

Natur- und Umweltschutz in Filderstadt 2019

Spezialthema Luft



FILDERSTADT

Eine Stadt.
Viele Möglichkeiten.

Offizieller Ausrüster für alle Garten- und Gürtelsbesitzer!



- Beratung
- Service
- Verkauf

Otto-Lilienthal-Strasse 4 · 70794 Filderstadt-Plattenhardt

Telefon 0711/77 05 77-0

E-Mail: info@hoerz-center.de · www.hoerz-center.de



www.facebook.com/hoerztechnikcenter

UMWELTSCHUTZREFERAT
UMWELTBEIRAT
FILDERSTADT

Natur- und Umweltschutz in Filderstadt 2019

Spezialthema Luft

Herausgegeben von
Umweltschutzreferat
und Umweltbeirat
der Stadt Filderstadt

INHALTSVERZEICHNIS

SPEZIALTHEMA LUFT

ES LIEGT WAS IN DER LUFT Claudia Arold, Umweltschutzreferentin Filderstadt	5
ECKPUNKTE ZUR LUFTREINHALTUNG Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat, Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt	7
LUFTQUALITÄT IN FILDERSTADT – KÖNNEN WIR BERUHIGT EINATMEN? Dr. Gregor Brose, VCD Kreisverband Esslingen	11
EMISSION VON LUFTSCHADSTOFFEN GEHT WEITER ZURÜCK – MIT AUSNAHMEN Martin Honsberg, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Geschäftsfeld Umwelttechnik	17
KALTLUFTSTRÖME – AUSWIRKUNGEN AUF SIEDLUNGSKÖRPER UND BERÜCKSICHTIGUNG IN DER BAULEITPLANUNG Myrthe Baijens, Klimaschutzmanagerin Filderstadt und Hannes Lauer, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS), Universität Stuttgart	21
DIE ATMUNG – GRUNDLAGE DES LEBENS Birgit Förderreuther, Biotopkartiergruppe Filderstadt	27
DIE LUFTQUALITÄT UND DEREN AUSWIRKUNGEN AUF DIE GESUNDHEIT Umweltbundesamt, Präsidialbereich/Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Internet	35
LEBEN IM LUFTRAUM: DER MAUERSEGLER Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt	39
LUFTSCHADSTOFFE: AUSWIRKUNGEN AUF PFLANZEN Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat, Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt	43
AUSWIRKUNGEN VON LUFTSCHADSTOFFEN UND KLIMAERWÄRMUNG AUF DEN WALD Eckard Hellstern, Revierförster in Filderstadt	47

OZON – GIBT ES DAS HEUTE ÜBERHAUPT NOCH?	51
Dr. Reinhard Kostka-Rick, Biologisch Überwachen und Bewerten, Echterdingen	
FLECHTEN – UNSCHEINBARE ÜBERLEBENSKÜNSTLER UND INDIKATOREN DER UMWELTSITUATION	57
Dr. Harald Bartholmeß, Fachberatung Umweltwirkungen Stuttgart	
POSITIVE AUSWIRKUNGEN VON PFLANZEN IM WOHNUMFELD	61
Prof. Dr. em. Reinhard Böcker, Landschaftsökologie und Vegetationskunde	
HOLZENERGIE IM RAHMEN DER ENERGIEWENDE	67
Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth, Professur Feuerungstechnik, Studiengang Erneuerbare Energien, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg	
VORSCHLÄGE ZUR UMRÜSTUNG VORHANDENER HEIZSYSTEME	71
Matthias Alber & Heiko Ehret, ALBER GmbH bad&heizung	
RECYCLING VON SOLARMODULEN	75
Armin Stickler, Solateur	
LANGSTRECKENZIEL KOHLENSTOFFDIOXID-NEUTRALITÄT	79
Theresa Diehl, Nachhaltigkeitskommunikation, Flughafen Stuttgart GmbH	
und Amelie Völkle, Praktikantin CSR & Presse, Flughafen Stuttgart GmbH	

AKTUELLES

EINWANDERER, WIEDERGEBORENE UND URGESTEINE IM WILDEN LIMOUSIN	83
Simone Schwiete, Umweltschutzreferentin Filderstadt	
ZEHN JAHRE UMWELTPROJEKT DER PARTNERSTÄDTE FILDERSTADT UND POLTAWA	89
Simone Schwiete, Umweltschutzreferentin Filderstadt	
FLÄCHENVERBRAUCH, NACHHALTIGE ENTWICKLUNG, BODENSCHUTZ – AM BEISPIEL DER FINDER	95
Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat, Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt	

FILDERSTADT ÖKO-LOGISCH – STADTSPAZIERGÄNGE ZU
ÖKOLOGIE, SIEDLUNGSENTWICKLUNG, UMWELTSCHUTZ UND
NACHHALTIGKEIT, 6. TEIL: HARTHAUSEN 103
Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat,
Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung
Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt

KARTIERERGEBNISSE 2018

MIGRANTEN UND EINHEIMISCHE IN DER VOGELWELT	111
Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt	
33 SCHLANGENEIER – BABYBOOM IM KOMPOST	115
Birgit Förderreuther, Biotopkartiergruppe Filderstadt	
LIBELLEN: VIER NEUE UND EIN WENIG „FLECKEN-KUNDE“	119
Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt	
HEUSCHRECKEN: WO HÜPFEN SIE DENN?	121
Birgit Förderreuther, Biotopkartiergruppe Filderstadt	
IMPRESSUM	123

Wer im Herbst auf den Fildern unterwegs ist, dem weht schon einmal ein Lüftchen entgegen, das daran erinnert, dass man sich innerhalb eines der Hauptkrautangebiete der Republik befindet. Duft wird dabei – ähnlich wie im Fall der „frischen Landluft“ – oft mit Luft gleichgesetzt. Dabei können wir die Luft selbst nicht riechen oder anderweitig wahrnehmen, also auch nicht schmecken, hören, sehen oder anfassen. Dennoch ändert sie immer wieder ihr Erscheinungsbild und wir erleben sie dabei zwischen beißend kalt und feucht und warm mal mehr und mal weniger angenehm.

Die Luft ist auch kein Einzelgänger. Nicht nur, dass sie selbst aus einem Gasgemisch besteht, sie enthält zusätzlich auch immer verschiedene flüssige und feste Teilchen, für die sie zum Beförderungsmittel wird, bis diese sich anderweitig binden oder niederlassen. Diesen Mechanismus machten sich schon vor Urzeiten die ersten Samenpflanzen zur Sicherung ihres Fortbestands mittels Windbestäubung zunutze. Zum Beispiel bei Gräsern, Nadelbäumen und manchen Laubbäumen hat sich diese Art der Fortpflanzung bis heute erhalten. Da die Fortbewegung durch die Luft nicht zielgerichtet stattfindet und zusätzlich von verschiedenen äußereren Faktoren abhängig ist, werden dabei große Mengen an Pollen freigesetzt – sehr zum Leidwesen aller Heuschnupfengeplagten.

Ebenfalls seit Urzeiten gelangen beim Abbrennen eines Feuers verschiedene Gase und Feinstpartikel als Verbrennungsprodukte in die Luft. Dieser zunächst natürliche Eintrag an luftverunreinigenden Stoffen hat sich, begonnen mit der Beherrschung des Feuers durch den Menschen und die stetig ansteigende Anzahl an Menschen überhaupt, im Verlauf der Menschheitsgeschichte kontinuierlich erhöht. Zum Höhepunkt gelangte dies mit Beginn der Industrialisierung und der damit einhergehenden sprunghaften Zunahme an anthropogenen Tätigkeiten, so dass es wohl spätestens in jenen Tagen großflächig zu schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen kam.

Zwar haben wir die Zeiten längst hinter uns gelassen, zu welchen der auf weißem Grund schwarz gezeichnete Birkenspanner von seiner mutierten dunklen Erscheinungsform zurückgedrängt wurde, da dieser in einer vollkommen verrohrten Landschaft eine bessere Tarnung auf den zur Tagesruhe genutzten Birkenstämmen fand. Jedoch darf dabei nicht vergessen werden, dass die Luftreinhaltung ein verhältnismäßig junges Gebiet darstellt, das in Deutschland erstmalig in den Siebzigerjahren gesetzlich verankert wurde. Interessant, welche Stilblüten dies treiben kann. So setzte man seinerzeit zum Beispiel verstärkt darauf, den stark wachsenden Energiebedarf von Industrie und Bevölkerung durch die Errichtung von „sauberer“ Atomkraftwerken zu decken.

Inzwischen ist der Atomstrom ein Auslaufmodell, en vogue dagegen die Elektromobilität. Denn bedingt durch ständige Fortschritte in den Abgasreinigungsverfahren und parallel dazu angepassten Emissionsgrenzwerten befindet sich mittlerweile nicht mehr die Industrie im Fokus der Luftreinhaltebemühungen, sondern der Straßenverkehr. Grund dafür sind die häufigen Überschreitungen der durch die 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) vorgegebenen Immissionsgrenzwerte von Stickstoffdioxid (NO_2 , Jahresmittelwert 40 Mikrogramm pro Kubikmeter) und Feinstaub (PM_{10} , Jahresmittelwert 40 Mikrogramm pro Kubikmeter) insbesondere in den Großstädten, jedoch vermehrt auch in Städten in der Größenordnung von Filderstadt. Bisher zeigt die in der Heubergstraße in Bernhausen gelegene Messstation noch keine Verletzung der gesetzlichen Vorgaben für die Luftreinhaltung, doch bereits bei unserer Nachbarstadt Leinfelden-Echterdingen ist dies in Bezug auf Stickstoffdioxid der Fall.

Dass die hohe Stickoxid- und Feinstaubbelastung vor allen Dingen auf den auf Verbrennungsmotoren basierenden Straßenverkehr zurückzuführen ist, ist umstritten. Heiß diskutiert werden indessen die Gegenmaßnahmen, die in den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Städten getroffen werden. Von Mooswand bis Fahrverbot ist einiges dabei, das die Gemüter bewegt. Entsprechende Schlagzeilen dominieren schon seit Wochen die Presse. Klarer Verlierer bei dem Ganzen ist der Dieselmotor, der in Bezug auf den Kraftstoffverbrauch und damit den Kohlenstoffdioxidausstoß gegenüber dem Ottomotor immer die Nase vorn hatte. Eine jahrelang bewährte Technik gerät somit ins Hintertreffen. Hier offenbart sich das Dilemma, dass Luftreinhaltung nicht unbedingt mit Klimaschutz gleichzusetzen ist. Ja nicht einmal mit Umweltschutz allgemein. Denn ist der Umwelt tatsächlich geholfen, wenn – wie im Fall von Volkswagen angekündigt – gut funktionierende und zum Teil wenige Jahre alte Autos der Verschrottung zugeführt werden, anstelle diese mit entsprechender Hardware nachzurüsten und bis zum Ende ihrer Haltbarkeit zu fahren?

Bevor Sie nun einsteigen in die weitere Lektüre über die unterschiedlichen Facetten der Luft, ihrer Reinhaltung und ihren Einfluss auf Mensch und Umwelt, atmen Sie tief durch, entspannen Sie sich und freuen Sie sich auf die nachfolgenden Artikel.

ECKPUNKTE ZUR LUFTREINHALTUNG

Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat,
Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung
Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt

1. Luftzusammensetzung und Luftverunreinigungen

Die wichtigsten Gase der Luft sind Stickstoff mit circa 78 Volumen-Prozent und Sauerstoff mit circa 21 Volumen-Prozent (siehe Tabelle 1). Diese beiden Gase machen schon 99 Prozent aller atmosphärischen Gase aus.

Tabelle 1:
Natürliche Hauptbestandteile der Luft (trocken)
* vorindustriell
 $1 \text{ ppm} (\text{part per million}) = 10^{-6} \text{ Volumen-Prozent}$
(Vol. %)

	Volumenanteil	Massenanteil
Stickstoff N ₂	78,084 %	75,51 %
Sauerstoff O ₂	20,946 %	23,01 %
Kohlendioxid CO ₂	0,035 %	0,04 %
	0,026 %*	
Argon Ar	0,934 %	1,289 %
Neon Ne	18,18 ppm	12 ppm
Helium He	5,24 ppm	7 ppm
Methan CH ₄	1,6 ppm	9 ppm
	0,7 ppm*	
Krypton Kr	1,14 ppm	3 ppm
Wasserstoff H ₂	0,5 ppm	0,04 ppm
Distickstoffmonoxid N ₂ O	0,3 ppm	0,05 ppm
Kohlenmonoxid CO	0,2 ppm	0,02 ppm
Xenon Xe	0,087 ppm	0,4 ppm
Summe	99,998 %	

Neben den natürlichen Bestandteilen der Luft, zu denen auch einige Edelgase und Spurengase gehören, gibt es eine Vielzahl durch anthropogene Tätigkeiten in die Atmosphäre verbrachter Stoffe, die als potenzielle Luftverunreinigungen zu betrachten sind. Dabei kommt es neben dem toxischen Potenzial, das dem Stoff innewohnt, immer auf die Dosis des Stoffes an, als dem Produkt aus Konzentration und Dauer der Einwirkung. In der Großstadatmosphäre wurden beispielsweise über 1.000 verschiedene Spurenstoffe gefunden. Durch menschliche Aktivitäten wird die Luft vermehrt mit großen Stoffmengen belastet.

Die emittierten Mengen überschreiten bei einigen Stoffen erheblich die natürlichen Emissionen. Es sind globale Klimaveränderungen mit unvorstellbaren Auswirkungen zu befürchten – siehe die aktuelle Diskussion zum Klimawandel. So steigen weltweit die Durchschnittstemperaturen an. Die Rückstrahlung der Erde, die als Wärme, also langwellige Infrarotstrahlung abgegeben wird, wird zurückgehalten. Verantwortlich hierfür sind Kohlenstoffdioxid (CO₂), Fluorchlor-kohlenwasserstoffe (FCKW), Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxid („Lachgas“ N₂O).

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinie 2450) definiert zwei Gruppen luftverunreinigender Stoffe:

- Primäre luftverunreinigende Stoffe: Sie gelangen direkt aus Anlagen oder anderen Vorgängen in die Atmosphäre, zum Beispiel SO₂, NO/NO₂, CO/CO₂ und Stäube.
- Sekundäre luftverunreinigende Stoffe: Sie werden aus den primären Vor-

Vorläufersubstanzen (NO_2 , Kohlenwasserstoffe) erst durch Umwandlungsprozesse in der Atmosphäre gebildet, wie zum Beispiel Ozon (O_3).

Die Belastung der Luft kann von Ort zu Ort sehr unterschiedlich sein. Die höchsten Belastungen finden sich in der Regel in den Ballungsgebieten, mit den dort vorhandenen Emissionen aus Kraftwerken und Fernheizwerken, Industrie, Haushalten und Kleingewerbe sowie Verkehr. Diese Aussage gilt jedoch nicht unbedingt für sekundäre Luftschadstoffe wie das Ozon, das sich erst auf dem Transportweg bildet und fernab von Industrie, Siedlung und Verkehr hohe Konzentrationen aufweist.

2. Dynamik von Luftverunreinigungen

Wir müssen also unterscheiden zwischen Luftverunreinigungen am Ort der Abgabe (Emission), der Verfrachtung mit den Luftströmungen und den hierbei stattfindenden Umwandlungsprozessen (Transmission) und dem Ort der Einwirkung (Immission). Hierbei kann es sich um Nah- und Fernwirkungen von Emissionen handeln. Abbildung 1 zeigt dieses komplexe Geschehen am Beispiel von Schwefeldioxid (SO_2). Hierbei spielt die Höhe des Emittenten eine wichtige Rolle. Die Ausbreitung der Emission wird entscheidend durch die Wetterlage mitbestimmt (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luftfeuchte).

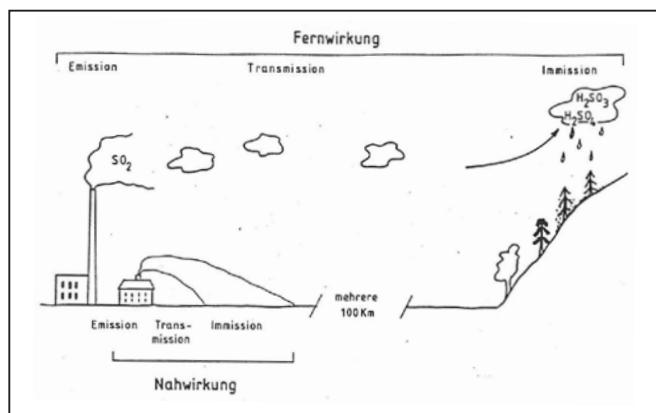


Abbildung 1: Nah- und Fernwirkung von Emissionen in Abhängigkeit von der Höhe der Quelle

Wie in Bild 1 zu sehen, wird Schwefeldioxid als Gas aus einer Quelle emittiert. Im Nahbereich der niedrigen Quelle, zum Beispiel Hauskamin, wird es als Gas immittiert und wirkt auch gasförmig ein (sogenannte trockene Deposition). Bei der Abgabe, beispielsweise aus einem hohen Industrikamin, erfolgt über eine größere Entfernung in der Atmosphäre, aufgrund des Wasserdampfgehalts, die Umwandlung zu einer Säure. Die Luftverunreinigung wird dann als nasse Deposition immittiert und wirkt als Säure ein. Dies ist so bei SO_2 – wird zu Schwefelsäure (H_2SO_4) umgewandelt – und ebenso bei NO/NO_2 – wird zu Salpetersäure (HNO_3) umgewandelt. Das Ergebnis ist beides Mal der Eintrag von Protonen (H^+ -Ionen), mithin also eine Versauerung der Böden und Gewässer. Anders verhält es sich bei der Ozonbildung aus Vorläufersubstanzen wie NO/NO_2 und Koh-

Ienwasserstoffen. Alle drei Luftverunreinigungen spielen eine große Rolle bei den Ursachen des Waldsterbens.

Besonderes Augenmerk, im Hinblick auf die menschliche Gesundheit, muss auf die Emissionen krebszeugender Stoffe gelegt werden. In einem Bericht der Arbeitsgruppe „Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen“ des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) werden sieben Stoffe behandelt und Beurteilungsmaßstäbe zur Begrenzung des Krebsrisikos empfohlen. Es handelt sich um Arsen und seine anorganischen Verbindungen, Asbestfasern, Benzol, Cadmium und seine Verbindungen, Ruß (Dieselrußpartikel), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), erfasst durch die Leitsubstanz Benzo[a]pyren, sowie 2,3,7,8-TCDD (Tetrachlordibenz-p-dioxin, „Seveso-Dioxin“). Abgesehen von Benzol werden die genannten Stoffe im Wesentlichen als Staubbestandteile, Staubinhaltsstoffe oder an Staubpartikel angelagert in der Atmosphäre verbreitet.

3. Die wirkungsbezogene Luftreinhaltestrategie

Die Luftreinhaltung in Deutschland ist im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit seinen Verordnungen (BImSchV) und Verwaltungsvorschriften (BImSchVwV) geregelt. Die Zweckbestimmung des BImSchG ist im Paragraf 1 formuliert: Danach ist es das Ziel der Luftreinhaltung, Mensch und Umwelt vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen, also Schutz und Vorsorge. Paragraf 3 enthält Begriffsbestimmungen, unter anderem für schädliche Umwelteinwirkungen, Immissionen, Emissionen und Luftverunreinigungen. Aus diesem „Zweck des Gesetzes“ leitet sich die Luftreinhaltestrategie ab und zwar – um das Ziel des Gesetzes von vornherein zu benennen – mit Bezug auf die schädlichen Umwelteinwirkungen, die wirkungsbezogene Luftreinhaltestrategie. Die verschiedenen Ebenen dieser wirkungsbezogenen Luftreinhaltestrategie in ihrer konkreten Anwendung sind in Abbildung 2 dargestellt.

Interpretation eines Identifikations- und Dokumentationsmusters mit den Ebenen:

1. Emissionen
2. Immissionen
Abschätzung des Gefährdungspotenzials aus Ausbreitungsrechnungen der Emissionen und Immissionsmessungen
3. Wirkungen
Menschen, Tiere und Pflanzen (Biomonitoring)
Boden, Wasser, Atmosphäre, Kultur- und Sachgüter
4. Ursachenanalyse
Wirkungen → Immissionen → Emissionen
5. Maßnahmen zur Wirkungsbegrenzung

Abbildung 2: Wirkungsbezogene Luftreinhaltestrategie

Ausgangspunkt sind die jeweiligen Erhebungsebenen der Emissionen mit Emissionsmessungen oder Emissionsberechnungen und Emissionskataster, die Aus-

breitungsrechnungen für Immissionsprognosen oder die Immissionsmessungen mit dem Immissionskataster sowie die tatsächliche Feststellung von Wirkungen an Organismen (zum Beispiel mit Bioindikatoren) und dem Wirkungskataster. Jede dieser Erhebungen kann mit den entsprechenden Qualitätsstandards, also Emissionsgrenz-, Immissionsgrenz- und Wirkungs(grenz)werten verglichen werden, um, nach erfolgter Ursachenanalyse – das ist die Wirkungskette rückwärts – Maßnahmen zur Begrenzung der nachgewiesenen Wirkungen zu ergreifen. Wichtig ist hierbei die Erkenntnis, dass Maßnahmen zur Luftreinhaltung immer nur am Entstehungsort der Luftverunreinigungen durchgeführt werden können, also an der Quelle, am Emittenten.

LUFTQUALITÄT IN FILDERSTADT – KÖNNEN WIR BERUHIGT EINATMEN?

Dr. Gregor Brose, VCD Kreisverband Esslingen

Feinstaubalarm in Stuttgart, Dieselskandal, hohe Stickstoffdioxidkonzentrationen, gerichtliche Dieselfahrverbote: In den Medien sind Berichte von schlechter Luft in unserer benachbarten Landeshauptstadt Stuttgart schon lange präsent. Und am 1. August 2018 konnte die Schlagzeile in der Stuttgarter Zeitung gelesen werden: „Ozonwarnung in Filderstadt! Bei hohen Temperaturen ist die Ozontemperatur in Filderstadt gefährlich angestiegen.“ Mit 188 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) waren es die höchsten Werte in ganz Baden-Württemberg.

Wie steht es um die Luftqualität in Filderstadt, das auf der einen Seite in direkter Nachbarschaft zur „Feinstaubhauptstadt“ Stuttgart, zum Flughafen sowie zu stark befahrenen Autobahnen und Bundesstraßen liegt und auf der anderen Seite die grüne Lunge des Schönbuchs vor der Haustür hat? Wie belastet ist die Luft in Filderstadt wirklich?

Um die Luftqualität zu beurteilen, braucht es einerseits einen Maßstab zur Bewertung und andererseits Messungen, deren Ergebnisse mit Erstem verglichen werden.

Rechtlicher Hintergrund

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit hat die Europäische Union mit der Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG für mehrere Luftschaadstoffe Grenz- beziehungsweise Zielwerte als Maßstab festgelegt. In Deutschland sind diese sogenannten Immissionsgrenzwerte in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BlmSchV) „Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen“ umgesetzt worden. Die Grenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) und insbesondere Stickstoffdioxid (NO_2) wurden oder werden noch verbreitet überschritten.

Schadstoff	Gültig seit	Immissionsgrenzwert	Mittelungszeitraum
Feinstaub (PM_{10})	01.01.2005	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr)	ein Tag
Feinstaub (PM_{10})	01.01.2005	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalenderjahr
Stickstoffdioxid (NO_2)	01.01.2010	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (18 zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr)	eine Stunde
Stickstoffdioxid (NO_2)	01.01.2010	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kalenderjahr

Tabelle 1: Übersicht der Immissionsgrenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) und Stickstoffdioxid (NO_2)

Für Ozon sind keine Grenzwerte festgelegt worden, sondern es gilt ein Zielwert von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemittelt über acht Stunden), der 25 Mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf. Weiterhin gibt es eine Informationsschwelle von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und eine Alarmschwelle von 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die jeweils über eine Stunde gemittelt werden.

Weiterhin sind in der 39. BlmSchV Grenz- und Zielwerte für $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaub,

Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol, Benzo[a]pyren und verschiedene Schwermetalle festgelegt, die aber überwiegend eingehalten werden.

Gesundheitliche Wirkungen

PM₁₀-Feinstaub sind feste und flüssige Partikel in der Luft mit einem Durchmesser von weniger als zehn Mikrometer, die aus unterschiedlichsten Quellen stammen. Aufgrund der geringen Größe der Partikel kann der PM₁₀-Feinstaub über die Atemwege in den Körper gelangen – je kleiner, desto weiter. Ultrafeine Partikel (PM_{0,1}: Durchmesser kleiner 0,1 Mikrometer) können bis in das Lungengewebe und den Blutkreislauf vordringen. Die gesundheitlichen Wirkungen reichen von Atemwegsentzündungen bis zum erhöhten Herzinfarktrisiko. Besonders gesundheitsschädlich ist ultrafeiner Dieselruß, den die Weltgesundheitsorganisation WHO seit 2012 als definitiv krebsfördernd eingestuft hat.

Stickstoffdioxid (NO₂) kann die menschliche Gesundheit nachhaltig schädigen. Es ist ein starkes Reizgas, das aufgrund seiner sauren Reaktion mit Wasser die Schleimhäute der Atemwege angreifen kann. Andererseits dringt es wegen seiner vergleichsweise geringen Wasserlöslichkeit tief in die Lunge ein und kann dort zu Beeinträchtigungen der Lungenfunktion führen. Akute Vergiftungsscheinungen treten dabei erst bei sehr hohen Konzentrationen von NO₂ auf. Langzeituntersuchungen in Wohnungen zeigten bei NO₂-Jahresmittelwerten im Bereich von 40 bis 60 µg/m³ eine Zunahme von Atemwegserkrankungen bei Kindern gegenüber Wohnungen ohne NO₂-Quellen. In der Außenluft ist der Zusammenhang zwischen erhöhten NO₂-Konzentrationen und der Zunahme von Atemwegserkrankungen weniger gut zu erfassen, da wegen der meist gleichzeitigen Anwesenheit anderer Luftschaadstoffe eine eindeutige Zuordnung der Wirkung zu den Stickstoffoxiden schwierig ist. NO₂ in der Außenluft kann jedoch als guter Indikator für kraftfahrzeugbedingte Luftverunreinigungen angesehen werden. Außerdem sind Stickstoffoxide als Vorläufersubstanzen bei der Bildung von Ozon von Bedeutung.

Ozon wirkt in erhöhten Konzentrationen als Reizgas auf die Atemwege und kann nach tiefer Inhalation (zum Beispiel bei sportlicher Betätigung) die Entstehung entzündlicher Prozesse im Lungengewebe fördern. Die Empfindlichkeit gegenüber Ozon ist dabei sehr individuell ausgeprägt.

Emissionsquellen

PM₁₀-Feinstaub kann in primäre und sekundäre Partikel unterschieden werden. Primäre Partikel sind natürlichen Ursprungs wie Winderosion und Blütenstaub oder sie werden durch menschliches Handeln im Verkehr und aus Feuerungsanlagen freigesetzt. Sekundäre Partikel werden erst in der Atmosphäre durch chemische Reaktionen aus gasförmigen Vorläufersubstanzen wie Ammoniak, Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid gebildet. Der größte Teil der PM₁₀-Emissionen stammt aus dem Verkehr. Nach der Einführung des Dieselpartikelfilters etwa im Jahr 2006 sind die motorseitigen PM₁₀-Emissionen zwar deutlich zu-

rückgegangen, heute überwiegen die verkehrsbedingten PM₁₀-Emissionen aus Abrieb von Reifen und Bremsen sowie durch Wiederaufwirbelung abgelagerter Partikel.

Stickstoffoxide (NO_x) entstehen bei Verbrennungsprozessen mit hohen Temperaturen, indem eigentlich unreaktiver Luftstickstoff in geringen Mengen oxidiert wird, je höher die Temperatur, desto mehr. Die beiden Komponenten Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) stehen dabei in einem dynamischen Gleichgewicht, das mit zunehmenden Verbrennungstemperaturen Richtung NO₂ verschoben wird. Hauptquellen sind die Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Kraftfahrzeugverkehr. Da Dieselmotoren aufgrund der hohen Verdichtung besonders hohe Temperaturen im Motorraum erzeugen, tragen Dieselfahrzeuge mit Abstand am stärksten zu den NO₂-Emissionen bei.

Bodennahes, einatembares Ozon stammt nur zu einem geringeren Teil aus dem vertikalen Transport von Ozon aus der Stratosphäre beziehungsweise Ozonschicht. Hauptsächlich wird es bei intensiver Sonneneinstrahlung durch photochemische Reaktionen von Vorläufersubstanzen, insbesondere Stickstoffdioxid und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), gebildet. Ozon wird somit nicht direkt aus Quellen emittiert, sondern bildet sich erst in der Atmosphäre.

Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) hat in einem Emissionskataster aus statistischen Strukturdaten die Emissionen relevanter Luftsabdstoffe in allen Kommunen in Baden-Württemberg ermittelt. Die aktuellsten Daten stammen aus dem Jahr 2014 und sind in folgender Tabelle 2 zusammengestellt:

	Verkehr	Industrie + Gewerbe	Kleine + mittlere Feuerungen	Technische Einrichtungen	Biogene Systeme	Summe
PM ₁₀ -Feinstaub	20	2	5	3	4	33
Stickstoffoxide	564	3	39	44	17	667

Tabelle 2: Emissionen in Filderstadt aus dem Emissionskataster der LUBW, in Tonnen pro Jahr

Messung der Luftqualität

In Baden-Württemberg wird die Luftqualität zum einen durch ein weit verteiltes Luftpessnetz zur Langzeitüberwachung von Luftsabdstoffen unter Berücksichtigung verschiedener Belastungssituationen (Verkehrsmessstationen, (vor-)städtische Hintergrundstationen, ländliche Hintergrundmessstationen) überwacht. Zum anderen werden seit 2004 zeitlich befristete Spotmessungen an straßennahen Belastungsschwerpunkten der verkehrsrelevante Schadstoff Stickstoffdioxid und an besonderen Belastungsschwerpunkten auch Feinstaub PM₁₀ gemessen.

Wie die Messungen durchzuführen sind, ist im Einzelnen in der 39. BImSchV festgelegt. Hierin sind unter anderem die Kriterien enthalten,

- wo eine Messstation zu positionieren ist (zum Beispiel die Entfernung von einer Straße oder Kreuzung),
- welche Messverfahren für die einzelnen Schadstoffe zu verwenden sind und
- wie die gemessenen Daten auszuwerten sind.

Seit Dezember 1989 steht auch eine Luftpollutionssonde des Luftpollutionssystems in Bernhausen, die zunächst in der Nähe des Bahnhofs stand, im Zuge des S-Bahnbaus aber in die Heubergstraße im Osten Bernhausens verlegt wurde (Foto 1). Durch den Standort der Messstation fällt sie in die Kategorie „städtischer Hintergrund“. In dieser Kategorie sind Messstationen repräsentativ für eine dichte (Wohn-) Bebauung, die nicht in unmittelbarer Verkehrsnähe liegen.

Heute werden an der Messstation Bernhausen folgende Luftschadstoffe gemessen:

- Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$)
- Stickstoffdioxid
- Ozon
- Benzol

Aktuelle Messwerte der Messstation Bernhausen sowie aller weiteren, kontinuierlich arbeitenden Messstellen in Baden-Württemberg sind auf der LUBW-Homepage unter <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/luft/messwerte-immissionswerte#tabelle> abzurufen.

Außerdem werden noch meteorologische Daten wie Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag erfasst.



Foto 1: Die Messstation Bernhausen in der Heubergstraße,
Foto: Dr. Gregor Brose

Die Entwicklung der Immissionsbelastung an der Luftpollutionssonde Bernhausen

Nur einmal im Jahr 2006, als im gesamten Land hohe PM_{10} -Feinstaubwerte wegen langanhaltender Inversionswetterlagen gemessen wurden, wurden die erlaubten 35 Überschreitungen des PM_{10} -Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch an der Messstation Bernhausen überschritten (Abbildung 2). Da sich die Werte

im Jahr 2007 wieder deutlich verbesserten, wurden erste Überlegungen zur Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Filderstadt wieder aufgegeben. In den letzten Jahren nahm die Anzahl der Überschreitungstage weiter ab und lag überwiegend im einstelligen Bereich. In Stuttgart ist zwar auch ein abnehmender Trend der Feinstaubbelastung zu erkennen, jedoch hält die Grenzwertüberschreitung an der Messstelle Am Neckartor seit 13 Jahren an. Damit steht am Stuttgarter Neckartor die letzte Messstelle bundesweit, die im Jahr 2017 noch eine Überschreitung des Feinstaubgrenzwertes aufweist.

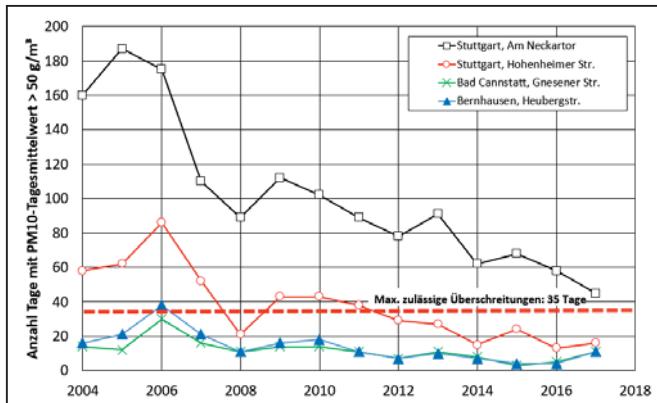


Abbildung 2: Anzahl der Tage mit einem PM_{10} -Tagesmittelwert über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den Jahren 2004 bis 2017 an der Messstation Bernhausen und ausgewählten Messstellen in Stuttgart

Die gemessenen NO_2 -Jahresmittelwerte an der Messstation Bernhausen schwanken seit 2004 um einen Wert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und zeigen keinen eindeutigen Trend (Abbildung 3). Der Jahresmittelgrenzwert für NO_2 ist an der Messstation Bernhausen sicher unterschritten, das Immissionsniveau des städtischen Hintergrunds in Stuttgart an der Messstation in Bad Cannstatt, Gnesener Straße (nördlich des Kurparks) ist nur geringfügig höher. Dagegen weisen die beiden verkehrsnah gelegenen Messstationen Am Neckartor und Arnulf-Klett-Platz (vor dem Hauptbahnhof) deutliche Überschreitungen des seit 2010 gültigen NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Die NO_2 -Belastung nimmt auch hier an der Messstation Bernhausen zwar ab, die hohen Werte an den verkehrsreichen Straßen machen jedoch deutlich, wie stark der Kraftfahrzeugverkehr für die Stickstoffoxidemission verantwortlich ist und wie wenig die eigentlich emissionsärmeren Euro-Normen 5 und 6 zur Emissionsminderung beitragen. Dieselfahrzeuge, die nur auf dem Prüfstand sauber sind, helfen zur Verbesserung der realen Luftqualität nichts.

Fazit

An der Luftmessstation in Bernhausen werden die EU-weit gültigen Immissionsgrenzwerte eingehalten. Als Messstation für den städtischen Hintergrund kann sie als repräsentativ für die meisten Wohngebiete in Bernhausen und wohl auch für Filderstadt insgesamt angesehen werden, womit im Allgemeinen der Schutz für die menschliche Gesundheit gewährleistet ist. Die Messungen von verkehrsnahen Messstellen in Stuttgart zeigen jedoch, wie stark die Luftscha-

stoffbelastung an verkehrsreichen Straßen ansteigt und wie sehr der Kraftfahrzeugverkehr der Hauptverursacher hoher Feinstaub- und Stickstoffdioxidkonzentration ist. Die Verkehrsdichte, wie auf den Bundesstraßen in Stuttgart, gibt es in den Filderstädter Ortsteilen zwar nicht, an den Hauptverkehrsstraßen wird die Schadstoffbelastung aber sicher höher liegen als an der Messstation Bernhausen in der Heubergstraße. Zur Erholung und zum Durchatmen empfiehlt es sich in jedem Fall, über die Filder oder im Wald zu laufen. Nur sollte jeder empfindliche Mensch auf die Ozonwarnung an heißen und sonnigen Sommertagen achten, damit sich die Erholung dann nicht ins Gegenteil verkehrt.

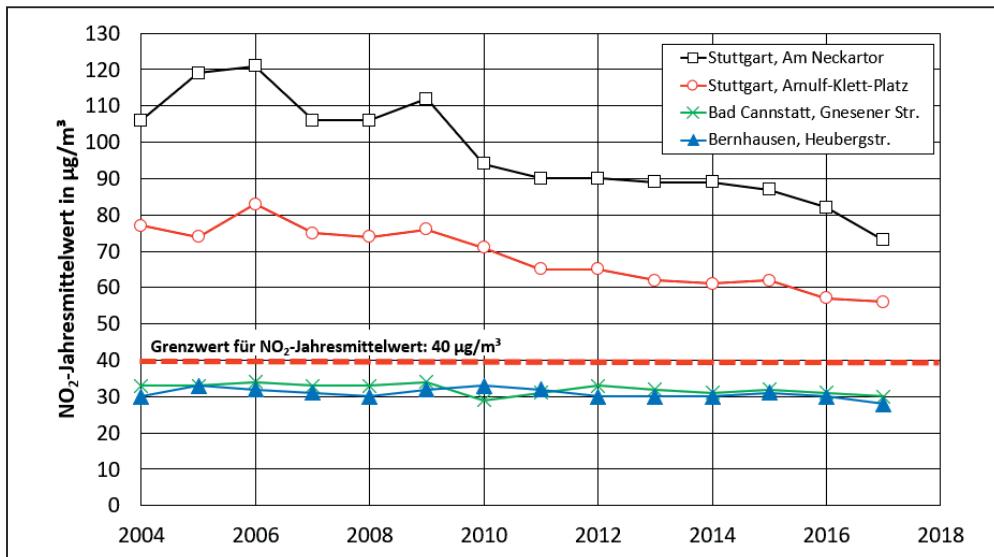


Abbildung 3: Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid in den Jahren 2004 bis 2017 an der Messstation Bernhausen und ausgewählten Messstellen in Stuttgart

Quellen:

Ozonwarnung in Filderstadt – Konzentration in der Luft steigt gefährlich an, Stuttgarter Zeitung vom 1. August 2018.

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) http://www.gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/2_1_39.pdf.

Kenngrößen der Luftqualität, Jahresdaten 2016, LUBW, Dezember 2017: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21954/>.

Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2016, LUBW, Dezember 2017: <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/273283/?shop=true&shopView=21956>.

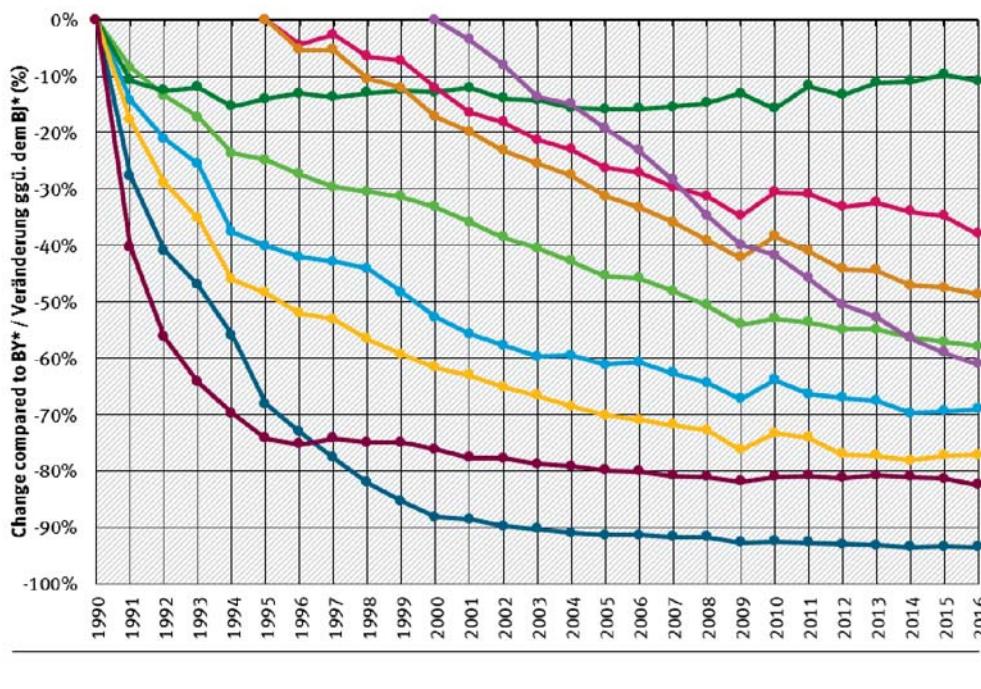
Emissionskataster Baden-Württemberg 2014:
<https://www.lubw.badenwuerttemberg.de/luft/emissionskataster>.

EMISSION VON LUFTSCHADSTOFFEN GEHT WEITER ZURÜCK –
MIT AUSNAHMEN
Martin Honsberg, TÜV SÜD Industrie Service GmbH,
Geschäftsfeld Umwelttechnik

Wenn es um die Qualität unserer Luft geht, stehen Stickstoffoxide (NO_x) und Feinstaub (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) derzeit stark im Fokus der öffentlichen Wahrnehmung. Geplante Fahrverbote für bestimmte Schadstoffklassen in Stuttgart, Frankfurt am Main und Berlin ab 2019 sowie das bereits in Kraft getretene Fahrverbot für Dieselautos in Hamburg, haben das Thema Luftqualität bundesweit, vor allem in den urbanen Räumen, wieder auf die Tagesordnungen gebracht. Dabei ging, laut Daten des Umweltbundesamtes (UBA), die Emission von Luftschadstoffen

Air Pollutants / Luftschadstoffe

Emission Trends / Emissionstrends



* Base Year (BY) 1990, 1995 for PM10/PM2.5 /
Basisjahr (Bj.) 1990, 1995 für Feinstaub

** Black Carbon emissions from 2000 / Black
Carbon Emissionen erst ab 2000

Quelle: German Emission Inventory (14.02.2018)

Abbildung 1: Emissionstrends der klassischen Luftschadstoffe 1990 bis 2016
(Quelle: Umweltbundesamt UBA)

im Vergleich zu 1990 stetig zurück. Das UBA veröffentlicht jährlich die Emissionsentwicklung für klassische Luftschadstoffe im sogenannten Informative Inventory Report (siehe Abbildung 1). Noch mehr Schadstoffe für Deutschland werden durch die Europäische Umweltagentur (EUA) erfasst und über diese veröffentlicht.

Vor allem in den Neunzigerjahren gab es einen teils starken Rückgang bei fast allen Schadstoffen. Dies hing allerdings auch stark mit der Wiedervereinigung und beispielsweise dem Wechsel von Braunkohle zu anderen Brennstoffen in den neuen Bundesländern zusammen. Eines der Resultate war der drastische Rückgang von Schwefeldioxid-Emissionen, während andere Emissionen mehr oder weniger linear abnahmen. Seit 1995 werden auch Feinstäube in zwei verschiedenen Fraktionen, die bezüglich ihres Abscheideverhaltens in den Atemwegen als kritisch gelten, erfasst. Bei den Ammoniak-Emissionen (NH_3) gibt es seit vielen Jahren keinen markanten Rückgang, es gab sogar wieder einen leichten Anstieg seit 2010. Das vor allem aus der Landwirtschaft stammende Ammoniak ist durch das sogenannte Göteborg-Protokoll sowie die Europäische NEC-Richtlinie reguliert. Hierbei hat sich Deutschland verpflichtet, im Vergleich zu 2005, seine Emissionen um fünf Prozent (2020), beziehungsweise 29 Prozent (2030) zu senken. Bei den Schwermetallen und persistenten organischen Verbindungen gibt es ebenfalls ein gemischtes Bild. Kadmium-, Blei- und

Nitrogen Oxide / Stickstoffoxide

Emissions per Sector / Sektoriale Emissionen

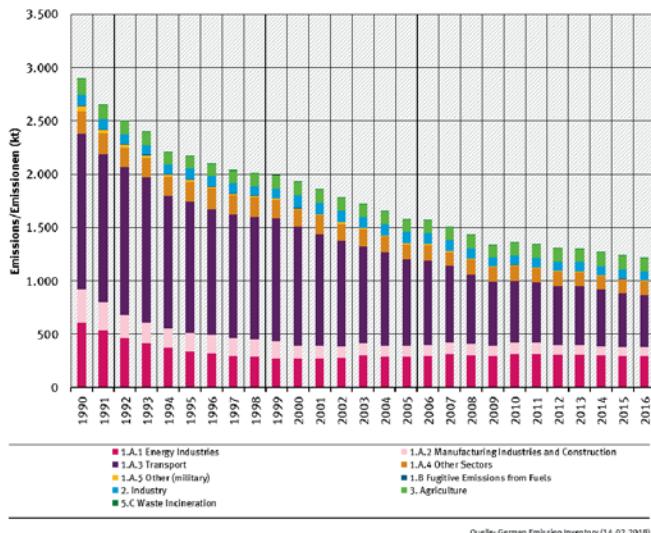


Abbildung 2.1: Emissions-trends für Stickstoffdioxide und Ammoniak 1990 bis 2016 nach Sektoren
(Quelle: UBA)

Quellen: German Emissions Inventory (14-02-2018)

Quecksilber-Emissionen gingen seit 1990 um 55 bis 90 Prozent zurück, blieben aber in den letzten Jahren auf beinahe konstantem Niveau. Ähnliches gilt für Arsen, Chrom und Nickel. Auch die persistenten organischen Verbindungen, wie Dioxine oder PCB, nehmen nach einem starken Rückgang in den Neunzi-

Ammonia / Ammoniak

Emissions per Sector / Sektorale Emissionen

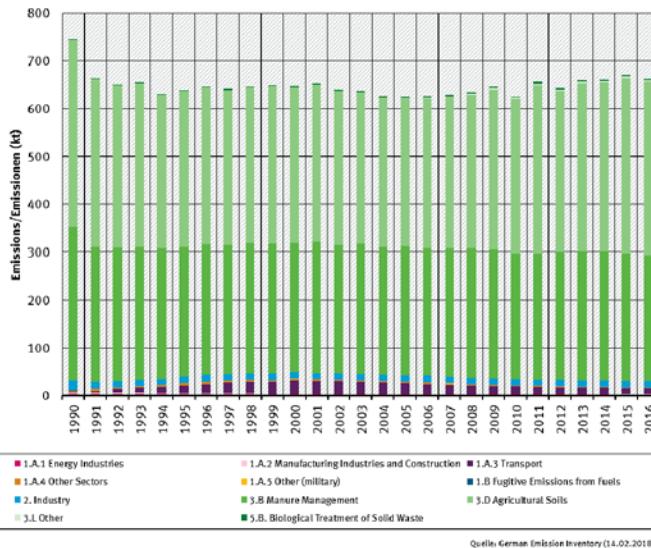


Abbildung 2.2: Emissions-trends für Stickstoffdioxide und Ammoniak 1990 bis 2016 nach Sektoren
(Quelle: UBA)

gerahren kaum mehr ab. Laut UBA gibt es allerdings gerade für diese Schadstoffgruppen vergleichsweise große Unsicherheiten.

Luftschadstoffe werden bei den unterschiedlichsten Aktivitäten emittiert. Oft werden sektorale Emissionen analysiert, um Primärquellen zu identifizieren und um in den verschiedenen wirtschaftlichen Bereichen gegensteuern zu können. Die Einteilung erfolgt laut europäischen Vorgaben in sogenannten NFR-Sektoren. Ammoniak wird vornehmlich in der Landwirtschaft durch Tierhaltung und Düngung freigesetzt. Stickstoffoxide und Schwefeldioxid entstehen vor allem durch Verbrennungsprozesse in Kraftwerken oder Motoren. Flüchtige organische Verbindungen (außer Methan) werden beispielsweise durch den Lösemitteleinsatz in der Industrie freigesetzt. Feinstaub mit einer Partikelgröße kleiner als 2,5 Mikrometer entsteht bei Verbrennungsvorgängen im Haushalt, durch den Straßenverkehr und die Landwirtschaft (siehe Abbildung 2.1 + 2.2).

Eine Einschätzung, welche Sektoren für die meisten Schadstofffreisetzung in den einzelnen Landkreisen verantwortlich sind, bekommt man auf dem Internet-Portal Thru.de. Das Portal, welches ebenfalls vom UBA betrieben wird, enthält ein Register mit Umweltinformationen aus knapp 5.000 großen Industriebetrieben. Die erfassten Daten zeigen, wie viele Schadstoffe Industriebetriebe in die Umwelt entlassen und wie viele Abfälle sie außerhalb ihres Betriebes entsorgen. Im Landkreis Esslingen dominierten in 2016, laut den vorhandenen Daten, vor allem die Metallindustrie und die Abfall- und Abwasserbewirtschaftung (siehe Abbildung 3). Die Emissionsdaten für die jeweiligen Betriebe können ebenfalls hier abgerufen werden. So hat das Heizkraftwerk Altbach/Deizisau

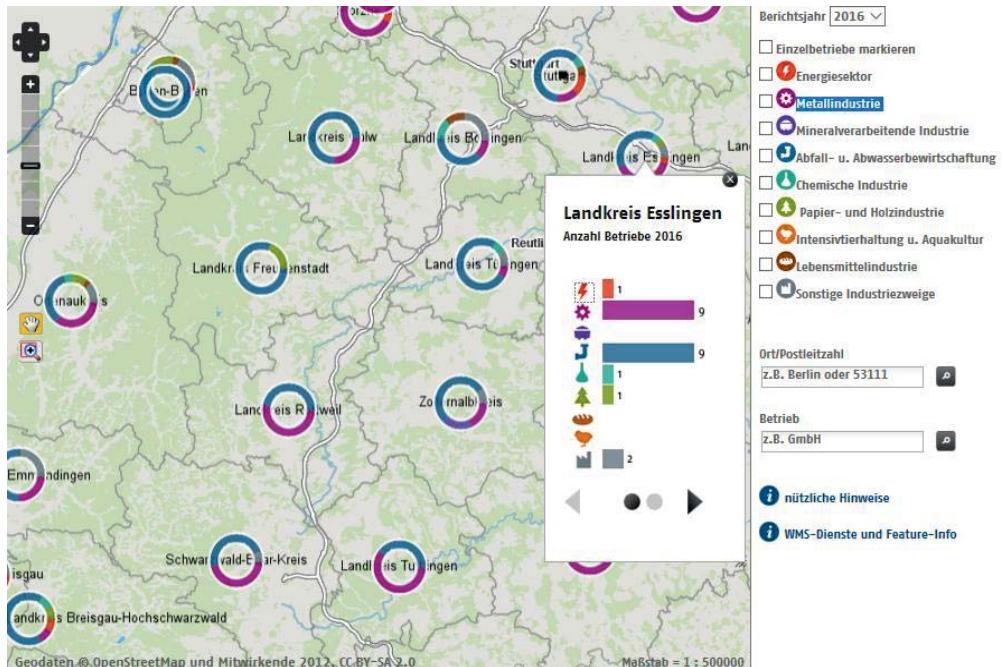


Abbildung 3: Information zur Schadstofffreisetzung im Landkreis Esslingen auf Thru.de

zum Beispiel 258.000 Kilogramm Schwefeloxide in 2016 emittiert, 648.000 Kilogramm weniger als in 2010.

Schadstoffe in der Luft verbreiten sich schnell über Landesgrenzen hinweg. Auch deshalb wurde bereits 1979 das Genfer Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen verabschiedet. Dieses Abkommen trat 1983 als erstes international rechtsverbindliches Instrument zur Verringerung der Emission von Luftschadstoffen in Kraft. In Deutschland trat die erste Fassung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) hingegen schon 1974 in Kraft. Die verwaltungsrechtlichen Instrumente zur Regulierung sowie politische Kampagnen zur Luftreinhaltung, stießen an ihre Grenzen, weshalb das Bundesgesetz zwingend nötig wurde, um Mensch und Umwelt zu schützen. Seitdem wurde das BImSchG vielfach verändert, präzisiert und der Umfang erweitert.

Die Erfassung der Emissionen von großen Industriebetrieben, wie Kraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen, ist zur kontinuierlichen Überwachung mit Messgeräten ausgerüstet, die automatisch die Emissionen ermitteln und der Überwachungsbehörde zur Verfügung stellen. Messstellen, die Emissionsmessungen in regelmäßigen Abständen oder qualitätssichernde Maßnahmen an automatischen Emissionsmessgeräten durchführen, müssen besonders qualifiziert und für diese Tätigkeiten staatlich bekanntgegeben (notifiziert) sein. Welche Messinstitute als Messstellen staatlich bekanntgegeben sind, kann man im zentralen Recherchesystem ReSyMeSa recherchieren.

KALTLUFTSTRÖME – AUSWIRKUNGEN AUF SIEDLUNGSKÖRPER UND BERÜCKSICHTIGUNG IN DER BAULEITPLANUNG

Myrthe Baijens, Klimaschutzmanagerin Filderstadt und Hannes Lauer, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS), Universität Stuttgart

Einleitung

Flirrende Mittagshitze, die Passanten eilen von Schatten zu Schatten durch die Innenstadt und versuchen, große freigelegene betonierte Flächen schnellstmöglich zu überqueren. Als wäre die Hitze nicht genug, sorgen Verkehrsabgase und Feinstaub für den Rest. Die Luft ist beinahe unerträglich, man könnte sie geradezu schneiden. Da es schon seit Tagen anhaltend heiß ist, versprechen nicht einmal die Nächte eine richtige Abkühlung.

Ein solches Hitzeszenario mit urbanen Hitzeinseln und Tropennächten ist uns wohl allen bekannt, auch wenn Hitzeperioden in unseren gemäßigten Breiten bislang nicht in jedem Sommer auftreten. Dies dürfte sich jedoch ändern: Der Deutsche Wetterdienst und der Intergovernmental Panel on Climate Change verdeutlichen, dass in Deutschland, insbesondere in urbanen Räumen, der Hitzestress erheblich zunehmen wird (IPCC 2014). Neben klimatischen Veränderungen trägt auch die zunehmende Verdichtung der städtischen Räume zur Problematik der fehlenden Kaltluft bei. Es bedarf folglich neben dem Klimaschutz, der nötig ist, um die klimatischen Veränderungen einigermaßen im Rahmen zu halten, insbesondere einer Stadtgestaltung und Stadtplanung, die eine gute Kalt- und Frischluftzirkulation ermöglicht. Denn, so wie Menschen in Hitzesituationen viel Wasser und gekühlte Räume brauchen, benötigen eine Stadt und ihre Quartiere Frisch- und Kaltluft.

Stadtclima und Kaltluft

Frische Luft in der Stadt und eine angemessene Kaltluftzufuhr aus dem Umland sind keine gänzlich neuen Themen. So ist beispielsweise seit langem bekannt, dass die Landeshauptstadt Stuttgart durch ihre Kessellage ein Problem mit der Luftzirkulation hat. Diese Erkenntnisse fließen, zumindest in formalen Planungsprozessen, in die Stadtentwicklung und die Bebauungsplanung mit ein. Mit der Diskussion um die Feinstaubproblematik, drohende Fahrverbote und Sorgen vor sommerlichen Hitzeperioden gewinnt die Diskussion jedoch erheblich an Relevanz.

Dass insbesondere klimatische Veränderungen Handlungsbedarfe hervorrufen, belegte der vergangene Sommer und der in die Geschichte eingegangene „Supersommer 2003“. Diese Hitzeperioden führen vor Augen, dass auch in bisher gemäßigten Breiten Hitzestress nicht nur für Flora und Fauna, sondern auch für die menschliche Gesundheit ein ernsthaftes Thema ist. Nach Schätzungen verursachte der Sommer 2003 circa 25.000 bis 35.000 Sterbefälle in Europa und ist somit als eine der größten Naturkatastrophen in Zentraleuropa anzurechnen. Sicherlich, es bestehen unterschiedliche Ansätze zur Ermittlung der hitzebe-

dingten Sterbefälle (meist Schätzungen aufgrund von Unterschieden zu langjährigen Mortalitätsraten der entsprechenden Monate) und: Hitze führt bei gesunden und physisch stabilen Menschen nicht direkt zum Tode. Jedoch belastet Hitze in erheblichem Ausmaß den Wärmehaushalt eines Menschen. Dies ist insbesondere für schwächere und angeschlagene Menschen – beispielsweise ältere und kranke Personen – eine lebensgefährliche zusätzliche Belastung. Neben der akuten Gefahr für Risikogruppen betrifft Hitze auch die arbeitende Bevölkerung und verschlechtert maßgeblich die Aufenthalts- und Lebensqualität.

So wie Kalt- und Frischluft keine neuen Themen sind, sind auch warme und extrem warme Sommer keine gänzlich neuen Phänomene. Durch die klimatischen Veränderungen kommt es jedoch vermehrt zu Hitzeperioden. So hat sich die Durchschnittstemperatur in Baden-Württemberg im letzten Jahrhundert bereits um mehr als ein Grad Celsius erhöht und dieser Trend wird sich fortsetzen. Was bisher die Ausnahme war, wird in Zukunft die Regel sein.

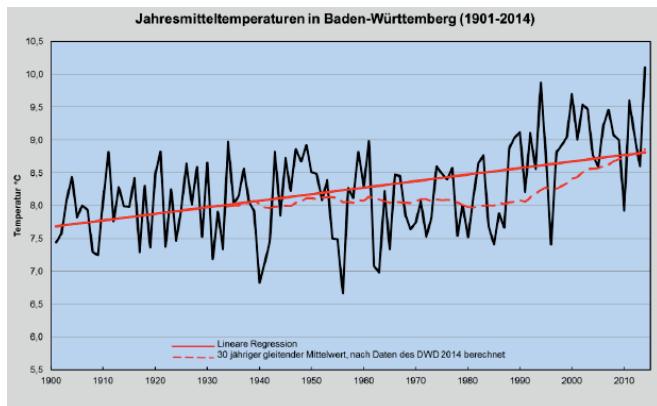


Abbildung 1: Temperaturentwicklung in Baden-Württemberg,
Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2015)

In Filderstadt gibt der Klimaatlas der Region Stuttgart die Tage mit Wärmebelastung aktuell mit einer Anzahl von 30 bis 32 Tagen in allen Stadtteilen an. Laut Prognose wird sich diese Anzahl in allen Stadtteilen für den Zeitraum 2070 bis 2100 auf 55 bis 60 Tage nahezu verdoppeln (Verband Region Stuttgart). Inwiefern der Hitzestress bei dieser Zunahme zu einem gesundheitlichen Risiko wird, hängt neben den tatsächlichen Temperaturen auch mit der demographischen und sozialen Lage der Stadt (Altersstruktur) und den Gebäudehüllen, der Versiegelung und der Quartiersstruktur zusammen. In immer dichteren, zunehmend urbanisierten Gemeinden wird immer mehr realisiert, dass Frischluft kein belächeltes „Öko-Thema“ mehr ist, sondern zu einer Frage der Lebensqualität und in manchen Fällen gar des Überlebens werden kann.

Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete und Kaltluftströmungen

Kaltluft entsteht aufgrund der nächtlichen Abkühlung auf natürlichen Flächen. Bis zu zwölf Kubikmeter Kaltluft pro Quadratmeter und Stunde entsteht auf unbebautem Freiland, zum Beispiel auf Wiesen, Feldern und Gartenland. Einen wichtigen Beitrag zur Lufthygiene leisten auch Gebiete mit Waldbestand. Hier kühlen sogar deutlich größere Luftvolumina ab, jedoch erreichen sie nicht die kalten Temperaturen der Freiflächen.



Abbildung 2: „Kaltluftsee“
außerhalb bebauter
Flächen,

Quelle: Ministerium für
Verkehr und Infrastruktur
Baden-Württemberg (2012)

Je nach Größe der kaltluftproduzierenden Fläche, der vorherrschenden Windrichtung und des Umgebungsreliefs kann Kaltluft von Kaltluftsammelgebieten in Siedlungsgebiete fließen und dort als wichtige Frischluftzufuhr fungieren. Dies funktioniert, da kühtere Luft auf natürlichen Bahnen stets zu tieferen Stellen des Geländes abfließt. Die Intensität dieses Flusses hängt bedeutend von der Hindernisfreiheit ab. Hindernisse können Talverengungen oder Baumriegel sein, meist sind es jedoch bebaute Flächen wie geschlossene Siedlungskörper oder Lärmschutzwände. Zudem kann saubere Frischluft durch lokale Luftströme nur dann herangeführt werden, wenn die Natur in der Umgebung und in den größeren Parkanlagen der Städte noch intakt und durch Schadstoffe nicht übermäßig vorbelastet ist (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg 2012).

Für die Frischluftzufuhr ist folglich insbesondere wichtig, wie die Ortsränder bebaut sind und dass Frischluftschnesen freigehalten werden. Bei zunehmender Hitze sind zudem vor allem auch die innerstädtische Struktur und Bebauungsdichte entscheidend. Diese beeinflussen in erheblichem Maße den Wärmehaushalt einer Stadt und sorgen für verschiedene thermische Mikroklimate. Einfallende Sonnenenergie wird von städtischen Baumassen unterschiedlich gespeichert. Abbildung 3 zeigt diese Temperaturunterschiede deutlich. Steinmassen erwärmen sich signifikant stärker als freie Flächen, Wald oder Gewässer. Sie sorgen für räumlich stark differenzierte Temperaturen in den Städten und erzeugen Hitzeinseln.

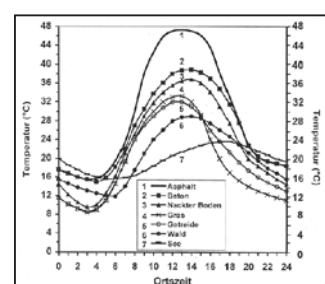


Abbildung 3:
Tagesgang der Temperatur
verschiedener Oberflächen,
Quelle: Fezer 1975

Berücksichtigung von Kaltluftströmen in der Bauleitplanung

Auch in Filderstadt wird die Thematik der Kaltluftströme in der Stadtentwicklung berücksichtigt. Dies geschieht aktuell mit Hilfe des Landschaftsplans 2030, der derzeit begleitend zum Flächennutzungsplan (FNP) 2030 erstellt wird. In diesem wird eine ausführliche Analyse des Naturhaushalts und der Landschaft vorgenommen, auf dessen Basis die Ziele für den Naturschutz und die Landschaftspflege aufgestellt und gebietsspezifische Maßnahmen vorgeschlagen wurden.

Ein wichtiger analysierter Aspekt des Naturhaushalts ist die Entstehung von Kalt- und Frischluft und die daraus resultierenden Kalt- und Frischluftströme. Es wurde untersucht, wo sich in Filderstadt Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete befinden und in welche Richtung die entstandene Kalt- und Frischluft strömt. Abbildung 4 zeigt, wie viel Kaltluft nach vier Stunden nach Beginn der Kaltluftbildung entstanden ist und wohin diese strömt. Es ist zu sehen, dass südwestlich von Plattenhardt, im Schönbuch, sehr viel Kaltluft entsteht. Diese fließt in südöstliche Richtung. Auch im Bombachtal wird viel Kaltluft produziert, diese fließt in südliche Richtung. Beide Kaltluftströme haben daher für die Filderstädter Siedlungen keine Relevanz. Auf den offenen Flächen rund um Bernhausen entsteht Kaltluft, welche in östliche Richtung und damit durch Bernhausen und Sielmingen strömt. In warmen Sommernächten sorgen diese Strömungen dort

für willkommene Abkühlung. Im Verhältnis dazu entstehen geringere Mengen an Kaltluft in den weiteren offenen Flächen Filderstadts. Sie fließen in verschiedenen Richtungen und sorgen für etwas zusätzliche Abkühlung in den Stadtteilen.

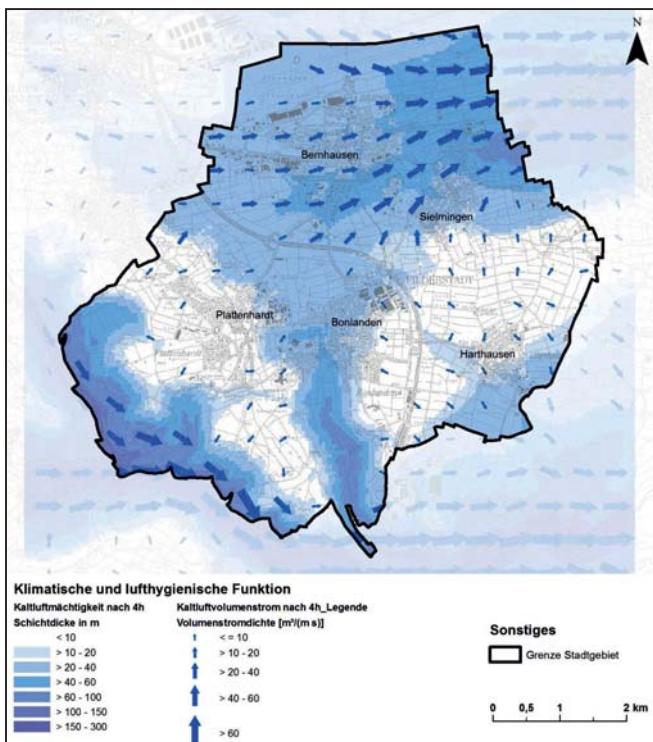


Abbildung 4:
Klimakarte für Filderstadt,
Quelle: Filderstadt Land-
schaftsplan 2030

Hinsichtlich der Kaltluftsituation wurden im Landschaftsplan zwei wesentliche Ziele formuliert: Erstens die Sicherung der Freiflächen mit hoher Klimaaktivität und zweitens die Sicherung eines ungehinderten Abflusses von Kalt- und Frischluft zur Sicherung der klimatischen und lufthygienischen Situation in den Siedlungskörpern. Ein weiteres Ziel ist die Vermeidung des Zusammenwach-sens der einzelnen Ortsteile.

Der Landschaftsplan stellt eine wichtige Grundlage für den Flächennutzungs-plan dar. Letzterer hat die Aufgabe, für eine Bebauung freigegebene Flächen auszuweisen und deren spätere Nutzung vorzubereiten und zu steuern. Dafür ist eine Umweltprüfung erforderlich: Diese bewertet den aktuellen Zustand der Flächen hinsichtlich ihres Bezugs zur Natur und zur Landschaft und trifft Aussagen über die Umweltauswirkungen bei einer Veränderung der Flächennutzung. Die Umweltprüfung basiert größtenteils auf den Analysen des Naturhaushalts und der Landschaft aus dem Landschaftsplan. Im Flächennutzungsplan werden Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich von nachteili-gen Umweltauswirkungen festgelegt. Bebauung hat dann erhebliche nachtei-lige Umweltauswirkungen für die Kaltluft, wenn diese auf für die Kaltluftentstehung oder für den Kaltluftstrom sehr bedeutenden Flächen errichtet wird. Für solche Flächen, die zusätzlich einen direkten Bezug zu angrenzenden Sied-lungsgebieten haben, schreibt der Flächennutzungsplan vor, dass ein klima-tisch-lufthygienisches Sondergutachten bei einer Bebauung der Fläche erstellt werden muss. Die Empfehlungen der Sondergutachten fließen dann in den späteren Bebauungsplan für die Fläche ein.

Aus dem Sondergutachten in den Bebauungsplan übernommene Empfehlun-gen können beispielsweise Vorgaben bezüglich der Gebäudeausrichtungen und der maximal zulässigen Höhe, Länge und Breite der Gebäude sein. Wesentlich ist die Gebäudeausrichtung entlang der Fließrichtung der Kaltluft-ströme, damit diese nicht behindert werden. Da Kaltluftströme am Boden ent-lang fließen und sich an Hindernissen aufstauen, werden diese auch durch die Gebäudehöhe und -breite beeinflusst. Je niedriger und schmäler die Gebäude sind, desto besser kann die kalte Luft an ihnen vorbeiströmen. Ist es nicht mög-lich, die Gebäude entlang der Kaltluftströme auszurichten, sollten diese eine geringe Länge aufweisen, sodass ausreichend Lücken zwischen den Gebäu-den verbleiben, durch die die kalte Luft strömen kann.

Einflussmöglichkeiten von Bauherren

Bauherren können die Auswirkungen auf Kaltluftströme und Kaltluftentstehung ihres Bauvorhabens auf verschiedene Weisen steuern. Zuerst ist die Wahl des Grundstücks relevant: Ein Grundstück, das wenig Kaltluft produziert und das Kaltluftströme in Siedlungskörpern nicht behindert, sollte bevorzugt werden. Weiterhin kann der Bauherr die im Bebauungsplan festgelegte maximale Gebäudehöhe, -breite und -länge auch unterschreiten. Weiterhin können der Garten naturnah gestaltet und nach Möglichkeit auch das Dach und die Fas-

sade begrünt werden, damit hier möglichst viel Kaltluft produziert wird. Stein-gärten, Dachziegel und Betonfassaden heizen sich im Sommer übermäßig auf (siehe Abbildung 3). Dach- und Fassadenbegrünung haben hingegen einen aus-gleichenden Effekt: Im Winter entweicht weniger Wärme aus dem Gebäude und im Sommer wird das Gebäude weniger von der Sonne aufgeheizt.

Quellen:

Fezer, F. (1975): Lokalklimatische Interpretation von Thermal-Luftbildern in Bild-messung und Luftbildwesen, S. 152 – 158.

IPCC (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.

Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (2012): Städte-bauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung. Stuttgart.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. Stuttgart.

Stadt Filderstadt (2018): Filderstadt Landschaftsplan 2030.

Stadt Filderstadt (2018): Filderstadt Flächennutzungsplan 2030 – FNP 2030.

Verband Region Stuttgart: Klimaatlas. Bioklima. Abrufbar unter:

<https://www.regionstuttgart.org/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=1966&token=b210cebeb26a4623216e610727e72d635495bf14>.

20.000 MAL

...atmen wir durchschnittlich ein und aus. Jeden Tag! Ein Vorgang, über den wir höchstens nachdenken, wenn uns das Atmen schwerfällt oder die Puste ausgeht.

Alle unsere Zellen brauchen Sauerstoff (O_2) für ihre Stoffwechselprozesse. Als Abfallprodukt entsteht Kohlenstoffdioxid (CO_2). Versagt die Atmung, hat dies fatale Folgen: Abhängig von verschiedenen Parametern, wie Trainingszustand oder Temperatur, werden in der Regel nach zwei bis drei Minuten ohne Sauerstoff erste Zellen geschädigt, nach drei bis fünf Minuten ist das Gehirn irreparabel in Mitleidenschaft gezogen, nach zehn Minuten ist man klinisch tot.

Beim Einatmen regt ein Nervenimpuls des Atemzentrums bestimmte Muskeln zur Kontraktion an. Daraufhin werden aktiv das Zwerchfell abgesenkt und die Rippenbögen angehoben, was zu einem Unterdruck im Brustkorb führt.

Dadurch strömt Luft in die Lunge. Beim Ausatmen entspannt sich die Muskulatur wieder, sodass die Luft passiv aus der Lunge gedrückt wird. Der Atmungsvorgang kann auch willentlich durch entsprechende Muskelkontraktionen forciert werden.

In der Lunge spaltet sich die Luftröhre in die Bronchien auf, die sich weiter verzweigen und als etwa 300 Millionen Lungenbläschen enden. Diese sind von einem feinen Kapillarnetz umspalten. Die Wand, die die Bläschen von diesen Blutgefäßen trennt, ist an ihrer dünntesten Stelle nur 0,0004 Millimeter dick. Der Gasaustausch kann daher mittels Diffusion erfolgen. Darunter versteht man, dass Teilchen immer in die Richtung streben, in der sie in geringerer Konzentration vorhanden sind. Sauerstoff aus der Atemluft wandert also in die Blutgefäße, weil dort ein Mangel herrscht. Das Abfallprodukt Kohlenstoffdioxid strebt aus den Adern in die Lunge und wird ausgeatmet. Die Diffusion benötigt keine zusätzliche Energie, da sie auf der Eigenbewegung der Teilchen basiert (Brown'sche Molekularbewegung).

Über den Blutkreislauf gelangt der Sauerstoff zu den Körperzellen. Für den Transport hängt er sich an das eisenhaltige Protein Hämoglobin, das ein Bestandteil der roten Blutkörperchen ist. In den Zellen wird dann in einem biochemischen Prozess, unter Einsatz des Sauerstoffs, Energie gewonnen, indem organische Verbindungen (zum Beispiel Kohlenhydrate aus der Nahrung) abgebaut werden. Ist aufgrund von Sauerstoffmangel keine Energiegewinnung in der Zelle mehr möglich, erlöschen letztendlich die Stoffwechselprozesse und die Zelle stirbt.

Die innere Oberfläche unserer Lunge beträgt 70 bis 100 Quadratmeter. Vom

eingeaatmeten Sauerstoff gelangt jedoch nur ein geringer Teil ins Blut, der größte Teil wird wieder ausgeatmet. Aus diesem Grund ist es möglich, im Notfall mit unserer Ausatemluft jemanden zu beatmen.

Einatemluft: 21 Prozent Sauerstoff (O_2) 0,03 Prozent Kohlenstoffdioxid (CO_2) (zusätzlich 78 Prozent Stickstoff (N_2) und geringe Mengen weiterer Gase)

Ausatemluft: 17 Prozent Sauerstoff (O_2) 4 Prozent Kohlenstoffdioxid (CO_2)

BLASEBALG AN BORD

Wer fliegen will, braucht viel Energie. Vögel haben daher einen intensiveren Stoffwechsel als Säugetiere. Unter allen Tieren haben sie die leistungsfähigste Lunge entwickelt. Sie ist unbeweglich im Brustkasten eingewachsen, besitzt jedoch bis zu zwölf dünnwandige Ausstülpungen, sogenannte Luftsäcke.

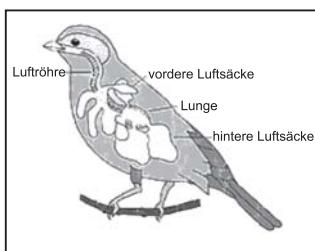


Abbildung 1: Luftsäcke beim Vogel,
Quelle: Wikipedia/www.digitalefolien.de/biologie/tiere/vogel/tnlufts2.gif

Diese ziehen sich zwischen den Eingeweiden bis in die Knochen und Muskeln hinein und schlagen dabei gleich zwei Fliegen mit einer Klappe: Zum einen wird das Körpergewicht reduziert, da Masse durch Luft ersetzt wird. Zum anderen können Vögel dadurch dreimal mehr Luft einatmen als ein vergleichbar großes Säugetier.

Durch entsprechende Muskeltätigkeit wird in diesen Luftsäcken, die wie ein Blasebalg wirken, ein Unterdruck erzeugt, der dazu führt, dass Luft in sie hineinströmt. Dabei wird diese in einem komplizierten Einbahnstraßen-System so geleitet, dass sowohl beim Einatmen wie auch dann beim Ausatmen Frischluft durch die Vogellunge hindurch geleitet wird. Dies führt zu einer fünffach höheren Sauerstoff-Ausnutzung als bei Säugetieren.

DOPPELT GENÄHT HÄLT BESSER

Fast alle Amphibien, also Frösche, Kröten, Unken, Molche und Salamander, besitzen ebenfalls eine Lunge. Da ihnen Brustbein, Zwerchfell und manchmal sogar Rippen fehlen, besitzen sie keinen geschlossenen Brustkorb, um den für das Einströmen der Luft nötigen Unterdruck aufzubauen. Sie lösen das Problem dadurch, dass sie ihren Mundboden absenken und den Augenhöhlenboden anheben. Dadurch wird Luft über die Nasenlöcher in den Mundraum gesogen. Die Luft wird anschließend aus der Mundhöhle in die Lungen gepresst, indem der Mundboden wieder nach oben gedrückt wird. Die Nasenlöcher sind hierbei verschlossen, damit der Luftstrom nicht in die falsche Richtung entweicht. In den Lungen findet dann über den bereits bekannten Weg der Diffu-

sion (siehe Seite 28) der Gasaustausch statt. Die kohlenstoffdioxidreiche Luft wird durch die Nasenlöcher ausgeatmet. Diese Art der Lungenatmung wird Schluckatmung genannt. Die schnellen, gut beobachtbaren Auf- und Abbewegungen der Kehle haben mit dieser Schluckatmung nichts zu tun. Sie sorgen dafür, dass Luft durch den Mundraum zirkuliert. Der Sauerstoff diffundiert hierbei direkt über die Mundschleimhaut ins Blut. Die Lunge ist bei dieser sogenannten Mundhöhlenatmung nicht beteiligt.

Darüber hinaus können Amphibien über ihre gesamte Körperoberfläche atmen. Diese Hautatmung deckt 30 bis 60 Prozent des Sauerstoffbedarfs ab. Da die Haut sehr dünn, feucht und von vielen Blutgefäßen durchzogen ist, kann der Gasaustausch auch hier per Diffusion erfolgen.

Die Hautatmung funktioniert auch unter Wasser. Amphibien, die am Grund eines Gewässers überwintern, atmen ausschließlich auf diese Weise. Kritisch wird dies dann, wenn der Sauerstoffgehalt des Wassers sinkt, weil eine geschlossene Eisdecke vorhanden ist oder zu viel verrottendes Material den Sauerstoff abzieht. Wie lange ein Tier unter Wasser bleiben kann, hängt nicht nur vom vorhandenen Sauerstoff, sondern auch von der Temperatur ab (je höher die Temperatur, umso höher der Stoffwechsel und umso größer der Sauerstoffbedarf). Zudem spielt die Aktivität des jeweiligen Individuums eine Rolle. Ein hormongeschwängertes Froschmännchen, das im Frühjahr höchst motiviert den Frauen nachstellt, muss nach ein paar Minuten unter Wasser bereits wieder nach Luft schnappen.

Können auch wir Menschen über die Haut atmen? Im James Bond Film „Goldfinger“ wird der Körper der untreuen Sekretärin Jill komplett mit Goldfarbe überzogen. Dies führt laut Bond zu ihrem Erstickungstod. Nun, auch ein Held kann sich irren. Bei uns ist die Hautatmung mit weniger als einem Prozent an der Gesamtatmung beteiligt. Wird sie unterbunden, ist dies bedeutungslos. Die Folge ist höchstens eine Überhitzung, weil keine Schweißverdunstung mehr möglich ist.



Kammmolchlarve mit Kiemen, Foto: Birgit Förderreuther

ABGETAUCHT

Viele Tiere, die im Wasser leben, nehmen Sauerstoff über Kiemen auf. Diese können verschieden gestaltet sein und sich an den unterschiedlichsten Körperstellen befinden. Bei den Larven der oben beschriebenen

Amphibien sitzen sie büschelartig an den Kopfseiten.

Bei Krebsen finden sich platten-, faden- oder lamellenartige Kiemen an den Beinen. Die bekanntesten Vertreter dieser Methode sind aber wohl die Fische. Zum Atmen öffnet der Fisch seinen Mund, wobei Wasser in die Mundhöhle strömt. Beim Schließen des Mauls wird das Wasser durch die Kiemen, die sich an beiden Seiten hinter dem Kopf befinden, wieder nach außen gedrückt. Dabei findet der Gasaustausch statt. Analog zu den vielen Lungenbläschen bei Säugern, zeigen auch die Kiemen eine Oberflächenvergrößerung, um eine möglichst große Berührungsfläche mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff zu haben. Dies wird erreicht, indem sie in zahlreiche Kiemenblättchen unterteilt sind.

Die Kiemen sind stark durchblutet, was sie tiefrot erscheinen lässt – an der Ladentheke ein Zeichen, dass der Fisch frisch ist. Damit sie ständig mit frischem Wasser in Kontakt kommen, werden sie meist hin und her bewegt. Manche Schnellschwimmer, wie zum Beispiel Hochseehaie, schwimmen dagegen mit offenem Mund und leiten so einen Wasserstrom an den Kiemen vorbei. Die Tiere müssen allerdings immer in Bewegung bleiben, damit der Strom nicht versiegt.

Warum kann ein Fisch nicht an der Luft atmen, obwohl der Sauerstoffgehalt der Luft deutlich höher ist als der im Wasser? Erstens kommt es zur Austrocknung der feinen Kiemenblättchen, wodurch der Fisch erstickt. Zum Zweiten können Schadstoffe wie Ammoniak, die über die Kiemen ausgeschieden werden, so nicht mehr an das Wasser abgegeben werden. Das Tier würde sich vergiften.

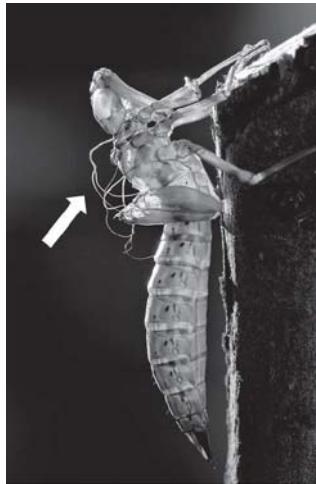
Es gibt jedoch auch Ausnahmen, zum Beispiel den Aal. Er kann genügend Sauerstoff über die Haut aufnehmen. Vor dem Austrocknen schützt ihn eine Schleimschicht. In feuchter Umgebung ist es ihm sogar möglich, ein Stück über Land zu wandern. Eigentlich schade, dass so ein faszinierendes Tier auf unserem Teller landet.

Und wie überlebt eine Krabbe an Land? Sie speichert in den Kiemenhöhlen Wasser, indem sie Luft zufächelt, um es mit Sauerstoff anzureichern. Bei der Wollhandkrabbe hat sich daraus ein raffiniertes Wasserleitsystem entwickelt: Das Tier stellt sich auf die Hinterbeine und drückt das Wasser durch den Mund hinaus, wonach es über Rinnen am Bauch herunterrieselt, sich wieder mit Sauerstoff belädt und an einer Öffnung an den Beinen in die Kiemenhöhle zurückläuft.

ERSTICKEN INSEKTEN, WENN MAN IHNEN DEN MUND ZUHÄLT?

Das tun sie nicht, weil sie ein völlig anderes Atmungssystem entwickelt haben. Die Luft gelangt nicht über den Mund in den Körper, sondern über bis zu zehn kleine Atemlöcher (Stigmen), die jeweils an den Körperseiten sitzen. Von diesen Öffnungen führen feine Röhrchen (Tracheen) ins Körperinnere, wo sie

sich verzweigen. Über sie gelangt Luft in den Insektenkörper. Sie werden immer dünner und durchlässiger, so dass auch hier das bewährte Prinzip der Diffusion greift: Luftsauerstoff wandert aus den Röhrchen in die angrenzenden Körperzellen, weil er dort in geringerer Konzentration vorhanden ist. In umgekehrter Richtung wird Kohlenstoffdioxid abgegeben.



Leere Hülle nach Häutung von Libelle. Die feinen Atemröhren (Pfeil) wurden mitgehäutet.

Foto: Birgit Förderreuther

Die Tracheen ziehen sich auch durch Beine, Flügeladern und sogar Fühler. Bei der geringen Größe der Insekten gelangt, aufgrund der kurzen Wegstrecke, genügend Frischluft über die Röhren zu den Geweben. Durch Pumpbewegungen des Körpers oder sogar der Tracheen selbst, kann die Verteilung bei manchen Arten auch aktiv unterstützt werden.

Warum eigentlich erreichen unsere Insekten nicht mehr die Größe ihrer Vorfahren? Vor etwa 300 Millionen Jahren lag der Sauerstoffgehalt der Luft bei über 30 Prozent (heute 21 Prozent). Das bedeutet, auch über längere Tracheenwege kam noch genügend Sauerstoff im Gewebe an. Die Folge waren riesige libellenartige Insekten mit Flügelspannweiten von bis zu 70 Zentimetern. Eine Horrorvorstellung für Menschen, die schon vor einer Wespe das Weite suchen.

Auch Insekten, die im Wasser leben, haben ein Tracheensystem. Tiere, die den Sauerstoff direkt aus dem Wasser ziehen (zum Beispiel Libellenlarven), nehmen ihn über Kiemen auf und geben ihn an das Tracheensystem ab (Tracheenkiemen).

Luftsauerstoff nutzende Wasserinsekten müssen immer wieder auftauchen, um Luft zu tanken. Der Wasserskorpion, zum Beispiel, besitzt hierfür ein langes Atemrohr am Hinterleibsende.

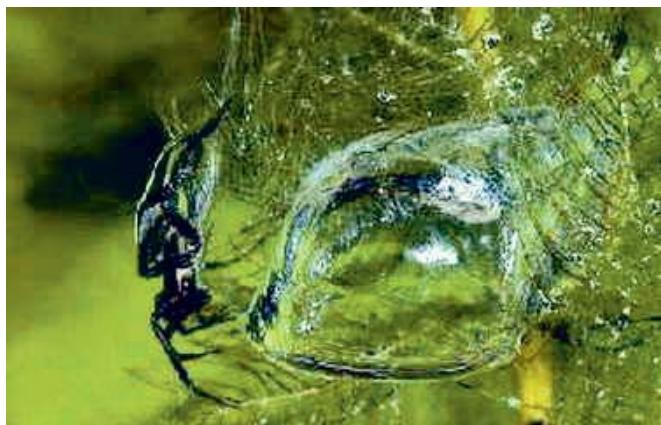
Mit diesem durchsticht er bei Bedarf die Wasseroberfläche, während er selber unauffällig bleibt. Auch die ungeliebten Larven von Stechmücken hängen aus diesem Grund mit ihrem Minischnorchel an der Was-



Wasserskorpion mit Atemrohr am Hinterleib,
Quelle: James Lindsey at Ecology of Commander, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org>

seroberfläche in unseren Regentonnen. Wollen wir Menschen längere Tauchgänge unternehmen, müssen wir uns aufwändig Sauerstoffflaschen auf den Rücken schnallen. Schwimmkäfer hingegen brauchen dieses Hilfsmittel nicht. Sie nehmen einfach eine Portion Luft unter ihren Flügeldecken mit nach unten.

Obwohl mit ihren acht Beinen nicht zu den Insekten gehörend, soll hier noch die Wasserspinne erwähnt werden. Sie lebt unter Wasser in einer Art Taucherglocke. Hierfür webt sie ein engmaschiges Netz, das sie zwischen Wasserpflanzen aufspannt. Nun holt sie von der Wasseroberfläche Luft, indem sie ihren Hinterleib aus dem Wasser streckt. Beim schnellen Wiedereintauchen bildet sich, dank ihrer unbenetzbarer Haare, eine Luftblase um ihren Hinterleib, die sie mit nach unten nimmt. Direkt unter ihrem Netz streift sie die Luftblase ab, sodass sich das Netz letztendlich durch die Luft glockenförmig nach oben wölbt.



Wasserspinne mit
Taucherglocke,
Quelle: <http://user.blue-cable.de/spinnennetz/>

In ihrer Unterwasserwelt legt sich die Spinne außer Wohnglocken auch noch Ernährungs- und Überwinterungsglocken an. Ein Teil des in den Glocken verbrauchten Sauerstoffs wird aus dem umgebenden Wasser ersetzt. Einmal täglich muss die Bewohnerin jedoch auftauchen, um Nachschub zu holen.

VOM VORTEIL KLEIN ZU SEIN

Manches Kleingetier, das im Wasser lebt, atmet über die Darmschleimhaut. Gelegentlich sitzen an dieser zusätzlich noch kleine Kiemen. Über den After wird Wasser eingesaugt und wieder ausgepresst. Bei manchen Libellenlarven wird das Auspressen auch zur Fortbewegung genutzt. Basierend auf dem Rückstoßprinzip flitzt die Larve dabei wie eine Rakete davon, wobei sie Geschwindigkeiten von einem halben Meter pro Sekunde erreichen kann. Unser Regenwurm besitzt weder Kiemen noch Lungen. Seine Oberfläche ist im Verhältnis zum Körpervolumen recht groß. Daher genügt es, dass der benötigte Sauerstoff ausschließlich über die Haut in den Körper gelangt, wo ihn feinste Blutgefäße weiter transportieren. Einzellige Lebewesen brauchen nicht einmal mehr ein Transportsystem. Durch ihre geringe Größe reicht allein die Diffusion für die Verteilung aus.

VOM VORTEIL GRÜN ZU SEIN

Wenn man sich nun fragt, woher der Sauerstoff eigentlich kommt, ist die Antwort eindeutig: Von den Pflanzen. Verblüffend ist, dass unsere Wohnzimmer-Yuccas samt Verwandtschaft zu stattlichen Exemplaren heranwachsen, obwohl sie nur Wasser und vielleicht etwas Dünger bekommen, in einem kleinen Topf mit Erde stecken und nie gefüttert werden.

Der Grund hierfür liegt in der genialen Fähigkeit der Pflanzen, ihre Nahrung selbst herzustellen. Aus Wasser und Kohlenstoffdioxid bauen sie mit Hilfe von Lichtenergie Traubenzucker auf. Dieser Vorgang heißt Fotosynthese. Dabei entsteht Sauerstoff, der an die Luft abgegeben wird. Der Gasaustausch erfolgt über die Blattoberfläche per Diffusion. Dass Pflanzen meist grün sind, liegt an dem Farbstoff Chlorophyll. Über ihn wird die Lichtenergie absorbiert. Der Traubenzucker wird dann für Stoffwechselprozesse und zum Aufbau des Pflanzenkörpers genutzt.

Ohne Licht kann keine Fotosynthese stattfinden. Trotzdem können Pflanzen auch nachts Energie gewinnen, indem sie – wie wir – Sauerstoff atmen. Analog zu uns Menschen werden dabei Kohlenhydrate abgebaut und Kohlenstoffdioxid ausgeschieden. Sollte also in unserem Schlafzimmer ein kleiner Urwald vorhanden sein, so kann der tatsächlich mit uns um den nächtlichen Sauerstoff konkurrieren. Zum Glück für uns alle produzieren die Pflanzen jedoch tagsüber weit mehr Sauerstoff, als sie nachts verbrauchen.

Hier einige Fakten zur Leistung eines 20 Meter hohen, hundertjährigen Baumes, wie er zum Beispiel im Rosensteinpark in Stuttgart steht. An einem einzigen Sonnentag verarbeitet dieser Baum 9.400 Liter Kohlenstoffdioxid, stellt zwölf Kilogramm Zucker her, verdunstet etwa 400 Liter Wasser und produziert 13 Kilogramm Sauerstoff, was dem Bedarf von zehn Menschen entspricht.

Würde dieser Baum gefällt werden, müsste man, um ihn vollwertig zu ersetzen, etwa 2.000 junge Bäume mit einem Kronenvolumen von einem Kubikmeter pflanzen.

Quelle: <https://rosensteinpark.infooffensive.de/index.php?page=Baum>.

Dieser Prozess ist die Grundlage unserer Existenz.

Zum Schluss noch etwas zum Nachdenken. Bei uns Menschen werden während der Embryonalentwicklung Kiemenspalten angelegt, die sich dann, bis auf eine, schließen. Diese eine wird zur Eustachischen Röhre, die den Verbindungsgang zwischen Mittelohr und Nasen-Rachen-Raum bildet und für den Druckausgleich sorgt. Es kommt ab und zu vor, dass sich die Kiemenspalten nicht richtig verschließen. Dies kann dann noch beim erwachsenen Menschen als kleine Öffnung an der Halsseite sichtbar bleiben – eine dezente Erinnerung an unsere schwimmenden Vorfahren.

Quellen:

www.spektrum.de/lexikon/biologie/Atmungsorgane/5863.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Atmung>.
<https://www.zeit.de/1997/33/stimmt33.txt.19970808.xml>.
ozm-faq.blogspot.com/2009/09/wie-atmen-strandkrabben-carcinus-maenas.html.
www.astropage.eu/2012/06/09/Rieseninsekten.
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/sauerstoff-trick-wasserspinnen-bauen-eigene-taucherglocken-a-767600.html>.
<http://www.biologie-schule.de/wasserspinne-steckbrief.php>.

DIE LUFTQUALITÄT UND DEREN AUSWIRKUNGEN AUF DIE GESUNDHEIT

Umweltbundesamt, Präsidialbereich/Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Internet

Außenluft

In Deutschland und den meisten Ländern Europas hat sich die Luftqualität in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Die Zeiten, in denen bei Smog-Perioden die Sterblichkeit und die Krankheitshäufigkeit deutlich und offensichtlich anstiegen, sind glücklicherweise vorbei. Dennoch, gemessen an den geltenden Grenz- und Zielwerten für Luftschatdstoffe, ist ein Level, bei dem nachteilige gesundheitliche Wirkungen nicht mehr vorkommen, noch nicht erreicht. Und das, obwohl die derzeit geltenden Grenz- und Zielwerte der Europäischen Union (EU) einen Kompromiss zwischen dem Schutzziel (der menschlichen Gesundheit) und der Machbarkeit darstellen, wie die EU bei der Festlegung der Werte im Jahr 2008 darlegte.

Da sich der wissenschaftliche Erkenntnisstand zu den gesundheitlichen Wirkungen seit 2008 deutlich erweitert hat, hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine Studie in Auftrag gegeben, um zu überprüfen, ob die Grenz- und Zielwerte überarbeitungsbedürftig sind.

Woher stammen die Schadstoffe und wie wirken sie sich auf die Gesundheit aus?

Gemessen an den in der EU geltenden Grenzwerten sind in Deutschland insbesondere die Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub noch immer zu hoch. Auch die Konzentrationen von Ozon können so hoch sein, dass gesundheitliche Wirkungen zu befürchten sind.

Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid (NO_2) entsteht überwiegend als gasförmiges Oxidationsprodukt aus Stickstoffmonoxid bei Verbrennungsprozessen. Eine der Hauptquellen von Stickstoffoxiden ist der Straßenverkehr, so dass die Konzentrationen in der Luft in Ballungsräumen und entlang von Hauptverkehrsstraßen und Autobahnen am höchsten sind.

In der Umwelt vorkommende Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind vor allem für Asthmiker ein Problem, da sich eine Bronchialkonstriktion (Bronchienverengung) einstellen kann, die zum Beispiel durch die Wirkungen von Allergenen verstärkt werden kann.

Ozon

Ozon (O_3) wird in der Luft photochemisch aus Vorläufersubstanzen, zum Beispiel aus der Reaktion von Sauerstoff mit Stickoxiden aus dem Straßenverkehr, unter Einwirkung von Sonnenlicht, als gasförmiger, sekundärer Luftschatdstoff gebildet. Sekundäre Schadstoffe sind Stoffe, die nicht direkt aus einer Quelle emittiert werden. Dies bedingt, dass Ozon durchaus nicht nur in Ballungszen-

tren erhöht sein kann, sondern auch in ländlichen Regionen.

Die gesundheitlichen Wirkungen von Ozon bestehen in einer verminderten Lungenfunktion, entzündlichen Reaktionen in den Atemwegen und Atemwegsbeschwerden. Bei körperlicher Anstrengung, also bei erhöhtem Atemvolumen, können sich diese Auswirkungen verstärken. Empfindliche oder vorgeschädigte Personen, zum Beispiel Asthmatischen sind besonders anfällig und sollten bei hohen Ozonwerten körperliche Anstrengungen im Freien am Nachmittag vermeiden. Ab einem Ozonwert von 180 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Ein-Stunden-Mittelwert) werden dazu über die Medien Verhaltensempfehlungen an die Bevölkerung gegeben.

Da Ozon sehr reaktionsfreudig (reakтив) ist, liegt die Vermutung nahe, dass es krebserregend sein könnte. Die MAK-Kommission (MAK = Maximale Arbeitsplatz Konzentration) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) beurteilte Ozon als einen Stoff, der „im Verdacht steht, beim Menschen Krebs auszulösen“.

Unter dem Begriff **Feinstaub (PM, particulate matter)** wird der primär und sekundär gebildete Feinstaub zusammengefasst. Primärer Feinstaub entsteht direkt an der Quelle, zum Beispiel bei Verbrennungsprozessen (Verkehr, Kraft- und Fernheizwerke, Abfallverbrennungsanlagen, private und gewerbliche Heizungsanlagen). Entstehen die Partikel durch gasförmige Vorläufersubstanzen wie Schwefel- und Stickoxide, die ebenfalls aus Verbrennungsprozessen stammen, so werden sie als sekundärer Feinstaub bezeichnet. Feinstaub besteht somit aus einem komplexen Gemisch fester und flüssiger Partikel und wird in unterschiedliche Fraktionen eingeteilt. PM₁₀ hat einen maximalen Durchmesser von 10 µm (1 µm ist 10^{-6} Meter oder 0,001 Millimeter) und kann beim Menschen in die Nasenhöhle eindringen. PM_{2,5} hat einen maximalen Durchmesser von 2,5 µm und kann bis in die Bronchien und Lungenbläschen vordringen. Ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 0,1 µm können bis in das Lungengewebe und sogar in den Blutkreislauf eindringen.

Je nach Größe und Eindringtiefe der Teilchen sind die gesundheitlichen Wirkungen von Feinstaub verschieden. Sie reichen von Schleimhautreizzungen und lokalen Entzündungen in der Lufttröhre und den Bronchien oder den Lungenalveolen bis zu verstärkter Plaquebildung in den Blutgefäßen, einer erhöhten Thromboseneigung oder Veränderungen der Regulierungsfunktion des vegetativen Nervensystems (Herzfrequenzvariabilität).

Mit welcher Art Studien lassen sich Zusammenhänge zwischen der Luftbelastung und gesundheitlichen Wirkungen untersuchen?

Ein wesentliches Ziel umwelthygienischer Forschung ist, gesundheitsschädigende Luftverunreinigungen möglichst frühzeitig zu erkennen und zu beseitigen. Gesundheitliche Wirkungen von Umweltschadstoffen lassen sich mit sogenannten umweltepidemiologischen Studien an ausgewählten Gruppen der Bevölkerung (Kollektiven) untersuchen. Dabei ist zwischen kurzen (akuten) und langfristigen (chronischen) gesundheitlichen Wirkungen zu unterscheiden.

Kurzfristige Wirkungen lassen sich dadurch feststellen, dass Zusammenhänge zwischen Stunden- beziehungsweise Tageswerten von Luftschadstoffen und gesundheitlichen Folgeereignissen wie Zahl der Todesfälle oder Krankenhaus-einweisungen am selben Tag oder in den Folgetagen untersucht werden. Diese Untersuchungen lassen sich über lange Zeiträume (Zeitreihenanalysen) oder als Vergleich mit unbelasteten Kontrolltagen (Case-Crossover-Analysen) durchführen. Es ist auch möglich, dass akute gesundheitliche Effekte innerhalb bestimmter Gruppen wie Asthmatischen mit den täglichen Schadstoffkonzentrationen verglichen und in einem Zusammenhang betrachtet werden (Panel-Studien).

Um langfristige Auswirkungen am Menschen zu untersuchen, muss man bestimmte Personengruppen über einen möglichst langen Zeitraum hinsichtlich gesundheitlicher Wirkungen beobachten. In sogenannten Kohortenstudien zieht man dazu belastete und bis auf die Belastung möglichst vergleichbare unbelastete Personen heran. Die größte Herausforderung bei solchen Studien ist die Bestimmung der tatsächlichen Exposition der jeweiligen Personen über einen langen Zeitraum, da bei manchen Schadstoffen eine große räumliche Variabilität auftritt (zum Beispiel die Nähe zum Straßenverkehr). Zur Abschätzung werden meist Vor-Ort-Messungen, in Kombination mit Modellrechnungen, herangezogen.

Welche Erkenntnisse ergeben sich aus solchen Studien?

Ziel der oben beschriebenen umweltepidemiologischen Studien ist es, das Risiko, welches für gesundheitliche Wirkungen durch Luftverschmutzung besteht, zu beschreiben. Auf der Basis internationaler epidemiologischer Studienergebnisse hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Maßzahlen zur gesundheitlichen Bewertung ermittelt, abgeleitet und publiziert. Daraus ergibt sich zum Beispiel für Feinstaub, dass sich die durchschnittliche Lebenserwartung der Menschen in Europa durch die Belastung mit PM_{2,5} um 8,6 Monate verkürzt.

Grenz- und Zielwerte für die Luftreinhaltung

Die WHO hat zuletzt 2005 ihre Luftqualitätsleitlinien (Air Quality Guidelines (AQG) auf Englisch) zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Luftschadstoffen aktualisiert. Die Ableitung der Luftgüteleitwerte basiert auf Ergebnissen und Erkenntnissen umweltepidemiologischer Studien, wie sie oben beschrieben sind.

Die in der EU geltenden Grenz- und Zielwerte werden derzeit überprüft

Die im Jahr 2008 festgelegten Grenz- und Zielwerte der EU orientieren sich zwar an den von der WHO vorgeschlagenen Werten, berücksichtigen aber gleichzeitig auch die Kosteneffizienz der Minderungsmaßnahmen, was häufig zu weniger ambitionierten Werten führte. Zum Beispiel wurden von der WHO für PM₁₀ ein Kurzzeitwert (Tagesmittel) von 50 µg/m³ und ein Langzeitwert (Jahresmittel) von 20 µg/m³ vorgeschlagen. Die EU hat sich mit ihrem Kurzzeitwert an den Luftqualitätsleitlinien der WHO orientiert, erlaubt aber für das Jahresmit-

tel einen Wert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also einen Wert, der doppelt so hoch ist, wie von der WHO vorgeschlagen.

Aufgrund der Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnislage beauftragte die EU im Jahr 2012 die WHO, die neuesten Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Luftverunreinigungen und Gesundheit durch anerkannte, externe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beurteilen zu lassen. Die WHO legte 2013 einen ersten Bericht des Projektes **REVIHAAP** (**R**eview of **E**vidence on **H**ealth **A**spects of **A**ir **P**ollution) vor. Dieser kommt zu dem Schluss, dass inzwischen durch Studien belegt werden kann, dass eine langfristige Exposition gegenüber Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$) zu Arteriosklerose führen, Geburten beeinträchtigen und Atemwegserkrankungen bei Kindern auslösen kann. Die WHO kommentiert, dass die bis dato vorliegenden Erkenntnisse zu einer Senkung der EU-Grenzwerte, insbesondere für $\text{PM}_{2,5}$, führen sollten. Die EU-Kommission wird aber voraussichtlich erst zum Ende dieses Jahrzehnts eine Fortschreibung der Grenzwerte vorschlagen.

LEBEN IM LUFTRAUM: DER MAUERSEGLER

Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt

Können Sie sich vorstellen, dass es in Filderstadt eine heimische Vogelart gibt, die ihr Leben fast ausschließlich in der Luft verbringt und sich nur zur Brut – und dann nur zeitweise – auf festem Boden beziehungsweise an Gebäuden aufhält?

„Ganz unmöglich!“ sagt der Normalbürger – man muss ja auch noch essen und schlafen. Und ganz nebenbei auch noch für Nachwuchs sorgen, damit die liebe Familie nicht ausstirbt...

So unvorstellbar es uns allen erscheint: Es gibt diesen faszinierenden Luftraum-Spezialisten und Vogel ganz in unserer Nachbarschaft, den **Mauersegler**. Vielen Menschen ist er nahezu unbekannt, weil er fälschlicherweise für eine Schwalbe gehalten wird. Und außerdem: Er ist nur rund drei Monate lang bei uns zu bewundern, denn schon im Juli/August – also mitten im Sommer – macht er sich wieder auf und fliegt tausende Kilometer ins Winterquartier nach Afrika.

Während die **Luft** für die Wissenschaftler „*ein die Erde umhüllendes Gasgemisch*“ darstellt, ist der Luftraum für den Mauersegler sein ureigener Lebensraum. Die geselligen Vögel führen in der Luft wahre Flugschauen mit rasanten Jagden, komplexen Flugmanövern und schrillen Schreien durch. Sie können pfeilschnell durch Straßen und Häuserschluchten schießen, steil nach oben steigen, rasant herabstürzen oder auch „nur“ elegant und scheinbar schwerelos über den Hausdächern gleiten. Das gemeinsame Fliegen scheint ihnen einfach Spaß zu machen.

Unglaubliche Eigenschaften des Mauerseglers, die ihn zum kleinen „König der Lüfte“ machen:

- er kann bis zu zehn Monate lang fliegen (!), ohne ein einziges Mal zu landen,
- er kann mit Spitzengeschwindigkeiten von circa 200 Stundenkilometern durch die Luft jagen und bis zu 3.000 Meter hoch aufsteigen,
- pro Tag kann er 800 bis 1.000 Kilometer zurücklegen,
- seine Nahrung (vor allem Fluginsekten und Spinnen) erbeutet er ausschließlich in der Luft,
- er kann sogar in der Luft schlafen (es wird angenommen, dass nachts nur eine Hirnhälfte schläft und die andere Hälfte den Weiterflug steuert) und
- auch die Paarung wird „im Flug“ erledigt, beziehungsweise vollzogen.

Warum lebt der Mauersegler fast ausschließlich im Luftraum?

Experten vermuten, dass unsere Mauersegler irgendwann entdeckt oder gespürt haben, dass sie im hohen Luftraum einen reichlich gedeckten Tisch mit Insektennahrung vorfinden. Vorteilhaft ist auch, dass es dort nur wenige Nahrungs-konkurrenten gibt und – zum Glück – auch nur wenige echte Feinde (zum Beispiel Falken).

Wie ist er auf das Leben im Luftraum vorbereitet, beziehungsweise ausgestattet?

Der Mauersegler ist perfekt auf seinen Aufenthalt im Luftraum angepasst. Er besitzt lange, sichelförmige Flügel und einen kurzen Schwanz: So kann er pfeilschnell durch die Luft und entlang von Häuserfassaden jagen und wenig später elegant über Dächer gleiten oder kräftesparend in der Abendsonne segeln. Den Schnabel können Mauersegler nahezu 180 Grad weit öffnen, um Fluginsekten in rasanter Jagd erbeuten zu können. Dagegen sind die kurzen Krallenfüße nur zum Festhalten an Hauswänden und so weiter geeignet. Wenn der Vogel selten oder unabsichtlich auf dem Erdboden gelandet ist, dann „eiert“ er tollpatschig hin und her.

Wo kommt der Mauersegler bei uns vor?

Ursprünglich war der Mauersegler ein Baum- und Felsbrüter, inzwischen hat er sich zum Kulturfolger entwickelt. Bei uns nistet er in Städten und Dörfern, bevorzugt in hohen Stein-Gebäuden mit freiem Anflug: beispielsweise in Kirchen, Türmen, Ruinen, Fabriken oder Altbauten mit Hohlräumen, Einschlupflöchern und Dachvorsprüngen, wo er einen versteckten Nistplatz finden kann.

Baumbrütende Mauersegler sind dagegen sehr selten geworden. Auf einer ornithologischen Exkursion im Nordharz wurden uns noch Mauersegler-Kolonien gezeigt, die in alten Eichenwäldern und dort in verlassenen Buntspechthöhlen brüten.

Ist der Mauersegler gefährdet?

Wie kann man ihm helfen?

In Filderstadt ist erschwinglicher Wohnraum rar geworden, nicht nur für Normalbürger mit weniger dickem Geldbeutel, sondern auch für nistplatzsuchende Gebäudebrüter. Ihre Wohnungsnot nimmt ebenfalls ständig zu, weil durch Renovierungen und Gebäudesanierungen viele Brutplätze verloren gehen. Dadurch nehmen die Mauersegler-Bestände überall ab und die Populationen sind auch künftig bedroht. In Filderstadt muss man leider davon ausgehen, dass das Mauersegler-Vorkommen auf einem Tiefstand angekommen ist.

Wir können den Wohnraumverlust verhindern oder zumindest verlangsamen, indem wir uns für den Erhalt bestehender Brutplätze einsetzen. Sehr hilfreich ist es außerdem, künstliche Nisthilfen, beziehungsweise Nistkästen an geeigneten hohen Gebäuden zu montieren. Am Mauersegler-Nistplatz gibt es keine Kot-

Probleme, beziehungsweise -Belästigungen, weil die Altvögel den Kot der Jungen aus dem Nest wegtransportieren.

Bauanleitungen für Mauersegler-Nistkästen bieten die Umweltverbände NABU und BUND an. Über das Internet können verschiedene Hersteller recherchiert werden, die fertige Nisthilfen zum Versand anbieten.



Mauersegler im Flug,
Bildnachweis:
Wikipedia/Pawel Kuzniar

Sonstiges Kurioses und Wissenswertes über den Mauersegler

Charakteristisch für den Mauersegler sind die pfeilschnellen Flugspiele und die schrillen „Sriiee-sriiee“-Rufe, an denen man die vorbeijagenden Vögel gut erkennen kann.

Die Vögel sind gesellig und brüten im Juni/Juli in Kolonien mit maximal drei Eiern je Gelege.

Die Brutdauer beträgt circa 25 Tage, die Nestlingsdauer circa 40 Tage. Die Jungvögel werden mit großen Futterballen gefüttert, welche bis zu 300 Insekten enthalten können; bei gutem Wetter kann ein Elternpaar täglich bis zu 30 sol-

cher Futterballen sammeln! Tritt zur Brutzeit die gefürchtete „Schafskälte“ mit Insektenmangel auf, verfallen die Nestlinge in eine energiesparende Schlafstarre als Überlebensstrategie. Während dieser sinkt die Körpertemperatur stark ab und die Jungen können zehn Tage ohne Nahrung aushalten!

Mauersegler sind ortstreu, gehen oft eine lebenslange „Ehe“ ein und können bis zu 20 Jahre alt werden.

Natürliche Feinde des Mauerseglers sind die ebenfalls schnellen und wendigen Baum- und Wanderfalken.

Viel größere Feinde sind allerdings wir Menschen, indem wir – oft auch aus Unwissen – den Wohnraumverlust der Mauersegler ständig vergrößern (siehe Seite 41). Es wäre schön und sinnvoll, wenn wir den faszinierenden Vögeln durch private Nistkästen oder durch Nistplatz-Angebote an öffentlichen Gebäuden und Fabrikhallen bessere Zukunftschancen bieten würden! Nur dann lässt sich der anhaltende Bestandsrückgang dieser außergewöhnlichen Vogelart aufhalten – und diese Art der Nachverdichtung im innerörtlichen Bereich würde auch zu keinen Konflikten mit Anwohnern oder Bauämtern führen.

Quellen:

NABU Bundesverband (2002): Der Mauersegler, Vogel des Jahres 2003.

Region-hannover.BUND.net (2018): Spannendes über Mauersegler.

www.br.de (2016): Mauersegler – Nonstop in der Luft.

www.biologie-schule.de: Der Mauersegler-Steckbrief.

www.wissenschaft-im-dialog.de (2017): Warum leben Mauersegler ausschließlich in der Luft?

LUFTSCHADSTOFFE: AUSWIRKUNGEN AUF PFLANZEN

Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat,
Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung
Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt

Wirkungen unterschiedlicher Schadstoffe auf Pflanzen zeigen sich auf zweierlei Art und Weise: Einmal kommt es durch Chlorophyllabbau zur äußerlich sichtbaren Bleichfärbung der Blätter (Chlorose) bis hin zum Absterben ganzer Gewebearten (Nekrose); zum anderen werden Schadstoffe in der Pflanze angereichert, ohne sichtbare Schädigungen zu zeigen.

Im ersten Fall handelt es sich um Wirkungen von gasförmigen Luftverunreinigungen wie Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3), Fluorwasserstoff (HF), Chlorwasserstoff (HCl) und Ozon (O_3).

Im zweiten Fall sind es die Metalle, insbesondere die Schwermetalle in Verbindung mit Stäuben wie Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg). Äußerlich sichtbare Metallanreicherungen kommen in der Praxis nicht vor; hier wären sehr hohe Konzentrationen nötig; allerdings sind durch längere Einträge in Böden und die Aufnahme über die Pflanzenwurzeln Schädigungen denkbar. In jedem Fall wird die Fotosynthese herabgesetzt, die Wuchsleistung ist gemindert, ebenso die Blühdauer. Bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Gehölzen kommt es zu Ertragsminderungen. Andererseits haben Stickstoff-Einträge grundsätzlich eine düngende Wirkung; nicht umsonst gehört Stickstoff mit Phosphor und Kali zur Grunddüngung in der Landwirtschaft!

Schauen wir uns allerdings Stickstoff-Einträge in sehr empfindlichen Ökosystemen an, zum Beispiel Moore wie das Wurzacher Ried, so liegen hier die realen Einträge höher als der Bedarf. Und es kommt zur Vegetationsveränderung und Destabilisierung.

Bei Luftschadstoff-Einwirkungen auf Pflanzen finden wir im besten Fall charakteristische Symptome, anhand derer eine symptomspezifische Diagnose gestellt werden kann als Einstieg in eine Ursachenanalyse. Dann dominiert ein Schadstoff.

Viel häufiger sind jedoch Mischimmissionen.

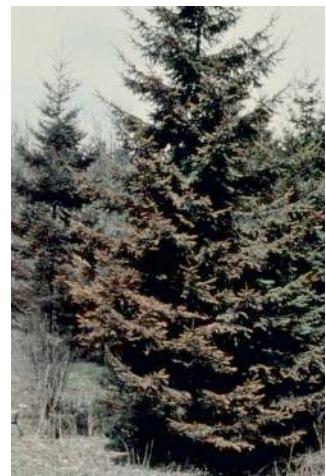
Beispiele für spezifische Symptome sind (siehe Bilder 1 bis 6):

- a) Punktnekrosen und b) Fleckennekrosen: Ozon; c) Interkostal-Nekrosen (Absterben der Blattspreite zwischen den Seitennerven): SO_2 ; d) Rand-Nekrosen (charakteristische, scharf begrenzte Formen): HF, Streusalz; e) „Fischgrätenmuster“ (Kombination von Interkostal- und Rand-Nekrosen): SO_2 und HF; f) Spitzen-Nekrosen (beispielsweise dunkelbraune, scharf abgegrenzte Nadelspitzen-Nekrosen bei Kiefer, Fichte und Tanne): SO_2 und HF; g) weiß ausgebleichte

Blattspitzen bei Gladiolen und Tulpen: HF.



Immissionswirkungen an Einzelpflanzen. Foto 1 - 3 v.l.n.r. Douglasie allgemein, Ulme So₂, Weinlaub HF, Fotos: 1 - 3 Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Immissionswirkungen an Einzelpflanzen. Foto 4 - 6 v.l.n.r. Tulpe HF, Tabak Ozon, Fichte Streusalz, Fotos: 4 Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 5 + 6 Willfried Nobel

Das heißt: Die Entwicklung der Blatt-Chlorosen und -Nekrosen hängt von der Giftigkeit und der Dosis der Immission ab (siehe Abbildungen).

An drei ausgewählten Beispielen soll kurz der Wirkungsmechanismus wichtiger Luftschaadstoffe beschrieben werden:

Erstes Beispiel: Ozon (O_3)

Bevorzugte Angriffspunkte des Ozons (Ozon ist die Leitsubstanz des sogenannten Sommer-Smog oder Los-Angeles-Smog) im Blattgewebe sind die Palisadenzellen. Die meist scharf begrenzten, tüpfel- oder punktartigen Beschädigungen beruhen darauf, dass Gruppen von Palisadenzellen verfärbt oder abgestorben und je nach Pflanzenart braun, schwarz, rot oder purpur verfärbt sind. Ebenso wie die Verfärbungen treten auch die Bleichungen (Chlorosen) vornehmlich auf den Blattoberseiten auf. Zahlreiche kleine nekrotische, farblose Flecken oder auch flächige Aufhellungen der Blattspreiten verleihen den Blättern ein gesprankeltes Aussehen.

Zweites Beispiel: Schwefeldioxid (SO_2)

SO_2 ist die Leitsubstanz des sogenannten Winter-Smog oder London-Smog. Versauernd wirkende Immissionen sind zur Säurebildung befähigt und wirken vornehmlich durch diese Eigenschaft (vor allem Schwefeldioxid SO_2 und Stickoxid NO_x , daneben lokal auch Fluorverbindungen und Chlorwasserstoff). Solche Säurebildner sind zudem verantwortlich für die Versauerung von kalkarmen Bodensubstraten und Seen. Die Pflanzen nehmen die Gase mit der Luft durch die regulierbaren Spaltöffnungen in das Blatt auf. Sie lösen sich in dem in die Zellwände eingelagerten Wasser und gelangen als Säuren in die Zellmembran und nach deren Durchdringung in das Plasma, von wo aus der Angriff auf die verschiedenen Zellbestandteile erfolgen kann. Schwefeldioxid zerstört die Ultrastruktur der Chloroplasten, der chlorophylltragenden Zellkörper. Es baut Chlorophyll ab und hemmt das Schlüsselenzym der Kohlenstoffdioxid-Bindung, also der Assimilation. Diese Effekte führen zu einer Senkung der Fotosynthese-Aktivität. Die Atmung kann kurzfristig angeregt und damit der Abbau von Stärke gefördert werden. Die Spaltöffnungen verlieren häufig ihre Regulationsfähigkeit, so dass hohe Verdunstungsverluste die Folge sind. Durch Überhöhung des osmotischen Potenzials bricht die Wasserversorgung zusammen, und die Gewebe trocknen aus. Mit beginnendem Wasserstress kommt es zur Anhäufung von Aminosäuren. Schließlich führen Schwefeldioxid-Schädigungen zu Interkostalnekrosen an Blättern und zur Verbraunung von Nadeln.

Drittes Beispiel: Stickstoffoxide

Noch komplexer und komplizierter sind Wirkungen von Stickstoffeinträgen wie NO_2 , Nitrat (NO_3^-), Ammoniak (NH_3) und Ammonium (NH_4^+): Nach der Aufnahme in die Pflanze kommt es im „normalen“ Stoffwechsel zur Bildung von Aminosäuren, Proteinen, Chlorophyll et cetera und so zu einem Düngeeffekt. Sekundäre positive Wirkungen sind eine erhöhte Fotosynthese, ein erhöhtes Spross-/Wurzelverhältnis sowie verstärktes Wachstum. Sekundäre negative Auswirkungen sind eine verringerte Resistenz gegen Trocken- und Froststress und gegenüber Fraßschädlingen.

Akute Pflanzenschädigungen, die beispielsweise durch Nekrosen erkennbar werden, gehören zu den selteneren Pflanzenschädigungen. Sie werden durch hohe, wenn auch nur kurzfristig einwirkende Schadstoffkonzentrationen, verursacht, wie zum Beispiel bei einem Unfall oder Störfall bei emittierenden Industrieanlagen. Bei langanhaltenden, jedoch niedrigen Immissionskonzentrationen führen die nicht sichtbaren physiologischen Wirkungen zu chronischen Schädigungen: Verringerung von Wachstum und Ertrag, Verblassen oder Vergilben (Chlorose) von Blättern, Beschleunigung der Alterung und vorzeitiger Blattfall et cetera.

Das komplexe Geschehen von Auswirkungen von Luftschaadstoffen auf Pflanzen zeigt die Abbildung auf der folgenden Seite.

Zum Schutz der Vegetation hat der Verein Deutscher Ingenieure für einzelne Luftschadstoffe „Maximale Immissionswerte“ vorgelegt. So liegen in der Richtlinienreihe VDI 2310 MI-Werte vor für Schwefeldioxid (Blatt 2), Fluorwasserstoff (Blatt 3), Chlorwasserstoff (Blatt 4), Stickstoffdioxid (Blatt 5) und Ozon (Blatt 6).

Wirkungen auf Ökosysteme

Wie aus der folgenden Abbildung „Auswirkungen auf Pflanzen“ ersichtlich, müssen wir neben Wirkungen von Luftschadstoffen auf Einzelpflanzen auch Wirkungen auf Pflanzengemeinschaften ansprechen. Hier finden wir Änderungen in Aufbau und Zusammensetzung über eine starke Vereinfachung der Vegetationsausstattung bis hin zur totalen Degradation. In unseren Regionen ist das Phänomen der neuartigen Waldschädigungen – kurz des Waldsterbens – bestens bekannt, wie es sich seit den Siebzigerjahren in den kalkarmen Mittelgebirgen des Schwarzwaldes und des Bayerischen Waldes zeigt. Darüber hinaus muss die Gewässerversauerung kalkärmer Seen wenigstens erwähnt werden.



Synökologische Immisionswirkungen am Beispiel des Waldsterbens im Schwarzwald
Fotos 7 - 9 v.l.n.r. Tannenschädigungen mit typischen Storchennestern, Nur ein Nadeljahrgang vorhanden, Devastierte Flächen, Fotos: 7 - 9 Willfried Nobel

AUSWIRKUNGEN VON LUFTSCHADSTOFFEN UND KLIMAERWÄRMUNG AUF DEN WALD

Eckard Hellstern, Revierförster in Filderstadt

Schon vor mehr als vierzig Jahren erkannte man, dass Schadstoffe, die durch Verbrennungsprozesse entstehen, weitläufig verfrachtet werden: Der Wald wird durch sie massiv geschädigt.

Nach erstem Erkennen der Symptome war die Angst groß, der Wald würde auf großer Fläche durch säurehaltigen Regen absterben. Man nannte es daher „Waldsterben“ durch sauren Regen.

Als man sich an den zunehmend schlechten Gesundheitszustand des Waldes gewöhnt hatte, bezeichnete man dies als „Neuartige Waldschäden“.

Dem Wald war es vermutlich einerlei. Quelle der Schadstoffe waren und sind bis heute industrielle Verbrennungsanlagen, Kohlekraftwerke und natürlich der Verkehr.

Die Chemie der Schadstoffe hatte ich bereits im Jahresheft 2006 im Detail beschrieben. Daran hat sich bis heute nichts geändert.

Momentan interessiert es nur eine kleine Gruppe, wie es dem Wald gerade geht. Das Thema erscheint abgenutzt.

Dabei wäre es wirklich höchste Zeit, sich ernsthaft mit den Ursachen zu befassen und den Wald als großen Kohlenstoffdioxid-Speicher zu begreifen. Die Erderwärmung wäre sonst nicht mehr zu begrenzen.

Solange man Wälder zur Braunkohleverstromung abholzt, sind Zweifel berechtigt, ob die Ernsthaftigkeit der Lage erkannt wird. Der Wald ist nach den Meeren der größte Kohlenstoffdioxid-Speicher auf unserer Erde.

Das Schmelzen der Polkappen und das Auftauen der Permafrostböden sind weitere katastrophale Vorgänge. Die Permafrostböden enthalten Methan, ein weiteres Treibhausgas. Stammt aus Massentierzucht zur Fleischproduktion.

Die Eigenschaft unseres Waldes, als großflächiger Schadstoff- und Staubfilter zu wirken, wird ihm zum Verhängnis. Bäume und Waldböden werden direkt durch Säureeintrag geschädigt.

Der Wald um Filderstadt ist ebenfalls in Not. Langanhaltende Trockenperioden machen allen bei uns vorkommenden Baumarten zu schaffen.

Selbst die als besonders trockenresistent und klimastabil eingeschätzte Eiche zeigt nach diesem Sommer, der bereits im Mai begann und bis einschließlich Oktober anhält, Welkerscheinungen. Die Äste klappen in der Krone auseinander, die Saugspannung durch das Wasser fehlt. Die Blätter zeigen an vielen

Eichen mit der Unterseite nach oben. Die Feinäste haben sich um hundertachtzig Grad gedreht. Starke Äste brechen vermehrt ab.

Die Waldkiefer ist neuerlich durch einen Pilz gefährdet, dieser nennt sich mit lateinischem Namen „*Diplodia*“. Er wird ebenfalls durch langanhaltende Trockenperioden während der Wachstumsphase begünstigt und bringt die dicksten und ältesten Kiefern zum Absterben.

Die Fichte, als Baum der Gebirgslagen auf viel Niederschlag und Sommerkühle angewiesen, wird uns in unserem Raum bis auf wenige Standorte als erste Baumart für immer verlassen. Diesen Sommer mussten großflächig Fichtenwälder eingeschlagen werden, da sie, aufgrund der Trockenheit, nicht mehr genügend Harz produzieren konnten, um Borkenkäfer abzuwehren.

Borkenkäfer bedeutet an der Fichte die beiden Arten Buchdrucker und Kupferstecher, die unter diesen Bedingungen zur Massenvermehrung neigen.

Jede Baumart hat ihre Borkenkäfer, die sich alle bei diesen trocken-warmen Verhältnissen wohlfühlen.

Schon im Jahr 2003 sprach man von einem Jahrhundertsommer, der dieses Jahr jedoch weit übertroffen wurde. Niederschlagsdefizit und andauernde Trockenheit sind im Vergleich zum diesjährigen Sommer unerreicht.

Im Waldboden um Filderstadt zeigen sich starke Trockenrisse. Der tonhaltige Boden quillt bei Niederschlag und schwindet bei Trockenheit. Hierdurch kommt es zum Abreißen von Wurzelwerk, was manchen Baum zum Absterben bringen kann.

Das genaue Ausmaß der Schäden am Waldbestand wird sich erst im nächsten Frühjahr zeigen.

Die Gewässer im Land erreichen Tiefststände der Wasserpegel.

Ebenso der Bärensee im Filderstädter Wald. Einst künstlich angelegt, hat er nun Probleme mit der Wasserversorgung. Die Grundwasserquellen, die ihn einst zuverlässig gespeist haben, bringen erheblich weniger Wasser als in der Vergangenheit.

Von drei Quellen bringt nur noch eine laufend Wasser, eine ist bereits versieg, die Dritte bringt nur noch ein Rinnensal hervor, das auf dem Weg zum See vom Wald verschluckt wird. Hinzu kommt, dass Grundwasserquellen von Natur aus sehr sauerstoffarm sind. Dies bringt insbesondere höhere Lebewesen wie Fische im See in Lebensgefahr. In Sommern wie diesem, erreicht die Wasser-temperatur im Uferbereich siebenundzwanzig Grad, das Wasser stagniert durch den geringen Zufluss, hinzu kommt eine erhöhte Verdunstung. Algenblüte mit weiterer Sauerstoffzehrung ist die Folge. Das Wasser kippt um.

Schon vor vielen Jahren war der Individualverkehr als entscheidende Quelle von Luftschadstoffen erkannt.

Insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Stickoxide (NO_x) sind hier zu nennen. Unabhängig vom Motor, selbst elektrisch, wird zusätzlich Feinstaub produziert.

Zur Beurteilung der Umweltfreundlichkeit muss der Herstellungsprozess der Kraftfahrzeuge ebenfalls einbezogen werden, bei Batterien die Lebensdauer und die umweltgerechte Entsorgung. Die Herkunft des Stroms – nur aus dem Norden in den Süden Deutschlands, womöglich mitten durch den Wald – ebenso. Kommunen wären aufgerufen, jede nach ihren individuellen Möglichkeiten vor Ort, ihre benötigte Energie möglichst regenerativ zur Verfügung zu stellen. Batterien für Elektrofahrzeuge sind nicht umweltfreundlich herzustellen. Seltene Erden werden benötigt, deren Abbau oft zerstörerisch auf die Umwelt wirkt.

Hinzu kommt leider, dass Fahrzeughersteller die vorgeschriebenen Umweltstandards bei Verbrennungsmotoren nicht eingehalten haben. So ist der Stickoxidausstoß wesentlich höher als vorgeschrieben. Durch das Umgehen der vorgeschriebenen Umweltstandards ist der große Vorteil der Kohlenstoffdioxid-Einsparung durch den Dieselmotor plötzlich nicht mehr gesellschaftsfähig. Ein Bärendienst an der Umwelt bei der eigentlich weltweit notwendigen Anstrengung, dieses Treibhausgas zu reduzieren.

Diese Stickstoffoxide erzeugen unter UV-Strahlung mit leicht flüchtigen Wasserstoffen, die aus der Industrie emittiert werden, Ozon.

In Bodennähe ist Ozon, je nach Konzentration, die im Tagesverlauf stark schwankt, sehr schädlich für die Atmungsorgane von Mensch, Tier und Pflanze. Die Spaltöffnungen der Blätter werden geschädigt. Der Baum kann die Verdunstung nicht mehr regulieren, er vertrocknet. Laubholzbestände werfen dann das Laub ab. Das Jahr endet mit einem frühen Herbst. Nadelholzbestände können das, außer der Lärche, nicht. Die Vitalität der Bäume leidet. Die Widerstandskraft der Wälder gegen Insekten- und Pilzbefall nimmt ab.

Gleichzeitig fördern die hohen Temperaturen die Schadinsekten. Es kann eine Massenvermehrung stattfinden oder es können sich neue Arten bei uns etablieren.

Der Wald wird dadurch doppelt geschädigt.

Eine bekannte, wenige Jahre erst stark verbreitete Insektenart, die jedes Jahr Schlagzeilen macht, ist der Eichenprozessionsspinner. Er ist eine sehr wärme-liebende Art, dessen Raupenfraß am Laub der Eichen den Bäumen Kraft nimmt. Neben Kahlfraß in der Eichenkrone, macht er sich durch die Verbreitung seiner Nesselhaare, eine Schutzeinrichtung der Raupen gegen Vogelfraß, unangenehm bemerkbar. Manche Personen reagieren darauf stark allergisch und bekommen ernste gesundheitliche Probleme.

Der Boden spielt eine wichtige Rolle für gesundes Waldwachstum.

In Filderstadt haben wir den Vorteil sehr fruchbarer Waldböden.

Der Kalkgehalt der Böden bestimmt die Pufferkapazität in Bezug auf eingetragene Säuren. Niemand weiß allerdings, wie lange unsere Böden in der Lage sind, die Säuren zu neutralisieren. Viel schlechter steht es um Regionen wie den Schwarzwald. Auf armen, kalkfreien Sandverwitterungsböden gibt es praktisch keine Neutralisierung der Säuren.

Dieses Thema ist natürlich auch ein globales Problem. Nur eine weltweite, gemeinsame Anstrengung der führenden Industrienationen zur Vermeidung von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid führt zum Erfolg.

So betrifft es uns eben auch in Deutschland, wenn Regenwälder nach wie vor in weit entfernten Regionen abgeholtzt werden, die die Klimapumpe am Leben erhalten.

Nach einer gemeinsamen weltweiten Reaktion sieht es aber momentan leider nicht aus. Zu viele wirtschaftliche Einzelinteressen stehen gegeneinander. So ist leider in nicht allzu ferner Zukunft zu befürchten, dass durch das Abschmelzen der Polkappen in manchen Küstenregionen den Menschen das Wasser buchstäblich bis zum Hals stehen wird.

OZON – GIBT ES DAS HEUTE ÜBERHAUPT NOCH?

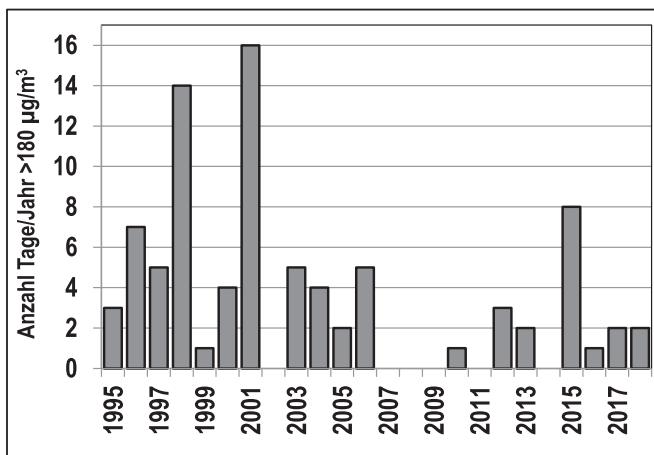
Dr. Reinhard Kostka-Rick, Biologisch Überwachen und Bewerten, Echterdingen

In den Achtzigerjahren und Neunzigerjahren waren sie im Sommer noch fast alltäglich: Die Ozonwarnungen, die auf erhöhte Konzentrationen von Ozon, insbesondere in den Mittags- und Nachmittagsstunden, hinwiesen, ergänzt durch Verhaltens- und Gesundheitstipps.

Ozon, das ist jenes unsichtbare Schadgas, chemisch ein dreiwertiges Sauerstoffmolekül, das vor allem in den Frühjahrs- und Sommermonaten durch die Energie des Sonnenlichts in der bodennahen Luftsicht entsteht. Voraussetzung für dessen Bildung sind neben intensiver Sonnenstrahlung erhöhte Konzentrationen von Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen, jeweils aus industriellen Quellen, vor allem aber im Abgas von Verbrennungsmotoren.

Im Verlauf der vergangenen 20 Jahre sind Meldungen über überhöhte Ozonkonzentrationen immer seltener geworden. Im Jahr 2015 und im sehr sonnenreichen und heißen Sommer 2018 stiegen die Werte in der zweiten Julihälfte allerdings wieder über die Informationsschwelle von 180 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) an. Folglich wurden wieder entsprechende Ozonwarnungen ausgegeben.

Abbildung 1:
Anzahl der Tage mit Ozonkonzentrationen (Ein-Stunden-Mittelwert) oberhalb der Informationschwelle von 180 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) an der Messstation Bernhausen
Datenquelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW



Tatsächlich haben sich in den letzten Jahrzehnten die durchschnittlichen Ozonkonzentrationen (Jahresmittelwerte) wenig verändert, seit 2009 haben sie sogar zugenommen. Das zeigen die Daten der Messstation der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), die am östlichen Ortsrand von Bernhausen, zwischen Nürtinger Straße und Heubergstraße, betrieben wird und für die Ozondaten seit 1995 vorliegen.

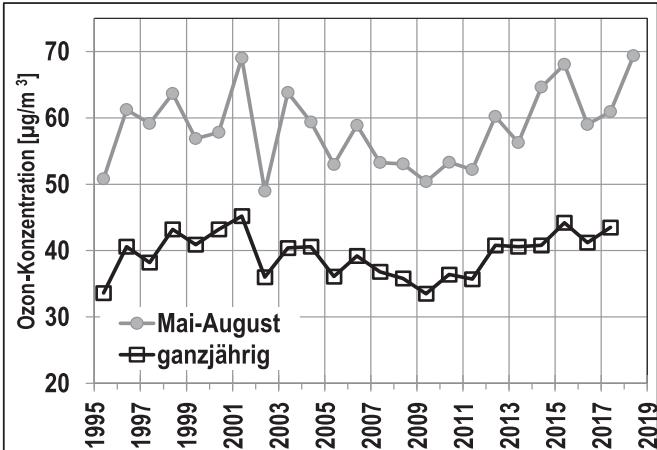


Abbildung 2: Jahres-Mittelwert der Ozon-Konzentration in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) über alle 12 Monate (offene Quadrate) und während der Sommermonate Mai bis August (graue Kreise) an der Messstation Bernhausen
Datenquelle: LUBW

Ozon nimmt den Atem – ganz individuell

Ozon ist ein aggressives, reaktives Gas, das lebende Zellen schädigt – schließlich wird Ozon auch zum Abtöten von Keimen im Trink- und Badewasser verwendet. Im menschlichen Körper greift es vor allem die Zellen der Atmungsorgane an. Da Ozon wenig wasserlöslich ist und in der Luftröhre und den Bronchien kaum zurückgehalten wird, kann es bis hinab in die feinen Lungenbläschen vordringen. Ausgelöst werden dadurch Hustenreiz und Atembeschwerden, deren Ausmaß von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich sein kann. Bei empfindlichen Personen treten auch Kopfschmerzen auf, häufig klagen Betroffene auch über Augenreizungen. Die Beschwerden lassen allerdings rasch nach, wenn die Ozonbelastung abnimmt – in aller Regel in den Nacht- und Morgenstunden. Die akuten gesundheitlichen Wirkungen sind also meist nur vorübergehend.

Daher ist der **Zielwert** zum **Schutz der menschlichen Gesundheit** auf eher kurzfristige, nämlich tagesweise Belastungen ausgerichtet: Der Mittelwert der Ozonkonzentration während einer Acht-Stunden-Zeitspanne darf 120 Mikrogramm pro Kubikmeter an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr überschreiten. Um Schwankungen durch die unterschiedliche Jahreswitterung auszugleichen, gilt dies jeweils für einen gleitenden Mittelwert über drei Jahre.

An der Messstation Bernhausen wurde bis zum Jahr 2005 der **Zielwert** (Acht-Stunden-Mittelwert) von **120 Mikrogramm pro Kubikmeter** stets an mehr als

25 Tagen pro Jahr übertroffen, von 2006 bis 2014 dagegen nur an sechs bis 23 Tagen. In jüngster Zeit allerdings stieg die Anzahl der Überschreitungen wieder auf bis zu 30 Tage im Jahr an.

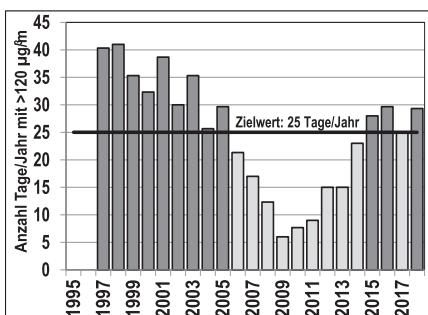


Abbildung 3: Anzahl der Tage pro Jahr mit Acht-Stunden-Mittelwerten der Ozon-Konzentration von über 120 Mikrogramm pro Kubikmeter, gemittelt über drei Jahre, an der Messstation Bernhausen.
Dunkle Säulen: Überschreitung von 25 Tagen/Jahr
Datenquelle: LUBW

Die Pflanze ist kein Mensch – und umgekehrt

Ozon schädigt lebende Zellen nicht nur in den menschlichen Atemwegen, sondern richtet auch an Pflanzen erhebliche Schädigungen an. Ins pflanzliche Blattgewebe gelangt Ozon über winzige Poren, die Spaltöffnungen, auch Stomata genannt. Einmal ins Blattgewebe eingedrungen, zerstört Ozon die feinen Zellmembranen, also die Häutchen, die jede Zelle umgeben und deren Wasser- und Stoffaustausch regeln.

Durch die Zerstörung der Membranen tritt das Zellwasser aus, die Zelle vertrocknet und stirbt ab. Meist passiert dies in zahlreichen benachbarten Zellen, sodass diese geschädigten Zellverbände als abgestorbene Gewebebereiche, Nekrosen genannt, mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Typischerweise treten diese Nekrosen als zahlreiche kleine, meist bräunliche Punkte auf dem Blatt auf, das Blatt erscheint braun-oliv oder bronzeroten. Je nach Pflanzenart können diese Nekrosen auch hellbeige gefärbt, relativ groß und scharf begrenzt sein. In aller Regel sind nur die Bereiche zwischen den Blattadern betroffen, sodass bei starker Schädigung ein markantes Schadbild mit weitgehend grünen Blattadern entsteht.



Blätter von Ackersalat, Radieschen und Zucchini (von links nach rechts) nach siebentägiger Begaskung mit realistischen akuten Ozon-Konzentrationen, Fotos: Reinhard Kostka-Rick

Anders als bei den Geweben des menschlichen Atemtrakts, wo geschädigte Zellen meist relativ rasch durch neue ersetzt werden, kann sich nekrotisches Blattgewebe nicht wieder erholen: Diese Blattbereiche bleiben endgültig abgestorben, die Blätter können kaum noch zur Fotosynthese und damit zum Stoffaufbau beitragen. Stattdessen versucht die Pflanze, durch neue Blätter und Sprosse das geschädigte Blattwerk zu ersetzen. So kann es nach Ozonschädigungen zu einem unerwarteten Neuaustrieb kommen. Doch was scheinbar gut und hoffnungsvoll aussieht, kann durchaus fatale Folgen haben: Die neuen Blätter werden auf Kosten anderer Organe gefördert und so fehlen beispielsweise für die Entwicklung von Blüten, Früchten und Samen einerseits sowie für Wurzeln andererseits, wichtige Assimilate und Nährstoffe.

Die Folge ist, dass ozongeschädigte Pflanzen zwar versuchen, ihre Blattmasse zu erhalten, dafür aber mit weniger, beziehungsweise kleineren Früchten, beziehungsweise Samen und geringerem Wurzelwerk „bezahlen“ müssen. Somit bringen ozongeschädigte Pflanzen nicht nur weniger Frucht- und Samenertrag, sondern sind durch die geringere Wurzelmasse in ihrer Wasser- und Nährstoffaufnahme eingeschränkt und leiden stärker unter Trockenphasen. Andererseits sind Pflanzen mit einem Schutzsystem gegen Ozonwirkungen ausgestattet, denn eine gewisse Ozonbelastung der Luft hat es schon immer gegeben. An die Ozonbelastung früherer Jahrhunderte, die deutlich niedriger war als das aktuelle Niveau, haben sich die Pflanzen angepasst. Daher kommen die meisten Pflanzen mit geringen Ozonkonzentrationen ganz gut klar. Erst oberhalb bestimmter Schwellenkonzentrationen, wenn dieses Schutzsystem aus verschiedenen Schutzstoffen (zum Beispiel Ascorbinsäure, auch als Vitamin C bekannt) nicht mehr ausreicht, entstehen die beschriebenen Pflanzenschädigungen. Für landwirtschaftliche Nutzpflanzen wurde diese Schwelle einheitlich auf 80 Mikrogramm pro Kubikmeter (im internationalen Gebrauch: 40 ppb = parts per billion; Volumenteile pro Milliarde Volumenteile) festgelegt.

Die Dosis bestimmt die Schadwirkung

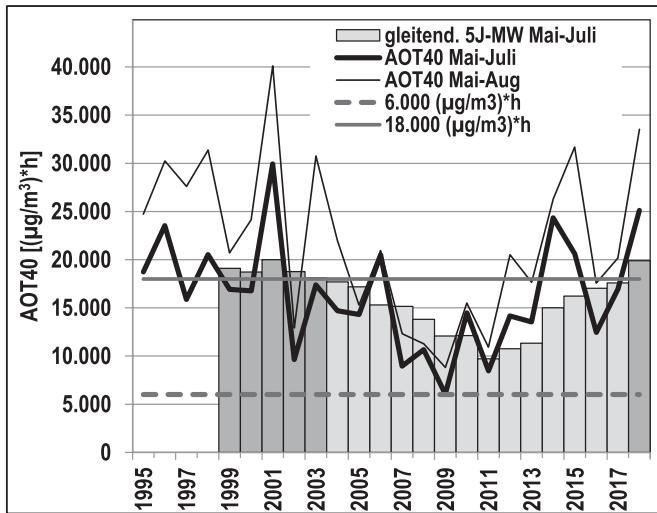
Pflanzen können sich von Ozoneinwirkungen nicht oder kaum erholen, und wiederholte Ozonbelastungen führen immer wieder zu neuen Schädigungen. Somit ist nicht nur die Höhe der Ozonbelastung, sondern auch ihre Dauer und Häufigkeit von Bedeutung, also die Ozondosis. Damit gilt als Maß für die pflanzenschädigende Ozonbelastung die aufaddierte (kumulierte) Ozondosis aller Ein-Stunden-Mittelwerte oberhalb von 80 Mikrogramm pro Kubikmeter, beziehungsweise 40 ppb, abgekürzt **AOT40** (accumulated dose over a threshold of 40 ppb) und wird in $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^*\text{h}$ angegeben.

Pflanzen haben ihre Spaltöffnungen, über die Ozon eindringen kann, meist nur tagsüber weit geöffnet. Daher werden für die AOT40-Berechnung nur die Stundewerte zwischen 8 Uhr und 20 Uhr berücksichtigt. Betrachtet werden zudem nur die wichtigsten Wachstumsmonate Mai, Juni und Juli, da die meisten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen bereits im August geerntet werden. Für wildwachsende Pflanzen mit häufig längeren Wachstumsperioden kann es sinnvoll sein, auch den August mit zu berücksichtigen, zumal in diesem Monat häufig die höchsten Ozonwerte auftreten. Dies zeigt die dünne Kurve in Abbildung 4.

Zum Schutz der Vegetation wird für den AOT40 ein langfristiger Zielwert von 6.000 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^*\text{h}$ angestrebt; derzeit gilt übergangsweise noch der deutlich höhere Zielwert von 18.000 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^*\text{h}$. Um die Einflüsse der Jahreswitterung auszugleichen, werden die real ermittelten AOT40-Werte als gleitender Mittelwert über einen Zeitraum von fünf Jahren berechnet und dieser dann mit den genannten Zielwerten verglichen.

An der LUBW-Messstation Bernhausen wurde in den vergangenen 20 Jahren der langfristige Zielwert zum Schutz der Vegetation stets deutlich überschritten, meist um mehr als das Doppelte. Der derzeit noch gültige Wert von 18.000

Abbildung 4: Kumulierte Ozondosis oberhalb von 80 Mikrogramm pro Kubikmeter (AOT40; in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) als Jahreswerte von Mai bis Juli (dicke Kurve), beziehungsweise von Mai bis August (dünne Kurve) sowie als gleitender Fünf-Jahres-Mittelwert von Mai bis Juli (helle, bzw. dunkle Säulen) im Vergleich zu den Zielwerten zum Schutz der Vegetation (horizontale graue Linien). Daten der LUBW-Messstation Bernhausen



($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) wurde immerhin von 2004 bis 2017 eingehalten, im aktuellen Hitze- sommer 2018 aber wieder übertroffen.

FAZIT: Eine gute Nachricht – und mehrere schlechte

Die gute Nachricht zuerst: Die hohen Ozonspitzenwerte, die noch vor 20 Jahren fast jeden Sommer für häufige Ozonwarnungen gesorgt haben, treten kaum noch auf und sind auch insgesamt niedriger geworden.

Allerdings sind die Durchschnittswerte in den vergangenen Jahren tendenziell angestiegen, während des Sommers stärker als im restlichen Jahr.

Auch Ozonkonzentrationen von über 80 Mikrogramm pro Kubikmeter treten seit 2010 wieder häufiger auf, nachdem sie zuvor rund 15 Jahre lang eher rückläufig waren. Einen ansteigenden Trend zeigt auch die Ozondosis AOT40, welche die Gefährdung von Pflanzen durch Ozon kennzeichnet.

Woran dies liegt, ist unklar. An erhöhten Konzentrationen von Stickstoffdioxid, das ja wesentlich an der Ozonbildung beteiligt ist, kann es nicht liegen, denn diese Werte sind während der letzten 15 Jahre um zehn bis 15 Prozent zurückgegangen.

Möglicherweise schlagen sich hier die in den vergangenen Jahren gestiegenen Sommertemperaturen und die erhöhte Sonnenscheindauer nieder. So könnten die jüngst wieder ansteigenden Ozonwerte vielleicht eine ebenso unerwartete, wie unerfreuliche Folge des Klimawandels sein.



... Astreiner Service – baumstarke Leistungen!

Nur wenige Kilometer von der Landeshauptstadt Stuttgart entfernt, liegt unser Betrieb in zentraler Lage auf den Fildern.

Wir haben daher schnelle Wege zu unseren Kunden. Das spart Zeit und damit auch Geld. Wir sind rund um die Uhr für unsere Kunden da – wenn's drauf ankommt 24 Stunden am Tag. Zuverlässigkeit, Flexibilität und das richtige Know-how von der Beratung bis zur Ausführung, das ist unsere Maxime.

Ihr Fachbetrieb für Baumpflege und Baumerhaltung.



SCHWEIZER

Baumpflege und Forst

Wilhelmstraße 42 · 70794 Filderstadt

Telefon 07158-6 55 556 · Fax 07158-9 36 55 · Mobil 0172-2 85 4150
eMail: info@schweizer-baumpflege.de · www.schweizer-baumpflege.de

FLECHTEN – UNSCHEINBARE ÜBERLEBENSKÜNSTLER UND INDIKATOREN DER UMWELTSITUATION

Dr. Harald Bartholmeß, Fachberatung Umweltwirkungen Stuttgart

Wir begegnen Flechten jeden Tag und trotzdem wissen viele nicht, dass dieser unscheinbare graue, braune oder grünliche, bisweilen aber auch auffällig gelbe Bewuchs auf Bäumen, Sträuchern, Mauern oder Hausdächern Flechten sind.

Flechten findet man überall auf der Welt, sie haben sich an die klimatischen Bedingungen in der Wüste ebenso angepasst wie denen im hohen Norden. Sie besiedeln dabei ganz unterschiedliche Substrate – natürliche Unterlagen wie Baumrinde, Felsen oder den Erdboden in Wäldern, Heiden und Mooren, genauso wie künstliche Materialien, zum Beispiel Mauern, Eternitplatten, Ziegeldächer oder Holzzäune. Weltweit schätzt man ihre Artenzahl auf etwa 25.000. In Mitteleuropa kommen davon circa 2.000 Arten vor. Für Baden-Württemberg wird in der 2008 veröffentlichten „Roten Liste und Artenverzeichnis der Flechten Baden-Württembergs“ (LUBW, 2008) das Vorkommen von insgesamt 1.287 Flechten beschrieben. Für weitere 19 Arten gilt der Vermerk „sind in Baden-Württemberg nicht mit letzter Sicherheit nachgewiesen“. Erst seit etwas mehr als 100 Jahren weiß man, dass Flechten kein in sich einheitlicher Organismus sind, auch wenn sie nach außen hin als untrennbar Ganzes erscheinen. So bestehen Flechten aus Angehörigen zweier ganz unterschiedlicher Pflanzengruppen: aus einem Pilz und einer Alge. Diese Vergesellschaftung von Individuen unterschiedlicher Arten, die für beide Partner vorteilhaft ist, bezeichnet man als Symbiose.

Seit rund 150 Jahren – also mit Beginn der Industrialisierung – wurde vor allem in Städten ein deutlicher Rückgang der Flechtenbesiedelung verzeichnet (Grindon, 1859; Nylander, 1866). Diesen Artenrückgang führte man schon damals auf die zunehmende, vom Mensch verursachte Belastung der Luft durch Schadstoffe zurück. Seit diesen ersten Beobachtungen haben unzählige Untersuchungen über Verbreitung, Häufigkeit, äußeres Erscheinungsbild und Ausprägung der Schädigung baumbewohnender Flechten Aussagen über die Konzentration und flächenmäßige Ausbreitung von Luftverunreinigungen ermöglicht. Flechten haben sich damit zum einen als ideale „Anzeiger“ für die Belastung der Luft durch Schadstoffe erwiesen und werden daher als sogenannte Bioindikatoren in der Luftreinhaltepraxis eingesetzt (Arndt, Nobel und Schweizer, 1987). Als Beispiel sollen hier die Untersuchungen in der Umgebung des Kraftwerkes Altbach/Deizisau genannt werden.



Gelbe und graue Flechten,
Foto: Dr. Harald Bartholmeß

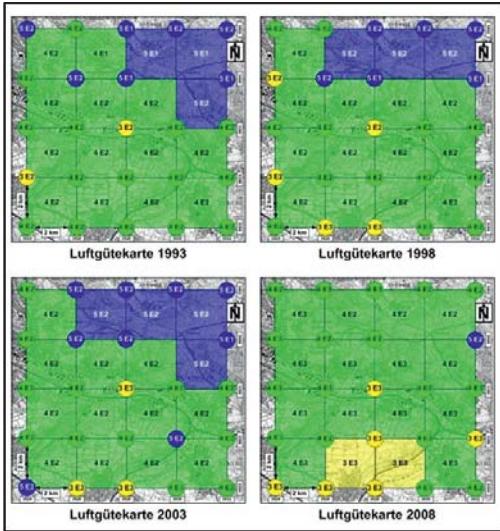


Abbildung 1:
Luftgütekarten der Flechtenkartierung
von 1993 bis 2008 im Raum
Altbach/Deizisau (Bartholmeß, Stark
und Nobel, 2012)

Auch im Filderraum wurden seit den Achtzigerjahren zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, so beispielsweise 1981 bis 1987 für den Naturraum Filder im Rahmen von Diplomarbeiten an der Universität Hohenheim (Bartholmeß et al., 1994). Speziell im Bereich Filderstadt flossen die Ergebnisse der Flechtenkartierung in das kommunale Zielkonzept für eine ökologische Stadtplanung mit ein (siehe Abbildung 1) (Nobel et al., 1999).



Abb. 2: Luftgüteklassen/
Luftbelastung, ermittelt
anhand der Flechtenkar-
tierung als Grundlage für die
Bewertung geplanter Vor-
haben (Nobel et al., 1999)

Das Flechtenvorkommen in Mitteleuropa weist derzeit eine enorme Dynamik auf. Verarmte der Flechtenbestand weiträumig noch bis weit in die Achtzigerjahre hinein durch die Wirkung der bis dahin vorhandenen sauren Immissionen (vor allem durch Schwefeldioxid), kam es in den letzten 20 Jahren durch Luftreinhaltegesetze und andere Maßnahmen zu einer Erholung des Flechtenvorkommens. Gleichzeitig mit der Abnahme saurer Luftverunreinigungen verstärkten sich aber die Auswirkungen luftgetragener, nährstoffreicher Verbindungen. So nimmt nicht nur die Flechtenbedeckung der Bäume zu, es ist auch ein tiefgreifender Wandel im Artenspektrum zu verzeichnen (Aptroot, 2005; Van Herk

et. al., 2002). Es nehmen vor allem Arten zu, beziehungsweise treten neu auf, die charakteristisch sind für einen pH-Wert im subneutralen und schwach sauren Bereich, für nährstoffreiche Substrate und für milde Klimagebiete.

Dieser sich rasch vollziehende Prozess ist inzwischen in ganz Mitteleuropa zu sehen: Die „Vergilbung“ des Flechtenbewuchses beruht auf dem massenhaften Auftreten von orange-gelben Flechten der Gattung *Xanthoria*, die zugleich Eutrophierungszeiger sind und einen Rinden-pH-Wert im Neutralbereich bevorzugen.



Xanthoria parietina,
Foto: Dr. Harald Bartholomeß

Es treten aber nicht nur schon früher vorkommende Flechten wieder auf, es wandern auch Flechten in breiter Front von Westen und Süden ein, die bisher in den betreffenden Gebieten nicht heimisch waren. Diese Arten sind alle für milde, ozeanische oder warme Klimagebiete charakteristisch und waren in Deutschland bis vor wenigen Jahren auf wenige, klimatisch begünstigte Räume beschränkt oder überhaupt noch nicht bekannt. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass sich Kühlezeiger in höhere und damit kältere Regionen zurückziehen. Die plausibelste Erklärung für diese Verschiebungen der Arealgrenzen ist der Wandel des Klimas in den letzten Jahrzehnten, auf den Arten milder und warmer Klimagebiete positiv reagieren.

Flechten sind damit ausgezeichnete „integrale“ Indikatoren für die Umweltsituation insgesamt.

Quellenverzeichnis:

Aptroot, A. (2005): Lichens and global warming. Brit. Lich. Soc. Bulletin 96 (2005): 14 – 16.

Arndt, U., Nobel, W. und B. Schweizer (1987): Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. Stuttgart: Ulmer. 388 S.

- Bartholmeß, H., R. Boemer, G. Rössler, G. Schober, W. Nobel und U. Arndt (1994): Flechten als Bioindikatoren zur Erfassung von Immissionswirkungen – Möglichkeiten für Luftreinhaltestrategien. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 6 (2) 81 – 87.
- Bartholmeß, H.; Stark, U. und W. Nobel (2012): Wirkungsbezogene Langzeitbeobachtung von Umweltwirkungen – 25 Jahre Flechtenkartierungen im Umwelt-monitoring-Programm Esslingen/Altbach von 1983 bis 2008. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 72 (2012) Nr. 4 – April, S. 132 - 138.
- Grindon, L.H. (1859): The Manchester flora. In: London 1859, S. 510 – 519.
- LUBW (Hrsg.) (2008): Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechten Baden-Württembergs. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 13. Karlsruhe, Juni 2008. 64 S.
- Nylander, W. (1866): Les lichens du Jardin de Luxembourg. In: Bull. Soc. Bot France 13 (1866), 364 – 371.
- Nobel, W., R. Worm, C. Schritz, J. Beron und C. Nitschke (1999): Flechtenkartierung nach VDI 3799: Methodische Modifikationen und Grundlage für eine ökologische Stadtplanung. In: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 29, 1999: 571 – 577.
- Van Herk, C. M., Aptroot, A. und H.F. van Dobben (2002): Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. Lichenologist 34 (2) (2002): 141 – 154.
- VDI-Richtlinie 3799, Blatt 2 (1991): Messen von Immissions-Wirkungen: Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten – Verfahren der Standardisierten Flechtenexposition. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI-Richtlinie 3957, Blatt 13 (2005): Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Flechten (Bioindikation) – Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für die Luftgüte. Berlin: Beuth Verlag.

POSITIVE AUSWIRKUNGEN VON PFLANZEN IM WOHNUMFELD

Prof. Dr. em. Reinhard Böcker, Landschaftsökologie und Vegetationskunde

Das Wohnumfeld in einer Sammelgemeinde wie Filderstadt, die aus fünf Dörfern zu einer „Stadt“ gemacht wurde, ist sehr vielfältig.

Zum einen sind die Reste der Dörfer noch in der Struktur der Siedlungen enthalten, zum anderen haben sich seit 1974 Nutzungen etabliert, die nichts mehr mit diesen Dörfern zu tun haben. So sind zerschneidende Verkehrsachsen entstanden und es wurden großflächige Gewerbe- und Logistikzentren auf den besten Böden des Landes etabliert; die Flächen für Wohnbebauungen sind um mehr als das sechsfache des ursprünglichen Siedlungsgebietes verbaut. Die Bebauung ist dabei nur in sehr kleinen Teilen als städtisch anzusprechen. Es sind nach der „Stadtgründung“ Hochhaussiedlungen in Plattenhardt, Bonlanden, Bernhausen und Harthausen entstanden. Ein durchgängiges städtebauliches Konzept ist hierfür nicht ersichtlich! Logischerweise auch nicht für das Wohnumfeld. Grünflächen sind auf Restflächen reduziert. Bei den sonstigen Einfamilien- und Reihenhaussiedlungen ist das Wohnumfeld individuell gestaltet. Auf den ehemaligen landwirtschaftlichen Flächen sind in großem Maße Aussiedler- und Pferdehöfe entstanden, deren Umfeld den landwirtschaftlichen Ansprüchen angepasst wurde, oft ohne ein grünes Wohnumfeld.



Ohne Kommentar. Hier können Pflanzen zur Verbesserung des Wohnumfeldes beitragen!
Fotos: Prof. Dr. em. Reinhard Böcker

Bedeutung hat das Grün im Wohnumfeld für:

- Den Wasserhaushalt
- Die Luftfeuchte und Lufterneuerung
- Eine Filterung von Luftverunreinigungen und Stäuben
- Die Lärmminderung
- Als Lebensraum für Pflanzen und Tiere

Hecken, Bäume, Fassaden-, Dachbegrünung, Rasen und Wiesen tragen dazu bei.

Hecken mildern den Lärm von Straßen, was an der B27 deutlich wird. An vielen Stellen sind hier breite Gehölzstreifen gepflanzt, deren Lärmminderungswirkung, besonders während des Sommers, deutlich zu spüren ist, im unbelaubten Zustand ist die Wirkung wesentlich geringer. Messungen ergaben (Beck 1968), dass eine Lärmminderung in fünf Meter breiten Hecken von zehn Dezibel dB erreicht werden kann.



Pflanzen im Schatten der Burg in Bonlanden, Fotos: Prof. Dr. em. Reinhard Böcker

Naturschutzaspekte

In Hecken ist die Vielfalt an Organismen im Vergleich mit Rasen oder Ackerflächen wesentlich höher. Sie sind Refugien für Fauna und Flora, da die Vielfalt an Nischen im Vergleich zu anderen Lebensräumen sehr viel höher ist.



*Brachen tragen zur Begrünung des Wohnumfeldes bei,
Foto: Prof. Dr. em.
Reinhard Böcker*

Ästhetische Aspekte

Diversität der Farben und Formen gegen das Siedlungs- und vor allem Gewerbegebäude. Diese Vielfalt belebt das Ortsbild und trägt zur Verschönerung und Abwechslungsreichtum bei. Der Bürger genießt hier unbewusst die Farben- und Formenvielfalt.

Formen des Grüns im Wohnumfeld:

1. Rasen, Wiesen
2. Staudenrabatten
3. Hecken
4. Fassadengrün
5. Baumreihen
6. Einzelgehölze

im öffentlichen und privaten Bereich.

1. Rasen sind für die Biodiversität im Wohnumfeld eher bedeutungslos, da auf einen regelmäßigen Schnitt geachtet wird, der entstehende Ökosystembeziehungen immer wieder zerstört. Besser ist das in den auch ästhetisch wirkungsvolleren Wiesen, in denen, bei normaler Zweischürigkeit, auch ein Beziehungsgeflecht von Organismen entstehen kann. Die rauhe Oberfläche bindet auch Stäube und trägt zur Kühlung der Oberflächen bei.
2. Bunte Stauden sind im Wohnumfeld eine willkommene Augenweide, die bei sachgemäßer Pflanzung neben der ästhetischen Wirkung auch als Biene-weide und für andere Insekten von Bedeutung sind.
3. Sichtschutz
Hecken in Gärten sind wichtiger Sichtschutz, um Privatheit zu gewährleisten.
Einheimische Arten sind hierbei zu bevorzugen, auch wenn die meisten im Winter kahl sind. Der Wandel in den Jahreszeiten ist hier hervorzuheben; wogegen Kirschlorbeer gleichmäßig langweilig wirkt, darüber hinaus auch wenig Bedeutung als Ökosystemkompartiment hat.
4. Windschutz
Gegen die offenen Filder mit ihren großflächigen Äckern sind Hecken ein Element, das den Wind erheblich mindert. Auch Stäube, die sich bei Starkwind aufmachen, werden in den Hecken gebremst und setzen sich ab. Die Wirkung ist dabei bis zur fünffachen Entfernung im Verhältnis zur Höhe der Hecke zu spüren.
5. Lärmschutz
Nicht zu vernachlässigen ist die Wirkung als Lärmschutz vor allem gegen Verkehrslärm. Die Wahl einheimischer Gehölze, die in die Ökosystemprozesse eingebunden sind, ist im Gegensatz zu fremdländischen Ziergehölzen (zum Beispiel Kirschlorbeer) zu bevorzugen. Sie fördern auch die Avifauna; dann ist auch durch reichhaltige Strukturen der Vegetation der

Reichtum an Insekten die Folge, ebenso werden einige Kleinsäuger im Siedlungsgrün heimisch.

Hecken an Straßen und Gewässern sind dort oft das einzige strukturierende Element in der Agrarlandschaft. In den Obstwiesen dagegen überwiegen, neben den strukturgebenden Obstbäumen, auch Elemente wie Hecken, Holzstöße, Lauben und Schuppen. Durch die kleinteilige Nutzung sind neben Kurzschnittrasen auch Wiesen und gelegentlich Brachen zu finden. Leider kommt es auch in der Flur zur Verstädterung der Nutzgärten – die Rosen-, Rasen- und Fichteneinöde hält Einzug, obwohl sie eigentlich den Landschaftsschutzgrundsätzen zuwider läuft.

Sogenannte BENJES-Hecken, wie sie die Haberschlai-Heide einzäunt, sind auf Dauer weder ästhetisch, noch ökosystemar sinnvoll. Lebende Hecken sind in ihrer Funktion wesentlich positiver hinsichtlich der Wohlfahrtswirkungen. Es gilt, Kreisläufe mit integrierten Schutzaspekten zu fördern, die ebenso die Nützlinge positiv beeinflussen.



Die „KAABA“ von Bonlanden: gigantomane Gebäude ohne entsprechende, ansprechende Architektur, Begrünung und Einbindung in vorhandene Strukturen zerstören das Ortsbild und tragen zur Umweltbelastung bei,
Foto: Prof. Dr. em. Reinhard Böcker



Auch Funktionsflächen können attraktiver und angemessener in ihrer ästhetischen Wirkung mit mehr Grün daherkommen, Foto:
Prof. Dr. em. Reinhard Böcker

Staubfänger

Oberflächliche Staubablagerungen auf der Phytomasse sind umso effektiver, je rauer die Oberfläche der Pflanzen – so lagert sich mehr Staub auf Sommerlinnen- und Haselblättern ab, als auf Ahorn oder noch geringer auf Kirschchlorbeer. Die Biomasseproduktion sorgt für die Bindung von Nährstoffen in Pflanze und Boden. Deutlich wird das am Rand von Hecken mit der Akkumulation von Stäuben. Nährstoffe sammeln sich hier, Ruderalpflanzen (Rudera: Abfall, Trümmer) wie Brennnessel, Giersch, Knoblauchrauke, Stumpfblättriger Ampfer haben hier optimale Bedingungen.

MOOSWÄNDE können den Feinstaub nur in geringem Maß binden, der Aufwand steht in keinem Verhältnis zum Effekt. Man muss bei der Verursachung beginnen, nicht wenn das Kind in den Brunnen gefallen ist.

Wichtigste Botschaft ist, dass im Wohnumfeld möglichst viel Grün in seinen vielfältigsten Formen erhalten und gefördert werden muss. Im Siedlungsraum wird nach wie vor sehr viel Fläche versiegelt und ist damit für funktionsfähiges Grün und als attraktiver Lebensraum der Menschen hier verloren.



Brache im Gewerbegebiet von Plattenhardt. Die Vielfalt der Pflanzenstrukturen steht im Kontrast zu den langweiligen Gewerbe schachteln, Foto: Prof. Dr. em. Reinhard Böcker

Literatur:

- Kleeberg, J. (1985): Häuser begrünen – Grüne Wände und Fassaden. Ulmer, Stuttgart.
- Jedicke, E. (1991): Schöne Hecken für Gärten und Landschaft. Ulmer, Stuttgart.
- Reif, A. u. T. Schulz, (2001): Planting and maintainig hedges. Institut pour le development Forestier, Paris.
- Köhler, M. (1993): Fassaden- und Dachbegrünung. Ulmer, Stuttgart.
- Böcker, R.(Herausgeber) (2011): Die Natur der Stadt im Wandel des Klimas. Schriftenreihe Kompetenznetzwerk Stadtökologie. Darmstadt.
- Konold, W., Böcker, R., Hampicke, U. (1997 - 2018 ff.): Handbuch für Naturschutz und Landschaftspflege. Wiley, Weinheim.

Unser Kundenservice

- Persönliche Begleitung und Beratung wenn es um Ihre Gesundheit geht
- großes Lager an Medikamenten
- 24-Std.-Bestellservice per app
- kostenfreier Botendienst
- „Gesundheitskarte“ für Ihre Sicherheit
- Überprüfung von Wechselwirkungen



... damit Sie
fit und gesund durchstarten!

Weil wir Gesundheit lieben

www.apotheke-filderstadt.de



apotheke
zu den drei linden

Herthäuser Hauptstr. 4
Fon 07158 985610



mörike
apotheke

Uhbergstraße 37
Fon 0711 7775263



uhliberg
apotheke

Bonländer Hauptstr. 77
Fon 0711 774303



markt
apotheke

Marktstr. 6
Fon 0711 772910

HOLZENERGIE IM RAHMEN DER ENERGIEWENDE

Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth, Professur Feuerungstechnik, Studiengang
Erneuerbare Energien, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Die Frage nach dem richtigen Energiemix, beziehungsweise nach der besten Form der Energiebereitstellung, wird in der Bundesrepublik Deutschland schon lange diskutiert. In den Fünfzigerjahren wurde zum Beispiel die Kernenergie als die Lösung aller Energieprobleme bei gleichzeitiger Vermeidung von Luftschadstoffemissionen angesehen (Wolf 1955).

In den Neunzigerjahren wurde dann mit dem als Energiewende bekannten Umbau der Energieversorgung begonnen. Und mittlerweile ist beschlossen, dass im Jahr 2022 das letzte deutsche Kernkraftwerk die Stromproduktion einstellen wird.

Energiewende ist jedoch wesentlich mehr als das Abschalten von Kernkraftwerken oder der Bau von Stromleitungen.

Energiewende ist der Umbau des gesamten Energiesystems mit dem Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung. Das heißt, wenn das Ziel erreicht ist, darf nur noch so viel Energie genutzt werden, wie der Erde von außen zur Verfügung gestellt wird. Es geht dabei nicht nur um die Bereitstellung von Strom. Energiewende umfasst das gesamte Energiesystem und beinhaltet auch die Bereiche Wärmebereitstellung und Verkehr.

Es geht also um die Bewahrung der Schöpfung durch die Beendigung der Nutzung fossiler Ressourcen. Ist dies erreicht, wird auch kein Kohlenstoffdioxid (CO_2) aus fossilen Quellen mehr emittiert werden.

Betrachtet werden muss deshalb der in Abbildung 1 dargestellte Primärenergieverbrauch. Dieser ist in der Zeit zwischen 1990 und 2017 um knapp neun Prozent gesunken. Die Energieeinsparung ist ein großer Hebel für das Erreichen des Ziels der Energiewende und wird auch an vielen Stellen mit großem Aufwand, zum Beispiel durch Wärmedämmung von Gebäuden oder energieeffiziente Geräte, betrieben. Der absolute Erfolg, bezogen auf den Primärenergieverbrauch, ist bisher jedoch überschaubar. Der größte Teil des Energiebedarfs wird in Deutschland mit knapp 60 Prozent nach wie vor durch Erdöl und Erdgas gedeckt. Dies sind die fossilen Energieträger mit der kürzesten Reichweite.

Außerdem werden diese Energieträger unter umwelt- sowie geopolitisch oft fraglichen Bedingungen gefördert und nach Deutschland transportiert. Der Beitrag der Kernenergie wurde seit 1990 halbiert und beträgt noch circa sechs Prozent. Der Beitrag der erneuerbaren Energien wurde seit 1990 verzehnfacht und beträgt heute circa 13 Prozent. Das heißt knapp 90 Prozent des Weges zur Umsetzung der Energiewende stehen noch bevor. Wenn der Anteil der erneuerbaren Energien in den nächsten zehn Jahren nochmals um 50 Prozent auf dann circa 20 Prozent gesteigert werden kann, dann werden die erneuerbaren

Energien, wenn nur die Arbeit und nicht auch die Leistung betrachtet wird, den Wegfall der Kernenergie ausgleichen können.

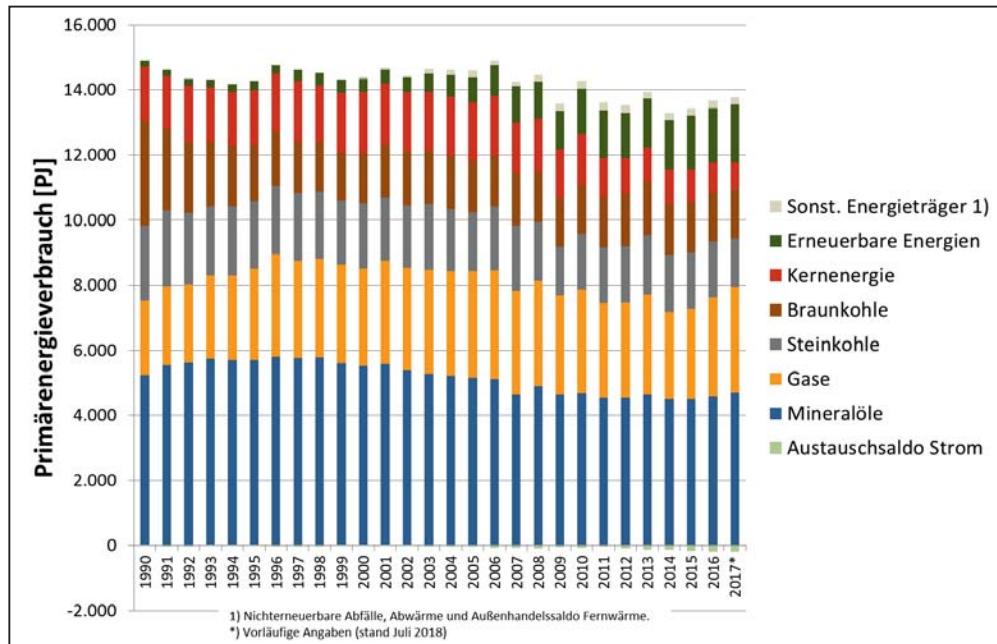


Abbildung 1: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland (Daten aus [AGEB 2018])

Bei diesem weiteren Umbau stehen die verschiedenen erneuerbaren Energien nicht in Konkurrenz zueinander. Um das gesteckte Ziel zu erreichen, werden vielmehr alle erneuerbaren Energieformen benötigt. Wichtig ist, dass diese technisch und ökonomisch optimal kombiniert werden müssen. Hierbei sind die Bedingungen und die Anforderungen in den drei Sektoren Strom, Wärme und Mobilität unterschiedlich. Abbildung 2 zeigt die Energieverbräuche in den drei Sektoren sowie die Anteile der verschiedenen erneuerbaren Energien. Mit knapp 60 Prozent leisten die biogenen Energieträger nach wie vor den größten Beitrag zur gesamten Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien. In den unterschiedlichen Sektoren sind die Verhältnisse verschieden. Bei der Strombereitstellung ist die Bedeutung der Windenergie mit knapp 50 Prozent am größten, gefolgt von der Solarenergie mit 18 Prozent. Bei der Wärmebereitstellung, für die circa 50 Prozent der benötigten Energie eingesetzt wird, ist der Beitrag der Bioenergie und vor allem der Holzenergie dominierend. Das heißt die Holzenergie ist für die Energie-, vor allem aber für die Wärmewende unerlässlich.

Bei der Frage, wie der weitere Umbau des Energiesystems fortgeführt werden soll, ist festzuhalten, dass jede Form der Energiebereitstellung auch Aspekte mit sich bringt, die unter Umständen als negativ wahrgenommen werden können. Aufgabe der Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Anlagenbetreiber ist es deshalb, die partiell negativen Auswirkungen zu minimieren. Dies zum

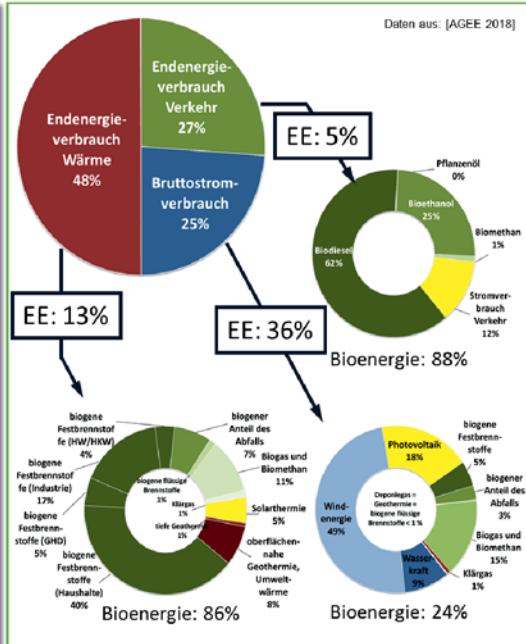
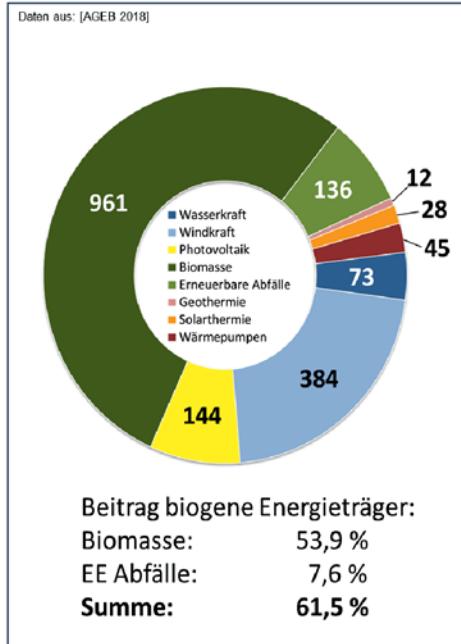


Abbildung 2: Zusammensetzung der Beiträge der EE zum PEV [PJ] (links) und der Beiträge zu den Endenergieverbräuchen (rechts) in 2017 (Daten aus [AGEE 2018])

einen durch technische Neu- und Weiterentwicklungen, zum anderen aber auch durch optimierten Anlagenbetrieb.

Sowohl bei stationären, als auch bei mobilen Verbrennungsprozessen, entstehen Luftschadstoffe wie zum Beispiel Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2) und Staub. Um diese zu reduzieren, wurden in den letzten Jahren vom Gesetzgeber die relevanten Verordnungen im Immissions- schutzrecht überarbeitet. Dies führte zu (Weiter-) Entwicklungen der Anlagen- technik und (Neu-) Entwicklungen verschiedener Emissionsminderungstechno- logien. Ergebnis ist, dass im Vergleich zu 1990 die relevanten Luftschadstoffe um 60 bis 95 Prozent¹ reduziert wurden [Gniffke 2016].

Diese Zahlen zeigen, dass die Luftqualität in Deutschland in den letzten 25 Jahren wesentlich verbessert wurde.

Um weitere Verbesserungen zu erreichen, können Technologien weiterentwickelt und der Anlagenbetrieb optimiert werden. Bei Holzfeuerungen gilt prinzipiell, dass die spezifischen Emissionen mit steigendem Automatisierungsgrad und steigender Anlagengröße sinken. Die geringsten Luftschadstoffemissionen sind deshalb bei automatisch beschickten Holzpellet- oder Holzhackschnitzel- feuerungen zu erwarten. Positiv kann sich auch auswirken, wenn nicht viele kleine, sondern eine große Feuerungsanlage betrieben wird. Dies kann zum Bei- spiel ein Heizwerk sein, welches ein Nahwärmenetz versorgt. Die größten spe-

¹ NO_x circa 60 Prozent; CO circa 75 Prozent; Staub circa 80 Prozent; SO_2 circa 95 Prozent.

zifischen Emissionen zeigen die handbeschickten Kleinfeuerungsanlagen, die meist nicht zur primären Wärmeversorgung, sondern als sogenannte Komfortkamine betrieben werden. Im Gegensatz zu den automatisch beschickten Anlagen gibt es hier, zusätzlich zu den Auswirkungen der einfachen Anlagentechnik, einen großen Einfluss des Benutzers. Mit geringem Aufwand kann hier jeder einzelne Betreiber, unter Beachtung von wenigen, in der entsprechenden Literatur beschriebenen Hinweisen, einen Beitrag zur Verbesserung der lokalen Luftqualität leisten.

Literatur:

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2018): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2017. Bearbeitet von DIW Berlin und EEEFA, Berlin und Bergheim.

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) (2018): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Gniffke, P. (2016): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Umweltbundesamt, Dessau.

Wolf, F. (1955): Das lustige Atom. Wie man's gebar, wie sich's bewegte und wie man es in Trümmer legte. Vulkan-Verlag Dr. W. Classen, Essen.

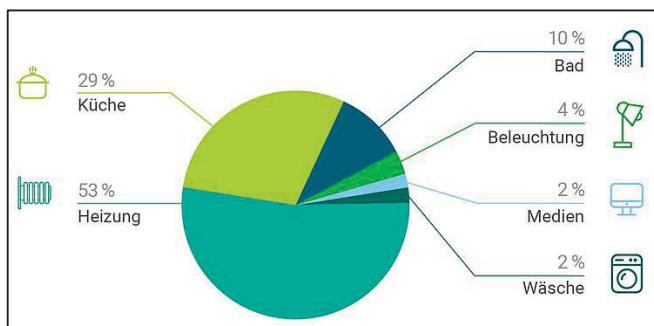
Einfluss der Heizsysteme auf die Luftreinhaltung

Spätestens seit die Deutsche Umwelthilfe (DUH) im August 2017 bundesweit Verfahren zur Luftreinhaltung gegen 45 Städte eingeleitet hat, welche mit Leinfelden-Echterdingen auch eine unmittelbare Nachbarstadt zu Filderstadt betreffen, ist eine Handlungsdringlichkeit zur Erhaltung oder vielmehr noch zur Verbesserung der Luftqualität auch im Raum um und in Filderstadt nicht mehr von der Hand zu weisen.

Wie medial in den vergangenen Monaten bundesweit detailreich betrachtet und diskutiert, spielt hierbei die Mobilität und im Speziellen der Kraftfahrzeugbereich mit Dieselmotoren eine ausschlaggebende Rolle. Jedoch birgt auch der Wärmesektor zur Beheizung von Gebäuden sowie zur Warmwasserbereitung Potenzial zur Reduktion von Schadstoffemissionen.

In den allermeisten Fällen sind Altanlagen, welche fossile Energieträger wie Öl und Gas als Quelle zur Energieerzeugung nutzen, für eine vergleichsweise hohe Verunreinigung der Luft verantwortlich. Im Bereich der Feinstaub-Emissionen sind es meist veraltete Holzfeuerungsanlagen, die die Luft stark belasten können. Durch den Einsatz neuer Technologien sowie das Nutzen erneuerbarer Energiequellen und die Kombination kompatibler Systemkomponenten lässt sich dieser Umstand jedoch stetig verbessern. Darüber hinaus geht der Nutzen für die Umwelt einher mit einer zumeist deutlichen Steigerung der Energieeffizienz und somit Einsparpotenzialen beim Energieverbrauch.

Abbildung 1:
Kohlenstoffdioxid-Emissions im Haushalt
(Umweltbundesamt,
Stand 02/2018)



Beim Heizen mit Öl, Gas oder Holz können unterschiedliche Emissionen wie beispielsweise

- Kohlendioxid (CO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Stickoxide (NO_x),
- Feinstaub (PM_{10}) entstehen.

Die vorherige Grafik zeigt auf, dass beispielsweise mit 53 Prozent ein erheblicher Anteil des Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes im Haushalt durch die Heizungsanlagen verursacht wird. Daher ist es wichtig und notwendig, die Potenziale neuer Technologie in diesem Bereich zu nutzen.

Drei Hauptbestandteile clever kombinieren – umweltbewusster heizen

Im Bereich der Nachrüstung, dem Austausch von Altanlagen oder bei der anstehenden Planung eines Neubauprojektes lassen sich aktuell drei Hauptbestandteile für eine effiziente und möglichst umweltschonende Heizungsanlage nennen:

- Der **Gas-Brennwertkessel**
- Die **Wärmepumpentechnologie**
- Der **Holzpellets-Brennwertkessel**

Je nach Gegebenheiten vor Ort ist bereits eine der genannten Technologien im Bestand vorhanden oder kann im Zuge einer Umrüstung realisiert werden. Der große Nutzen für Verbraucher und Umwelt ergibt sich hierbei durch die zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten mit weiteren Anlagenkomponenten wie beispielsweise:

- **Solarthermie** zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- **Photovoltaik-Module** zur Stromerzeugung für Warmwasser
- **Photovoltaik** in Verbindung mit **Batteriespeichern** zur Eigenstromnutzung
- **Stirlingmotoren** zur hausinternen Stromerzeugung.

Vorschlag eins – Gas-Brennwertkessel mit Solarthermie

Die unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise in den meisten Fällen wirtschaftlichste Alternative für eine Investition in eine Heizungsanlage stellt der Gas-Brennwertkessel dar. Mit dieser Technologie lässt sich der eingesetzte Energieträger Gas zu 98 Prozent in Wärme umwandeln.

Solarthermie-Anlagen sind hierbei ideal zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung mit dem Gas-Brennwertgerät kombinierbar. Der reduzierte Energieverbrauch an Gas bei einer Solaranlage zur reinen Trinkwassererwärmung mit circa 60 Prozent pro Jahr ist dabei beträchtlich. Bei einer Nutzung der Solarenergie zur Erwärmung von Trink- und Heizungswasser können jährlich rund 35 Prozent der insgesamt benötigten Energie eingespart werden. Durch die genannten Einsparungen fossiler Energie und der kostenlos zur Verfügung stehenden Sonnenenergie macht sich die Investition in eine Solaranlage schon innerhalb weniger Jahre bezahlt.



Die Vorteile auf einen Blick:

- + sehr hoher Wirkungsgrad der Anlage
- + Einsparungen beim Verbrauch fossiler Energieträger und somit Verbesserung der Luftqualität
- + vergleichsweise geringe Investitionskosten
- + geringer Wartungsaufwand
- + erprobte und bewährte Technologie mit optimaler Systemabstimmung

Abbildung 2: Beispielschema, (1) Gas-Brennwert, (3) Solar und (2) Fußbodenheizung

Vorschlag zwei – die stromerzeugende Pelletsheizung

Eine weitere Möglichkeit zur Umrüstung bestehender Anlagen bietet die Pellet-Technologie. Hierbei wird durch Verbrennung von gepressten Holzspänen (Pellets) die notwendige Wärme für Heizung und Warmwasser bereit gestellt. Darüber hinaus kann die gleichzeitige Erzeugung von Eigenstrom bei bestimmten Anlagentypen bereits heute durch einen integrierten Stirlingmotor verwirklicht werden.

Das Einsatzspektrum einer solchen Anlage erstreckt sich dabei vom klassischen Einfamilienhaus bis hin zu Unternehmen und hat dabei folgende Vorteile:

- **Mehr Unabhängigkeit** von lokalen Energieversorgern
- **Kohlenstoffdioxid-neutraler Betrieb** durch die Verwendung von Holzpellets
- **Regionale Wertschöpfung** durch Verwertung von Holzreststoffen und Vermeidung von Energieimporten
- **Keine Wärmeverluste** wie im zentralen Kraftwerk
- **Keine Leistungsverluste**, da hauseigene Stromerzeugung



Abbildung 3:
Pellets-Anlage
mit Stirlingmotor

Gerade im Sanierungsfall oder wenn bereits ein Pufferspeicher im Bestand vorhanden ist, kann dies auch investitionskostentechnisch eine interessante Lösung darstellen.

Ein Berechnungsbeispiel über einen Nutzungszyklus von 20 Jahren zeigt: Ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland verbraucht rund 4.500 Kilowattstunden Strom im Jahr. Bei einem Strompreis von 30 Cent pro Kilowattstunde, inklusive Grundgebühr, zahlt dieser Haushalt aktuell 1.350 Euro pro Jahr an seinen Energieversorger. In 20 Jahren sind das mit drei Prozent Preissteigerung

circa 36.000 Euro. Diese Kosten werden bis zu 100 Prozent eingespart und mit dem Überschussstrom im Sommer, welcher mit 12,3 Cent pro Kilowattstunde vergütet wird, erwirtschaftet man sogar einen Ertrag von 4.000 Euro. Insgesamt ergibt sich somit eine Einsparung von rund 40.000 Euro.

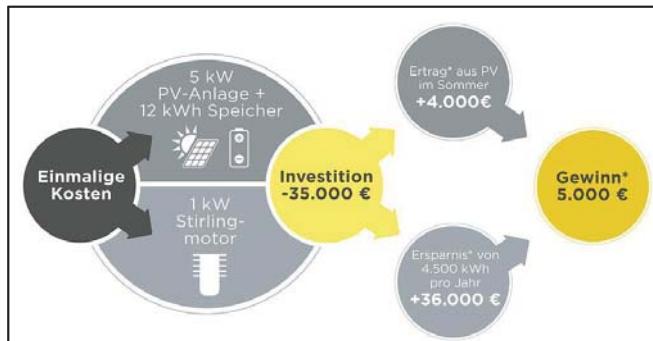


Abbildung 4:
Berechnungsbeispiel
über 20 Jahre

Durchaus interessant und zukunftsweisend ist hier die Möglichkeit, die Anlage mit Batteriespeicherung und eventuell Ladestation für ein Elektrofahrzeug auszustatten.

Zwischen 1999 und 2003 erfolgte eine Förderung von Photovoltaikanlagen über das 100.000 Dächer-Programm an Privatpersonen, Freiberufler und kleine bis mittlere Unternehmen mittels zinsreduzierter Kredite durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau. Ab dem Jahreswechsel 2003/2004 wurde dann das Erneuerbare-Energien-Gesetz eingeführt.

Dies bedeutet, dass für Photovoltaikanlagen, welche 1999 in Betrieb gegangen sind, erstmals ab 2019 die garantierte Einspeisevergütung von 20 Jahren Laufzeit entfällt.

Stand heute ist das Recyclingaufkommen von Solarmodulen verschwindend gering.

In den Recyclingkreislauf kommen zurzeit nur defekte und beschädigte Solarmodule. Ein flächendeckender Rückbau von Solaranlagen findet **noch nicht** statt.

Auch sollten Photovoltaikanlagen nicht abgebaut werden, wenn die garantierte Einspeisevergütung ausgelaufen ist. Technisch funktionieren die Photovoltaikanlagen einwandfrei auch über den 20-Jahreszeitraum hinaus. Welche Vergütung für den erzeugten Solarstrom dann entlohnt wird, steht derzeit noch nicht fest. Eine andere Möglichkeit, die Photovoltaikanlage weiterhin zu betreiben, besteht darin, diese auf den sogenannten Eigenverbrauch umzustellen. Also den selbst erzeugten Solarstrom im eigenen Haus zu verbrauchen.

Was heute schon sehr gut organisiert ist, ist die Rückgabe der alten Solarmodule.

Mehr als 90 Prozent der Unternehmen der Photovoltaik-Branche sind bereits in dem Verband PV Cycle zusammengeschlossen, der schon heute rund 80 Prozent der Altmodule einsammelt.

Gegenwärtig sind 237 Unternehmen Mitglied bei PV Cycle, was mehr als 90 Prozent des europäischen Marktes entspricht. Angesichts der nur 21 Gründungsmitglieder im Jahr 2007 kann PV Cycle damit auf ein beeindruckendes Wachstum verweisen.

Wie funktioniert die Rückführung der alten Solarmodule?

Bei einer Menge von ein bis 20 Solarmodulen aus dem Haushaltsbereich PV CYCLE beteiligt sich finanziell an der Rücknahme und Entsorgung von PV-Solarmodulen von öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern (Wertstoffhöfe). Die Rückgabe ist hierfür kostenlos. Für Filderstadt nimmt der Wertstoffhof in Stetten die alten Solarmodule zurück. Eine spezielle Rückgabebox steht hierfür bereit.

Bei einer Menge von ein bis 40 Solarmodulen (Haushalt/Industrie)
Kleine Mengen an PV-Modulen können auch an PV CYCLE-Sammelstellen abgegeben werden. Diese stehen ausschließlich Kunden (beziehungsweise deren De-Installateuren) von registrierten Mitgliedern zur Verfügung.

- Das notwendige Abgabeformular finden Sie unter:
http://www.pvcycle.de/abfallmanagement/pv_und_produktionsabfall/
- Senden Sie anschließend das Abgabeformular ausgefüllt an operations@pvcycle.org.
- Nach Bestätigung übermittelt Ihnen PV CYCLE die nächstgelegene Sammelstelle.

Ab vier Transporteinheiten

Ab vier Transporteinheiten (zum Beispiel Paletten, circa 80 Solarmodule) bietet PV CYCLE seinen maßgeschneiderten Vorort-Abholservice. Um ein Angebot zu erhalten, senden Sie bitte das Anfrageformular, siehe oben, mitsamt Bildern an operations@pvcycle.org zurück.

Die wertvollen Rohstoffe dem Kreislauf wieder zuführen!



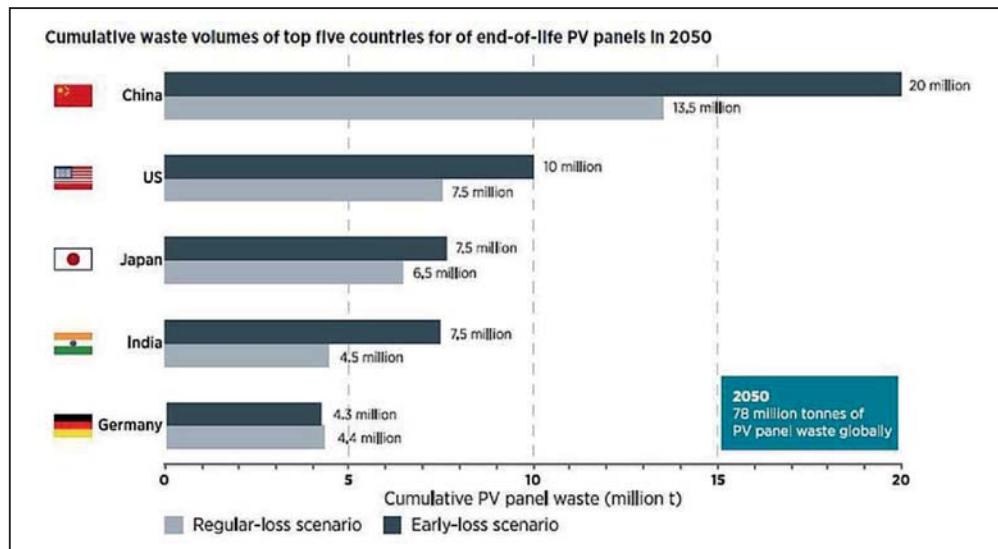
Quelle: ROTH International

Solarmodule werden im ersten Schritt in folgende Teile zerlegt: die elektrischen Anschlüsse entfernt, Kunststoffteile abgelöst, Aluminiumrahmen demontiert, Glasplatte entfernt. Damit wird bereits ein hoher Recyclinggrad von circa 90 Prozent vom Solarmodul recycelt beziehungsweise verwertet. Es werden aber intensive Anstrengungen in der Industrie unternommen, die Recyclingquote noch zu erhöhen.

Die gesetzliche Vorgabe der Recyclingquote von Solarmodulen mit 70 Prozent wird heute schon deutlich erreicht.

Der zweite Schritt ist nun, das hochwertige Silizium wieder in den Produktionskreislauf zurückzuführen. Ein großes Recyclingwerk für Solarmodule wurde nun

in Südfrankreich eröffnet. In diesem Recyclingwerk, ausgestattet mit einer entsprechenden Größe, werden ausschließlich Solarmodule dem weiteren Recyclingprozess zugeführt. In Europa soll diese Anlage zum Prototyp werden. Die Industrie hat hier noch Hausaufgaben zu lösen, aber mit der Verknappung und hohen Beschaffungskosten von hochwertigen Rohstoffen, führt der Weg nur über den Recyclingweg.



Quelle: IRENA

SPROSSEN & KEIMLINGE AUS ÖKOLOGISCHEM ANBAU

Unsere Produkte erhalten Sie in Filderstadt stets frisch beim
"Bioland-Gemüsehof Hörz" und deren Wochenmarktständen
sowie bei "**Gebauers Frische E-Center**" und
"Alnatura Super Natur Markt"



Keimland. SPROSSENGÄRTNEREI
DE-006-Öko-Kontrollstelle



LANGSTRECKENZIEL KOHLENSTOFFDIOXID-NEUTRALITÄT

Theresa Diehl, Nachhaltigkeitskommunikation, Flughafen Stuttgart GmbH und
Amelie Völkle, Praktikantin CSR & Presse, Flughafen Stuttgart GmbH

Wie fast jedes Unternehmen verursacht auch der Betrieb eines Airports Emissionen, die zum Klimawandel beitragen. Der Flughafen Stuttgart sieht sich daher in der Verantwortung, seine Kohlenstoffdioxid-Bilanz weiter zu verbessern und verfolgt dieses Ziel konsequent seit Jahren. Konkret heißt das zum Beispiel: die Elektro-Flotte auf dem Vorfeld vergrößern, Passagieren Optionen für eine umweltfreundliche An- und Abreise bieten und weiter auf Solarstrom setzen.

Mit dem internationalen Klimaabkommen von 2016 erklärten fast 200 Länder ihr Ziel, die durch Treibhausgase verursachte Erderwärmung auf höchstens zwei Grad zu begrenzen. Die Flughafen Stuttgart GmbH (FSG) leistet dazu ihren Beitrag: Bis 2030 will der Airport seine eigenen Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zu 1990 um die Hälfte senken. 2050 soll der gesamte Flughafenbetrieb klimaneutral sein. „Klimaschutz steht schon seit vielen Jahren auf unserer Agenda“, so Walter Schoefer, Sprecher der FSG-Geschäftsführung. „Das ist eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe, die wir uns selbst gestellt haben und an der wir wachsen wollen.“

Schaufenster für Elektromobilität

Viele Vorfeldfahrzeuge wie Passagierbusse und Gepäckschlepper surren bereits mit Elektroantrieb zwischen dem Terminalgebäude und den Flugzeugen hin und her. Versorgt werden sie mit umweltfreundlichem Strom. Mit dem Förderprojekt scale-up! im Programm Erneuerbar-Mobil des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit erweitert der Airport seine Elektro-Flotte stetig. „Ein Zwischenziel auf dem Weg zum klimaneutralen Flughafen werden wir bis Ende dieses Jahres erreichen. Dann soll unser kompletter Passagier- und Gepäcktransport batteriebetrieben und abgasfrei sein“, erklärt Schoefer. Das sorgt nicht nur für sauberere Luft am Arbeitsplatz, sondern schont auch die Ohren – die Stromer sind deutlich leiser unterwegs als ihre Vorgänger mit Dieselmotor.

Das Tanken an der Steckdose lohnt sich: 2017 sanken die Kohlenstoffdioxid-Emissionen der Flughafenfahrzeuge um knapp zwölf Prozent gegenüber dem Vorjahr. Für viele Sonderfahrzeuge, die am Flughafen im Einsatz sind, fehlen derzeit allerdings noch elektrische Alternativen. Sie sind mit einem synthetischen Kraftstoff unterwegs, der den Ausstoß von Luftschatdstoffen im Vergleich zu fossilem Diesel um 70 Prozent senkt – die Kohlenstoffdioxid-Emissionen, die bei der Produktion entstehen, kompensiert der Flughafen.



23 Gepäckschlepper, 13 Busse, sieben Förderbänder sowie eine Hebebühne werden am Flughafen aktuell elektrisch betrieben – die emissionsfreie Flotte wächst weiter, Foto: Flughafen Stuttgart GmbH

Nicht nur auf dem Vorfeld soll der Abgasausstoß reduziert werden: Die Emissionen, die durch den An- und Abreiseverkehr entstehen, machen ein Drittel des Kohlenstoffdioxid-Fußabdrucks des Flughafens aus. Um ein klimafreundliches Anreisen zu fördern, installierte der Airport Ende 2017 33 neue Elektrotankstellen auf seinen Parkplätzen. An insgesamt 48 Ladepunkten können Besucher nun Öko-Strom tanken – darunter sind auch sieben Schnellladestecker, die eine Autobatterie in weniger als einer Stunde aufladen.

*Elektrotaxis aufgepasst:
Die Stationen zum Schnell-
laden vor dem Terminal
sind auch für sie sehr
attraktiv, Foto: Flughafen
Stuttgart GmbH*



Sauberer Strom selbstgemacht

Auf seinem Weg zur Klimaneutralität setzt der Landesairport auf umweltfreundliche Energiequellen. Fünf Solarkraftwerke auf dem Gelände produzieren Strom und sparen jährlich circa 700 Tonnen Kohlenstoffdioxid ein. Die Zellen bedecken insgesamt eine Fläche von rund 15.000 Quadratmetern – das entspricht zwei Fußballfeldern. Pro Jahr entstehen hier 2,3 Gigawattstunden Solarstrom. Energie erzeugt der Flughafen auch in einem eigenen erdgasbetriebenen und hocheffizienten Blockheizkraftwerk. Der darüber hinaus zugekaufte Strom stammt zu 100 Prozent aus regenerativen Quellen.

Die Photovoltaikanlagen des Flughafens produzieren jährlich so viel Strom, dass davon 575 Vier-Personen-Haushalte versorgt werden könnten,

*Foto:
Flughafen Stuttgart GmbH*



Auf kleinem Fuß weit reisen

Im Jahr 2016 hob das Brennstoffzellenflugzeug HY4 von Stuttgart aus zu seiner Weltpremiere ab – ein Meilenstein auf dem Weg zum emissionsfreien Fliegen. Der Prototyp ist die weltweit erste viersitzige Passagiermaschine, die allein mit Wasserstoffbrennstoffzelle und Batterien betrieben wird. Der Flughafen Stuttgart unterstützt das Projekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Neue Antriebe, wie sie mit der HY4 erforscht werden, deuten eine Zukunft an, in der Flugzeuge ohne Abgase abheben können.

Wer schon heute mit einem besseren Gewissen fliegen möchte, kann die Emissionen seiner Reise über die Organisation atmosfair kompensieren – auch direkt am Stuttgarter Flughafen. An einem Computer in Terminal 1 kann jeder Passagier berechnen lassen, welchen ökologischen Fußabdruck der anzutretende Flug verursacht. Ausgeglichen werden kann dieser durch den Kauf eines Zertifikats, der Klimaschutzprojekte finanziert.

Mehr Informationen zur Nachhaltigkeitsstrategie des Stuttgarter Flughafens gibt es unter www.stuttgart-airport.com/fairport.

Häussermann

FRUCHTSÄFTE
GETRÄNKEFACHMARKT

*Qualität,
die man schmeckt!*

... in der umweltfreundlichen Glasflasche!

Neckartailfingen & RT-Oferdingen
www.haeussermann-fruchtsaefte.de

GOLDENER PREIS 2016 •

EINWANDERER, WIEDERGEBORENE UND
URGESTEINE IM WILDEN LIMOUSIN
Simone Schwiete, Umweltschutzreferentin Filderstadt

Seit mittlerweile 14 Jahren bereichern sich die Naturschützer von La Souterraine und Filderstadt gegenseitig durch Exkursionen im jeweiligen Naturraum und Präsentationen ihrer Projekte. Auch wenn Landschaft und Strukturen ganz verschieden sind, so kann man Herangehensweisen zum Schutz von Biotopen und einzelnen Arten übertragen und so voneinander profitieren.

Otter oder Nutria?

In Bugeat, auf dem Plateau de Millevaches treffen wir Stéphane, einen ehemaligen Forellenzüchter, dessen Fischbestände durch den Otter um die Hälfte dezimiert wurden. Das Tier war damals noch rar und er musste erst den Fotobeweis erbringen, da alle glaubten, es handele sich um den Nutria. Der Otter hat ihn dann so fasziniert, dass er die Fischzucht aufgegeben hat und nun als Berater für den Umgang mit Ottern arbeitet.



Typisches Revier
für den Otter,
Foto: Simone Schwiete

Das typische Otterrevier ist ein Fluss mit großen Steinen und kleinen Bassins zum Jagen. Männliche Tiere besiedeln 50 Kilometer Flusslauf, die weiblichen 25 bis 30. Während sich die Reviere der Weibchen überschneiden, rivalisieren die Männchen untereinander. Die Zahl der im Gebiet lebenden Otter ist bislang nicht bekannt. Nach einer Tragzeit von zweieinhalb Monaten werden maximal vier Junge geboren. Sie leben ein Jahr bei der Mutter bis diese den Ablösungsprozess einleitet, indem sie weniger Nahrung zur Verfügung stellt und dafür den Jungen das Jagen beibringt.

Das bis zu zehn Kilogramm schwere Tier frisst täglich circa zehn bis 20 Prozent seines Körpergewichts. Die Nahrung setzt sich vielfältig zusammen: Fische, Amphibien, Krebse und Mäuse (Wasserspitzmaus). Der Otter ist übrigens eine

große Hilfe gegen die invasive amerikanische Krebsart. Wasservögel und Bodenbrüter sowie große Insekten stehen auch auf dem Speiseplan. Der Kot ist dementsprechend sehr unterschiedlich und hat keine bestimmte Form, denn es fehlt die eigentliche Kotsubstanz, daher zerfällt er sehr leicht. In Abhängigkeit von der Nahrung enthält er Federn, Knochen, Gräten et cetera. Als Stéphane den charakteristisch, süßlich-honigartigen Geruch erläutert, schnuppert erst einmal jeder Exkursionsteilnehmer daran. Darüber trefflich amüsiert fragt er, ob wir 900 Kilometer gefahren seien, um an Otterlösung zu schnüffeln. Die Paarung der Otter hat keine Saisonalität, sie kann jederzeit stattfinden, danach bleiben die Paare nur wenige Tage zusammen. Manchmal töten die Männchen die Jungtiere, damit das Weibchen wieder paarungsbereit ist, daher tolerieren diese keine Männchen in der Nähe der Jungtiere. Otter werden durchschnittlich acht Jahre alt, in Gefangenschaft elf bis 18. Wie alle Marderartigen haben die Otter keine Krankheiten, sie sterben daher hauptsächlich durch Verkehrsunfälle und gezielte Tötungen von Fischzüchtern oder in früheren Zeiten auch wegen ihres begehrten Fells, das 80.000 Haare pro Quadratzentimeter aufweist.

Zum Schutz des Otters wurde ein nationaler Aktionsplan konzipiert, der sich mit 25 verschiedenen Bereichen wie zum Beispiel der Wiederbesiedlung, dem Schutz der Fischerei, der Sensibilisierung der Bevölkerung, der Genetik et cetera befasst. In dem Rahmen wird auch ein Label „Ort des Friedens für den Otter“ vergeben. Das von Stéphane eingezäunte, ein Hektar große Rückzugsgebiet für den Otter trägt auch dieses Label, so werden Erholungs suchende sensibilisiert.



Otter-Beobachtungsstation,
Foto: Simone Schwiete

Um das wenig erforschte Tier zu studieren, betreibt Stéphane eine Beobachtungsstation an einem kleinen Teich in der Nähe eines Bachs. Der Weg zwischen beiden Gewässern ist ein typischer Wechsel von Otter und Nutria. Unterscheiden lassen sie sich dadurch, dass Letzterer das Gras frisst während der

Otter es nur plattdrückt. Zudem markiert der Otter am Anfang und am Ende. Um das nachtaktive Tier vor die Kamera zu bekommen, werden Halogenstrahler mit Farbfilter als Fotofalle verwendet, ansonsten lässt er sich nicht blicken, ebenso reagiert er negativ auf Infrarotlicht. Diese Reaktion auf bestimmte Spektren wird zum Schutz der Fische genutzt, indem entsprechende Lichtgirlanden an Fischteichen aufgehängt werden. Langfristige Erfahrungen gibt es damit jedoch noch nicht.

Während das Männchen die Schlafstätte für den Tag häufig wechselt, das kann ein Bau oder auch auf einem Baum sein, bewohnt das Weibchen mit den Jungtieren einen Bau mit einem Zugang vom Wasser und von Land, dem so genannten Kamin.

Die Amplitude der Körpertemperatur ist beim Otter sehr groß, was bei der Behandlung verletzter Tiere zu Unsicherheiten führen kann. Stéphane hat da seine ganz persönliche Erfahrung mit einem angefahrenen Jungtier, das er in seinen Wohnwagen aufgenommen, ihn in seinem Bett und zusätzlich mit einer Wärmflasche gewärmt hat. Leider ist er trotzdem gestorben, was ihm immer noch sehr nahe geht.

Einwanderer aus der Auvergne

Erst seit kurzem ist die Wildkatze wieder auf dem Plateau de Millevaches. Vermutlich handelt es sich um eine Restpopulation aus der Auvergne. Genetisch stimmen Wild- und Hauskatze zu 80 Prozent überein und es kommt generell zu Vermischungen. Visuell ist keine eindeutige Zuordnung möglich und die genetische Differenzierung zu aufwändig. Es gibt aber ein paar Erkennungsmerkmale der Wildkatze: graues Fell, weiße Blesse an der Brust, Flanken einfarbig, Strich auf dem Rücken, Schwanz dicker und kürzer, Schwanzspitze rund, zwei bis fünf schwarze Schwanzringe und grüne Augen (Jungtiere bis fünf Monate gelb). Die Reviergröße einer männlichen Wildkatze beträgt 500 Hektar, einer weiblichen etwa die Hälfte. Den Lebensraum bilden Wiesen in direkter Nähe zum Wald. Die Nahrungssuche findet ganzjährig im Wald statt.

Wildkatze, Fuchs und Otter mögen sich nicht, wobei Erstere direkte Nahrungs-konkurrenten sind und auch die Hund-Katze-Feindschaft eine Rolle spielt. Fuchs und Katze jagen sich gegenseitig, wobei es sich um ein Spiel ohne Gewinner handelt, ein Hin und Her. Die Wildkatze ist deutlich sensibler als der Fuchs, was eine Annäherung schwer macht, zumindest auf die Distanz, die Stéphane für seine beeindruckenden Fotos benötigt (fünf Meter!).

Der Serpentinit, ein Urgestein

Zwischen Meuzac und Chateau Chervix im Departement Haute-Vienne liegt das Gebiet des Serpentinit. Es handelt sich um ein über 400 Millionen Jahre altes Urgestein, das viel Peridotit enthält und sehr basisch ist. Im Anschnitt sieht man die schlangenartigen grünen Färbungen, die dem Gestein seinen Namen gegeben haben. Es enthält viel Eisen, aber wenig Aluminium und Kalzium. Geobotanisch ist es auch deshalb eine Besonderheit, da der gesamte

Limousin aufgrund des Granits ansonsten sauer ist. Es bildet sich dadurch eine spezifische Vegetation aus. Das Serpentinitgestein hat weltweit einen Anteil von einem Prozent. In Frankreich gibt es noch weitere Vorkommen, in den Alpen und an der Ardèche. Im Limousin ist das Gebiet 430 Hektar groß, davon 120 Hektar an diesem Standort. Die Erscheinungsformen sind verschieden und die Zersetzung erfolgt schieferartig, daher wird der Serpentinit zur Dachdeckung eingesetzt und auch zu Schotter verarbeitet. Im Gebiet hat auch Tonabbau stattgefunden, wodurch sich kleine Löcher und Bassins gebildet haben, die für Amphibien interessant sind.



Serpentinit mit endemischer Farnart (*Nothlonlene marantaea*), Foto: Simone Schwiete

Zehn Hektar befinden sich im Eigentum des CEN (Verband zum Schutz natürlicher Lebensräume im Limousin). Sie wurden vom Ministerium für Ökologie als interessante Zone ausgewiesen, damit ist aber lediglich ein lokaler Schutzstatus verbunden, es gelten verschiedene Restriktionen wie die Entnahme von Pflanzen und Tieren, das Befahren mit Kraftfahrzeugen und das Entzünden von Feuer. Die dort entwickelten Heideflächen sind Teil eines Natura 2000-Gebietes und erhalten daher auch Fördermittel.

Die verschiedenen Entwicklungsstadien der Heide finden sich in deutlicher Ausprägung. In den Bereichen, wo das Gestein ansteht, bildet sich zunächst nur eine Schicht aus Moosen und Flechten, mit geringer Humusbildung folgen Sedumarten. Aufgrund der Wärmespeicherung des dunklen Serpentinit erfolgt die weitere Besiedlung durch thermophile Arten. In den Bereichen mit etwas dichterer Vegetationsdecke ist der Heideknoblauch (*Allium ericeterum*) typisch. In der weiteren Entwicklung hat sich eine mesophile Heide herausgebildet. Insgesamt kommen fünf Erica-Arten (*E. vagans*, *E. ciliaris*, *E. cinerea*, *E. tetralix*

und *E. scuparia*) sowie *Calluna vulgaris* vor. Im Winter findet die Kornweihe in der Heide ihre Schlafplätze.

Die Pflege des Gebietes erfolgt seit 1997 durch den CEN, der neben einer hauptamtlich angestellten Biologin über einen Pflegetrupp mit vier Personen verfügt. Punktuell werden auch Ehrenamtliche eingesetzt, zudem erfolgt eine Beweidung mit Schafen. Zehn Jahre hatte der CEN eine eigene Herde mit 150 Limousine-Schafen (eine robuste Fleischrasse mit hohen Beinen, die an Gelände und Klima angepasst ist) sowie eigenem Schäfer. Die Beweidung beginnt ab Juli, wenn die Brutzeit der Vögel abgeschlossen ist. Eine Beweidung mit Ziegen wurde nicht fortgesetzt, da sich der Heideknoblauch unangenehm im Käse bemerkbar gemacht hat.

Um die Vielfalt und die mosaikartige Struktur zu fördern, gibt es Bereiche, die nicht gepflegt werden. Dazu gehört auch die höchste Stelle des Gebietes mit 350 Meter über Normalnull (m. ü. NN) aufgrund einer ausschließlich dort vorkommenden kleinen Farnart (*Notholene marantaea*). Da der Felsen direkt ansteht, tritt quasi keine Sukzession ein.

Am Fuße des Gebietes befinden sich die Ruinen einer ehemaligen Ziegelei, in der neben Dachplatten auch schmuckvolle Firstziegel hergestellt wurden. Die Ausführung war ein Zeichen für die jeweilige gesellschaftliche Stellung beziehungsweise den Wohlstand des Eigentümers. Heute gibt es nur noch wenige Ziegeleien, diese haben sich auf die Restaurierung von Gebäuden spezialisiert.

Ausblick über den Limousin

Der Mont d'Ambasac bildet mit einer Höhe von 800 m. ü. NN die westlichste Erhebung des Zentralmassivs. Von der Felskante aus erschließt sich ein gigantisches Blick auf die drei Departements des Limousin, den Norden von Corrèze, den Süden der Creuse und den Süden der Haute-Vienne. Am Standort befindet sich ein Wald aus Douglasien, die als klimaverträgliche Art und guter Wasserverwerter dort sehr schnell wachsen. Die Jahresniederschlagsmenge ist nämlich mit 1.200 bis 1.400 Millimeter beträchtlich, da sich die Wolken vom 200 Kilometer entfernten Atlantik dort abregnen.

In einem von einem kleinen Bach durchflossenen Tal wurde 1884 ein Arboretum in einer Größe von sechs Hektar angelegt, um typische Pflanzen der Gegend zu kultivieren. 1938 hat das Ministerium für Ökologie das Arboretum gekauft, mit der Einführung exotischer Pflanzen experimentiert und auf heute 20 Hektar erweitert. Besonders augenfällig erscheinen die aus Amerika stammenden 60 Meter hohen Sequoien, die sich mit einer besonderen Strategie vor Waldbränden schützen. Sie verfügen über eine feuerfeste Rinde und samten sich aus, wenn bei extremer Hitze die Kapseln aufspringen. In ihrer Heimat werden die Bäume 80 Meter hoch, in der EU erreichen sie lediglich 60 Meter, da aufgrund der feuchten Winde der Wurzeldruck für die Höhe nicht ausreichend wäre.

Das Arboretum ist Teil eines Gebietes mit mehr als 100 Hektar Wald aus Douglasie und Buche. Nach dem zweiten Weltkrieg sind viele Einwohner abgewandert, da war ausreichend Platz für Wald und zudem ökonomisch attraktiv.

Am Ende der Exkursion sind wir wieder einmal begeistert von der vielgestaltigen, artenreichen Landschaft des Limousin und beeindruckt von den Konzepten zu deren Erhalt. Und wie immer haben unsere französischen Freunde es sich nicht nehmen lassen, uns kulinarisch und kulturell mächtig zu verwöhnen. Herzlichen Dank an alle, die das ermöglicht haben und bis zum nächsten Treffen in Filderstadt.

ZEHN JAHRE UMWELTPROJEKT DER PARTNERSTÄDTE
FILDERSTADT UND POLTAWA
Simone Schwiete, Umweltschutzreferentin Filderstadt

Im Rahmen der dreißigjährigen Partnerschaft zwischen Filderstadt und der ukrainischen Stadt Poltawa hat sich bereits vor zehn Jahren die Zusammenarbeit im Umweltschutz als Schwerpunkt etabliert.

Auftakt mit einem EU-Projekt

Es begann 2007 mit dem „Aufbauprojekt Umweltschutz und Bioproduktion“, ein TEMPUS TACIS-Projekt, das über zwei Jahre von der Europäischen Union (EU) mit 300.000 Euro gefördert wurde.

Ziel war die Entwicklung eines agrarökologischen Kompetenzzentrums in Poltawa (AEC – Agro-Ecological Center). Zusammen mit Experten der Universitäten Hohenheim, Stuttgart und Warschau sowie verschiedenen Nichtregierungsorganisationen sollte eine Weiterbildung im Umweltschutz mit praktischem Wissenstransfer sowie eine Kooperation zwischen Verwaltung, Forschung und Bürgern aufgebaut werden. Begleitet wurde das Projekt von Ministerien, staatlichem Umweltamt, verschiedenen anderen Institutionen und dem ökologischen Rat. Die Rolle Filderstadts besteht darin, den Bezug zur ökologischen Praxis, das heißt der konkreten Anwendung auf kommunaler Ebene herzustellen. Folgende Themen wurden zunächst bearbeitet:

1. Europäische Anforderungen an Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln, ihre internationale Regulierung und die Möglichkeit ihrer Verwendung in der Ukraine.
2. Verbesserung des ökologischen Zustands von Grundwasser und Fließgewässern sowie Behandlung von Abwasser und Steigerung der Trinkwasserqualität in der Ukraine.
3. Schutz von Landressourcen, Herstellung von ökologischen Produkten pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie deren Vermarktung.
4. Methoden der Abfalltrennung, deren Sortierung und effektive Nutzung für Recyclingzwecke.
5. Mögliche Anwendung der EU-Umweltschutzgesetzgebung in der Ukraine.

In den Jahren 2007 bis 2009 wurden Konferenzen, Schulungen, Workshops und Studien zum Thema „Umweltschutz in der Europäischen Union und der Ukraine“ durchgeführt. Es hat ein intensiver Austausch von Dozenten und Studierenden stattgefunden, die Ausstattung von Fachabteilungen der Universitäten wurde aufgestockt und eine AEC-Bibliothek zu agrar-ökologischen Forschungsthemen und Entwicklungen inklusive der AEC-Website www.aec.org.ua aufgebaut. Die ökologische Bibliothek startete mit den Themen:

- „Das agrarökologische Produktionspotenzial der Region Poltawa“
- „Agrarökologischer Atlas der Region Poltawa“
- „Abfallwirtschaft in der Region Poltawa“
- „Rechtsvorschriften der Europäischen Union auf dem Gebiet des Umweltschutzes“
- Infobroschüren „Agrarökologisches Zentrum der Region Poltawa“ und „Ökologischer Zustand der Region Poltawa“
- „Agrarökologie“ und „Grundlagen der biologischen und adaptiven Landwirtschaft“.

Mehr als 140 Fachleute haben sich im Rahmen des Projektes fortgebildet. Diverse studentische Teilnehmende des Projektes sind dem Umweltschutz treu geblieben und haben deutsche oder ukrainische Abschlüsse, darunter einige mit Auszeichnungen und sind heute als Dozenten oder als Experten in entsprechenden Fachfirmen in Europa tätig.

Das AEC ist, nach Auffassung von Fachleuten, ein gelungenes Beispiel für eine aktive gesellschaftliche Institution, die die Interessen zur Entwicklung einer agrarökologischen Gemeinschaft in der Ukraine vereint sowie ein bereichernsches Networking mit den europäischen Partnern aufrechterhält.

Bilaterale Fortsetzung mit Poltawa und Filderstadt

Nach Ablauf der EU-Förderung wurde die Zusammenarbeit zwischen der technischen Universität und der Agrarakademie von Poltawa, gemeinsam mit der Stadt Filderstadt, fortgesetzt. In Poltawa haben die deutschen Gäste ihre Themen in Form von Vorlesungen für Studierende aufbereitet und sich bereits umgesetzte Umweltschutzprojekte oder problematische Bereiche angesehen. In Filderstadt wurden vom Umweltschutzreferat Exkursions- und Vortragsprogramme, gemäß den Wünschen der ukrainischen Dozenten, ausgearbeitet, die sich auf die gesamte Palette der Umweltthemen erstrecken. Daraus haben die



*Führung durch den Wald-erlebnisweg SINNES-WANDEL 2018,
Foto: Simone Schwiete*

Gäste neue Programme für die Poltawa-Region entwickelt. Aus allen Besuchen wurden Lehrbücher zu den einzelnen Themen für Studierende verfasst und Informationen für die Öffentlichkeit aufbereitet. Die Berichterstattung reichte von den regionalen Behörden bis zu den Ministerien nach Kiew sowie zu den Vertretern des Ehrenamtes.

„Dank der fruchtbaren und vielseitigen Zusammenarbeit von Experten aus Deutschland und der Ukraine hat die zehnjährige gemeinsame Arbeit signifikante Ergebnisse erzielt“ (Prof. Juri Gollik, Dr. Oxana Illiasch, Prof. Paweł Pysarenko, Prof. Oleg Gorb). Die wichtigsten sind:

- Rekonstruktion und Revitalisierung des circa 120 Hektar großen Dendroparks in Poltawa 2010, zum fünfzigjährigen Jubiläum des Parks. Mit Hilfe von Revierförster Eckard Hellstern konnten lokale Behörden von der Notwendigkeit der Wiederbelebung des Parks überzeugt und eine Finanzierung für Reinigung und Zurückdrängen der Sukzession sichergestellt werden. Zwei Freischneider wurden von Filderstadt zur Verfügung gestellt und im April 2012 pflanzten Schüler, Studierende und Vertreter beider Stadtverwaltungen gemeinsam eine Allee der Freundschaft im Dendropark.
- Entwicklung des Programms „Einführung eines integrierten Managementsystems für die Behandlung von festen Abfällen in der Region Schischaky“ (Technische Universität Poltawa 2011 bis 2012); honoriert mit 200.000 Hrywnia (circa 6.200 Euro) und Sieger eines nationalen Städtewettbewerbs.
- Entwicklung einer Strategie zur Effizienzsteigerung im Umgang mit festen Abfällen in der Region Poltawa und Umsetzung erster Schritte bis 2021. Dazu gelang bereits die Vereinigung der Stadt Poltawa mit sieben weiteren Gemeinden der Region.
- Entwicklung eines Wassermanagements und ökologische Verbesserung des Flusses Dnipro in der Region Poltawa durch die technische Universität 2011 bis 2012 als Grundlage für den Gewässerschutz in der Region Poltawa (beim Besuch 2015 konnte bereits ein renaturierter Abschnitt in Novi Sanschare besichtigt werden).
- Gründungen neuer Institute an der Agrarakademie in Poltawa zur Erforschung erneuerbarer Energiequellen und Energiepflanzen als mögliche Rohstoffe für die Biokraftstoffproduktion.
- Installation eines Biokraftstoffheizkessels für Räumlichkeiten der Poltawaer Agrarakademie.
- Anlage einer Sammlung von Kulturen potenzieller Energiepflanzen auf dem Gelände der Poltawaer Agrarakademie.
- Mit Hilfe von Filderstadt hat die Agrarakademie eine Fläche von fünf Hektar mit Miscanthus bepflanzt und damit den Grundstein für die Herstellung von Briketts zur Beheizung der Agrarakademie gelegt.
- Mit den Erfahrungen aus der Klimaschutzarbeit in Filderstadt gelang es, Poltawa in eine landesweite Studie zur Anfälligkeit für den Klimawandel auf-

zunehmen. Basierend auf den Ergebnissen wurden Empfehlungen für die Stadt Poltawa zur Anpassung an den Klimawandel vorgestellt.

- Der wissenschaftliche Lehraufenthalt von Frau Dr. Natalia Smolian zu Kartographie, Biotopschutz und bioindikativer Analyse wurden von der Wissenschaftlerin zur Kartierung von Lebensräumen und zur Entwicklung neuer Schutzgebiete in der Stadt genutzt. Öffentliche Organisationen wurden eingebunden sowie pädagogische und ökologische Aktivitäten zur nachhaltigen Entwicklung der Stadt ins Leben gerufen.
- Entwicklung eines neuen Regionalprogramms für Umweltschutz 2017 bis 2021, das eine effizientere Nutzung der natürlichen Ressourcen und Gewährleistung der Umweltsicherheit, unter Berücksichtigung der regionalen Prioritäten des Gebiets Poltawa, fordert.
- Entwicklung und Verbesserung der Hochschulbildung durch Kooperation von 15 höheren Bildungsinstitutionen. Der Masterstudiengang „Umweltschutztechnologien“ wurde an vielen Hochschulen der Ukraine eingeführt.
- Ausbau der öffentlichen Umweltschutzorganisationen.
- Alle Aktivitäten, welche im Rahmen der Partnerschaft in Poltawa stattfanden, waren in diversen regionalen TV-, Radio- und Printmedien präsent.



*Exkursionsgruppe 2018
beim Müllheizkraftwerk
Stuttgart-Münster,
Foto: Andrea Weber*

Im Rahmen des diesjährigen Austauschprogramms wurde das zehnjährige Bestehen der Umweltaktivitäten mit einem kleinen Festakt in der Kelter Bonlanden mit Vertretern aus den Hochschulen von Poltawa, Hohenheim und Nürtingen sowie dem Poltawa-Ausschuss begangen. Dabei hat Herr Gieraths, als Geschäftsführer des Osteuropazentrums der Uni Hohenheim, von den Anfängen des Projektes berichtet und die Bedeutung für Poltawa hervorgehoben. Im Anschluss referierten vier Professoren, beziehungsweise Dozenten aus Poltawa ausführlich über die Aktivitäten und Ergebnisse der letzten zehn Jahre.



Dr.Oxana Illiasch referiert beim Festakt in der Kelter, Foto: Simone Schwiete

Ziele der weiteren Zusammenarbeit

In der weiteren Zusammenarbeit sollen wissenschaftlich-angewandte Untersuchungen den Aufbau einer ökologischen Datenbank und damit eine komplexe Bewertung und Vorhersage des Umweltzustandes von Poltawa ermöglichen. Der weitere Ausbau der ökologischen Lehraktivität und der öffentlichen Umweltschutzarbeit sind geplant. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in die Erarbeitung von Plänen und Programmen auf städtischer und regionaler Ebene einfließen, so dass eine stärker ökologisch ausgerichtete Steuerung in der Region Poltawa stattfindet.



Bioland
GEMÜSEHOF
HÖRZ

70794 Filderstadt-Bonlanden • Tel 0711-7777501 • www.gemuesehofhoerz.de

DIE GRÜNE KISTE
LieferService: Privat, Büro,
Kindergarten, Schule und
24h-Selbstabholung

WOCHEMARKT
Bonlanden und Plattenhardt

HOFVERKAUF
Di + Fr 14.00 – 18.00 Uhr
Samstag 7.00 – 12.30 Uhr



FLÄCHENVERBRAUCH, NACHHALTIGE ENTWICKLUNG, BODENSCHUTZ
– AM BEISPIEL DER FILDER

Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat,
Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung
Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt

Meinen Beitrag im engeren Sinne möchte ich wie folgt überschreiben: „Nachhaltige Entwicklung gelingt nur, wenn wir die natürlichen Merkmale stärker berücksichtigen. Für die Filder heißt dies: Nachhaltige Entwicklung auf den Fildern gelingt nur mit mehr Bodenschutz“.

Meinen Beitrag gliedere ich in folgende vier Punkte:

1. „Flächennutzung in der Region Stuttgart“
Hier will ich ganz kurz auf die aktuelle Situation in der Region Stuttgart eingehen.
2. Es folgt ein „Kleiner Exkurs: „Grundwissen zur nachhaltigen Entwicklung“. Dies ist für mich zwingend notwendig, weil ich hier die Basis für meine Argumentation hinsichtlich des Bodenschutzes lege. Sonst kann man meine Position nicht nachvollziehen und verstehen – so hoffe ich zumindest.
3. Daraus leite ich meine Forderung ab: „Beste Agrarböden dem ökonomischen Landbau vorbehalten“.
4. Und schließlich geht's um meine Zusammenfassung, mein Fazit und meine Forderungen.

1. Flächennutzung in der Region Stuttgart

In meinem ersten Gliederungspunkt will ich kurz die Flächennutzung in der Region ansprechen.

Als erstes Beispiel möchte ich das Flughafenareal mit dem Neu- und Ausbau der Filder-Messe, mit der entstehenden Airport-City (Stuttgart Airport Busterminal, „SkyLoop“ Ernst & Young, neues Kongresshotel), Neubau Terminal 4, neue Parkhäuser und vieles andere mehr anführen. Genaue Flächenangaben hierzu liegen mir nicht vor.

Das zweite Beispiel ist der Flächenbedarf für „Gewerbe und Industrie“. Hierzu ein paar wenige Zahlen (siehe Tabelle 1): Die Bodenfläche in der Region Stuttgart beträgt rund 365.000 Hektar. Darunter zählte die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) im Jahr 2000 77.400 Hektar; sie ergibt heute (2015) 83.300 Hektar. Der Anteil der SuV an der Bodenfläche liegt somit gegenüber 21,2 Prozent im Jahr 2000 heute bei 22,8 Prozent. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche wurde von 2000 bis 2015 um 5.900 Hektar oder 7,6 Prozent erhöht!

Jahr	Bodenfläche Hektar	Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) Hektar	Land- wirtschafts- fläche (LF) Hektar	Waldfläche (WF) Hektar
2000	365.000 (100 %)	77.400 (21,2 %)	171.000 (46,8 %)	111.000 (30,5 %)
2015	365.000 (100 %)	83.300 (22,8 %)	165.000 (45,1 %)	112.000 (30,6 %)
Veränderung	0,00 (0,0 %)	+ 5.900 (+ 7,6 %)	- 6.190 (- 3,6 %)	+ 556 (+ 0,0 %)

*Tabelle 1: Flächennutzung
in der Region Stuttgart 2000
bis 2015
Quelle: Statistisches
Landesamt Baden-Württem-
berg. Zahlen gerundet.*

Davon stieg die Gebäude- und Freifläche (GF) für Gewerbe und Industrie in 2000 mit 6.860 Hektar bis 2015 auf 8.140 Hektar. Das ist von 2000 bis 2015 ein Plus von 1.290 Hektar oder ein Plus von 18,7 Prozent – entsprechend 1.800 Fußballfeldern! Das heißt: Im Zeitraum von 2000 bis 2015 hat die GF Gewerbe/Industrie um nahezu ein Fünftel zugenommen.

Mein drittes Beispiel ist der Flächenbedarf für „Wohnen“. Im Vergleich zu „Gewerbe und Industrie“ nahm die GF Wohnen – allerdings auf wesentlich höherem Flächenniveau – lediglich um 14,6 Prozent zu (von 23.900 auf 27.400 Hektar = plus 3.500 Hektar oder 4.900 Fußballfelder).

Und schließlich der Flächenbedarf für „Verkehr“. Im Jahr 2000 betrug die Verkehrsfläche 27.900 Hektar und hatte damit einen Anteil an der Bodenfläche von 7,6 Prozent. 2015 war sie auf 28.800 Hektar gestiegen (= 7,9 Prozent). Sie nahm also um 921 Hektar zu und damit um ein Plus von 3,3 Prozent oder 658 Fußballfelder.

Dies zeigt: In der Region Stuttgart – und damit auch auf den Fildern – wird Bodenfläche genutzt. Dies geschieht in den zahlreichen Bauleitplänen und sonstigen Planverfahren in den Kommunen, der aktuellen Fortschreibung des Regionalverkehrsplans, den Grundzügen zur Fortschreibung des Regionalplans et cetera... – überall wird weitere Fläche „verbraucht“, umgewidmet, versiegelt.

Seit 1998 gilt das proklamierte, aber rechtlich nicht vorgeschriebene Ziel der Bundesregierung, den Flächenverbrauch bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag in Deutschland zu verringern, für Baden-Württemberg wären das dann circa 3 Hektar – heuer sind es 5,2 Hektar.

In der Zeit von 2000 bis 2015 sieht das wie folgt aus: Die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) nahm um 5.900 Hektar oder um ein Plus von 7,6 Prozent zu. Die Waldfläche (WF) blieb unverändert. Die Landwirtschaftsfläche (LF) nahm um 6.190 Hektar oder um 3,6 Prozent ab.

Das heißt: **Der Flächenverbrauch geht voll zu Lasten der Landwirtschaftsfläche!**

2. Kleiner Exkurs: Grundwissen zur nachhaltigen Entwicklung

In meinem zweiten Gliederungspunkt wage ich – wie angekündigt – einen kleinen Exkurs zum „Grundwissen zur nachhaltigen Entwicklung“:

- Die Idee der Nachhaltigkeit wurzelt in der Forstwirtschaft. Im achtzehnten Jahrhundert formulierte der sächsische Oberberghauptmann Hanns Carl

von Carlowitz seine „nachhaltende Holzwirtschaft“: „Es darf nicht mehr Holz geschlagen werden als nachwachsen kann“. Damit wollte er den Untertagebau im Erzgebirge für seinen Landesherrn langfristig sichern.

- Mit der Definition zur Nachhaltigkeit – oder besser zur nachhaltigen Entwicklung – orientieren wir uns heute an dem Bericht der Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen „Unsere gemeinsame Zukunft“ aus dem Jahr 1987: „... ein dauerhafter Gleichgewichtszustand, der den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden“.
- Die UN-Konferenz 1992 in Rio de Janeiro ist allen bekannt. Verabschiedet wurde die sogenannte Agenda 21 als Aktionsprogramm für das einundzwanzigste Jahrhundert. Das „sustainable development“ ist nur denkbar durch den Ausgleich der drei Säulen Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft/Soziales, ermöglicht durch mehr Partizipation.
- Dann ist die Entwicklung nachhaltig, das heißt dauerhaft zukunftsfähig oder – wie Erhard Eppler es formuliert: zukunftstauglich.

Das Grundprinzip der Nachhaltigkeit besteht aus den drei Säulen oder Bereichen Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft/Soziales (siehe Abbildung 1).

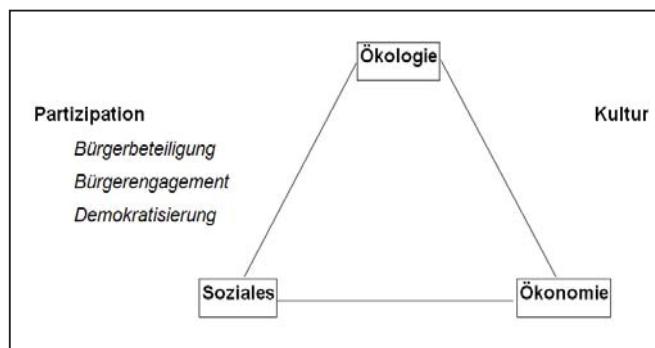


Abbildung 1:
Nachhaltige Entwicklung –
Agenda 21: Das Drei- (Vier-,
Mehr-) Bereiche-Modell

Die „Agenda 21“ erwartet, wenn diese drei Bereiche in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen, also kein Bereich einen anderen übervorteilt, dann sei eine nachhaltige Entwicklung möglich. Allerdings gelingt das nur mit einer ausgeprägten Beteiligung der Akteure, also einem hohen Maß an Partizipation in Form von Bürgerbeteiligung, Bürgerengagement, schlechthin einer Demokratisierung aller Lebensbereiche.

Gelegentlich werden diese drei Bereiche erweitert um einen vierten Bereich, „Kultur“, manchmal sogar um weitere Bereiche. Dann sprechen wir vom Vier-Bereiche-Modell oder gar vom Mehr-Bereiche-Modell.

Ganz oben müsste bei unserer Betrachtung einer nachhaltigen Entwicklung die natürliche Ausstattung, also die Ökologie/Umwelt, stehen. Nun ist es allerdings so, dass in einer von Menschen bewohnten Welt und von Menschen gestalteten Gesellschaftsordnung, der Demokratie, dem Bereich „Ökologie“ der Bereich

„Ökonomie“, also Wirtschaft, und der Bereich „Soziales/Gesellschaft“ hinzuge-
setzt werden muss.

In der Realität führt dies im politischen Kräftemessen jedoch fast unvermeidlich zu einer Dominanz der „Ökonomie“ und zu einer Allianz von „Ökonomie“ und „Gesellschaft/Soziales“ – gegen die „Ökologie“. Die Folge ist dann in unserem vorherrschenden Wirtschaftssystem, dem Kapitalismus, das Prinzip der Ökonomie mit seinem ständigen Bestreben, Wachstum zu erzielen.

Die „Agenda 21“ aus dem Jahre 1992 in Rio de Janeiro wurde zwischenzeitlich fortgeschrieben. Die aktuellen Beschlüsse der Vereinten Nationen in ihrer „Agenda 2030“ aus dem Jahre 2015 haben immerhin 193 Staaten unterzeichnet! Definiert werden hier 17 sogenannte Nachhaltigkeitsziele (SDGs Sustainable Development Goals), unter anderem

- **Ziel 2 Kein Hunger:** Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und nachhaltige Landwirtschaft fördern,
- **Ziel 11 Nachhaltige Städte und Gemeinden:** Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten,
- **Ziel 15 Leben an Land:** Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.

Es stellt sich nun die Frage: Dürfen diese 17 SDGs gleichrangig – und damit gleichwertig – nebeneinander gelistet betrachtet werden oder gibt es eine Hierarchie? Die Agenda-21-Philosophie unterstellt als Ziel der nachhaltigen Entwicklung einen Ausgleich der drei Bereiche Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft/Soziales – durch Partizipation. Dieses Prinzip des harmonischen Dreiecks stellt das „Integrative Modell der Nachhaltigkeit“ in Frage. Dieses widmet sich der Abhängigkeit, beziehungsweise der Vorherrschaft von Nachhaltigkeits-

Bereichen. Es besagt, dass es für die Bereiche Grenzen gibt, dass es Regeln braucht und dass es sich rechnen muss. (siehe Abbildung 2)

Ziel der nachhaltigen Entwicklung: Ausgleich von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft/Soziales?

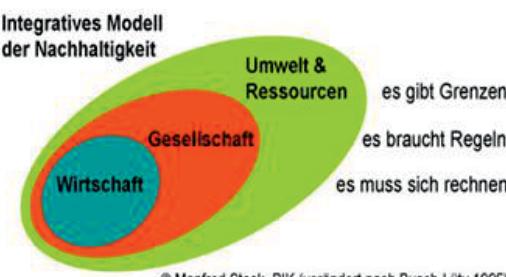


Abbildung 2: Das integrative
Modell der Nachhaltigkeit
mit planetaren Grenzen

Wie auf Seite 98 bereits ausgeführt, führt im politischen Kräftemessen der angestrebte Ausgleich von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft/Soziales jedoch fast unvermeidlich zu einer **Dominanz der „Ökonomie“ und zu einer Allianz von „Ökonomie“ und „Soziales“ – gegen die „Ökologie“**. Die Folge ist das Prinzip der Ökonomie: **Wachstum, Wachstum, Wachstum!**

Zu fragen wäre nun: Müsste die Vorherrschaft von „Wirtschaft“ und „Gesellschaft“ über „Umwelt & Ressourcen“ nicht umgekehrt sein? Denn – so das „Integrative Modell der Nachhaltigkeit“: Der Bereich Wirtschaft ist doch Teil des Bereichs Gesellschaft und dieser wiederum Teil des Bereichs Umwelt & Ressourcen, also der Natur?

Übertragen wir nun dieses „integrative Modell der Nachhaltigkeit“ auf die neue Nachhaltigkeitsstrategie „Agenda 2030“ der Vereinten Nationen aus dem Jahr 2015 mit den 17 Nachhaltigkeitszielen (SDGs). Es zeigt sich (siehe Abbildung 3):

- Das Gros dieser SDGs kann dem Bereich Ökonomie/Wirtschaft (Economy; vier SDGs) und Gesellschaft/Soziales (Society; acht SDGs) zugeordnet werden und
- lediglich vier dieser SDGs dem Bereich Ökologie/Umwelt (Biosphere), der aber das Fundament/die Basis und zugleich die natürlichen Grenzen bildet. Also:
- **Wirtschaft plus Gesellschaft dominieren über Biosphäre/Ökologie/Umwelt?**

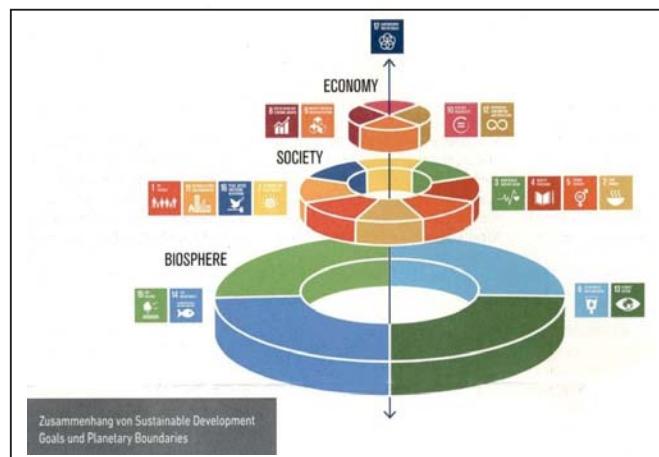


Abbildung 3: Zusammenhang von Zielen für nachhaltige Entwicklung und planetare Grenzen

Andererseits werden – wie oben gezeigt – im globalen Maßstab parallel hierzu sogenannte **Planetare Grenzen** (Planetary Boundaries) diskutiert. Hier wäre nun zu fragen:

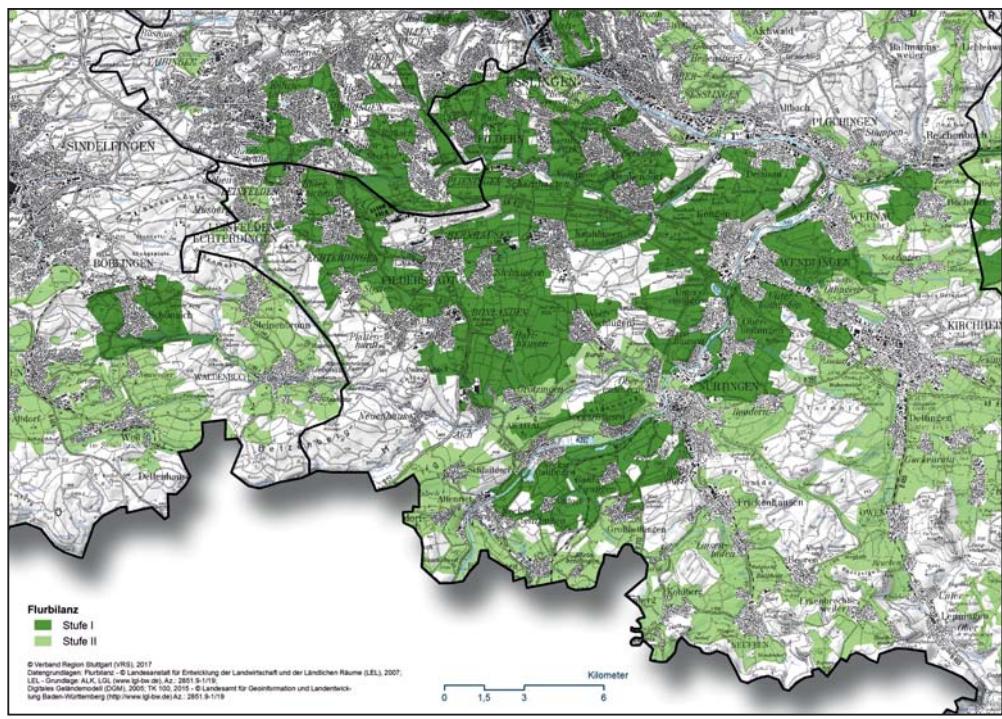
Was macht diese Grenzen unserer Erde aus?

- Ist es „die Gesellschaft“ (hiervon existieren viele verschiedene Gesellschaften)?
- Ist es – als Teil dessen – „die Wirtschaft“ (hier gibt es bekanntlich mehrere ökonomische Weltanschauungen)?
- Sind im Vergleich hierzu nicht beide Bereiche Teile innerhalb der natürlichen Grenzen, also „der Umwelt“ dieser Erde – davon gibt es bekanntlich nur eine?

Also: haben wir uns dann nicht an letzterem zu orientieren, der Ökologie? Brechen wir dieses Prinzip der „**Planetaren Grenzen**“ herunter auf unseren Maßstab, den wir heute diskutieren. Wäre es dann nicht dringend geboten, **regionale Grenzen zu definieren?** Und wären diese dann prioritär nicht in gesellschaftlichen Kriterien und – schon gar nicht – in ökonomischen zu suchen, **sondern in der natürlichen, der naturräumlichen und ökologischen Ausstattung unserer Region?**

3. Beste Agrarböden dem ökonomischen Landbau vorbehalten

Was wären dann solche „Regionale Grenzen“ in der Region Stuttgart und auf den Fildern? Ganz oben dürften wohl die Agrarböden von allerhöchster Qualität



Karte 1: Flurbilanz der Böden im Landkreis Esslingen und auf den Fildern (Bildmitte).
Dunkelgrün/dunkel : Vorrangflur Stufe I mit landbauwürdigen Flächen (gute bis sehr gute Böden).
(Quelle: Verband Region Stuttgart)

stehen! Dies führt uns zwangsläufig zu einer neuen Priorisierung der Ressourcen in der Region.

Schauen wir hierzu die enorme ökologische Standortgunst unserer Böden in der Region Stuttgart an. Hier sind Flächen mit Böden von höchster Ackerqualität ausgestattet.

Auch übernehmen diese Böden wichtige ökologische Funktionen; denn sie haben meist ein sehr hohes Wasserspeichervermögen und ihre Funktionsfähigkeit erübriggt damit teure Wasserrückhaltebauwerke. Ich denke an das „Lange Feld“ südlich Ludwigsburg oder an das „Schmidener Feld“ zwischen Waiblingen und Fellbach oder eben an die „Filder“.

Hier finden wir mit den äußerst fruchtbaren Lösslehm-Böden – zumindest besagt dies die sogenannte **Flurbilanz der Landwirtschaftsverwaltung** – zur „**Vorrangflur Stufe I**“ zählende überwiegend landbauwürdige Flächen (gute bis sehr gute Böden), die für den ökonomischen Landbau und die Ernährungs- und Energiesicherung unverzichtbar und deshalb der landwirtschaftlichen Nutzung unbedingt vorzubehalten sind. Wörtlich heißt es dort: „**Umwidmungen, zum Beispiel als Bauland, Verkehrsflächen, naturschutzrechtliche Ausgleichsflächen und andere mehr, müssen ausgeschlossen bleiben.**“ Ich wiederhole: „müssen ausgeschlossen bleiben“.

Die Situation für den Landkreis Esslingen und damit für die Filder zeigt solche Flächen der „Stufe I“ der Flurbilanz mit landbauwürdigen Flächen rund um Ostfildern, Denkendorf, Neuhausen, Filderstadt, Leinfelden-Echterdingen-Echterdingen, Leinfelden-Echterdingen-Unteraichen (in der Karte 1 sind das die dunkelgrünen/dunklen Flächen).

4. Zusammenfassung, Fazit, Forderungen

Zusammenfassend ist als Fazit mit Forderungen festzuhalten: Der „Flächenverbrauch“ in der Region Stuttgart – und damit auch auf den Fildern – ist hoch – zu hoch. Für die Siedlungsentwicklung berücksichtigt er zu wenig die natürlichen Grundlagen, insbesondere die hohe Qualität der Agrarböden.

Die Flächennutzungsentwicklung muss auf eine neue, erheblich verbesserte rechtliche Grundlage gestellt werden:

1. Die Böden von höchster Ackerqualität dürfen nicht länger lediglich ein leicht zu überwindendes „Abwägungskriterium“ bei Umwidmungen sein. In der kommunalen Planungspraxis müssen sie zu einem Ausschlusskriterium entwickelt werden, um Umwidmungen ausschließen zu können.
2. Diese Flächen mit guten bis sehr guten Böden („Vorrangflur Stufe I“ in der Flurbilanz) müssen als „Bodenschutzgebiete“ ausgewiesen werden.
3. Hierzu sind im Land Baden-Württemberg und im Bund die gesetzlichen Grundlagen zu schaffen. Diese müssen dann auch umgesetzt werden!
4. Bis dies tatsächlich soweit ist, sollten die Kommunen, im Rahmen ihrer Planungshoheit, „so tun als ob“ und diese besten Agrarböden weiterhin der

landwirtschaftlichen Nutzung vorbehalten. Die Kommunen haben es bei der Fortschreibung ihrer Flächennutzungspläne also selber in der Hand und können so einen unverzichtbaren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten – ganz aktuell gilt dies für Filderstadt.

FILDERSTADT ÖKO-LOGISCH – STADTSPAZIERGÄNGE ZU ÖKOLOGIE,
SIEDLUNGSENTWICKLUNG, UMWELTSCHUTZ UND NACHHALTIGKEIT
6. TEIL: HARTHAUSEN

Prof. Dr. Willfried Nobel, Hochschullehrer im Ruhestand, Regionalrat,
Mitglied im Beirat der Landesregierung für nachhaltige Entwicklung
Baden-Württemberg von 2015 bis 2017, Filderstadt

Mit „Filderstadt öko-logisch“ wird im Jahresheft 2019 von „Natur- und Umweltschutz in Filderstadt“ die begonnene Reihe zu „Ökologische Stadtspaziergänge“ in Filderstadt fortgesetzt und zwar mit dem sechsten Teil „**Harthausen**“. Warum dieses Thema? Wenn man mit offenen Augen durch Filderstadt geht, sieht man, dass an vielen Stellen etwas getan wird: So entstehen neue Wohngebäude, werden neue Gewerbegebiete ausgewiesen und neue Straßen geplant. Das meiste geschieht auf Kosten der freien Landschaft, aber auch innerhalb der Ortschaften finden vielfältige Veränderungen statt. Grundsätzlich gelten die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege nicht nur für den unbesiedelten, sondern auch für den besiedelten Bereich, also auch für die Flächen innerhalb der Ortschaften.

In „Filderstadt öko-logisch“ werden anhand einer Karte Punkte angesprochen, die das Verständnis für eine nachhaltige, zukunftstaugliche Siedlungsentwicklung verträglich für Mensch und Umwelt wecken sollen mit guten und weniger geglückten Beispielen.

Eberhard Mayer, von den Biotopkartierern Filderstadt und Sprecher des Umweltbeirats, gab wiederum wertvolle Anregungen.

Die Karte wurde von Andre Raichle vom Umweltschutzreferat angefertigt. Hierfür herzlichen Dank.

Für Anregungen und Bedenken bin ich unter der Telefonnummer (0711) 704662 oder E-Mail: w.nobel@t-online.de dankbar. Im Übrigen stehe ich jederzeit gerne für einen geführten ökologischen Stadtspaziergang zur Verfügung.

Unser diesjähriger Stadtspaziergang führt uns durch Harthausen, dem kleinsten Stadtteil Filderstadts mit 4.288 Einwohnern und 204 Hektar Markungsfläche (fünf Prozent Filderstadt), Bodenrichtwerte Wohnbau 540 bis 600 Euro, Gewerbe 210 Euro. Vom Gewerbegebiet Harthausen geht's hinüber zur Roßbergstraße, entlang dem Weiherbach zum Rathausplatz hinauf zum Brandfeld und weiter zu den „Drei Linden“. Weiter geht's nach Osten zur „Hochhaulinde“. Richtung Süden erreichen wir über die Biogasanlage und das Neubaugebiet Neuffener Weg wieder unseren Ausgangspunkt.

Wir starten unseren Stadtspaziergang im Gewerbegebiet im Süden Harthausens an der Bushaltestelle Carl-Zeiss-Straße Linien 75, 77 und 809, die wir bequem vom S-Bahnhof mit dem Omnibus aus Bernhausen erreichen oder mit Umsteigen über Bonlanden.

1. Gewerbegebiet Harthausen – Im Süden was Neues

Von der Bushaltestelle gehen wir ein paar Schritte nach Süden und biegen links in die Robert-Bosch-Straße. Wir umrunden die Firma Klein, einen Automobilzulieferbetrieb, der Gelenkwellen herstellt.

Hauptproblem: Gewerbegebiet im Südostzipfel des Stadtteils – und von Fildersstadt. Der Verkehr muss durch den Ort, es sei denn, man kommt aus beziehungsweise fährt in Richtung Süden auf der Kreisstraße 1223 nach Grötzingen. Über die Robert-Bosch-Straße und Im Weiher biegen wir auf die Grötzinger Straße nach Süden und erreichen nach circa 100 Metern den Einkaufsmarkt. Der „Netto-Markt“ wird hier seit 2013 im südöstlich gelegenen peripheren Gewerbegebiet betrieben. Innerörtlich konnte leider keine geeignete Fläche gefunden werden. Wenigstens ist dadurch die Nahversorgung für Harthausen gedeckt. Allerdings: Wieder ein Stück Freiflächenversiegelung kontra bessere Infrastruktur.

2. Der Weiherbach – Mehr als ein Rinnsal auf den wasserarmen Fildern

Hinter dem Supermarkt, also östlich davon, fließt beim „Hasenheim“ der Weiherbach. Er ist hier tief eingeschnitten. Bei Starkregen führt er immer wieder Hochwasser, und dadurch werden die umgebenden Bodenflächen immer weiter abgetragen. Deshalb wurde in der Nähe des Hasenheims (Kleintierzuchtanlage) ein offenes Überlaufbecken angelegt. Es ist dadurch ein Lebensraum entstanden, der auf jeden Fall wertvoller ist als der Weiherbach im vorherigen Zustand. Beispiele: Es wurden dort Grasfroschlach und einige interessante Libellenarten gefunden, zum Beispiel Südlicher Blaupfeil.

Übrigens: Der Weiherbach durchzieht Harthausen von Westen nach Südosten. Gleich an der Ortszufahrt von Bonlanden her hat sich ein versteckter Tümpel (Naturdenkmal im Gewann „Lachenwiesen“) zu einem akzeptablen Amphibienbiotop für Grasfrösche und Molche entwickelt. Der Weiherbach schlängelt sich von dort über die Gewanne „Heuwiesen“, „Seeäcker“, „Im Wiesengrund“ (Nommen est omen) durch Wiesen und Felder und weiter (teils verdolt Seerosenstraße, Aichtalstraße, Brunnengasse) durch den Ort. In der südlichen Ortsrandbebauung wurde eine schöne Grünanlage angelegt. Später – Im Weiher – finden wir noch teilweise einen naturnahen Wiesenbach, allerdings durch Bebauung in seiner ökologischen Funktion eingeschränkt. Nach Unterquerung der Grötzinger Straße (Kreisstraße 1223) verläuft der Weiherbach weiter bis zur Markungsgrenze beim Hasenheim.

3. Roßbergstraße, Albweg, Im Wiesengrund – Dörfliche Idylle pur

Wir überqueren die Grötzinger Straße nach Westen. Nach Süden hin öffnet sich uns ein freier Blick auf die „Blaue Mauer“. Tief durchatmen. Einerseits: Ästhetik pur! Genusslandschaft bis zu den „Sieben Linden“. Andererseits: Intensivste Landwirtschaft, monotone Agrarwüste, kein Baum, kein Strauch. Das kommt nicht von ungefähr: Lösslehm-Böden von höchster ackerbaulicher Qualität. In der sogenannten Flurbilanz der Landwirtschaftsverwaltung des Landes

sind das Agrarböden der Vorrangflur Stufe I, das heißt das Beste, was der liebe Herrgott für uns und unsere nachkommenden Generationen hier geschaffen hat. Solche Böden sind – so heißt es dort – „der landwirtschaftlichen Nutzung unbedingt vorzubehalten“! Möge dies lange so bleiben. Harthausen ist von dieser grandiosen Naturausstattung rundherum umzingelt.

Wir gehen westwärts weiter: Roßbergstraße – man kann ihn im Süden tatsächlich sehen: „grüne Fuge“ mit Weiherbach. Albweg: freistehende Drumrumlaufhäuser auf der „grünen Wiese“ ehemals im Außenbereich. Damit muss Schluss sein! „Innen vor außen“ heißt das Gebot der Stunde. Nachverdichtung innerorts, höhere Dichten der Wohnbebauung – auch in Harthausen? Schwer vorstellbar. Wie viele Autos pro Familie? An den Garagen zu erkennen.

Wir gehen weiter nordwärts durch die Grünanlage mit Kinderspielplatz über die Brunnengasse Richtung Kirche/Kirchplatz. Apropos Brunnengasse: Hier befand sich einmal ein Brunnen. Könnte der nicht wieder reaktiviert werden zur Freude der Bevölkerung? Übrigens: Zum Zeitpunkt 2014 wurden wir dort mit einem aktuellen Problem konfrontiert: Hochwasser in den Straßen Harthausens (vergleiche Filder-Zeitung 02.08.2014: „Nach dem Wolkenbruch kocht der Ärger hoch“) – 2018 wiederholte sich ein derartiges Ereignis...

4. Kirchplatz/Rathausplatz – Harthausen Mitte

Wir sind in der Ortsmitte von Harthausen angelangt. Wir haben uns eine Pause verdient. Kirchplatz und Rathausplatz wurden neu gestaltet als lebendiger Treffpunkt für die Bevölkerung – nicht nur beim Marktplatzfest des Vereinsrings. Damit wurde insgesamt die Aufenthaltsqualität erhöht. Bleibt die Frage nach einem verbesserten ÖPNV-Angebot und Raum für Jugendliche. Am Rathaus findet samstagvormittags der Wochenmarkt statt, der mit frischen regionalen Waren versorgt und den Stadtteil belebt.

Zur Weiterentwicklung Harthausens sah die Fortschreibung des Flächennutzungsplans 2025 Teil 2 (2012) lediglich im Südwesten die Seerosenstraße mit 5,3 Hektar vor. Allerdings landete sie nach der Priorisierung auf Rang 18 von 20 denkbaren Flächen. Da wurde nichts draus. Hinweis: 2014 wurde für Filderstadt insgesamt ein Bedarf an 35 Hektar formuliert; davon müssen nach den Grundzügen der Regionalplanung 50 Prozent im Innenbereich nachgewiesen werden. Wie sahen die Prognosen aus? 1. Natürliche Entwicklung der Bevölkerung: minus drei Prozent. 2. Stagnierender Saldo: Bedarf 35 Hektar. 3. Zunahme plus drei Prozent: 45.000 Einwohner. Vorhergesagt wurde bis 2008 ein Bevölkerungswachstum, ab 2015 eine Abnahme. Damals wurden in Filderstadt 31 Hektar an Baulücken ausgewiesen. Das hätte bedeutet: Bei einem Bedarf von 35 Hektar hätte in Filderstadt nahezu alles innerörtlich abgedeckt werden können, wenn, ja wenn die Stadt im Besitz der Grundstücke wäre – ist sie aber nicht! Das ist doch eine Steilvorlage für eine neue Bodenpolitik, eine städtische Wohnbaugesellschaft?

Achtung: Heute werden im Rahmen der Fortschreibung des Flächennutzungsplans 2030 mit „Leitplanken“ für Arbeiten und Wohnen viel weitergehende Flächenbedarfe formuliert. So errechnet die Stadt Filderstadt bis zum Zieljahr 2030

Filderstadt öko-logisch

Stadtspaziergang zur Ökologie, Siedlungsentwicklung, Umweltschutz und Nachhaltigkeit

6. Teil: Harthausen

Von: Prof. Dr. Nobel

Route:

1. Gewerbegebiet Harthausen – Im Süden was Neues
 2. Der Weiherbach – Mehr als ein Rinnsal auf den wasserarmen Fildern
 3. Roßbergstraße, Albweg, Im Wiesengrund – Dörfliche Idylle pur
 4. Kirchplatz/Rathausplatz – Harthausen Mitte
 5. Grötzinger Straße/Harthäuser Hauptstraße – Rudimentär ausgeprägtes Stadtteilzentrum
 6. Brandfeld – (Fast) gelungene Wohnbebauung
 7. Drei Linden/Friedenslinden – Highlight der Filderebene
 8. Hochaulinde – Restwälde inmitten der Filderäcker
 9. Biogasanlage – Des einen Freud
 10. Neuffener Weg – Wohnen mit Weitblick

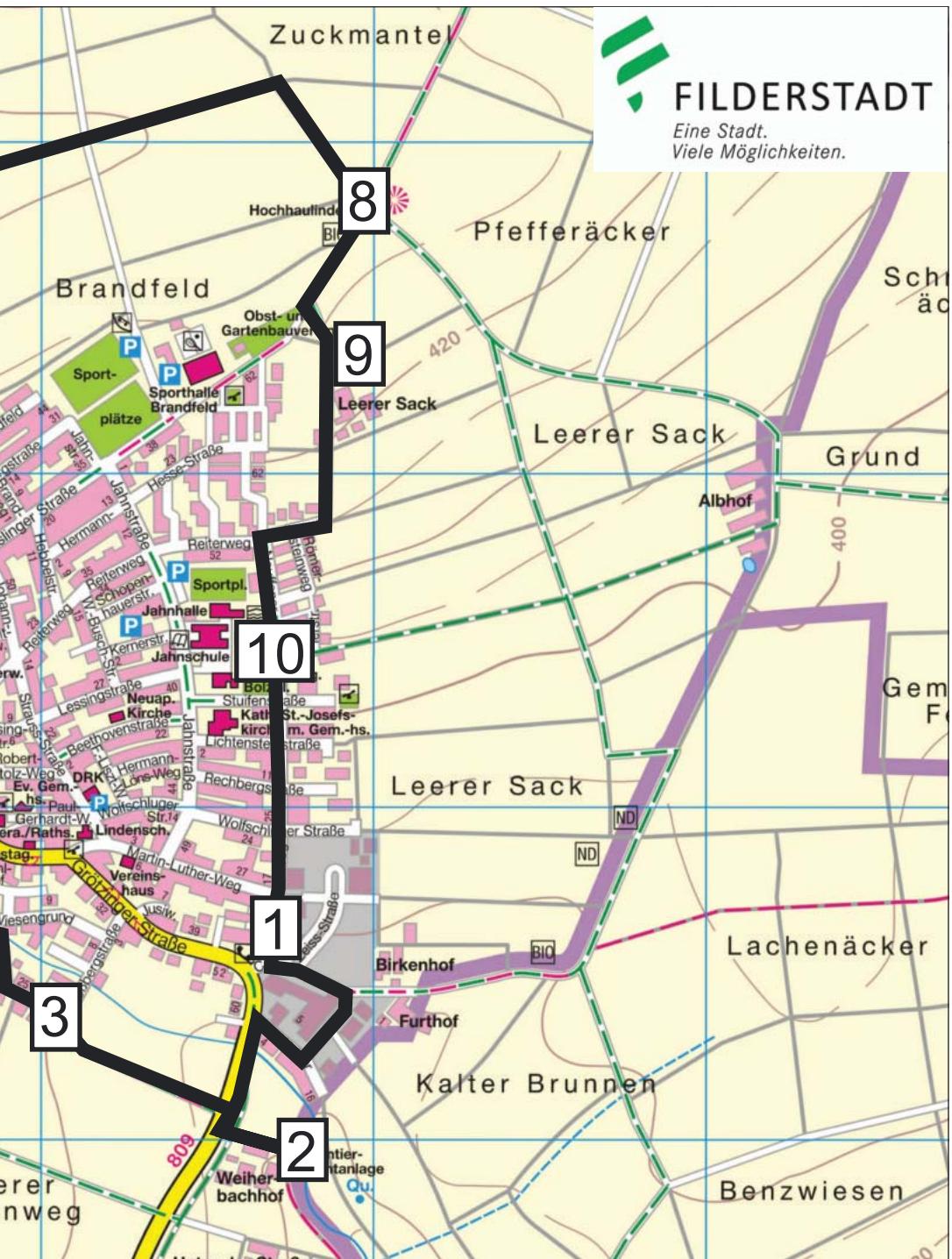


Grundlagen: Stadtplan 2015 © Ramlow-Verlag Stuttgart



FILDERSTADT

Eine Stadt.
Viele Möglichkeiten.



einen Wohnbauflächenbedarf von 69,5 Hektar. Im Entwurf des Flächennutzungsplans sind 23,4 Hektar Wohnbauflächen und 32,0 Hektar Mischbauflächen aufgenommen, wobei vorhandene Flächenreserven sowie 50 Prozent der Baulücken berücksichtigt werden. In Harthausen sind das in der „Seerosenstraße“ 0,8 Hektar, die bisher als Landwirtschaftsfläche genutzt werden und aufgrund der besonders hochwertigen Böden als „Vorbehaltsgebiet für Landwirtschaft“ ausgewiesen sind. Was wird wohl beschlossen werden?

5. Grötzinger Straße/Harthäuser Hauptstraße – Rudimentär ausgeprägtes Stadtteilzentrum

In der Ortsmitte von Harthausen ist keine Hauptgeschäftslage ausgeprägt. Könnte ein Sanierungsgebiet entlang der Ortsdurchfahrt hier wenigstens planerisch die Grundlagen schaffen und zugleich die Aufenthaltsqualität erhöhen durch Verkehrsentlastung, Tempo 30 Stundenkilometer? Wir erreichen die Lindenkreuzung. Von Westen her stößt die Degerlocher Straße nach Harthausen. Ein kleiner Hinweis auf den Ortseingang von Westen, also von Bonlanden her, soll die landschaftliche und damit ökologische Bedeutung der dortigen Gewanne „Lachenwiesen“ und „Bergäcker“ unterstreichen: Landschaftsschutzgebiete mit relativ altem Baumbestand, wertvolle Lebensräume für viele Tier- und Pflanzenarten, aber auch ein Reservoir für alte Obstsorten wie die Champagner Bratbirne. Leitbild Harthausen: „99 Apfelsorten“.

Unser Weg führt uns weiter auf der Harthäuser Hauptstraße nach Norden ins

6. Brandfeld – (Fast) gelungene Wohnbebauung

Geplant war in diesem Baugebiet aus den Neunzigerjahren eine Durchmischung mit Geschosswohnungsbau mit Sozialwohnungen im Norden, Reihenhäusern im Süden, Kindergarten. Die Sozialwohnungen wurden leider nicht realisiert. Ansonsten: gelungenes Beispiel für Wohnbebauung. Weiter geht's leicht bergauf zu den

7. Drei Linden/Friedenslinden – Highlight der Filderebene

Schon auf Gemarkung Sielmingen gelegen befinden wir uns hier mit 434 Meter über Normalnull (m ü. NN) am höchsten Punkt der Filderebene. Wir werden belohnt mit der überragenden Aussicht über die Fildern Richtung Stuttgart, Schurwald und Schwäbische Alb. Ökologisch wertvoll ist auch das Gelände um den benachbarten Wasserbehälter. Andererseits um uns herum: Mais, Mais, Mais – die „Syphilis der Landwirtschaft“, so ein ehemaliger Ackerbauprofessor aus Hohenheim! Die „Drei Linden“ inmitten landwirtschaftlicher Maschinenhallen und Gewerbeflächen. Ist das der richtige Umgang mit einem Naturdenkmal? Ist das gedeckt durch das Privileg der Landwirtschaft im Außenbereich? Rechtfertigt diese „privilegierte Landwirtschaft“ den Frevel unmittelbar neben der Naturdenkmalfäche als Maschinenpark?

Immer wieder wird eine Ortsumfahrung von Sielmingen ins Spiel gebracht. Eine Variante ist die Umfahrungsstraße zwischen Sielmingen und Harthausen. Umfahrung heißt hier Überfahren unserer Lebensgrundlagen! Also: Hände weg

von solchen Verirrungen an Flächenfraß! Wir spazieren weiter auf dem Feldweg nach Osten. Wie könnte dieser Erholungsweg aufgewertet werden? Könnte er auf die Route des Filder-Rad-Wegs im Projekt „Landschaftsraum Filder“ des Kommunalen Arbeitskreises Filder (KAF) gelegt werden? Verdient hätte er es allemal. Erfreulich ist hier, dass einzelne Ackerflächen für Rebhühner wieder hergerichtet wurden, bepflanzt mit Kohl, Rosenkohl (was noch?) zur Deckung. In den Siebzigerjahren lebten in Filderstadt über 100 Brutpaare. Heute hat sich die Zahl der Tiere bei 15 bis 20 stabilisiert, ein schöner Erfolg des Rebhuhnschutzprogramms der Stadt mit den Biotopen, Landwirten und Jägern. Wenn wir den Feldweg nach Südosten nehmen, gelangen wir zur

8. Hochaulinde – Restwäldle inmitten der Filderäcker

Der Rest eines Waldes mitten auf der Filderebene mit seinen höchstwertigen Agrarböden – kurios. Die Waldfächen wurden Anfang des neunzehnten Jahrhunderts gerodet und ackerbaulich genutzt – es war die Zeit nach Napoleon, die Menschen litten unter großen Hungersnöten; die Folgen waren unter anderem massenhafte Auswanderungen (damalige „Wirtschaftsflüchtlinge“?). Heute ist das Restwäldle plus Steinriegel und Lesesteine als flächenhaftes Naturdenkmal ausgewiesen. Es hat damit den Rang eines Naturschutzgebiets. Leider ist die große Linde innerhalb des Naturdenkmals vor Jahren abgebrannt (worden). Dieser Fleck ist als „grüne Insel“ wertvoll für viele Tierarten. Die Besucher haben von hier aus eine grandiose Aussicht zur „Blauen Mauer“ mit Kaiserbergen – Teck – Bassgeige – Hohenneuffen – Achalm – Rossberg – Hohenzollern... Leider gibt es immer wieder Anzeichen von Vandalismus durch rücksichtslose Besucher und durch Freizeitaktivitäten (zum Beispiel Modellflieger et cetera).

Richtung Süden lassen wir den Obst- und Gartenbauverein (OGV) und die Sporthalle Brandfeld rechts liegen. Während sich die OGV-Anlage gut in die Landschaft einfügt, sind die Sportanlagen (insbesondere die Tennisfelder) schlecht eingegrünt. Hier besteht Verbesserungsbedarf. Wir halten uns linker Hand und gelangen zum Hof von Markus Bauer mit der

9. Biogasanlage – Des einen Freud

Im Gewann „Leerer Sack“ wird eine Biogasanlage betrieben. Hier werden pflanzliche und tierische Abfälle aus dem landwirtschaftlichen Betrieb energetisch verwertet. Das Gas aus den Vergärungsprozessen wird über eine Blockheizanlage in elektrischen Strom umgewandelt. Die entstehende Abwärme versorgt über ein Nahwärmenetz öffentliche und private Gebäude – so die Planung. Den jungen Landwirt mit seiner Familie kann man zu seinem Mut, solche weitreichenden Entscheidungen zu treffen und derartige Investitionen zu wagen, nur beglückwünschen – auch wenn Nachbarn hin und wieder über Gerüche klagen. So isch's halt auf'm Land.

Weiter nach Süden gehend halten wir uns rechts in den Reiterweg und biegen links hinunter in den Neuffener Weg.

10. Neuffener Weg – Wohnen mit Weitblick

Dieses Neubaugebiet ist in den Neunzigerjahren/Zweitausenderjahren am östlichen Ortsrand entstanden. Den Anwohnern bietet es einen traumhaften Albblick. Wir finden hier großzügige Reihenhäuser, Einzelhäuser und Geschosswohnungsbau, Module für Solarenergie auf den Dächern und ein Mulden-Rigolen-System für einen verzögerten Wasserabfluss – allesamt Elemente aus dem Katalog des ökologischen Bauens. Andererseits klagen Landwirte wegen behinderter Felder-Zufahrten, und die Eingrünung am östlichen Bebauungsrand ist nur teilweise gelungen. Ein Wermutstropfen bleibt: Die Siedlungsentwicklung folgt nach Osten, also weg von Filderstadt, hinaus in die freie Landschaft, der Siedlungsrand franst weiter aus.

Am Ende des Neuffener Wegs stoßen wir auf die Carl-Zeiss-Straße und erreichen so unseren Ausgangspunkt mit der Bushaltestelle.

Den Rückweg treten wir mit den Bus-Linien ab Haltestelle „Carl-Zeiss-Straße“ – unserem Startpunkt – nach Bernhausen zurück zum S-Bahnhof an. Oder wir erholen uns vorher von den Strapazen und kehren im „Hasenheim“ ein.

In Harthausen hat sich einiges getan. Ob zum Guten oder Schlechten? Überzeugen Sie sich und entscheiden Sie selbst.

MIGRANTEN UND EINHEIMISCHE IN DER VOGELWELT

Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt

Innerhalb der Vogelwelt war es im vergangenen Jahr fast wie im richtigen Leben: Immer wieder tauchten bisher unbekannte, aber stets friedliche „Migranten“ bei uns auf den Fildern auf, während die „einheimische Bevölkerung“ stagnierte oder zahlenmäßig sogar abnahm.

Bei den **Migranten = Durchzüglern** konnten wir im abgelaufenen Jahr einige hochkarätige Vogelarten entdecken. Bemerkenswert dabei: Es befanden sich mehrere Wasservogel-Arten darunter, obwohl die gewässerarme Filderebene für Enten, Gänse & Co. doch eigentlich unattraktiv erscheint. Ob sie ihren Zwischenstopp aufgrund von Wasser- und/oder Nahrungsmangel bereuen und jemals wieder hierher zurückkehren werden?

Die Zugzeit begann Anfang März 2018 mit einer rastenden **Sumpfohreule**, die auf einer Ackerscholle im Sielminger Feld nach Nahrung Ausschau hielt. Diese Eulenart ist in Deutschland als Brutvogel „vom Aussterben bedroht“ und kommt zur Brutzeit nur noch in wenigen Exemplaren an der Nordseeküste und den vorgelagerten Inseln vor.



Schwarzstorch im
Bombachtal,
Fotos: Artur Calmbacher
und Eberhard Mayer

Mitte März hielt sich ein weiterer ungewöhnlicher Gast am Stollenhau-Teich und im Bombachtal auf: Ein **Schwarzstorch** nahm sich gut eine Woche lang des gedeckten Tisches an und verspeiste die im Teich vorgefundenen Fischarten. Ein **Nilgans**-Paar im März (am Flughafen-Stausee) und acht **Graugänse** im Mai (am Bärensee) bereicherten ebenfalls unsere Wasservogel-Datenlisten. Sehr ungewöhnlich war auch der „Besuch“ einer männlichen **Brandgans**, die Ende Juli auf dem Flughafen-Stausee umherschwamm – ein Erstnachweis für

Filderstadt! Diese Gans mit dem leuchtend roten Schnabelhöcker und dem kontrastreichen, grün-weiß-rotbraunen Gefieder war ursprünglich ein Bewohner der Küstenzonen, hat sich aber in den letzten Jahren ins Binnenland (Rheinebene!) ausgebreitet.

Erstaunlich war auch die Anwesenheit dreier **Mandarinenten**, die wir Ende September am Bärensee beobachteten. Diese ursprünglichen Ziervögel an Parkteichen et cetera haben sich als „Gefangenschaftsflüchtlinge“ in ganz Mitteleuropa etabliert; in Filderstadt wurden bisher noch keine wildlebenden Tiere registriert.

Weniger Erfreuliches lässt sich von der klassischen **einheimischen Bevölkerung** berichten, also von den Vogelarten, die seit vielen Jahren oder gar Jahrzehnten hier wie selbstverständlich leben oder dabei sind, sich ihre Brutplätze zurückzuerobern:

Bestandszunahmen deuten sich bei den Rabenvögeln an: „Evangelische“ **Dohlen** haben erstmals im Kirchturm in Plattenhardt gebrütet und **Kolkraben** kann man immer öfter nicht nur im Wald und im Siebenmühlental, sondern auch auf der freien Feldflur sehen und rufen hören.



Schleiereule an
Plattenhardter Scheune,
Foto: Artur Calmbacher

Große Sorgen müssen wir uns jedoch um einige andere Vogelarten machen: Erstmals seit Jahrzehnten konnten wir keine einzige **Schleiereulen**-Brut in Filderstadt finden, obwohl wir mehr als 25 Nisthilfen in Bauernhöfen, Feldscheunen und Kirchtürmen montiert haben.

Auch **Schwalben** und **Mauersegler** befinden sich im Abwärtstrend, weil geeignete Brutplätze durch Rückgang der Viehhaltungen und durch Gebäudesanierungen fehlen.

Die charakteristischen Frühjahrs-Gesänge von **Kuckuck** und **Pirol** sind nur noch vereinzelt zu hören und fallen bald unter die Rubriken „es war einmal...“ beziehungsweise „regionale Seltenheiten“.

Beim **Neuntöter** hatten wir um die Jahrtausend-Wende noch zehn bis fünfzehn

Brutpaare in Filderstadt, inzwischen sind wir auf einem Tiefstand von zwei bis drei Revieren angelangt.

Bei der **Feldlerche** (Vogel des Jahres 2019) hat sich der Bestand in den letzten 20 Jahren nahezu halbiert – wie bei allen Bodenbrütern.

Der **Kiebitz** ist inzwischen als Brutvogel sogar ganz verschwunden.

Nach allgemeinem Eindruck – auch belegt durch Anrufe vieler besorgter Bürger – scheinen sich auch viele Allerwelts-Vogelarten wie **Amseln**, **Meisen** und **Buchfinken** viel seltener in Gärten und Obstwiesen, aber auch an Nistkästen und an Futterplätzen einzufinden.

Sind diese Bestandsabnahmen „amtlich belegt“ oder sind es nur Vermutungen? Wo liegen die Ursachen für diese Negativ-Trends?

Offizielle Aussagen können nur durch Langzeit-Untersuchungen belegt werden; dagegen können saisonale Schwankungen immer wieder und von Jahr zu Jahr vorkommen. Allerdings häufen sich die Faktoren und Argumente, die für Bestandsrückgänge unserer Vogelarten verantwortlich gemacht werden: Stichworte sind zum Beispiel Flächenverluste durch Versiegelung und Erschließung, Insektensterben, Klimaerwärmung und intensive Landwirtschaft.

Die Baumschule in Ihrer Nähe



Kaufmen, wo es wächst

Baum + Garten
Baumschuhof 1
70794 Filderstadt-Sielmingen
Tel: 07158/2721

Wir bringen Sie dem Grün näher

- Obstgehölze, Beerenobst, Rosen
- Heckenpflanzen, Schlingpflanzen, Eriken
- Ziersträucher, Koniferen, Rhododendren
- Winterharte Blüten- und Polsterstauden
- Bambuspflanzen in verschiedenen Sorten
- Grabschmuck, Grabpflanzen
- Christbäume aus eigenem Anbau
- und vieles mehr ...



Wir freuen uns, Sie als Kunde bei uns begrüßen zu können.
Dieter und Friedlinde Schweizer mit Team

info@schweizerbaum-garten.de

www.schweizerbaum-garten.de

Im Juni letzten Jahres erreichte mich ein „Notruf“ von der Gutenhalde in Filderstadt. Beim Abtragen eines Komposthaufens mit dem Bagger wurden dort Schlangeneier freigelegt.

Was tut man als naturfreundlicher Mensch in diesem Fall? Man packt die Gummistiefel ein und macht sich auf den Weg. Auf dem Hof angekommen, erzählte der Anrufer, Jonathan Beier, dass er beim Baggern zunächst vier erwachsene Ringelnattern entdeckt hatte. Handyfotos, die er von zwei der Tiere machen konnte, zeigten ein Weibchen mit der beachtlichen Länge von etwa 1,20 Meter und ein kleineres Exemplar, das sich auf die Baggerschaufel geflüchtet hatte. Erst bei genauerem Hinsehen entdeckte er dann die Eier. Es ist nicht ungewöhnlich, Ringelnattern in der Nähe von Komposthaufen anzutreffen, da hier durch die Verrottung von organischem Material Wärme entsteht. Deshalb werden diese auch gerne als Eiablageplatz angenommen.



Frisch geschlüpfte
Ringelnattern,

Foto: Birgit Förderreuther

Der umsichtige Hofangestellte hatte die ausgebaggerten Schlangeneier vorsorglich wieder mit Kompost abgedeckt. Bei Regen und im Matsch stehend, machten wir uns nun vorsichtig mit den Händen daran, sie wieder freizulegen. Es kamen zwei Gelege zum Vorschein. Schlangeneier dürfen nicht gedreht werden, da sonst der Embryo vom Dotter erdrückt werden könnte. Leider waren durch die Baggertätigkeit die Gelege bereits in ihrer Lage verändert worden. Außerdem war vom Komposthaufen nur noch ein kleiner Rest übrig, der den Schutz und die mikroklimatischen Bedingungen für eine weitere Entwicklung der Eier kaum hätte bieten können. Was also tun?

Ringelnattern, und auch deren Eier, sind streng geschützt.

Die Gelege jedoch einfach aufzugeben, kam nicht in Frage. An Ort und Stelle konnten sie nicht bleiben. Die einzige Chance sahen wir in dem Versuch, sie unter künstlichen Bedingungen weiter zu brüten. Behutsam sammelten wir sie ein und packten sie, zusammen mit Kompostmaterial, in einen Eimer. Mit dieser wertvollen Fracht im Kofferraum fuhr ich nach Hause.

Zuerst wurden ein Wärmestrahler und eine Heizmatte besorgt. Bei Schlangen gelegen kleben die Eier meist aneinander. Anhand der Form der Gelege versuchte ich herauszufinden, wo sich deren Unter- beziehungsweise Oberseite befinden könnte. Danach wurden sie in einem Glasterrarium in Kompost gebettet. Stroh an den Seiten sorgte für eine Durchlüftung, um Schimmel vorzubeugen. Über ein Thermometer wurde die Temperatur in der Nähe der Eier kontrolliert. Da sich im unteren Teil des Behälters das Kondenswasser sammelte, die obere Kompostschicht aber durch die Wärmelampe schnell austrocknete, war die größte Herausforderung, die richtige Feuchtigkeitsstufe aufrechtzuerhalten. Da Reptilieneier nur eine dünne, relativ weiche Schale besitzen, schnurzeln sie bei zu geringer Feuchtigkeit ein.

Nun hieß es warten. Die Eiablagezeit bei Ringelnattern beginnt meist ab Mitte Juni. Da die Eier bereits am 12. Juni gefunden wurden, waren sie vermutlich ganz frisch abgelegt. Je nach Temperatur beträgt die Zeit bis zum Schlupf zwischen viereinhalb und zehn Wochen.

Im Terrarium wurden nun jeden Tag Temperatur und Feuchtigkeit mehrfach kontrolliert. Flötenkinder, die regelmäßig zum Unterricht kommen, rannten jedes Mal zuerst zum Terrarium, um nachzusehen, ob sich etwas getan hat. Dann, eines Abends, nach fünfeinhalb Wochen, traute ich meinen Augen nicht: Im Terrarium lag eine Haut! Da sich Schlangenbabys bald nach dem Schlupf das erste Mal häuten, musste also tatsächlich eine Ringelnatter geschlüpft sein. Nach längerer, vorsichtiger Suche mit pochendem Herzen, fand ich sie tief im Kompost versteckt. Über die nächsten Tage wurden es immer mehr. Mehr wurden auch die Kinder und Erwachsenen aus Nachbarschaft und Bekanntenkreis, die angeströmt kamen, um – oftmals das erste Mal in ihrem Leben – eine Schlange zu sehen. In der freien Natur einer Ringelnatter zu begegnen, ist

einem selten vergönnt. Hier konnten nun in Ruhe und aus der Nähe diese ungiftigen Tiere beobachtet werden. Solch eine Begegnung kann durchaus dazu beitragen, dem negativen Image, das Schlangen oft anhaftet, entgegenzuwirken.

Innerhalb einer knappen Woche erblickten letztendlich 33 kleine Ringelnattern das Licht der Welt. Dass tatsächlich aus jedem der Eier ein Tier geschlüpft war, konnte man an den Schalen sehen. Mit ihrem Eizahn schlitzten die Schlüpfinge diese auf, um durch den Spalt dann herauszukriechen. Dieser Schlitz war an den leeren Eihüllen noch gut sichtbar.



33 kleine Ringelnattern, Foto: Birgit Förderreuther

Alle Schlangenbabys waren wohlauf und zwischen 17 und 21 Zentimetern lang. Nun sollten sie nahe der Stelle wieder ausgesetzt werden, an der sich der Komposthaufen befand. Diesen Termin ließen sich die Jugendlichen, die auf diesem Hof leben und arbeiten, nicht entgehen. Sie alle kamen, um mitzuhelfen und zu erleben, wie die Ringelnattern in die Freiheit entlassen werden.

Für die Zukunft wurde vereinbart, die fälligen Komposthaufen bis Ende Mai, also noch vor der Eiablagezeit, abzutragen. Der Hof braucht seinen Kompost zur Düngung der Felder. So soll aber wenigstens verhindert werden, dass Ringelnattern diese Komposthaufen als vermeintlich guten Eiablageplatz wählen und Gelege dann den Baggertschaufeln zum Opfer fallen. Schön, dass durch das Handeln eines aufmerksamen und gewissenhaften Angestellten der Gutenhalde den 33 Ringelnattern dieses Schicksal erspart blieb.

Schon vom Zweifleck, Vierfleck, Spitzenfleck oder Keilfleck gehört? Nein, es handelt sich **nicht** um Werbegags der wenig umweltfreundlichen, chemisch dominierten Fleckenentfernungs-Industrie, sondern um Libellen-Arten mit unterschiedlich ausgeprägten Merkmalen und Flecken auf Flügeln und Hinterleib. Während der „Vierfleck“ schon in den Vorjahren recht zahlreich bei uns nachgewiesen wurde, wurden „Spitzenfleck“ und „Keilfleck“ neu in unser Artenspektrum aufgenommen.

Erfreulicherweise können wir nämlich in 2018 über vier neu entdeckte Libellenarten in Filderstadt berichten – und das in einer bunten Farbenpalette, die von rot-schwarz-blau über feuerrot, hellblau bis hin zu orangefarbener Tönung gereicht. Diese Neufunde sind nicht nur auf die für Libellen günstigen Wetterbedingungen in 2018 zurückzuführen: Alle vier neuen Arten profitierten auch davon, dass die Uferbereiche am Naturdenkmal Bärensee im Vorjahr stark ausgelichtet und entbuscht wurden. Dadurch entstand ein attraktiver und stärker besonnter Lebensraum für die heimische Libellen-Fauna.



Vierfleck,
Foto: Artur Calmbacher

Das **Große Granatauge** (*Erythromma najas*) taucht in der Roten Liste Baden-Württembergs in der **Vorwarnstufe auf**. Diese Libellenart mit den granatrot leuchtenden Augen kann leicht mit ihrer häufigeren Zwillingssart, dem Kleinen Granatauge, verwechselt werden. Die Flugzeit beginnt aber bereits im Mai, also einen Monat früher, und die beiden letzten Hinterleibs-Segmente sind komplett hellblau gefärbt. Da sie sich gern in größeren Gewässern und auf den Schwimmblättern von Teich- und Seerosen aufhält, konnten wir diese relativ seltene Art vor allem am Bärensee, aber auch am Steppach-Stausee und am Stolzenhau-Teich beobachten.

Lange haben wir darauf gewartet: Jetzt haben wir die attraktive **Feuerlibelle** (*Crocothemis erythraea*) auch in Filderstadt am Bärensee finden können. Der Artname ist vor allem auf das voll entwickelte Libellen-Männchen mit seiner signal- oder feuerroten Färbung zurückzuführen – sogar die Beine sind leuchtend rot! Die ursprünglich im Mittelmeerraum heimische Art hat sich inzwischen als Gewinner der Klimaerwärmung, auch in Mitteleuropa, weiter ausgebreitet.

Der **Spitzenfleck** (*Libellula fulva*) wird in unserer Roten Liste Baden-Württemberg ebenfalls in der Vorwarnstufe geführt. Den namengebenden Spitzenfleck am Flügelende sucht man allerdings oft vergeblich, weil er meist nur wenig deutlich ausgeprägt ist. Wichtigstes Unterscheidungsmerkmal zum Großen Blaupfeil sind die dunklen Flecken am Ansatz der Hinterflügel sowie die schwarze Stirn. Diese seltene Libellenart bevorzugt sonnenbeschienene Gewässer mit Schilfbeständen; wir fanden sie nur am Bärensee und Steppach-Stausee.



Keilfleck-Mosaikjungfer, Foto: Artur Calmbacher

Die hübsche **Keilfleck-Mosaikjungfer** (*Aeshna isoceles*) ist in der Roten Liste Baden-Württembergs als „stark gefährdet“ eingestuft. Die orange-braune Färbung mit den leuchtend grünen Augen macht die Art zu einem echten Hingucker. Ihren Namen verdankt sie dem großen, gelben Keilfleck auf der Rückenseite. Auch diese Art entdeckten wir Ende Mai/Anfang Juni in den ausgelichteten Schilfbuchten am Ostufer des Bärensees.

HEUSCHRECKEN: WO HÜPFEN SIE DENN?

Birgit Förderreuther, Biotopkartiergruppe Filderstadt

Was ist relativ? Drei Haare auf dem Kopf sind relativ wenig, drei Haare in der Suppe sind relativ viel. Wenn wir auf einer großen Wiese nur zehn Heuschrecken finden, wo sich sonst Hunderte tummeln, dann ist das relativ wenig.

Es gab in Filderstadt auch 2018 durchaus Flächen, an denen die Heuschrecken um die Wette zirpten oder bei jedem Schritt zur Seite hüpften. Vor allem auf Wiesen, die wenig intensiv genutzt werden, mit Obstbäumen bestanden sind oder auch an Böschungen war dies der Fall. Gähnende Leere herrschte jedoch zum Beispiel auf den kurz gemähten Wiesen im Weilerhau in Plattenhardt. Dies hat sicher verschiedene Gründe. Einer davon ist die großflächige und komplettete Mahd der Flächen. Untersuchungen zeigen, dass je nach eingesetztem Mähdock ein Zehntel bis ein Drittel der vorhandenen Heuschrecken-Population getötet wird. Beim Wenden und Aufladen des Heus müssen weitere Exemplare dran glauben. Bei einer eventuellen zweiten Mahd wiederholt sich das Ganze bei den übrig gebliebenen Tieren.

Ist das Heu dann abgefahren, sorgen die Vögel für den Rest. Da es auf diesen gleichförmigen, kurz gemähten Wiesen keine Versteckmöglichkeiten mehr gibt, sind die kleinen Wiesenbewohner leichte Beute. Außer den Heuschrecken sind auch andere Insekten und Wirbeltiere von den Auswirkungen der Mahd betroffen.



Roesels Beißschrecke
bei der Fußpflege,
Foto: Birgit Förderreuther

Ein Bauer ist darauf angewiesen, seine Wiese zu bearbeiten. Es gibt nun aber durchaus Möglichkeiten, die Verluste an Heuschrecken und Co. geringer zu halten. Wird eine Wiese kreisförmig von außen nach innen gemäht, fliehen viele Bewohner immer weiter nach innen und werden dann bei den letzten Mäharun-

den in der Mitte des Zirkels erfasst. Andere, die nach außen flüchten, müssen sich dabei über bereits gemähte Teile ohne Deckung bewegen, wo sie leicht gesehen werden. Weitau mehr Tiere überleben hingegen, wenn von innen nach außen oder streifenförmig gemäht wird.

Lässt man ab und zu Bänder oder kleine Inseln mit höherem Gras stehen, so können die Heuschrecken sich darin verstecken. Wird die Wiese nicht akkurat bis zum angrenzenden Gebüsch oder Weg gemäht, können die Tiere auch in solchen Streifen überleben und von dort aus das Gelände wieder besiedeln. Manche Arten, wie Roesels Beißschrecke, legen ihre Eier in Pflanzenstängeln ab. Wird die Pflanze abgemäht, ist das Gelege verloren. Bleiben jedoch Bereiche stehen, können aus den darin abgelegten Eiern im nächsten Jahr junge Heuschrecken schlüpfen und den Fortbestand der Art sichern.

Früher gab es durch die Kleinteiligkeit der Flächen immer ein Mosaik aus langgrasigen und kurzgrasigen Wiesen. Heutzutage muss man für diese Strukturvielfalt aktiv sorgen. Hierzu gehört zum Beispiel auch, dass Grabenränder nicht komplett abgemäht werden. Es könnte schon viel erreicht werden, wenn abwechselnd immer nur eine Seite gekürzt würde. Die andere kann so als Rückzugsgebiet für Heuschrecken und die anderen Kleinlebewesen dienen. Leider klappt diese Art zu mähen in Filderstadt bisher kaum.

Heuschrecken sind nicht nur lustige Gesellen, die uns um die Beine hüpfen oder von Kindern gern gefangen werden. Manche sind auch ein wertvoller Helfer im Kampf gegen Schädlinge. Denn nicht alle Heuschrecken fressen nur Gras. Die oben erwähnte Roesels Beißschrecke, zum Beispiel, nimmt auch kleine Insekten. Das bis zu sechs Zentimeter große Grüne Heupferd, das auch in unseren Gärten vorkommt, macht sich über die Blattläuse an unseren Pflanzen her oder pflückt die Kartoffelkäfer von den Äckern der Bauern. Außerdem sind die Heuschrecken selbst eine ganz wichtige Nahrungsgrundlage, vor allem für Vögel, aber auch für Amphibien, Reptilien und Säugetiere und nicht zuletzt für andere Insekten und Spinnen. Wird ihre Zahl immer geringer, so hat das gravierende Folgen für diese Tiergruppen. Dies kann uns nicht unberührt lassen, sind wir doch auf ein funktionierendes Ökosystem um uns herum angewiesen.

Quelle:

Detzel, P., Neugebauer, H. und Zimmermann, P.: (2018) Heuschrecken – Arten, Gefährdung, Schutz, Erfassung. Regierungspräsidium Karlsruhe.

Stadtverwaltung Filderstadt
Aicher Straße 9
70794 Filderstadt

Telefon 0711 7003-0
Telefax 0711 7003-377
E-Mail stadt@filderstadt.de

www.filderstadt.de



Impressum

Herausgeber: Stadt Filderstadt
Umweltschutzreferat und Umweltbeirat Filderstadt

Redaktion: Umweltschutzreferat Filderstadt
Birgit Förderreuther, Biotopkartiergruppe Filderstadt
Eberhard Mayer, Biotopkartiergruppe Filderstadt

Anzeigen: Andrea Weber, Umweltschutzreferat Filderstadt

Bildnachweis Titel: Löwenzahn: pixabay, ArtCoreStudios

Layout und Druck: f.u.t. müllerbader gmbh, Filderstadt

Auflage: 2.000 Exemplare

Redaktionsanschrift: c/o Stadt Filderstadt
Uhlbergstraße 33, 70794 Filderstadt

© 2019

Hinweis der Herausgeber:

Die in dieser Schriftenreihe veröffentlichten Beiträge werden von den jeweiligen Verfassern unverändert übernommen. Für den Inhalt sind daher die Autoren verantwortlich, sie geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.



fairport  STR

steht für nachhaltige Mobilität

stuttgart-airport.com/fairport

Luftverunreinigung kann teuer werden – beugen Sie mit Umweltmessungen vor!

Gemäß § 29b Bundes-Immissionsschutzgesetz müssen Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen Art und Ausmaß der von ihren Anlagen ausgehenden Emissionen ermitteln.

TÜV SÜD liefert Ihnen verlässliche Messdaten zu auftretenden Emissionen, um die richtigen betrieblichen Entscheidungen zu treffen.

www.tuev-sued.de/is



**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

