ist. Das Amt für Umweltschutz liess 2013 verschiedene Gutachten erstellen. Dabei ging es nicht nur um die Beschaffenheit des tiefen Untergrunds, sondern auch um mögliche Risiken und Konflikte. Schliesslich wurden auch obertägige Faktoren wie beispielsweise die Erschliessung und das Wärmeabnehmerpotenzial berücksichtigt. Dieses Potenzial ist für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage entscheidend. Auch wenn der Fokus auf der Stromproduktion liegt, fällt immer Wärme an, die gewinnbringend veräussert werden muss.

### Grundlagen aus der Erdölexploration

Die in Auftrag gegebenen Studien stützen sich auf bereits vorhandene Daten ab. Dazu gehören insbesondere die seismischen Profile, welche die AG für schweizerisches Erdöl SEAG zwischen 1960 und 1980 auf der Suche nach Erdöl-/Erdgasvorkommen im ganzen Mittelland erstellen liess. Dazu gehört auch die Tiefbohrung südöstlich von Hünenberg. Sie wurde 1965 durch die SEAG erstellt und ist mit 3288 m eine der tiefsten Bohrungen der Schweiz.

### Kaum Chancen für hydrothermale Anlagen

Hydrothermale Anlagen zielen auf potenziell wasserführende Schichten mit einer Temperatur von mindestens 120 °C ab. Im





Strom aus Zugs Untergrund ist im Moment noch Zukunftsmusik.  
Eine andere unerschöpfliche Energiequelle können wir aber bereits heute nutzen: die Sonne.

Kanton Zug befinden sie sich im Perimeter Menzingen–Unterägeri–Oberägeri–Walchwil in einer Tiefe von 3750 bis 4300 m. Zwar gibt es dort Hinweise auf offene Hohlräume. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie genügend Wasser führen, ist aber sehr gering. Die oberflächennahen geologischen Rahmenbedingungen sowie ausgedehnte Grundwasservorkommen erschweren oder verunmöglichen zudem in weiten Teilen tiefergeothermische Nutzungen. Als eher ungünstig beurteilt werden auch das Abnehmerpotenzial, die Erschliessung und die Topographie. Das gesamte Gebiet gilt daher für hydrothermale Anlagen höchstens als mässig geeignet.

#### **Potenzial für petrothermale Anlagen vorhanden**

Besser stehen die Chancen für petrothermale Anlagen. Der Perimeter Rotkreuz–Buonas–Cham–Niederwil–Hagendorn wird als günstig beurteilt. Dort liegt in rund 4500 m Tiefe das Zielgestein, das kristalline Grundgebirge mit der erforderlichen Temperatur von 120 °C. Erschwernisse wie beispielweise Gasaustritte können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Betreffend Abnehmerpotenzial, Topografie und Erschliessung ist das Gebiet zumindest besser geeignet als der Südosten des Kantons. Die Erdbebengefährdung im Kanton Zug liegt im schweizerischen Durchschnitt: Die Verhältnisse sind weder besonders günstig, noch stellen sie ein Hindernis dar.

#### **Option für die Zukunft**

Der Kanton Zug hat vor Kurzem die Anforderungen an tiefergeothermische Anlagen im Richtplan definiert. Das «Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds» ist in Bearbeitung. Damit ist der Weg frei für die Weiterentwicklung und eine mögliche Etablierung der Tiefengeothermie im Kanton Zug. Die Untersuchungen zeigten, dass der Kanton über ein gewisses Potenzial für petrothermale Anlagen verfügt; eine herausragende Eignung scheint allerdings nicht vorhanden zu sein. Im Gegensatz zur hydrothermalen Technologie befindet sich die petrothermale Technologie noch in der Entwicklungsphase. Es ist davon auszugehen, dass es einige Jahre dauern wird, bis sie ausgereift ist. In nächster Zeit versorgt uns wohl kaum eine geothermische Anlage mit Strom aus dem Zuger Untergrund. Eine Option für die Zukunft bleibt sie aber in jedem Fall.

#### **Vorerst Sonnenenergie nutzen**

Der Technologiesprung bei der Tiefengeothermie erfolgt hoffentlich bald. Bis dahin gilt es, andere erneuerbare Stromquellen zu nutzen. Das mit Abstand grösste Potenzial weist die Photovoltaik auf: im Gegensatz zur Geothermie allerdings nicht als Bandenergie, sondern fluktuierend. Damit könnte aber immerhin rund ein Drittel des Strombedarfs im Kanton Zug gedeckt werden – risikofrei und mit bereits ausgereifter Technologie. Hier gilt es anzusetzen.

Beatrice Bochsler



## Vom anspruchsvollen Umgang mit Jauchegruben

### «Haben Sie Ihre Grube auf die Dichtigkeit geprüft?»

Diese Frage wird seit gut einem Jahr den meisten Zuger Landwirtinnen und Landwirten vermehrt gestellt, sei es in Zusammenhang mit Baugesuchen, bei telefonischen Auskünften oder bei Betriebsbesichtigungen. Der Hintergedanke ist dabei immer der gleiche: der bauliche Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Hofdünger kann die Gewässer erheblich gefährden. Darum müssen Hofdüngieranlagen periodisch auf die Dichtigkeit geprüft werden; dies schreibt das geltende Gewässerschutzgesetz des Bundes vor. Daneben gilt es auch zu prüfen, ob die vorgeschriebene Lagerkapazität vorhanden, die Einrichtung funktionstüchtig und ordnungsgemäss betrieben ist. Die Vollzugskompetenz liegt beim Kanton.

### Konzept Kanton Zug

2012 legten das Amt für Umweltschutz, das Landwirtschaftsamt und der Zuger Bauernverband zusammen den kantonalen Vollzug der Dichtigkeitskontrollen fest ([www.zg.ch/behoerden/baudirektion/amt-fuer-umweltschutz/landwirtschaft-und-gewaesserschutz](http://www.zg.ch/behoerden/baudirektion/amt-fuer-umweltschutz/landwirtschaft-und-gewaesserschutz)). Grundsätzlich unterscheidet der Kanton Zug zwischen zwei Kontrollen: Dichtigkeitsprüfungen bei Gruben innerhalb von Grundwasserschutzzonen und solche ausserhalb. Die Gefährdung der Gewässer bestimmt die Art der Kontrolle. Die Gruben werden etappenweise überprüft: Die erste Grube eines jeden Bauernhofes sollte bis 2013 inspiziert werden, die zweite bis 2015, die restlichen bis 2020. Jauchegruben in Grundwasserschutzzonen werden prioritär bis

2013/2014 kontrolliert. Von den ca. 1600 Gruben im Kanton Zug waren anfangs 2013 erst knapp 8% auf ihre Dichtigkeit überprüft.

### Kontrollen der Gruben ausserhalb und innerhalb von Grundwasserschutzzonen

Befindet sich eine Grube ausserhalb einer Schutzzone, ist das Vorgehen für die Prüfung relativ einfach und kostengünstig: Vorgeschrieben ist eine sogenannte Sichtkontrolle, d.h. die Grube kann für die Kontrolle noch 10 cm Jauche enthalten, ist aber nach Möglichkeit ganz zu leeren. Danach wird die Grube von einem ausgewiesenen Baufachmann optisch begutachtet und muss – falls notwendig – saniert werden. Das Prüfprotokoll geht als Kopie an das Amt für Umweltschutz; es wird in einem Kataster erfasst. Danach kann die Jauchegrube wieder befüllt werden; die nächste Prüfung steht erst in 25 Jahren an.

Befindet sich eine Grube in einer Grundwasserschutzzone, ist die Durchführung der Prüfung komplizierter. Vor der Inspektion durch das Amt für Umweltschutz muss die Grube vollständig geleert und gereinigt werden. Allfällige Mängel sind durch einen qualifizierten Baufachmann zu beheben. Dann wird die Grube mit Wasser gefüllt und während mindestens 24 Stunden geprüft. Das Wasserstandsmessgerät erfasst auch die Verdunstung und den Niederschlag. Bleibt das Niveau der Wasseroberfläche, verglichen mit dem Referenzwert, während 24 Stunden stabil, dann ist die Grube dicht und kann wieder befüllt werden.



Obere Bildreihe: Der Feuerwehrschauch in anderen Diensten: Durch Umpumpen von einem Betrieb zum andern wird das Wasser für die Prüfung wieder verwertet. Unten links: Installation des Wasserstandsmessgeräts. Unten rechts: Jauchegrube – als Gerätelager (um-)genutzt.

### Eine Kontrolle mit individuellen Bedürfnissen – pragmatische Lösungen sind gefragt

Was einfach klingt, ist in der Praxis oft nicht so leicht umzusetzen. Wie prüft man beispielsweise eine Vorgrube in der Grundwasserschutzzone, die mehr als zehn Einläufe hat und in die ständig häusliches Abwasser nachfließt? Wie lange kann man den Zufluss abdichten, ohne einen Rückstau des Abwassers ins Wohngebäude zu verursachen? Wie prüft man die Jauchegrube eines geschlossenen Schweinemastbetriebs? Woher nehmen die Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter so viel Wasser wie z.B. 400 m<sup>3</sup> für die Füllung der Grube? Und wie kann diese Menge möglichst schnell der Grube zugeführt und wieder abgelassen werden, damit das Vieh nicht lange ausgestallt werden muss? Und wohin soll der Hof die Wassermenge nach der Prüfung entsorgen? Wo liegen die Grenzen der Zumutbarkeit?

Diese und ähnliche Fragen stellen sich bei der Jauchegrubenkontrolle eines durchschnittlichen Betriebes. Weiter kommt hinzu, dass die Inspektion in der Regel nur durchgeführt werden kann, wenn die Witterung ein paar Wochen lang mitspielt; der Hofdünger muss vorgängig ausgebracht werden.

Die Prüfung von Jauchegruben in Grundwasserschutzzonen erfordert auch von kantonaler Seite her hohe Flexibilität. Oft führen ausgefallene Ideen zu pragmatischen Lösungen. Das Amt für Umweltschutz ist um unbürokratische Kooperation bemüht – natürlich immer im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben.

### Enge Zusammenarbeit mit den Wasserversorgungen

Die Wasserversorgungen, die in den Grundwasserschutzzonen Trinkwasser fördern, haben ebenfalls grosses Interesse an dichten Hofdüngeranlagen. Tritt beispielsweise in einer Schutzzone Jauche aus einer undichten Grube aus, kann dies innert kürzester Zeit die Verschmutzung des Trinkwassers oder des Grundwassers zur Folge haben. Im schlimmsten Fall führt es dazu, dass eine Wasserversorgung für einen bestimmten Zeitraum kein Trinkwasser mehr ins Netz einspeisen darf und die Bevölkerung mit Wasser aus einer anderen Fassung versorgt werden muss. Solche Szenarien sind für keinen der Beteiligten angenehm – weder für die Wasserversorgung noch das Amt für Umweltschutz und am wenigsten für die Betreiber der Anlage selbst.

Das Amt für Umweltschutz suchte deshalb bereits im Vorfeld der Prüfungen der Jauchegruben in Schutzzonen den engen Kontakt zu den Wasserversorgungen. Unterstützung und Hilfestellung waren vielerorts sehr erfreulich. In Unterägeri stellte beispielsweise die Wasserversorgung neben dem Wasser auch einen Grossteil der Koordination vor Ort sicher. Sie war in enger Zusammenarbeit mit dem Kanton und dem Landwirt für die Füllung, die Überwachung der Messung und die anschliessende Entsorgung des Wassers verantwortlich. Die enge und gute Kooperation zwischen dem Kanton, den Wasserversorgungen, den Prüffirmen und den Betriebsleitern liess bis heute viele Dichtigkeitsprüfungen erfolgreich durchführen.



Eine sorgfältige Planung ist wichtig.

In der Landwirtschaft hängt vieles vom Wetter ab; auch die Dichtigkeitsprüfung muss darum oft spontan erfolgen.

### Kantonaler Kataster der Jauchegruben

Der Kanton verfügt über einen Kataster sämtlicher Jauchegruben. Darin sind Grösse, Baujahr, Materialisierung u.ä. erfasst. Die Angaben aus dem Kataster stimmen jedoch nicht immer mit der Realität überein. Die Gruben werden zum Teil umgenutzt oder verkleinert, erweitert oder vermietet, teils als Retention für Bewässerungen, als Gartenanlage oder Garage, als Heugaden oder gar als Schwimmbecken verwendet. Nicht immer erfolgt die Meldung an den Kanton. Darum ist eine gezielte Nachfrage von kantonalen Seite erforderlich; nur so kann der Kataster die neuen Verhältnisse erfassen und aktuell bleiben.

### Arbeitsteilung mit Synergien

Seit der Kanton Zug Dichtigkeitsprüfungen von Jauchegruben vornimmt, arbeitet er eng mit der Genossenschaft für ländliches Bauen GLB Walchwil und der regionalen Bauverwaltung Wipf + Stappung in Muri AG zusammen. Die Prüfingenieure der Wipf + Stappung führen die Wasserstandsmessungen bei Jauchegruben in Schutzzonen durch. Die Baufachleute der GLB Walchwil sanieren die mangelhaften Jauchegruben und übernehmen ihre Abnahme ausserhalb der Grundwasserschutzzonen. Die Dichtigkeitsprüfung wird zuhause der Landwirte und des Amtes für Umweltschutz protokolliert.

### Momentaner Stand und Ausblick

Im Frühjahr 2013 erinnerte das Amt für Umweltschutz letztmals an die Dichtigkeitsprüfung von Gruben in Grundwasserschut-

zonen. Ein Jahr später, im Frühling 2014, erging der Aufruf an die Hälfte aller Zuger Betriebe, die Gruben ausserhalb von Schutzzonen betreiben. Die Aktion führte zu einem regen Rückfluss und erhöhter Auslastung der beiden Firmen.

Bis 2014 wurde beim Grossteil der Landwirtschaftsbetriebe mit Güllengruben in Grundwasserschutzzonen die gesetzlich geforderte Kontrolle vorgenommen. Das Ergebnis ist erfreulich. Bei den Gruben ausserhalb von Grundwasserschutzzonen hat die systematische Überprüfung erst begonnen. Viele Betriebe haben die Dichtigkeitskontrolle der ersten Jauchegrube noch nicht durchführen lassen. Diese Arbeiten erfolgen bis ins Jahr 2020. Auch sie tragen zur Sicherheit bei.

Sabin Nater



## Flechten als «lebende Messgeräte»

### **Seismographen der Natur und der Luftbelastung**

Wie geht es unserer Luft? Auf diese Frage liefern technische Messgeräte umfangreiche Daten; auch Lebenskünstlerinnen der Natur beantworten sie. Es sind Flechten, die sich gerne auf dem Boden, auf Steinen sowie an Bäumen ansiedeln und sich vor allem aus der Luft ernähren. Der Beitrag geht den Zusammenhängen von Flechten und Luft im Kanton Zug nach; er beleuchtet Vorkommen und Massnahmen für bessere Lebensbedingungen der Flechten.

### **Wer sind diese Lebenskünstlerinnen?**

Eine Flechte besteht aus einem Pilz und einer Alge. Sie ist ein Doppellebewesen: Die Pilzfäden bilden das schützende Haus und die Algen steuern die Energie bei. Flechten haben keine Wurzeln und haften nur oberflächlich auf ihrer Unterlage. Sie sind weder Schmarotzer noch für das Absterben von Bäumen verantwortlich. Aus der Luft nehmen sie nicht nur Nährstoffe, sondern auch Schadstoffe auf. Bereits ab einer kleinen Schadstoffmenge reagieren die Flechten empfindlich; sie werden geschädigt oder sterben ab. Aus diesem Grund bezeichnen Fachleute die Flechten auch als lebende Zeiger der Luftqualität.

### **Luftqualität anhand der Flechtenkartierung 2013**

Mit Hilfe der Flechtenindikationsmethode hat der Kanton Zug 1993, 2003 und 2013 die Luftqualität analysiert. Die Flechtenkartierung zeigt nicht Konzentrationen einzelner Schadstoffe auf, sondern sie gibt Auskunft über die Gesamtwirkung von

Luftschadstoffen. Die drei Untersuchungen erfassten die Flechtenveränderungen der letzten zwanzig Jahre; so kontrollieren sie die Wirkung der durchgeführten Luftreinhalte-massnahmen.

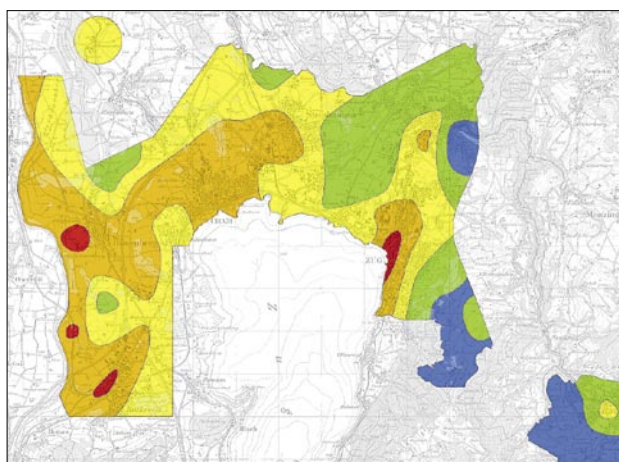
Eine mittlere und starke Gesamtluftbelastung prägt das Untersuchungsgebiet. Die Zonen mit intensiver Belastung befinden sich flächendeckend von Rotkreuz bis zum Zollhus südlich von Hünenberg und Cham. Sie umfassen auch weite Teile von Steinhausen, Baar und Zug. Zu den Zonen mit mittlerer Luftbelastung gehören die Gebiete Hünenberg, Cham sowie einzelne Teile von Steinhausen und Zug. Geringe und sehr geringe Belastungen zeigen sich westlich von Unterägeri, auf dem Zugerberg und in der Region St. Wolfgang (Hünenberg).

### **Veränderung der Luftqualität von 1993 bis 2013**

Die Abbildungen auf Seite 14 und 15 zeigen die Luftgütekarten des Kantons Zug von 1993, 2003 und 2013. Die Farben signalisieren, wie stark die Luft in den einzelnen Regionen zum jeweiligen Zeitraum belastet war. Vergleicht man den Zustand von 1993 mit 2013, hat sich die Gesamtluftbelastung tendenziell verschlimmert. Vorher wenig belastete Gebiete erfuhren meistens eine Verschlechterung und ehemals mittel bis stark belastete Gebiete weisen heute eine noch grössere Belastung auf.

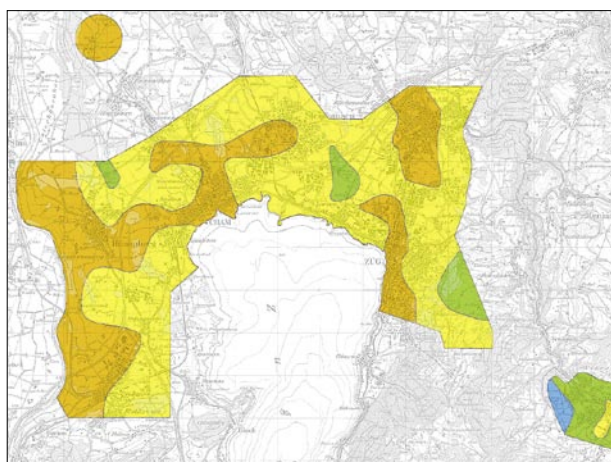
Lokal gab es einige Verbesserungen der Luftqualität, dies vor allem im Zuger Stadtzentrum sowie in Cham und Hünenberg. In allen anderen Gebieten blieb die Luftbelastung unverändert

Luftgütekarte Kanton Zug 1993



<b>Flechtenzonen:</b>	Flechtenwüste	innere Kampfzone
<b>IAP 18:</b>	0-18.6	8.7-31.7
<b>Gesamtluftbelastung:</b>	<span style="color: red;">■</span> kritisch	<span style="color: orange;">■</span> stark

Luftgütekarte Kanton Zug 2003



äußere Kampfzone	Übergangszonen	Normalzone
31.8-44.8	44.9-57.8	> 57.8
<span style="color: yellow;">■</span> mittel	<span style="color: lightgreen;">■</span> gering	<span style="color: blue;">■</span> sehr gering

oder sie verschlechterte sich. Stark betroffen sind Baar, Rotkreuz und grosse Teile der Stadt Zug.

### Säure- und Basenverträglichkeit der Flechten (Acidoindex)

Flechten reagieren artenspezifisch auf den Säuregrad ihrer Unterlage. Die einen Flechtenarten bevorzugen ein saures Trägermaterial, andere ein basisches. Neben dem spezifischen pH-Wert der Baumrinde sind auch saure und basische Immissionen massgebend für den Säuregrad des Lebensraums der Flechten verantwortlich. Fachleute sprechen vom Acidoindex. In Gebieten, in denen Baumrinden durch Schadstoffe basisch werden, verschwinden säureliebende Flechten kontinuierlich.

1993 zeigten sich noch einige Regionen mit saurer Prägung; 2003 war das gesamte Untersuchungsgebiet jedoch bereits basisch geprägt. 2013 haben die sauren Immissionen im überprüften Gebiet weiter abgenommen; die basische Prägung hat sich nochmals verstärkt.

### Stickstoffempfindlichkeit bzw. -verträglichkeit der Flechten (Nitroindex)

Fürs Überleben sind die meisten Flechten an nährstoffarme Standorte angepasst. Auf Nährstoffeinträge reagieren sie sehr empfindlich, während andere diese in einem bestimmten Mass tolerieren oder sogar benötigen. Bei Flechten wie auch bei anderen Lebewesen führt ein Nährstoffüberschuss grundsätzlich zu verstärktem Wachstum; längerfristig hat der Überschuss

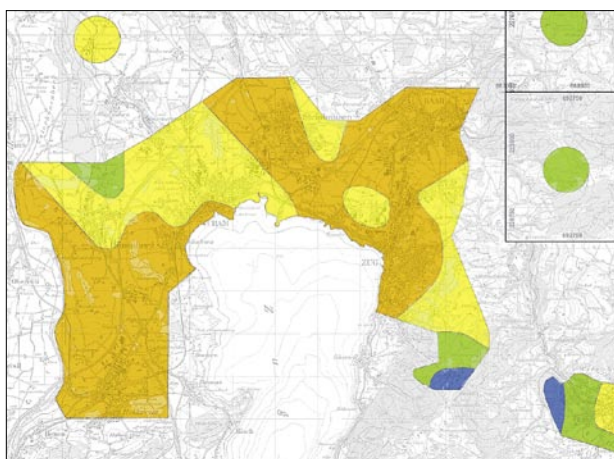
jedoch eine Schwächung der Flechtenpopulation zur Folge. Verantwortlich für den Nährstoffüberschuss sind Stickstoffeinträge; sie setzen sich aus Stickoxiden  $\text{NO}_x$  und Ammoniak zusammen. Stickoxide entstehen bei Verbrennungsvorgängen des motorisierten Verkehrs, privater Heizungen und industrieller Feuerungen. Etwa 60% der Stickstoffeinträge werden durch Ammoniak verursacht; es stammt überwiegend aus der Landwirtschaft und wird von den Flechten direkt gasförmig aufgenommen.

Von 1993 bis 2013 nahm die Stickstoffbelastung im Kanton Zug stark zu. Das Untersuchungsgebiet wies bereits 1993 eine gesamthaft stickstoffreiche Immission auf. 2003 hat sich die Stickstoffbelastung weiter verstärkt. Im Jahr 2013 zeigte sich, dass stark stickstoffreiche Gebiete unverändert blieben oder einen leichten Rückgang verzeichneten. Regionen, in denen früher weniger ausgeprägte Stickstoffimmissionen auftraten, sind heute ebenfalls stark stickstoffreich. Im Endeffekt heisst dies, dass das gesamte Untersuchungsgebiet nach wie vor an übermässigen Stickstoffimmissionen leidet.

### Flechtendiversität

Die Flechtenartenanzahl besteht aus Arten und Artengruppen. Sie nahm von 1993 bis 2013 leicht ab. Zudem hat sich auch die Häufigkeit vermindert, mit der die einzelnen Arten auftreten. Davon sind säureliebende wie stickstofftolerante Arten betroffen.

## Luftgütekarte Kanton Zug 2013



IAP 18 (Index of Atmospheric Purity)  
Flechten-Gütwert

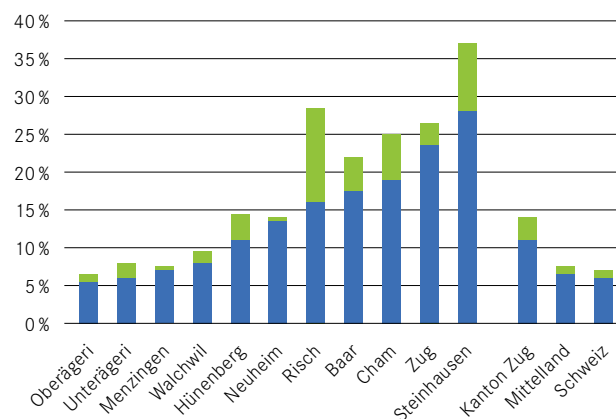
### Luftqualität mit technischen Messungen

Im Auftrag der sechs Zentralschweizer Kantone betreibt die inNET Monitoring AG das interkantonale Luftmessnetz in-LUFT. Zur Beurteilung der Luftqualität werden vor allem die Leitsubstanzen Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>, Feinstaub PM10 und Ozon gemessen. Das Messnetz mit acht Online-Stationen wird zusätzlich mit einem flächendeckenden NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Netz verdichtet.

Die Immissionen der Schadstoffe Stickstoffdioxid, Ozon und Feinstaub weisen seit 1990 gesamtschweizerisch eine tendenziell abnehmende Entwicklung auf – seit etwa 2000 stagnieren diese Werte allerdings. Grenzwertüberschreitungen von Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon treten schweizweit auf. Der Kanton Zug bildet keine Ausnahme.

Die Ammoniak-Schadstoffkarte des Bundesamtes für Umwelt BAFU zeigt für 2007 in den Grossräumen Zentralschweiz sowie Thurgau–St.Gallen–Appenzell die schweizweit höchsten Belastungen auf. Die Intensität nahm zwischen 2000 und 2007 gesamtschweizerisch zu, insbesondere im Schweizer Mittelland. Im Untersuchungsgebiet liegen die modellierten und gemessenen Werte teilweise deutlich über den international festgelegten Grenzwerten von 3 µg/m<sup>3</sup> Ammoniak für höhere Pflanzen und massiv über dem Grenzwert für Flechten von 1 µg/m<sup>3</sup> Ammoniak.

## Siedlungsfläche gemäss Arealstatistik 2013



■ Anteil Siedlungsfläche 1982/83  
■ Zunahme bis 2007

### Schlussfolgerungen

Betriebsoptimierungen und Abluftreinigung führten zu Emissionsminderungen in Industrie, Gewerbe und Verkehr. Auch die Förderung von energiesparendem Bauen und Vorschriften im Bereich Haushalt zeigten Wirkung.

Trotz der verschiedenen Massnahmen zur Senkung der Luftbelastung wiesen die Flechten von 1993 bis 2003 eine generelle Verschlechterung aus; Lichtblicke waren lokale Verbesserungen. Von 2003 bis 2013 stagnierten die Verhältnisse, örtlich verschlechterten sie sich. Diese Tendenz deckt sich mit den Messungen für Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>, Feinstaub und Ozon O<sub>3</sub>. Die gleichbleibend hohen Belastungen durch NO<sub>x</sub>, Feinstaub und O<sub>3</sub> stellen für die Flechten eine chronische Belastung dar; sie wirkt sich offensichtlich negativ auf das Wachstum aus.

Eine Ursache für die anhaltend hohe Gesamtluftbelastung liegt möglicherweise in der überdurchschnittlichen Zunahme der Siedlungsfläche. Die Bautätigkeit während der letzten Jahrzehnte resp. die Erweiterung der Siedlungsfläche ist gemäss Arealstatistik 2013 im Kanton Zug grösser als im Mittelland (vgl. Grafik oben). Siedlungsräume mit einer deutlichen Flächen- und Dichtezunahme wie Risch, Hünenberg, Cham, Steinhausen und Baar liegen heute in der Zone mit starker Luftbelastung, dies gemäss Flechtenkartierung. Etwas geringer ist die Zunahme in Zug; dieser Siedlungsraum lag jedoch bereits 1993 in der Zone mit starker resp. kritischer Luftbelastung.



Oben:  
Flechtenvielfalt ist ein Zeichen für gute Luftqualität.

Unten:  
Flechtenkartierung verlangt ein geschultes Auge.

### Gute Luft für die «Lebenskünstler» – und uns

Der hohe Nitroindex als Messgrösse für den Nährstoffeintrag bestätigt die nach wie vor übermässig starke Versorgung der Flechten mit Nährstoffen im Kanton Zug. Die gleiche Tendenz ist auch in anderen untersuchten Gebieten des Schweizer Mittellandes festzustellen. Die Anstrengungen zur Reduktion der Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft müssen weiter verfolgt werden; denn der starke Nährstoffeintrag in der Schweiz hält an und ist verantwortlich für den Rückgang zahlreicher Arten – nicht nur von Flechten, sondern auch von Pflanzen und Tieren. Davon besonders betroffen sind ökologisch wertvolle Gebiete wie zum Beispiel die Moore im Kanton Zug.

Die Luftreinhalte-Verordnung LRV des Bundes will die Luftbelastung auf ein Mass senken, in dem die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze gewährleistet ist. Das bedeutet, dass die Zonen kritischer Belastung zu eliminieren und die Zonen starker und mittlerer Gesamtbelastung zu reduzieren sind. Verantwortlich für die Abnahme der Biodiversität ist der starke Stickstoffeintrag. Darum muss der Effort zur Reduktion der Ammoniakemissionen intensiviert werden. So weiten sich Gebiete geringer Belastung wieder aus. Die Bilanz ist klar: Geht es der Luft gut, geht es auch den Flechten gut – ist die Luft jedoch mehr mit Schadstoffen belastet, machen sich die Flechten rar. Und das sind schlechte Zeichen für eine gute Luftqualität.

Astrid Furrer-Zimmermann



Literatur: Puls. Flechten und Luftqualität im Kanton Zug: Wirkungskontrolle 2013. Amt für Umweltschutz Kanton Zug, 2014.