

Unsere Stadtbäume unter Stress



Über Stressreaktionen der Bäume auf Salz und Trockenheit
und deren Auswirkungen auf die Luftqualität

Hans Sandén und Heidelinde Trimmel

Wir danke Dr. Anne Fitzky
für viel von die Folien



Project **UOZONE**

Urban trees and air pollution: Effect of drought and salt stress on the production of VOC and absorption of ozone by different city trees.

BOKU – Institut für Waldökologie

BOKU – Institut für Meteorologie und Klimatologie

BOKU – Institut für Botanik

Projektpartner

Universität Innsbruck

TU Wien

Wood K Plus

gefördert von:



WWTF project ESR17-027
(01/2018 –02/2022)

FWF – Project Vindobona

oead



Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research

Agenda

1. Luftqualität, Ozon und BVOCs
2. Stress für urbane Bäume
 - Trockenstress
 - Salzstress
3. Einfluss von Trockenheit auf die Ozonbelastung in Wien
4. Welche Bäume sollen wir pflanzen?



1 Ozon und BVOCs

- Bodennahes Ozon (O_3) ist gesundheitsgefährdend für Mensch, Tier und Pflanzen
- O_3 ist ein kurzlebiges Treibhausgas in der Troposphäre
- Trotz Reduktion anthropogener Vorläufersubstanzen werden die O_3 Grenzwerte regelmäßig in Wien überschritten (auch in Städten in ganz Europa)



Warnung für vulnerable Menschen

Ozon-Grenzwert in Wien überschritten

5. August 2022, 14:14 Uhr



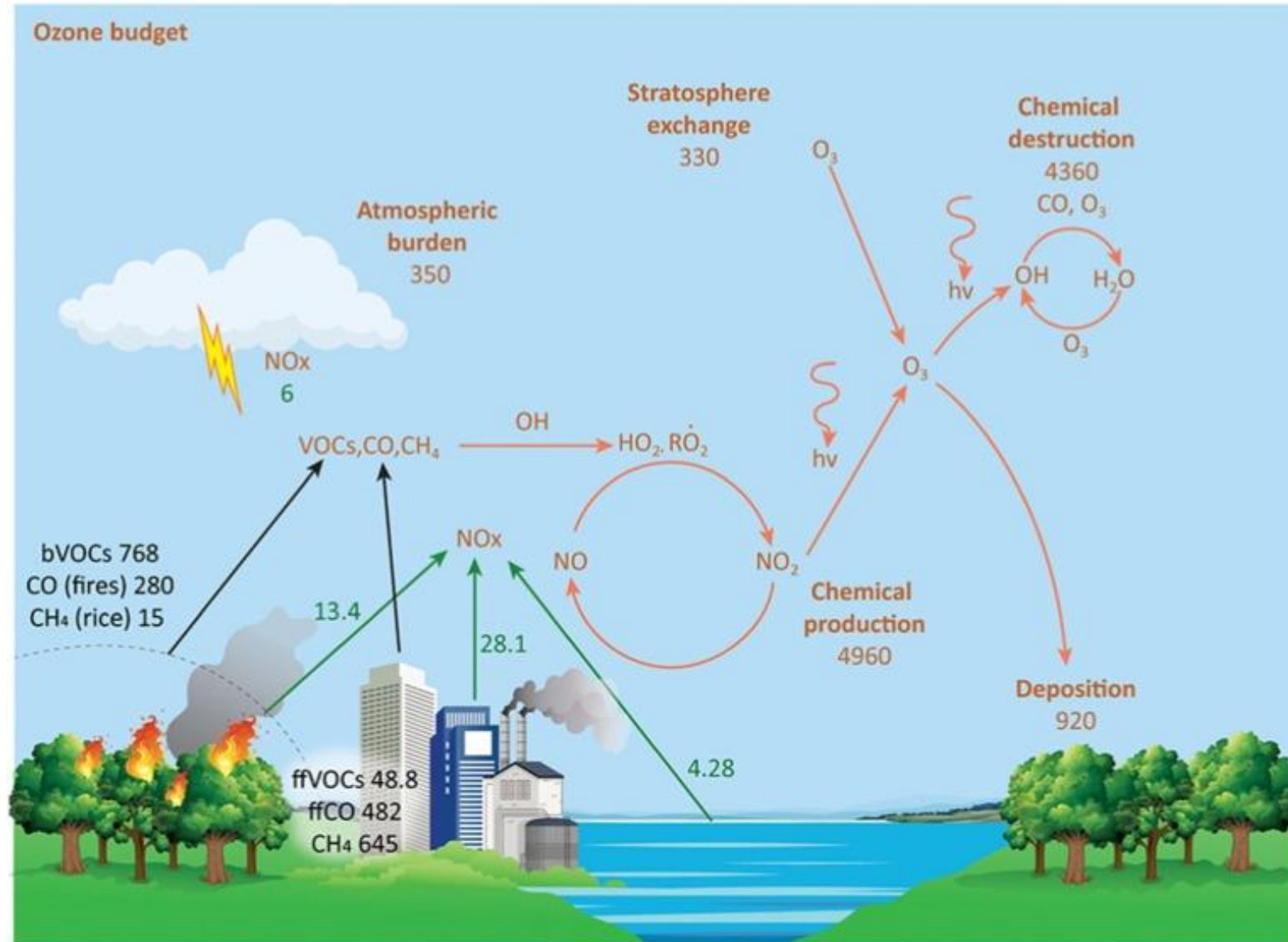
Die Ozonkonzentration ist am Freitag, 5. August, so hoch, dass die Informationsschwelle überschritten wurde. Autofahrer sollten auf die Öffis umsteigen und körperliche Belastung sollte vermieden werden.

Am Dienstag wurde an der Messstelle Wien-Lobau erhöhte Ozonwerte festgestellt – dabei wurde der Grenzwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten. Laut Gesetz muss bei Überschreitung des Werts die Bevölkerung davon unterrichtet werden.

Was haben Bäume mit Ozon zu tun?

Ozon Produktionsfaktoren

- Sonneneinstrahlung ($h\nu$)
- Stickoxide (NO_x)
- Flüchtige organische Verbindungen (VOCs - volatile organic compounds)
 - > anthropogen (zB. fossile Treibst.)
 - > biogen (**B**VOC)
 - > emittiert von Bäumen
 - > Zerfallsprozesse
 - ...



Ozon Regimes

Verhältnis NO_x zu VOC
ausschlaggebend für produzierte
Ozonmenge

-> VOC limitiertes Regime

vs.

-> NO_x limitiertes Regime

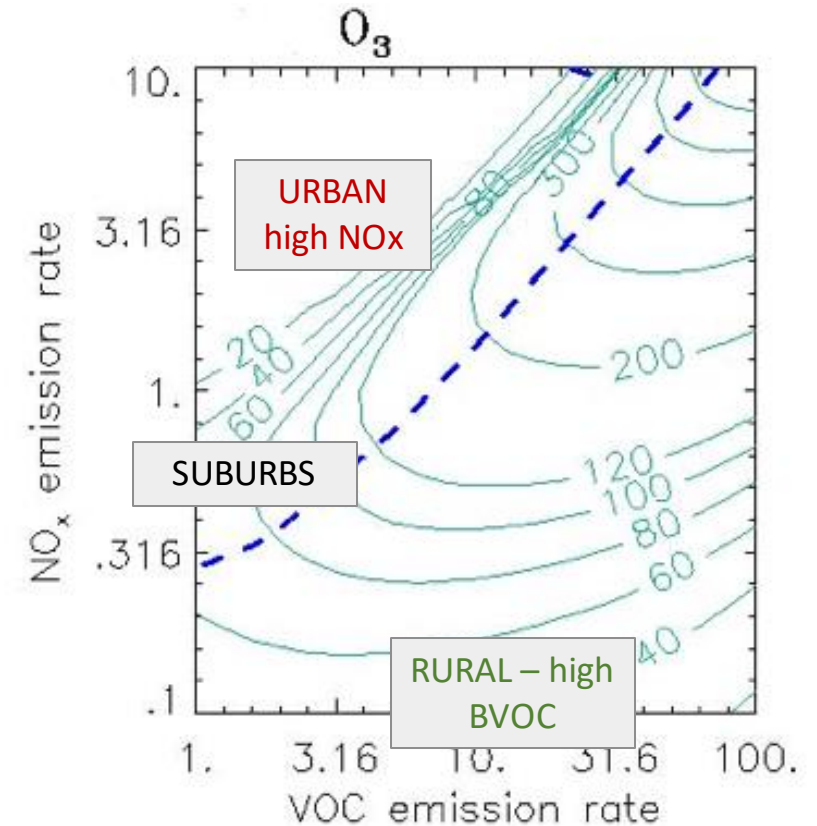
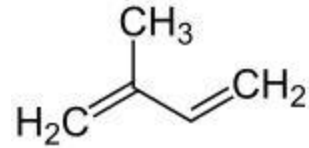


Figure 1. Ozone isopleths (ppb) as a function of the average emission rate for NO_x and VOC (10^{12} molec. $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) in 0-d calculations. The isopleths (solid lines) represent conditions during the afternoon following 3-day calculations with a constant emission rate, at the hour corresponding to maximum O_3 . The dashed line represents the transition from VOC-sensitive to NO_x -sensitive conditions. From Sillman and He (2002).

BVOCs Biogenic volatile organic compounds - Biogene flüchtige organische Stoffe

- Isoprenoids

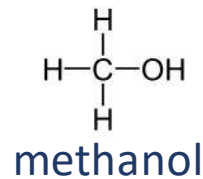


C₅ – isoprene (ISO)

C₁₀ – monoterpenes (MT)

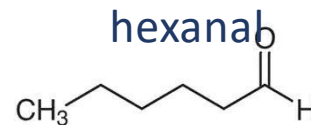
C₁₅ – sesquiterpenes (SQT)

- Oxygenated VOCs (OVOC)



- Green leaf volatiles (GLV)

- Aromatics



→ **Blätter, Knospen, Blüten, Früchte, Wurzeln**
(Kesselmeier and Staudt, 1999)



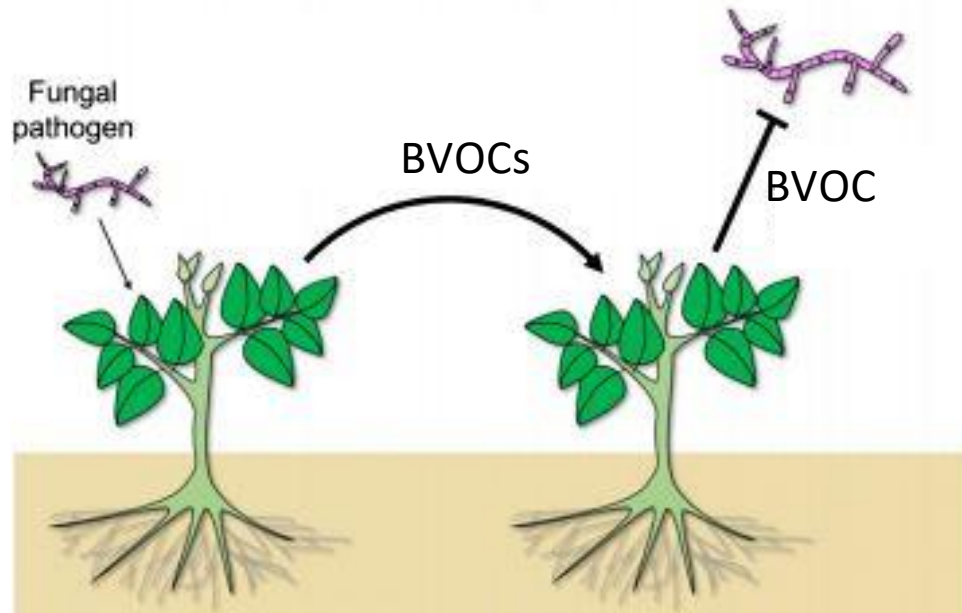


Isopren-Emission über Blue Ridge Mountains

Photo by Pacific Northwest National Laboratory 2016

Funktionen der BVOC Emissionen

- **Kommunikation** (Ueda et al. 2012)
- **Abwehr** (Sharafi et al. 2018)



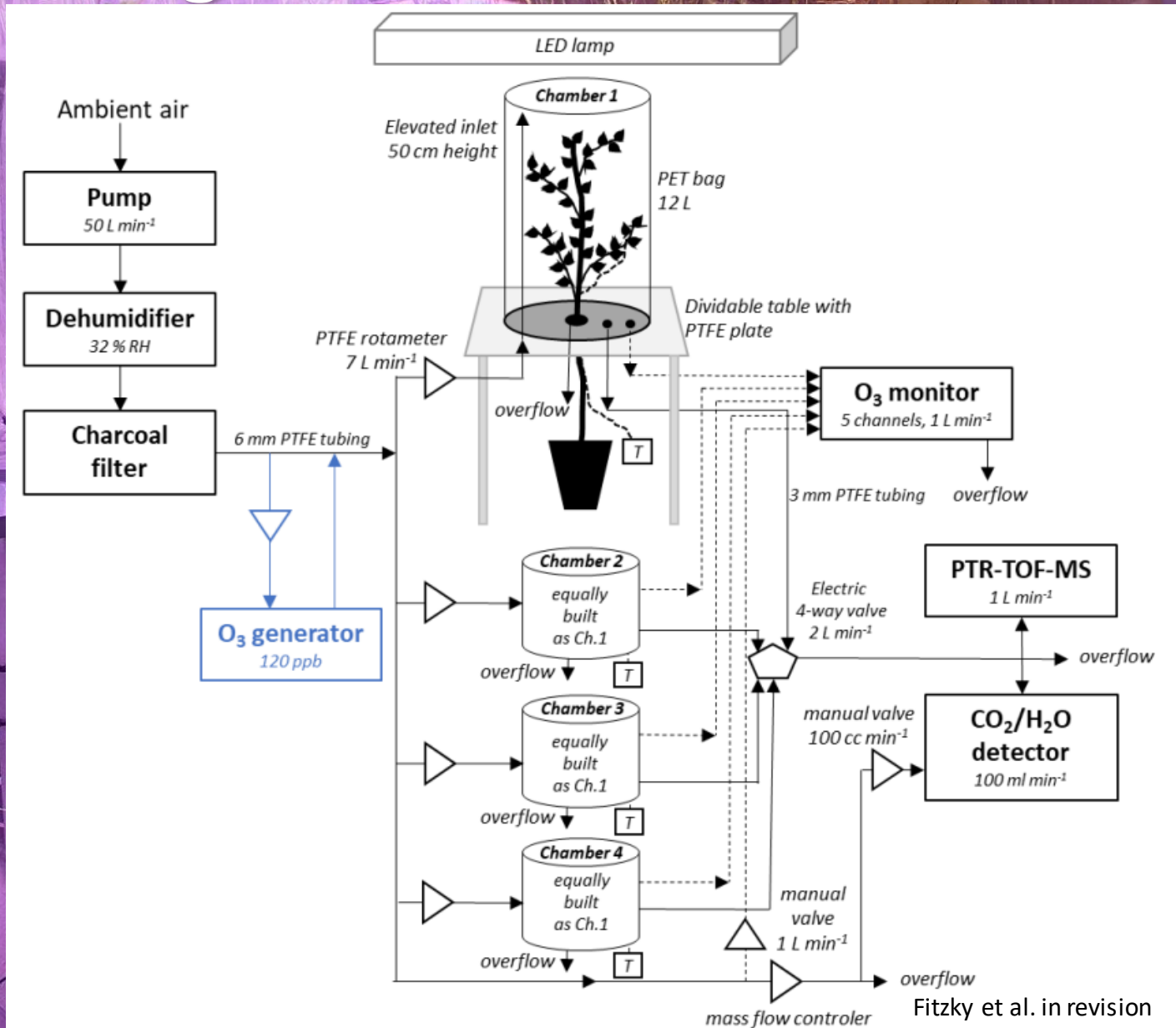
Sharafi et al. 2018

- **Attraktion** (Kergunteuil et al. 2020)
- **Toleranz abiotischen Stresses** (Li et al. 2019)



taz.de

Wie werden BVOCs gemessen?



Studiensubjekte

Unterschiedliche Typen von Hauptemittenten bei 2-jährigen Sämlingen



Quercus robur
Stieleiche



Fagus sylvatica
Rotbuche



Betula pendula
Hänge-Birke

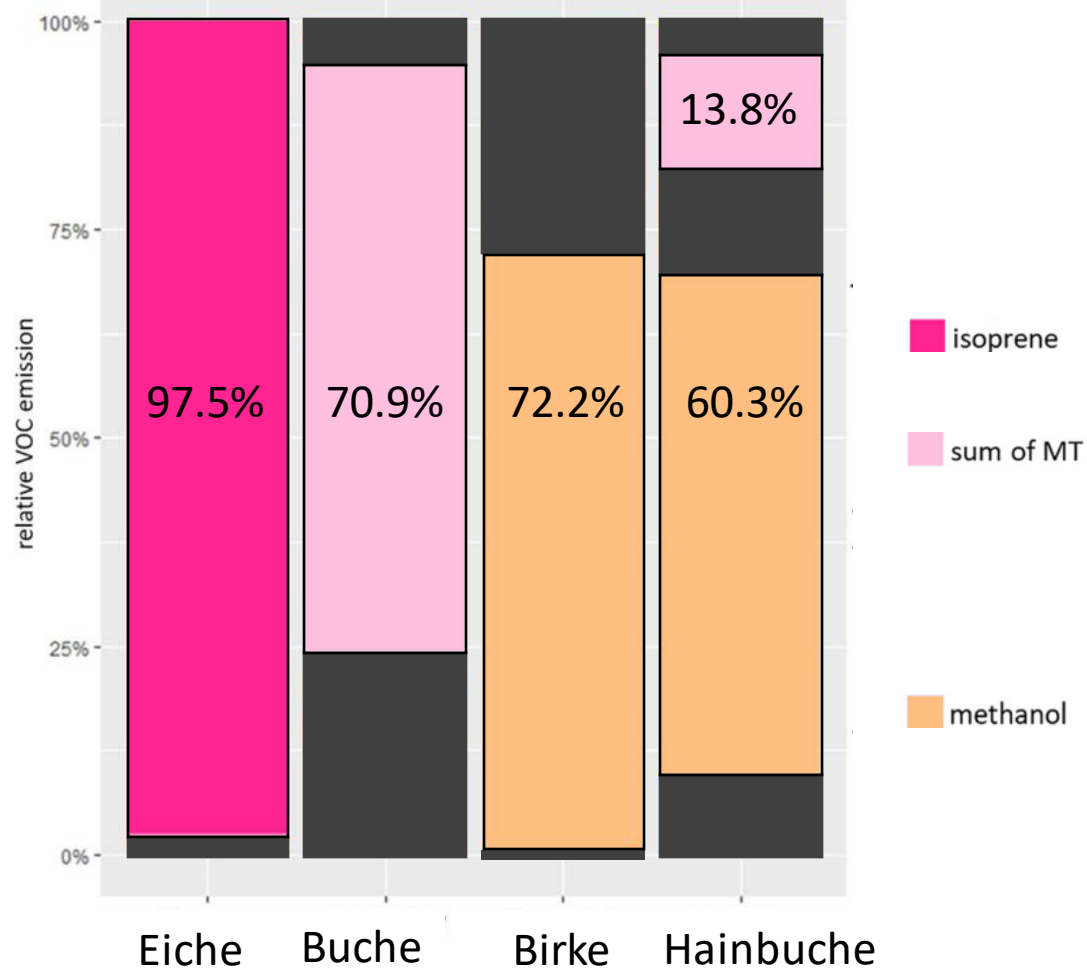


Carpinus betulus
Hainbuche

→ gepflanzt in Wiener Stadtboden

Spezies-spezifische konstitutive BVOC Profile

Gesamte Emissionen : 21.38 0.55 1.30 0.53 nmol m⁻² s⁻¹



Klassifizierung :

Stieleiche – isoprene Emitter

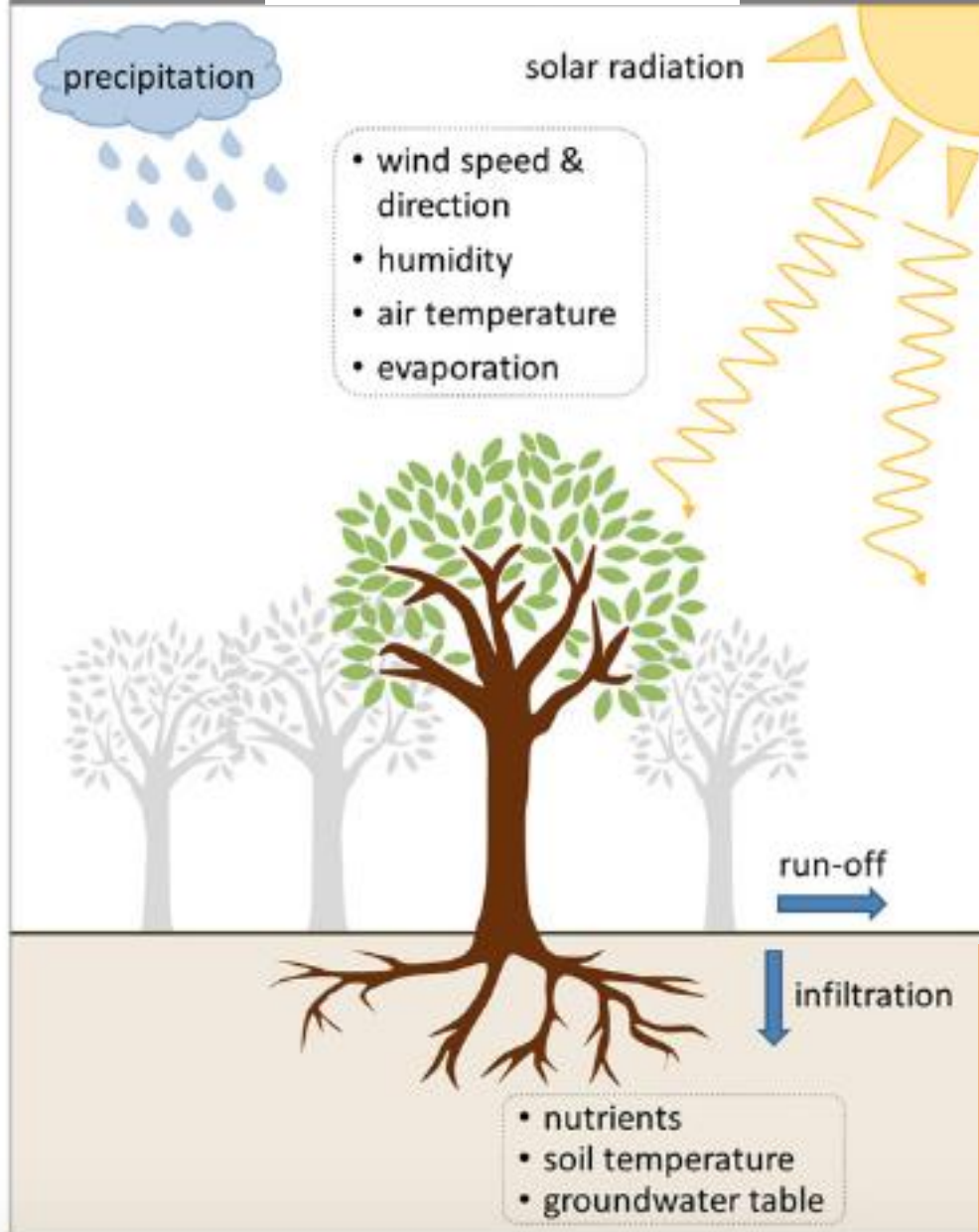
Rotbuche – MT Emitter

Birke – oxygenated VOC Emitter

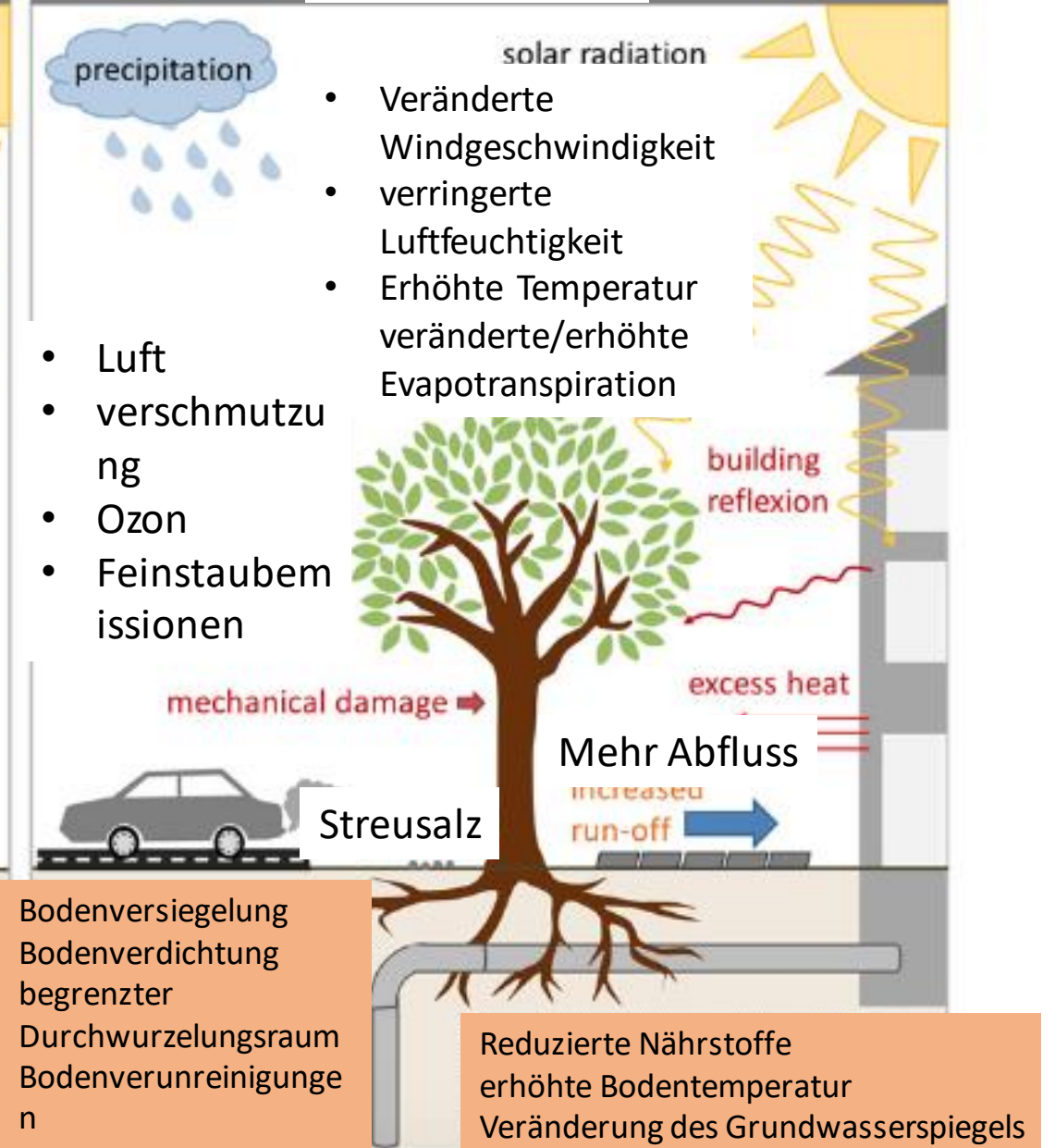
Hainbuche – oxygenated VOC Emitter

und moderater MT Emitter

Wald-Ökosystem



Stadtgebiete



Stress



Trockenstress



Salzstress

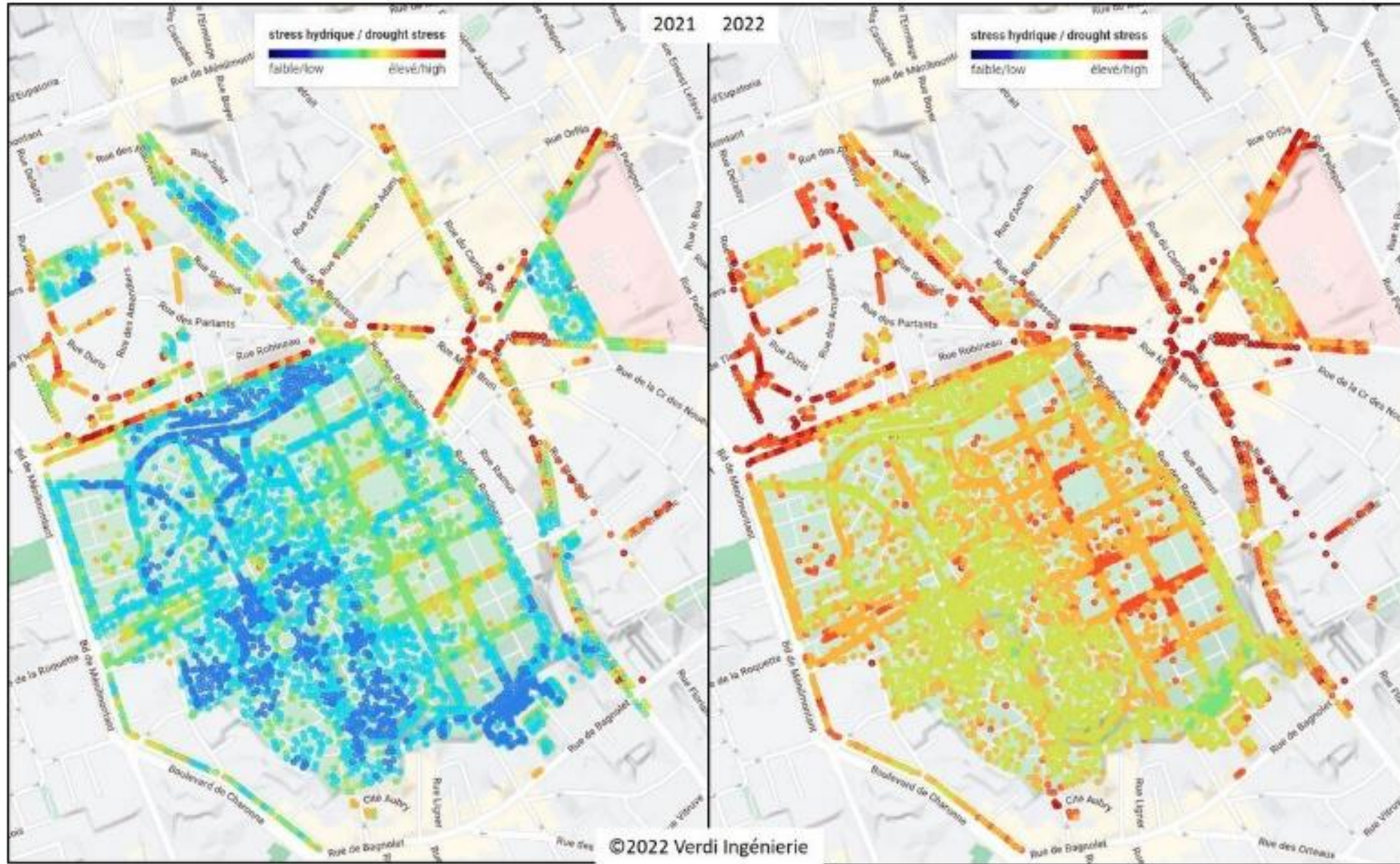
Trockenstress

- **Reaktion der Bäume:**
- Schließen der Spaltöffnungen, um die Evapotranspiration zu verringern und Wasser zu sparen.

- **Führt zu:**
- Stillstand des Wachstums
- Verminderte/gestoppte Photosynthese

- **Endet in:**
- Embolie (Luft im Xylem)
- Verhungern von Kohlenstoff

• The 20th district of Paris and the Père Lachaise cemetery :



**Trees and drought in urban areas:
case studies of New York, London,
Paris and Lyon**

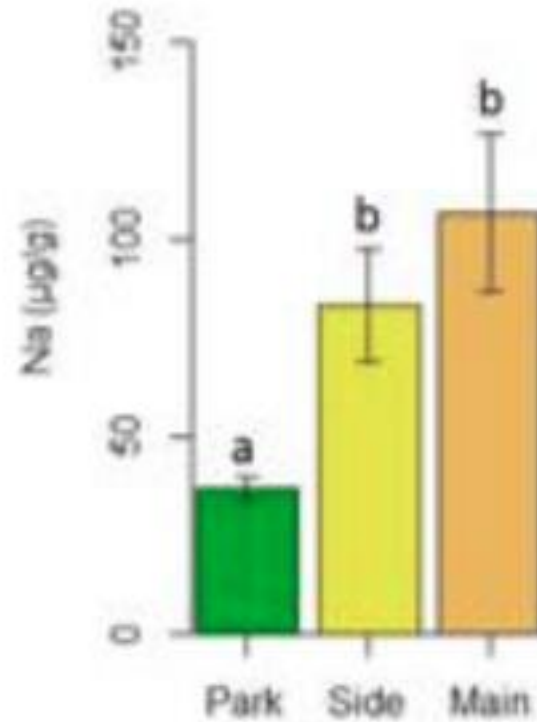
Salzstress

Reaktion der Bäume:

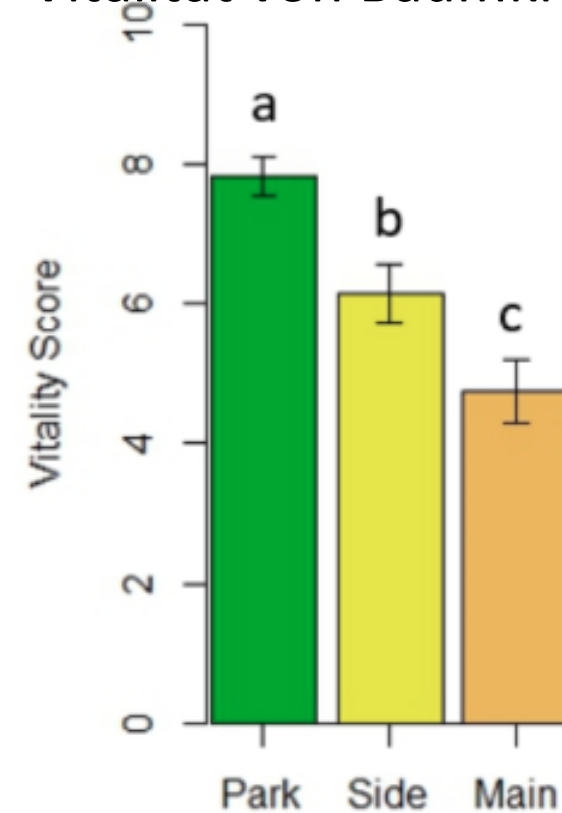
- Hohe Cl⁻ und Na⁺-Konzentrationen im Boden führen zu osmotischen Bedingungen, die der Wurzel Wasser entziehen = geringere Wasseraufnahme = Wasserstress
- Toxische Wirkung: Hohe Cl⁻ (und Na⁺)-Konzentrationen haben toxische Auswirkungen auf Pflanzen. Vor allem in den Blättern = Absterben von Blättern = weniger Photosynthese

Salzstress

Salzkonzentration im Boden

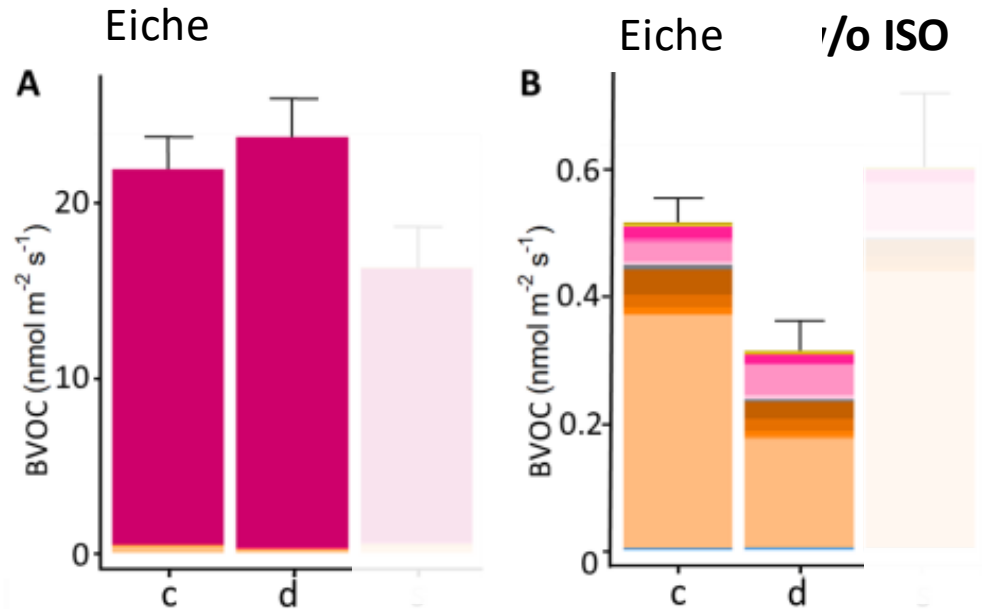


Vitalität von Baumkrone

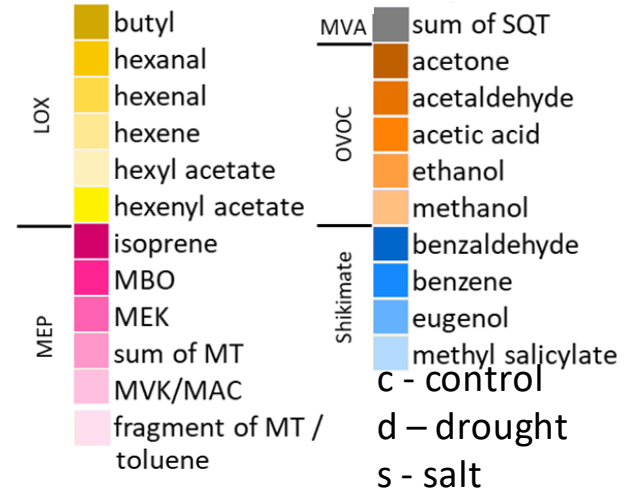


Dylan Goff, masterarbeit, BOKU

BVOC-Emissionen unter Trockenstress



BVOCs and pathways



Anne Fitzky

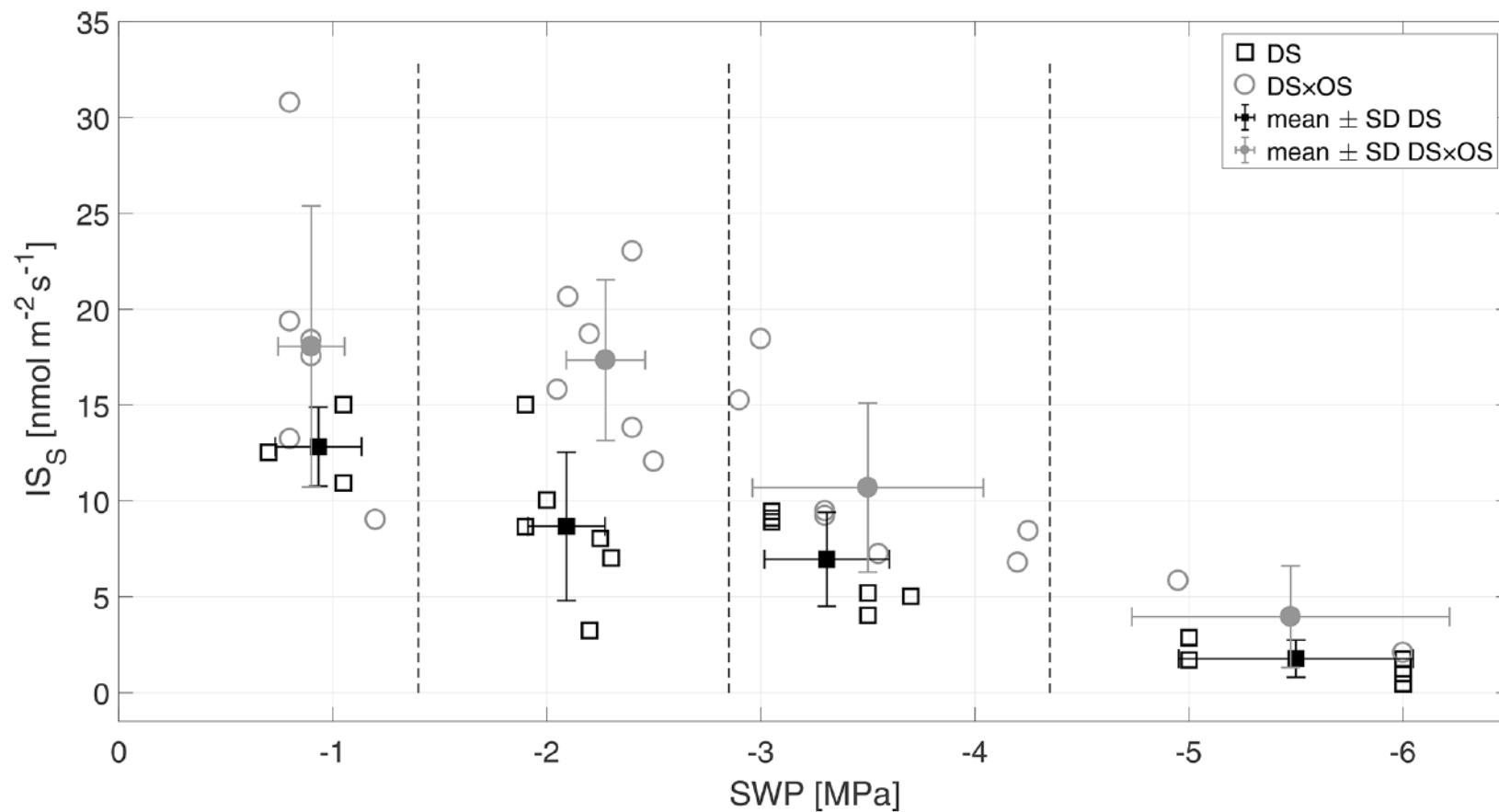
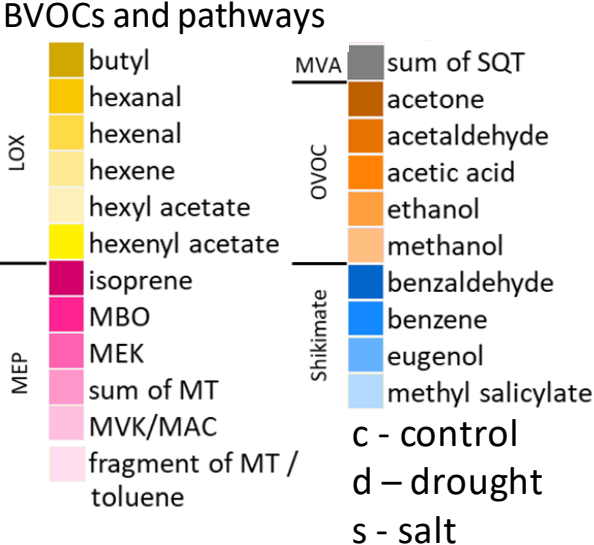
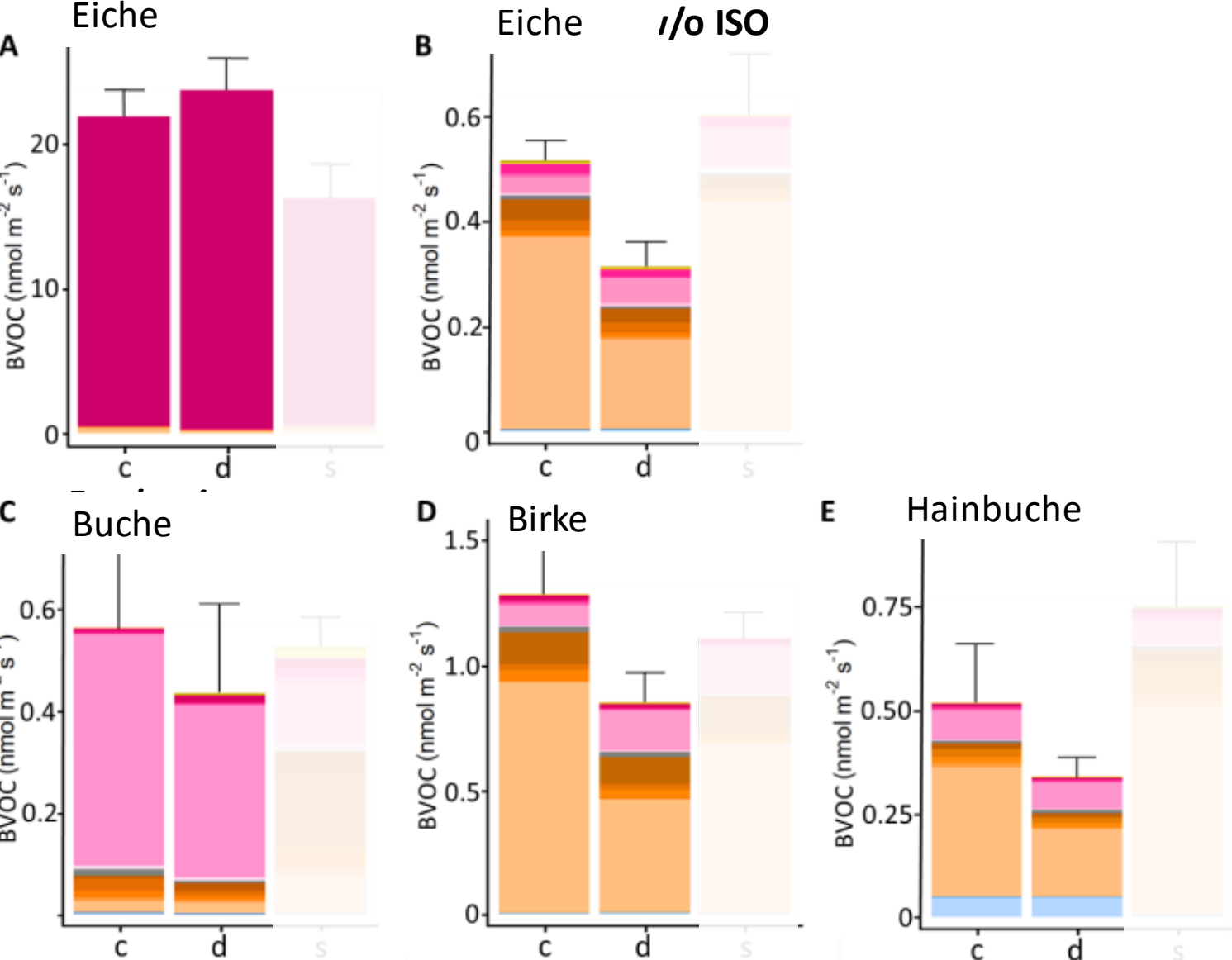


Figure 4. Standardized isoprene emission (IS_S) versus stem water potential (SWP). Empty markers represent individual trees where the black squares represent trees out of the set under drought stress (DS) and the gray circles out of the set under drought stress with ozone treatment (DS \times OS). Filled squares and circles represent means calculated for each SWP range with the corresponding standard deviation. SWP ranges are separated by vertical dashed lines.

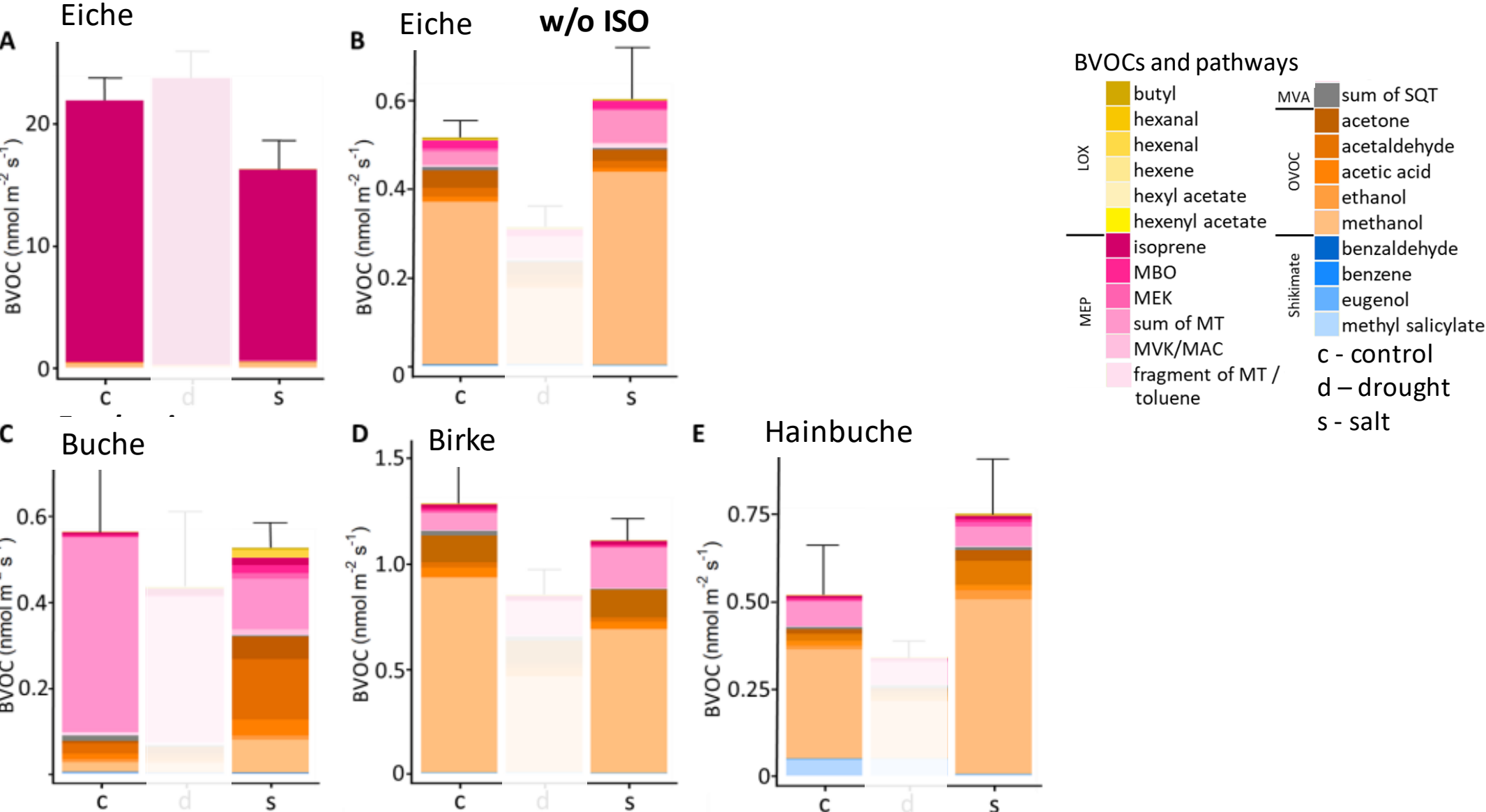
Peron, A., Kaser, L., Fitzky, A. C., Graus, M., Halbwrith, H., Greiner, J., ... & Karl, T. (2021). Combined effects of ozone and drought stress on the emission of biogenic volatile organic compounds from *Quercus robur* L. *Biogeosciences*, 18(2), 535-556.

BVOC-Emissionen unter Trockenstress



Anne Fitzky

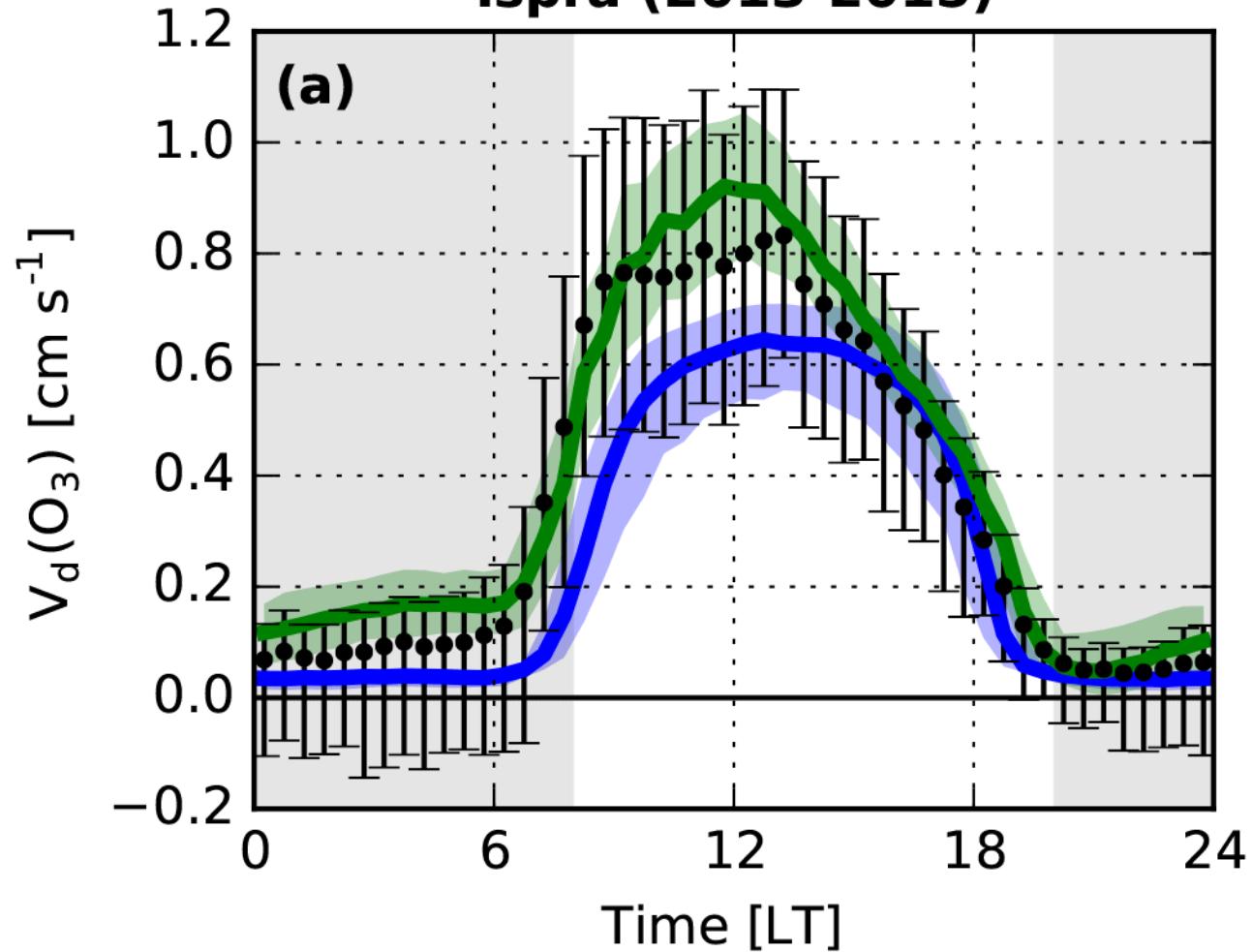
BVOC-Emissionen unter Salzstress



Deposition von Luftschadstoffen

Ozon

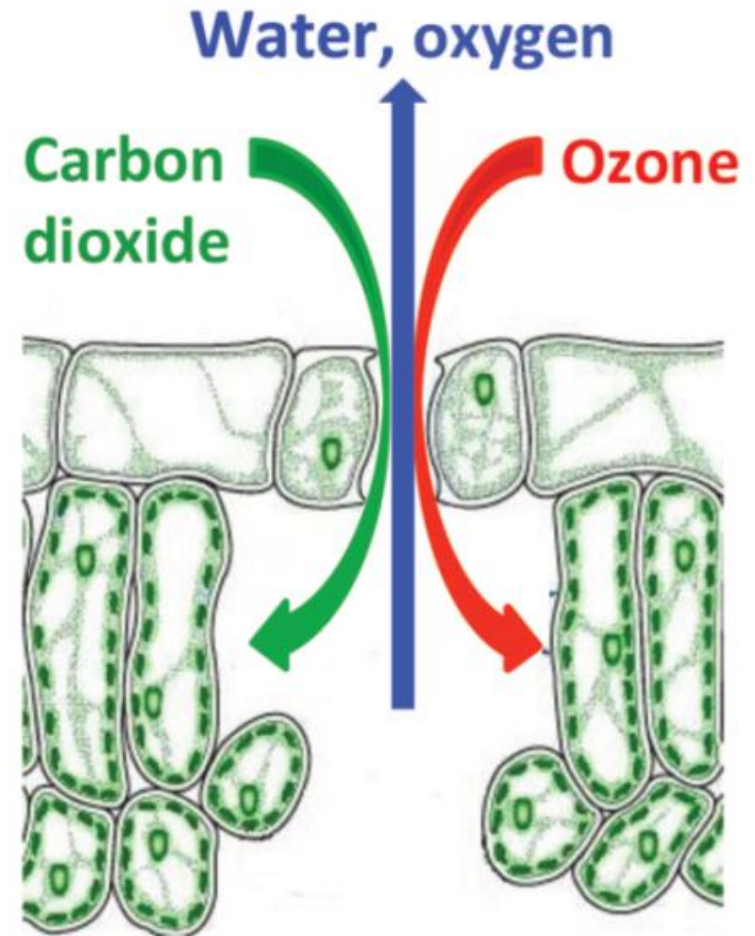
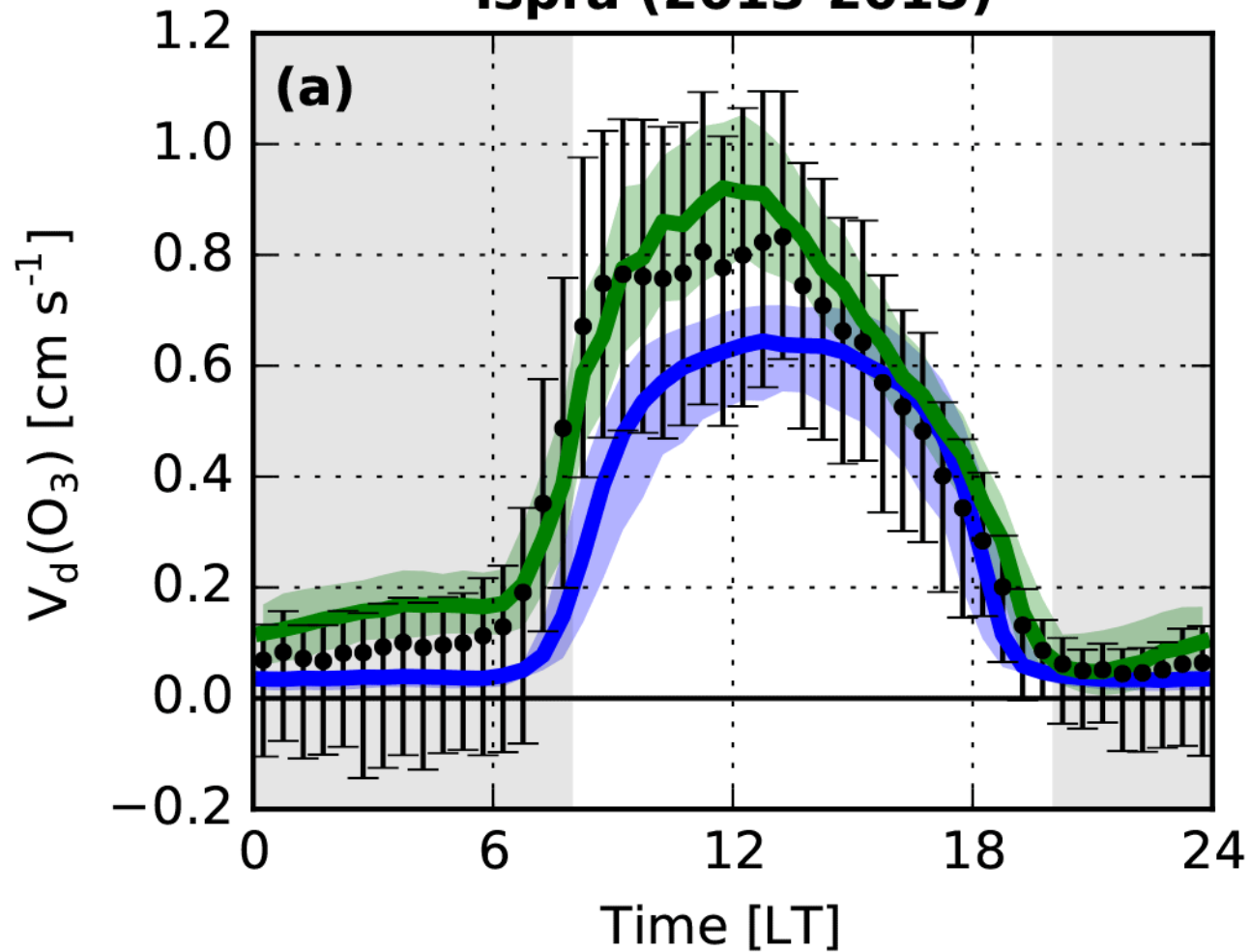
Ispra (2013-2015)



Deposition von Luftschadstoffen

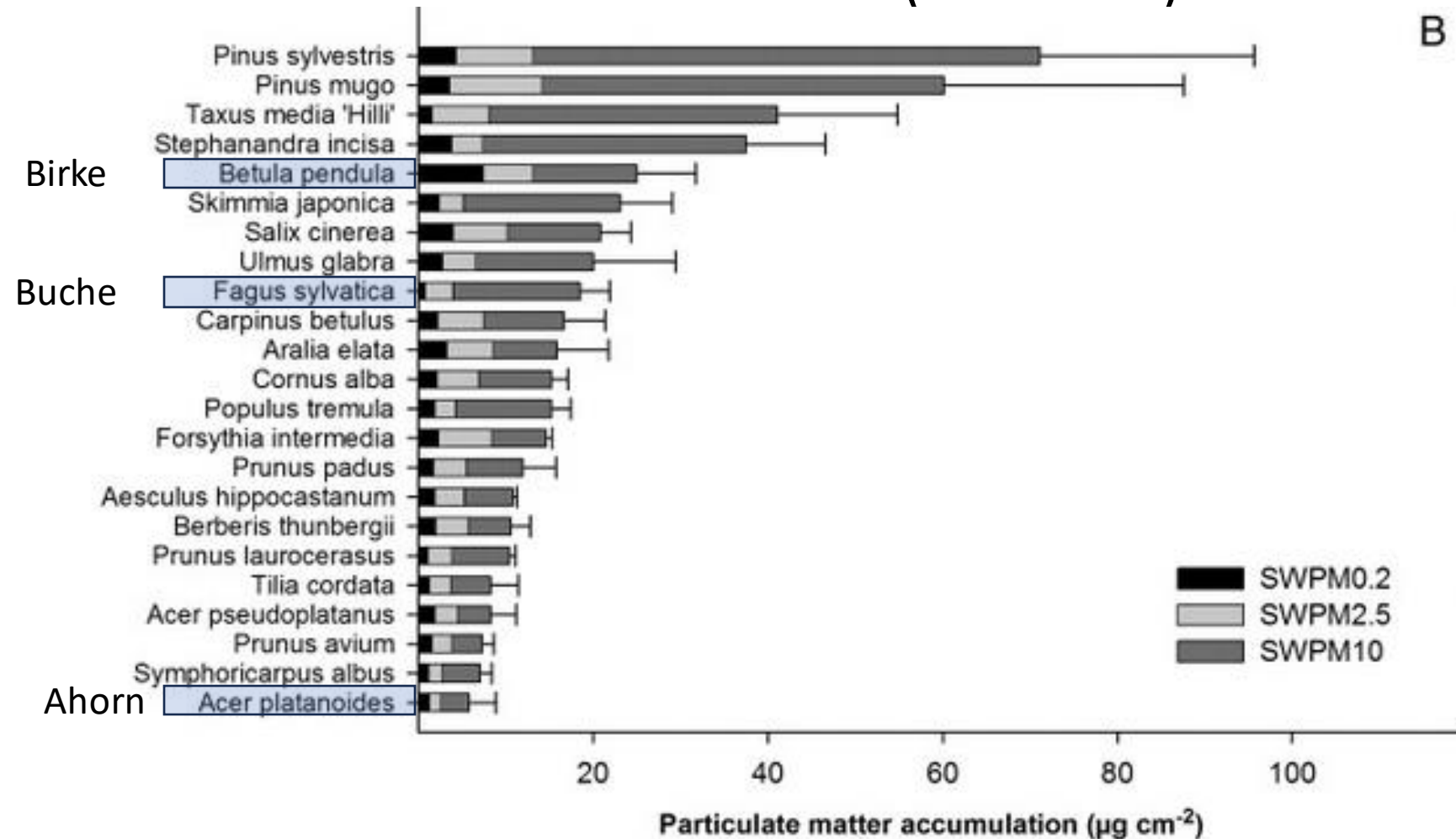
Ozon

Ispra (2013-2015)



Deposition von Luftschadstoffen

PM (Feinstaub)



Einfluss von Trockenheit auf BVOC -> O₃ Wien

Analyse mittels der O₃
Vorläufersubstanz
Formaldehyd (HCHO) welche
primär aus dem BVOC Isopren
gebildet wird.

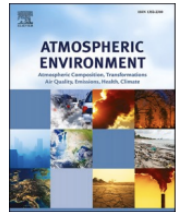
Atmospheric Environment 304 (2023) 119768



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Atmospheric Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv



The influence of vegetation drought stress on formaldehyde and ozone distributions over a central European city

Heidelinde Trimmel^{a,g,*}, Paul Hamer^d, Monika Mayer^a, Stefan F. Schreier^a, Philipp Weihs^a, Josef Eitzinger^a, Hans Sandén^b, Anne Charlott Fitzky^b, Andreas Richter^c, Jean-Christophe Calvet^e, Bertrand Bonan^e, Catherine Meurey^e, Islen Vallejo^d, Sabine Eckhardt^d, Gabriela Sousa Santos^d, Safae Oumami^e, Joaquim Arteta^e, Virginie Marécal^e, Leonor Tarrasón^d, Thomas Karl^f, Harald E. Rieder^a

^a University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Department of Water, Atmosphere and Environment, Institute of Meteorology and Climatology, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180, Vienna, Austria

^b University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Department of Forest and Soil Sciences, Institute of Forest Ecology, Peter-Jordan-Straße 82, 1190, Vienna, Austria

^c Institute of Environmental Physics, University of Bremen, Germany

^d NILU – Norwegian Institute for Air Research, INBY, PO Box 100, NO-2027, Kjeller, Norway

^e Centre National de Recherches Météorologiques, Université de Toulouse, Météo-France, CNRS, Toulouse, France

^f University of Innsbruck, Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences, Innsbruck, Austria

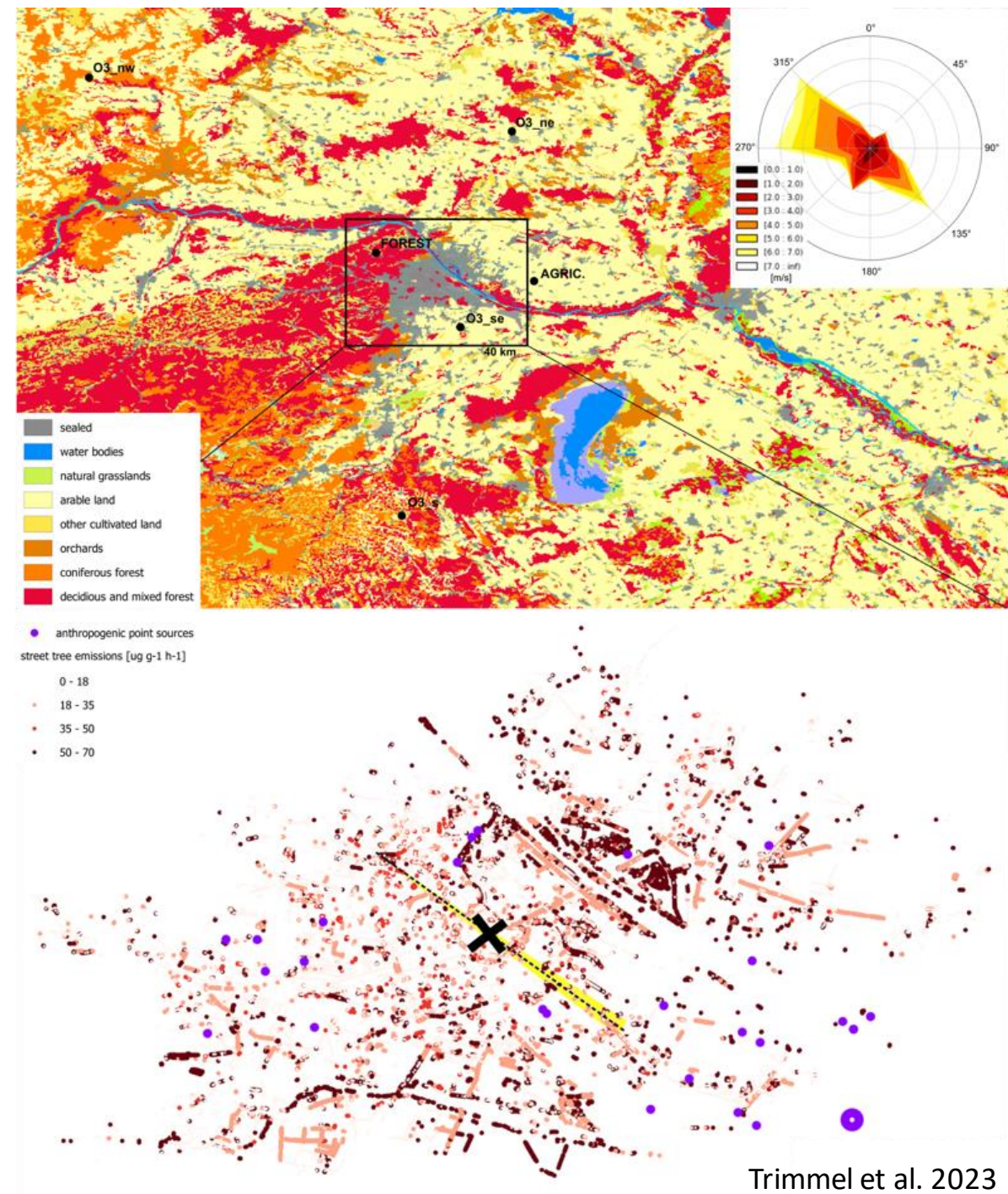
^g International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Schloßplatz 1, 2361, Laxenburg, Austria

HIGHLIGHTS

- Spring-time precipitation deficit can reduce urban formaldehyde and ozone levels.
- Local drought may coincide with urban ozone increases due to advected isoprene.
- Emissions from adjacent forested areas are important for urban ozone formation.

Einfluss von Trockenheit auf BVOC -> O₃ Wien

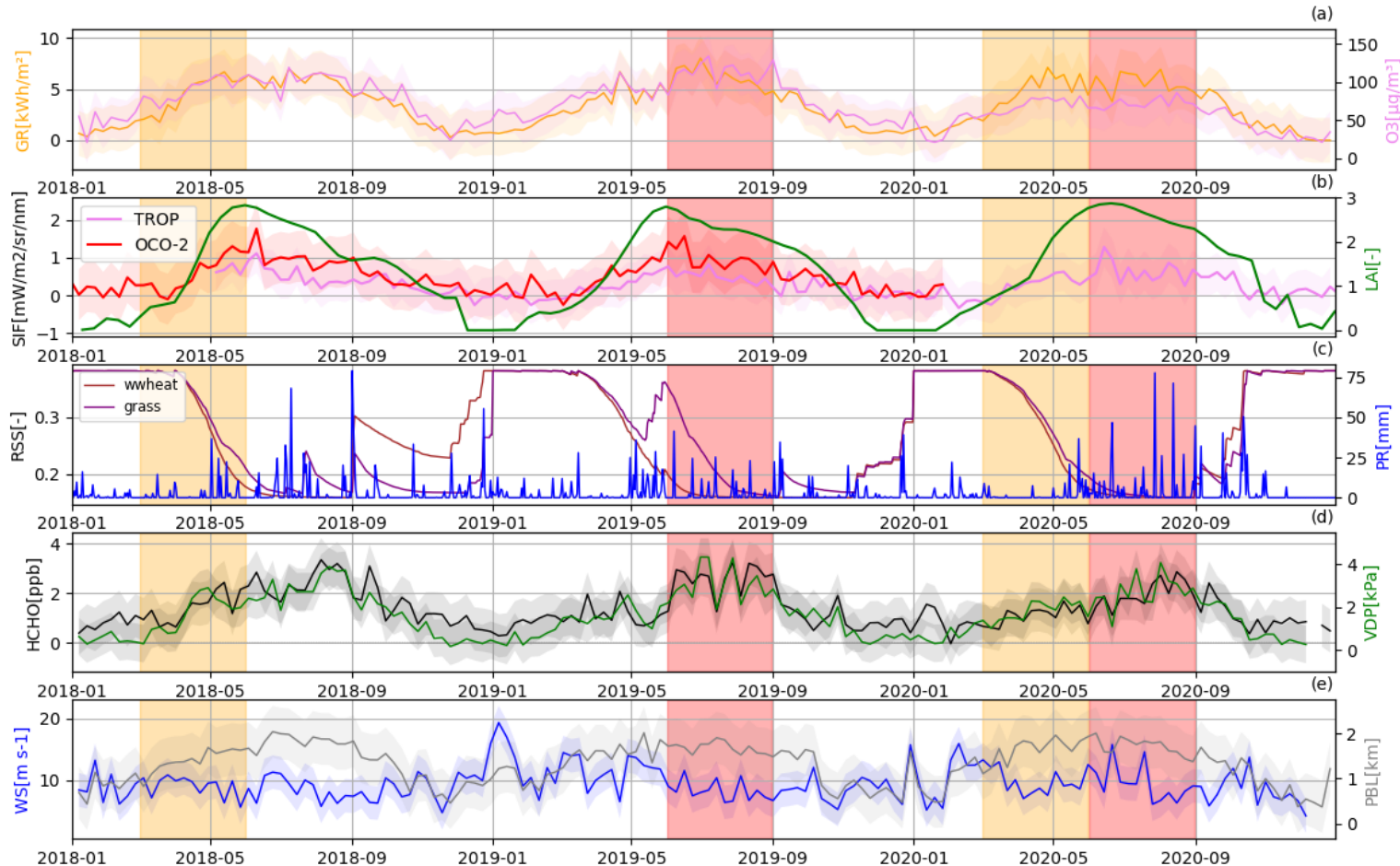
- Abschätzung der BVOC Mengen emittiert von den Bäumen lt. Baumkataster und Literatur
- Berücksichtigung des Waldgebiete im luftchemischen Einflussgebiets Wiens



Analyse der Beobachtungsdaten

Einfluss von Veränderungen von BVOC Emissionen durch Metabolismus der Vegetation und Photosyntheseaktivität auf HCHO und O₃ – im speziellen Trockenheit.

OBS 2018-01-01 00:00:00 - 2020-12-31 00:00:00



HCHO aus bodengebundene Fernerkundungsdaten (MAX-DOAS)

Trockenheitindizes:

- Satellitenbasierte Fernerkundung (fAPAR, SIF, LAI, SPI)
- Bodenfeuchte (RSS)
- Dampfdruckdefizit (VDP)

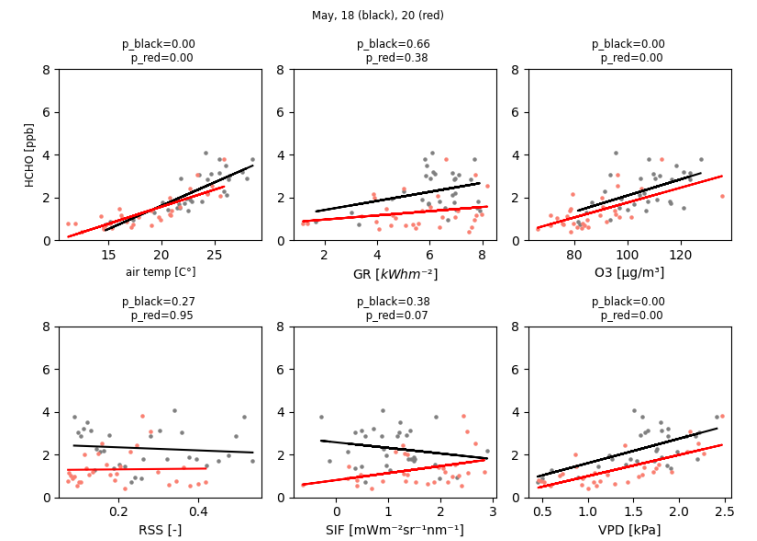
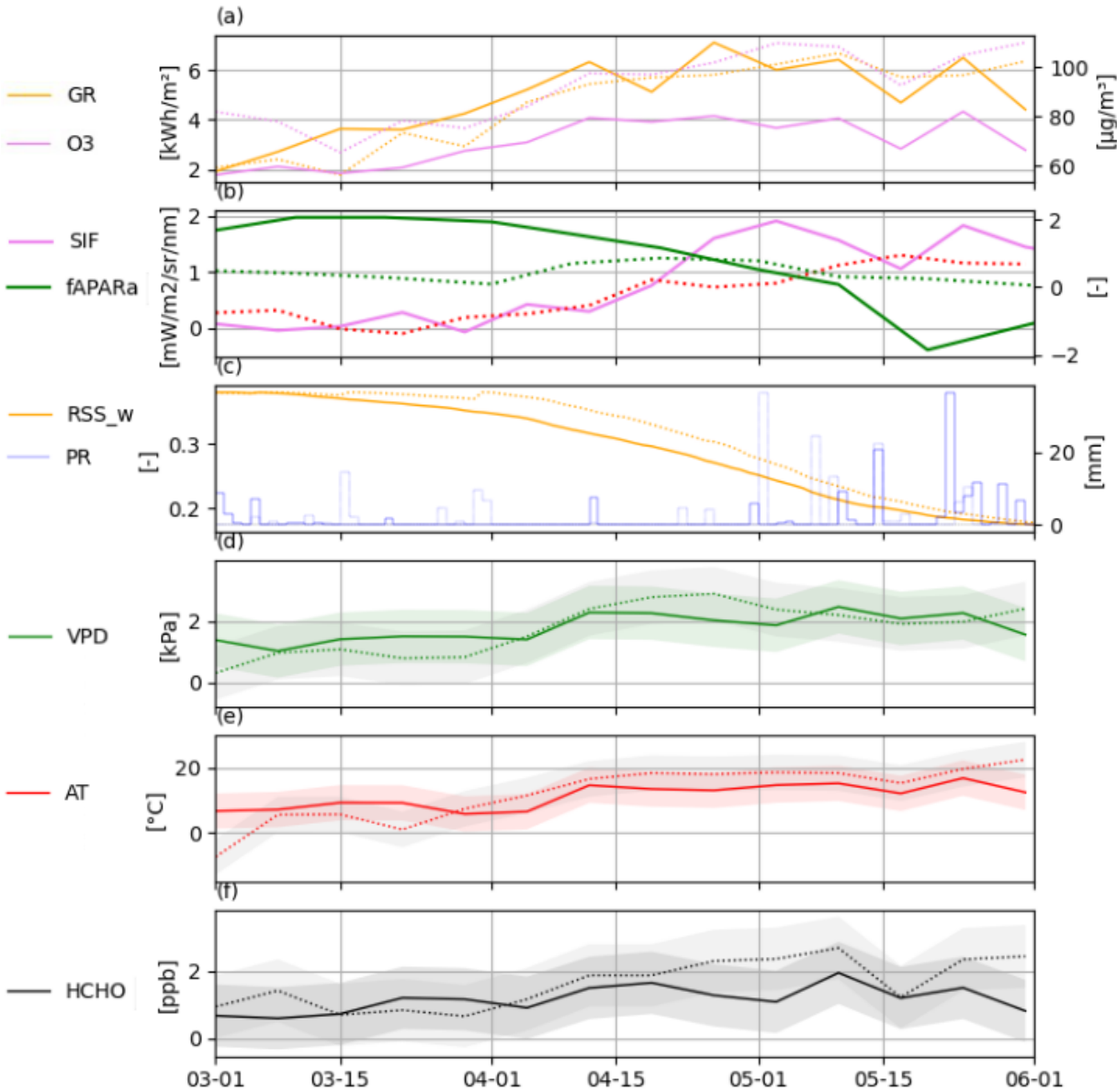
Meteorologie:

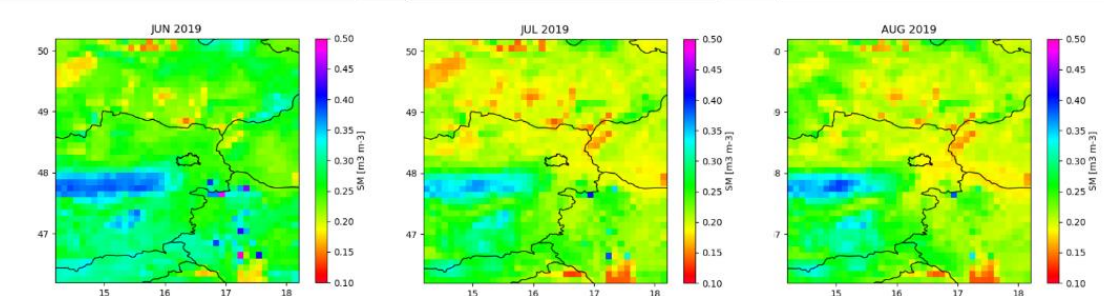
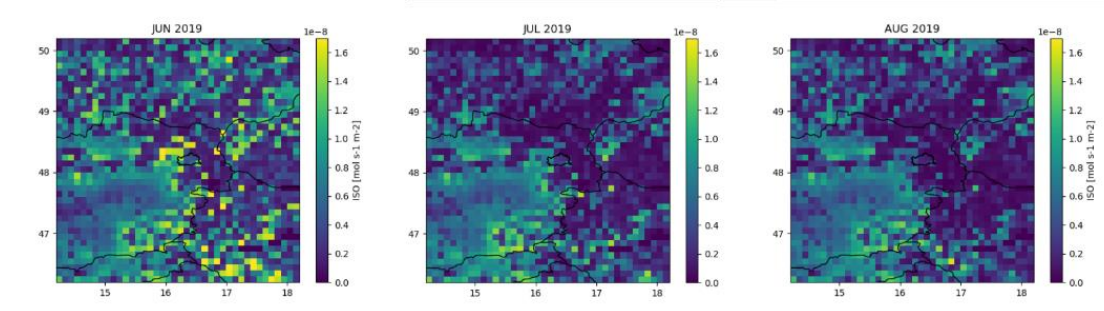
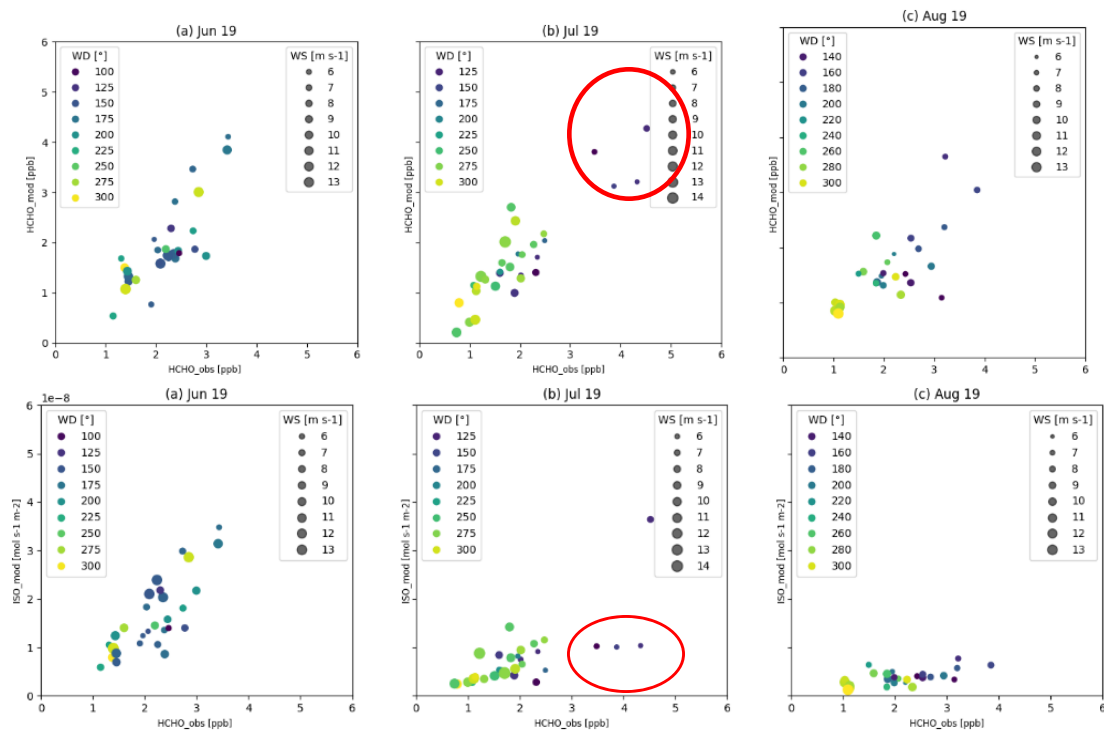
Grenzschichthöhe (PBL),
Globalstrahlung (GR), Wind,

Frühling:

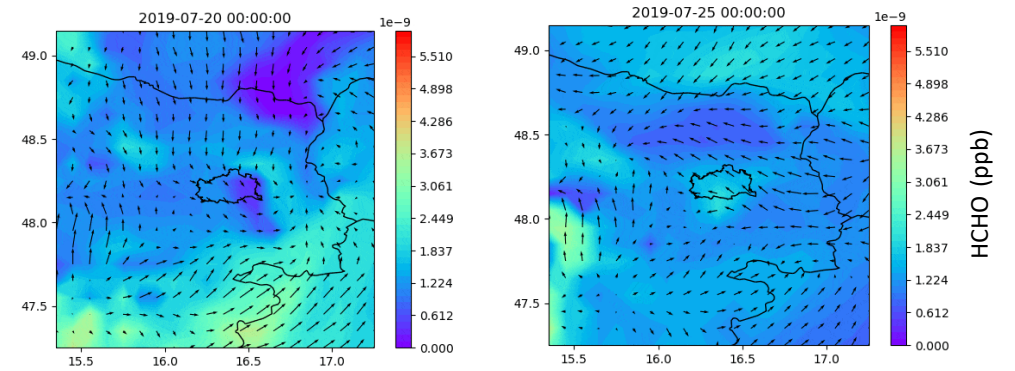
Reduktion in Pflanzen verfügbarem
Bodenwassergehalt

- > Reduzierte Photosynthese
- > Reduzierter Metabolismus der Pflanzen
- > Reduzierte Emission vom BVOC Isopren
- > Reduzierte HCHO Produktion
- > Reduzierte O₃ levels trotz gleicher Globalstrahlung und Lufttemperaturen





Analyse der Überschreitungstage



Sommer:

- Anstiege trotz lokaler Trockenheit
- verursacht durch Advektion von HCHO von nicht-trockenen Regionen

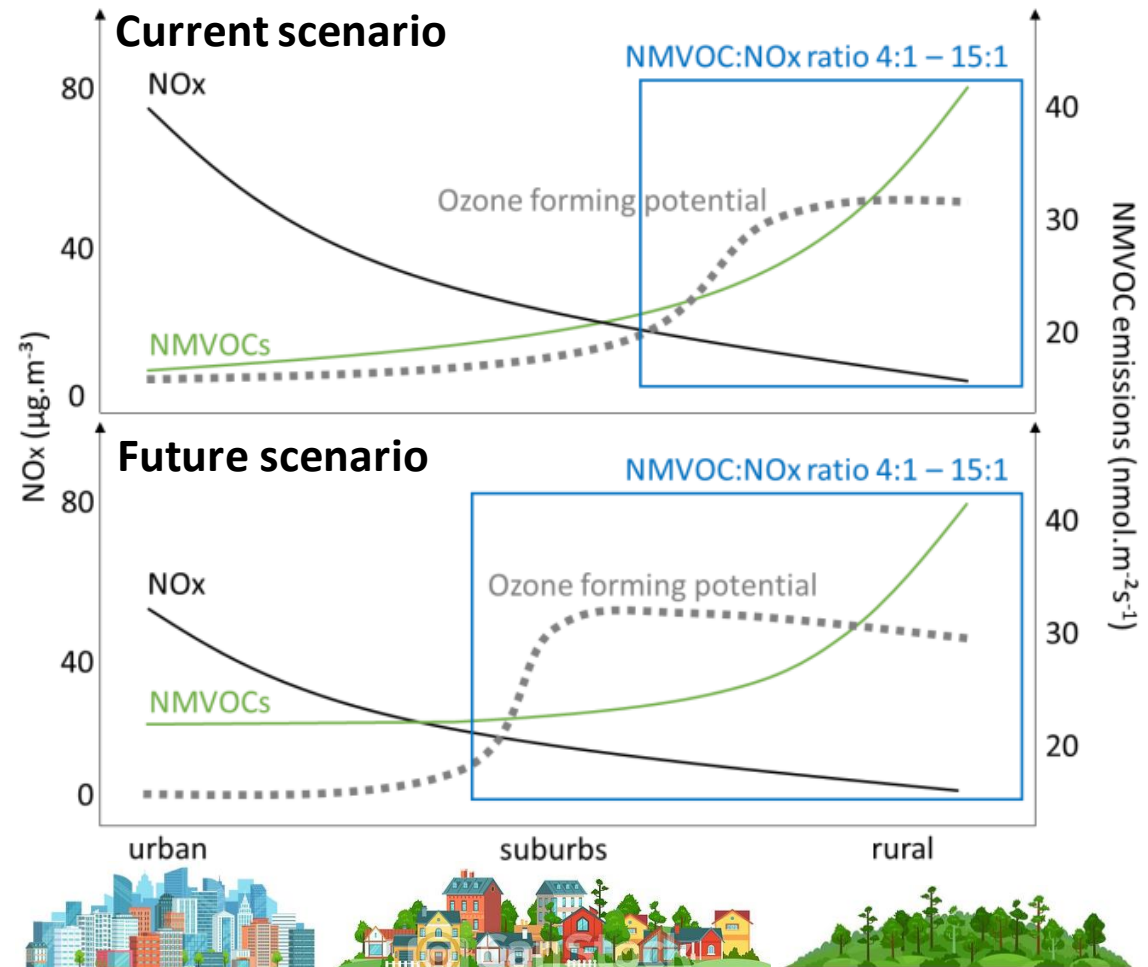
> Reproduziert mit der neuen Modelentwicklung MEGAN3-SURFEX8 und mit Verwendung der Emissionen um das CTM MOCAGE anzutreiben.

Fazit 1: Einfluss von Trockenheit auf Luftqualität im Großraum Wien

- (1) Die HCHO-Mischungsverhältnisse über Wien werden durch veränderte BVOC-Emissionen beeinflusst, die aus dem Stoffwechsel der Vegetation und der photosynthetischen Aktivität resultieren.
- (2) Hitze und Trockenheit beeinflussen das HCHO-Mischungsverhältnis und die O₃-Konzentration über Wien, indem sie die BVOC-Emissionen während großflächiger Trockenheit verändern. Bei lokaler Trockenheit können BVOCs aus Regionen, in denen keine Trockenheit herrscht, trotzdem einen Anstieg der O₃-Konzentration in Wien Zentrum verursachen.

Mögliche Gefahr

- Reduzierte Stickoxide durch Elektrifizierung
- Erhöhte BVOC Emission durch Hitze (ohne Trockenheit)
- Ozonproduktionsspitzen rücken näher an die dicht bewohnten Gebiete



Fazit 2: Welche Fähigkeiten sollte ein guter Stadtbaum haben?

- **Lange leben und groß werden**
 - Hohe Blattflächendichte (groß, breite und vielschichtige Krone, breite und/oder viele Blätter)
 - Gute Wasserversorgung
- **Artenwahl**
 - geringe Emittenten von BVOCs
 - Hohe Partikel- und Ozonabscheidekapazität
 - salz-, trocken- und druckresistent
- **Schön**
 - ✓ Kühlung an heißen Sommertagen
 - ✓ Schutz vor Wind und rascher Abkühlung in der Nacht
 - ✓ Kaum Schattenwurf im Winter
 - ✓ Maximale Deposition von Luftschadstoffen (PM und Gase inkl. Ozon)
 - ✓ Maximaler Erholungsnutzen

BVOC-Emissionen der einzelnen Baumarten

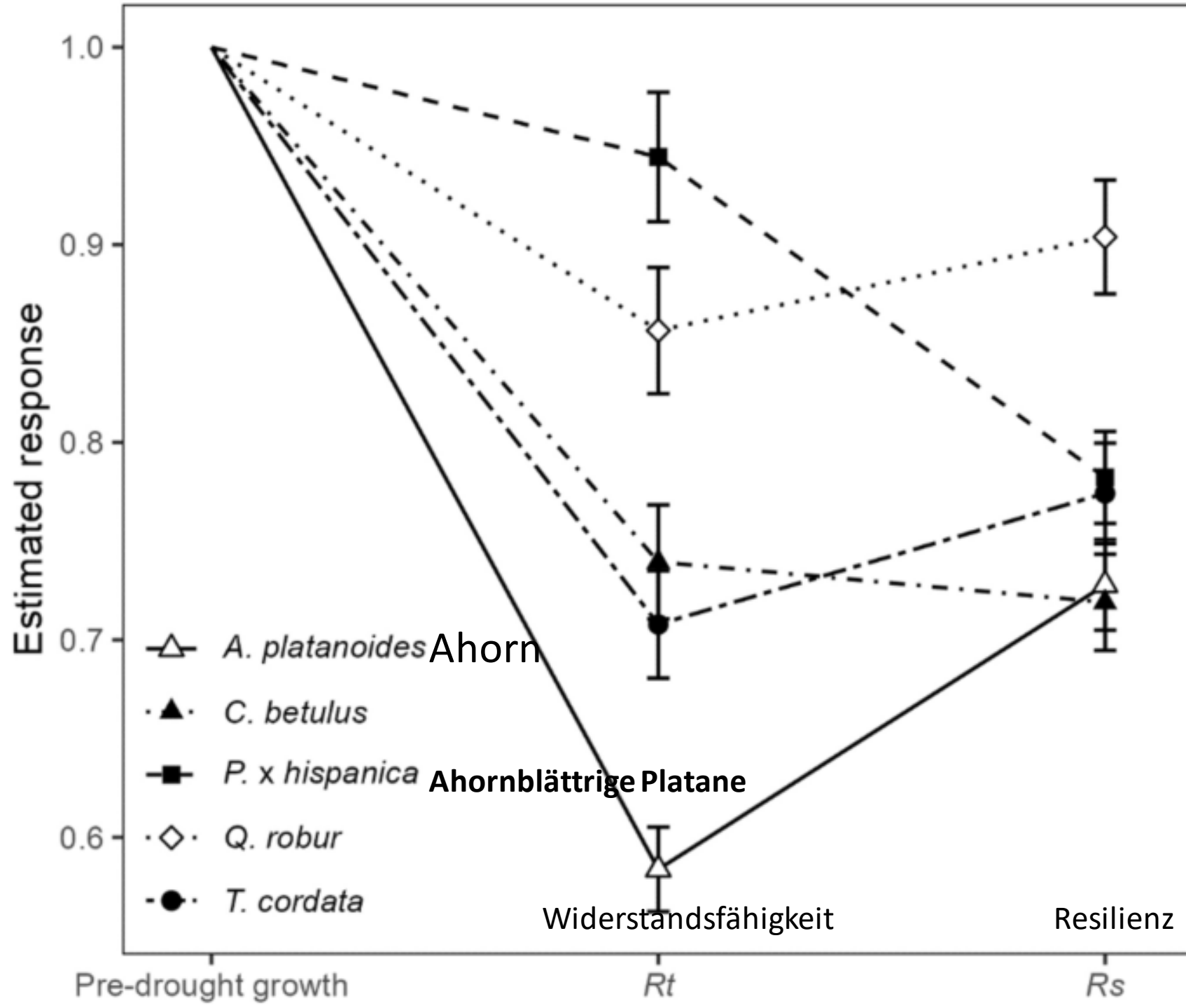
Genus	Species	Distribution area	isoprene	Mono-terpenes	Sesqui-terpenes	Oxygenated VOC
Acer	sp.		green	green	green	yellow
	<i>platanoides</i>	N/C	green	green	green	green
	<i>pseudoplatanus</i>	N/C	green	white	grey	grey
Aesculus	<i>hippocastanum</i>	N/C	white	white	grey	grey
Betula	<i>pendula</i>	N/C	green	yellow	red	green
Carpinus	<i>betulus</i>	N/C	green	green	green	grey
Celtis	<i>occidentalis</i>	S	green	green	grey	green
Fagus	<i>sylvatica</i>	N/C	white	red	green	green
Fraxinus	sp.		white	white	grey	grey
	<i>excelsior</i>	N/C	green	green	green	green
	<i>ornus</i>	S	white	white	green	green
Picea	<i>abies</i>	N/C	green	yellow	green	green
Pinus	<i>sylvestris</i>	N/C	green	yellow	green	green
	<i>pinea</i>	S	white	yellow	green	green
Platanus	<i>acerifolia</i>	N/C, S	red	white	grey	grey
	<i>orientalis</i>	N/C, S	yellow	green	green	green
Populus	sp.		red	white	grey	grey
	<i>nigra</i>	N/C, S	red	white	green	green
	<i>tremula</i>	N/C, S	yellow	green	green	green
Prunus	<i>avium</i>	C	white	green	green	green
	<i>serotina</i>	N/C	white	green	green	green
Quercus	<i>ilex</i>	S	green	red	green	green
	<i>pubescens</i>	N/C	red	green	green	green
	<i>robur</i>	N/C	red	yellow	green	grey
Robinia	<i>pseudoacacia</i>	N/C, S	yellow	red	green	grey
Sophora	<i>japonica</i>	S	yellow	red	green	grey
Tilia	<i>cordata</i>	N/C	white	white	green	green
	<i>platyphyllos</i>	N/C	white	white	green	green
Ulmus	<i>minor</i>	S	green	green	green	green

Emission legend in [$\mu\text{g g}_{\text{DW}}^{-1} \text{h}^{-1}$]:

kein (white) – **we**in – **medium** – **hoch**
no data available

ISO: low < 10
MT and OVOC: low < 2, high > 5.1
SQT: low < 0.5, high > 1.1

Fitzky et al. 2019



Baumgattung	Insgesamt	Straßenbäume* nach Altersgruppen**					
		bis 19 Jahre	20–49 Jahre	50–99 Jahre	100–199 Jahre	ab 200 Jahre	nicht erfasst
Wien	95.997	24.501	39.473	21.497	3.576	49	6.901
Ahorn	25.638	5.472	10.563	5.958	486	–	3.159
Linde	15.229	3.162	5.637	5.490	651	12	277
Roskastanie	9.766	881	3.399	3.490	1.837	22	137
Esche	8.612	2.634	4.060	1.222	113	–	583
Zürgelbaum	4.153	2.481	1.150	312	8	–	202
Platane	3.923	635	1.600	1.333	248	5	102
Hainbuche	3.049	1.525	1.285	110	–	–	129
Zierkirsche	2.875	765	1.671	168	2	–	269
Zierbirne	3.195	1.979	1.062	10	1	–	143
Robinie	2.473	118	1.241	607	29	–	478
Gleditsie	2.387	957	1.042	331	2	–	55
Schnurbaum	1.877	311	937	582	27	–	20
Pappel	1.817	107	753	462	77	2	416
Baumhasel	1.675	649	924	75	4	–	23
Ulme	1.567	1.038	258	40	5	–	226
Nussbaum	975	113	522	235	8	–	97
Ginkgo	974	575	328	33	–	–	38
Kiefer	807	8	517	258	18	–	6

Straßenbäume nach Baumgattungen und Altersgruppen in Wien

Fazit 3 - Wie beeinflussen Stadtbäume unter Stress die Luftqualität?

unter Trockenstress:

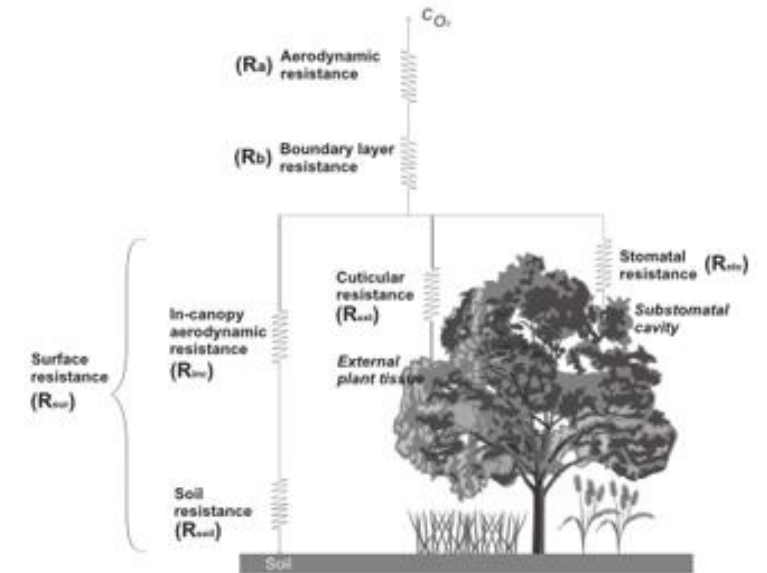
- > reduzierte Evapotranspiration
- > gleichbleibende Beschattung
- > reduzierte BVOC Emission -> reduzierte O₃ Produktion
- > reduzierte O₃ Aufnahme

unter Salzstress:

- > reduzierte Blattbiomasse -> Trockenempfindlichkeit steigt

bei Temperaturanstieg ohne Trockenstress (hauptsächlich im Umland):

- > erhöhte BVOC Emission -> erhöhte O₃ Produktion



<https://www.sei.org/projects-and-tools/tools/do3se-deposition-ozone-stomatal-exchange/>

-> Neteffekt von Stadtbäume ist überwiegend positiv für die Luftqualität.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fitzky, Anne Charlott, Hans Sandén, Thomas Karl, Silvano Fares, Carlo Calfapietra, Rüdiger Grote, Amélie Saunier, and Boris Rewald. 'The Interplay Between Ozone and Urban Vegetation—BVOC Emissions, Ozone Deposition, and Tree Ecophysiology'. *Frontiers in Forests and Global Change* 2 (6 September 2019): 50.

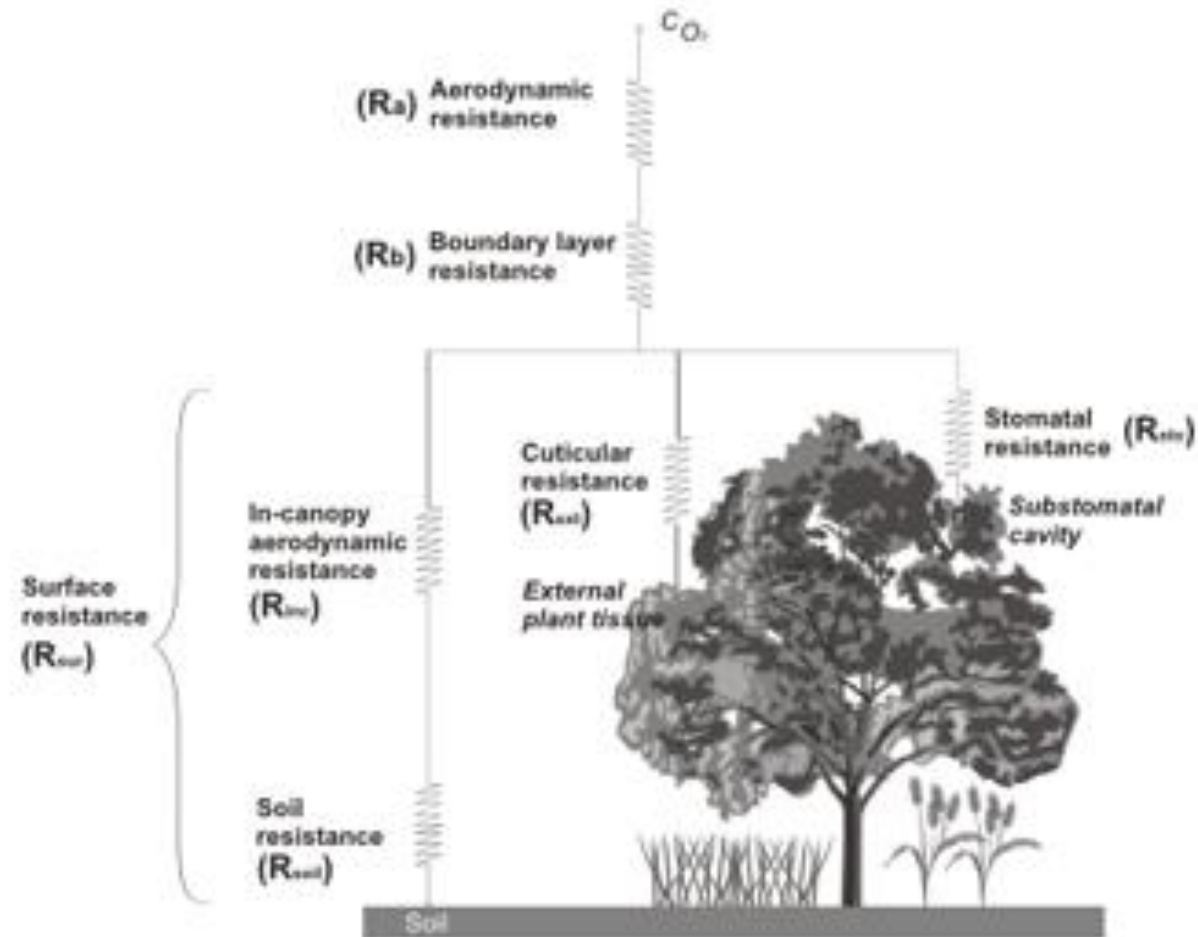
Trimmel, Heidelinde, Paul Hamer, Monika Mayer, Stefan F. Schreier, Philipp Weihs, Josef Eitzinger, Hans Sandén, et al. 'The Influence of Vegetation Drought Stress on Formaldehyde and Ozone Distributions over a Central European City'. *Atmospheric Environment* 304 (July 2023): 119768.

Peron, A., Kaser, L., Fitzky, A. C., Graus, M., Halbwirth, H., Greiner, J., ... & Karl, T. (2021). Combined effects of ozone and drought stress on the emission of biogenic volatile organic compounds from *Quercus robur* L. *Biogeosciences*, 18(2), 535-556.

Fitzky, A. C., Kaser, L., Peron, A., Karl, T., Graus, M., Tholen, D., ... & Sandén, H. (2023). Same, same, but different: Drought and salinity affect BVOC emission rate and alter blend composition of urban trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 80, 127842.

Fitzky, A. C., Peron, A., Kaser, L., Karl, T., Graus, M., Tholen, D., ... & Rewald, B. (2021). Diversity and interrelations among the constitutive VOC emission blends of four broad-leaved tree species at seedling stage. *Frontiers in plant science*, 12, 708711.

Die Bedeutung der Baumgröße



Benefits of Urban Trees



Reduces rates of cardiac disease, strokes and asthma



Protects Biodiversity by Providing Habitat



Increases Physical Activity



Supports Stormwater Management



Cools Cities by 2 to 4 Degrees



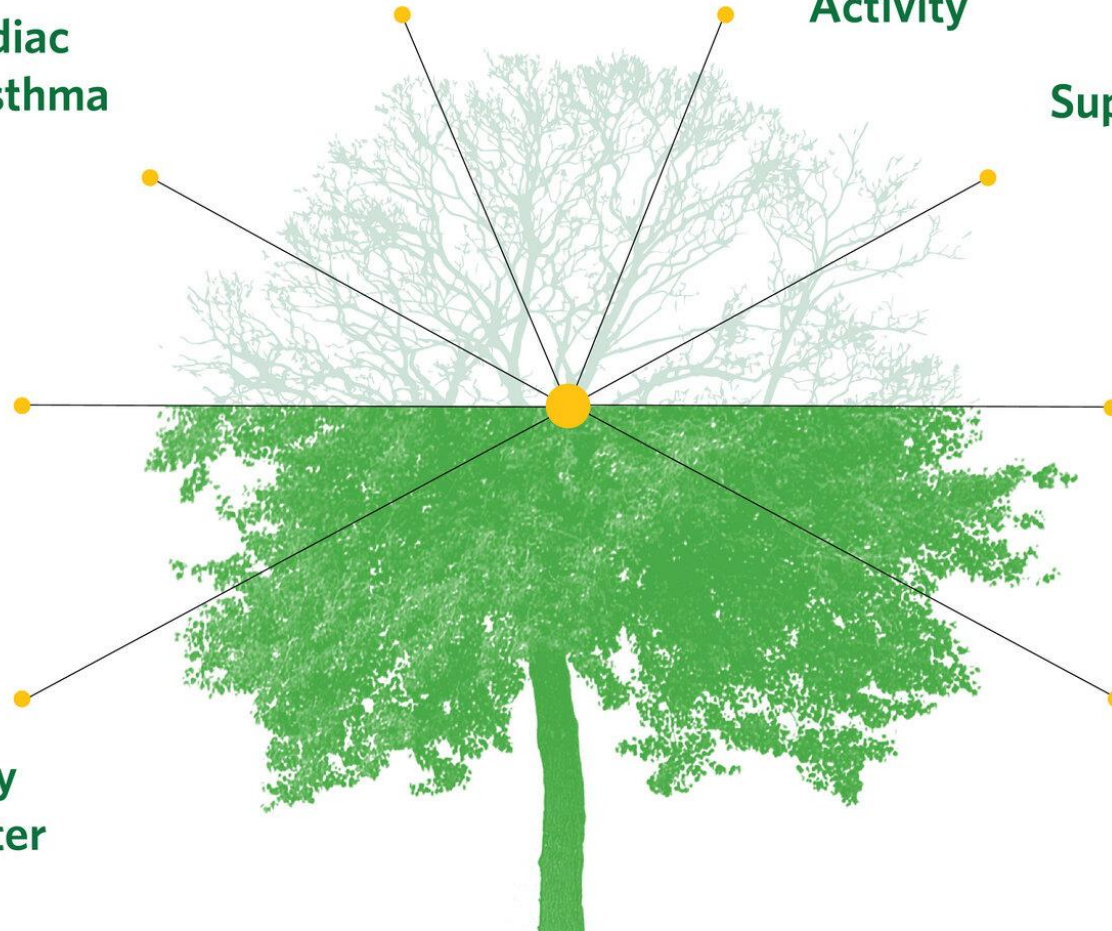
Reduces Air Pollution by Filtering Particulate Matter



Supports Social Cohesion

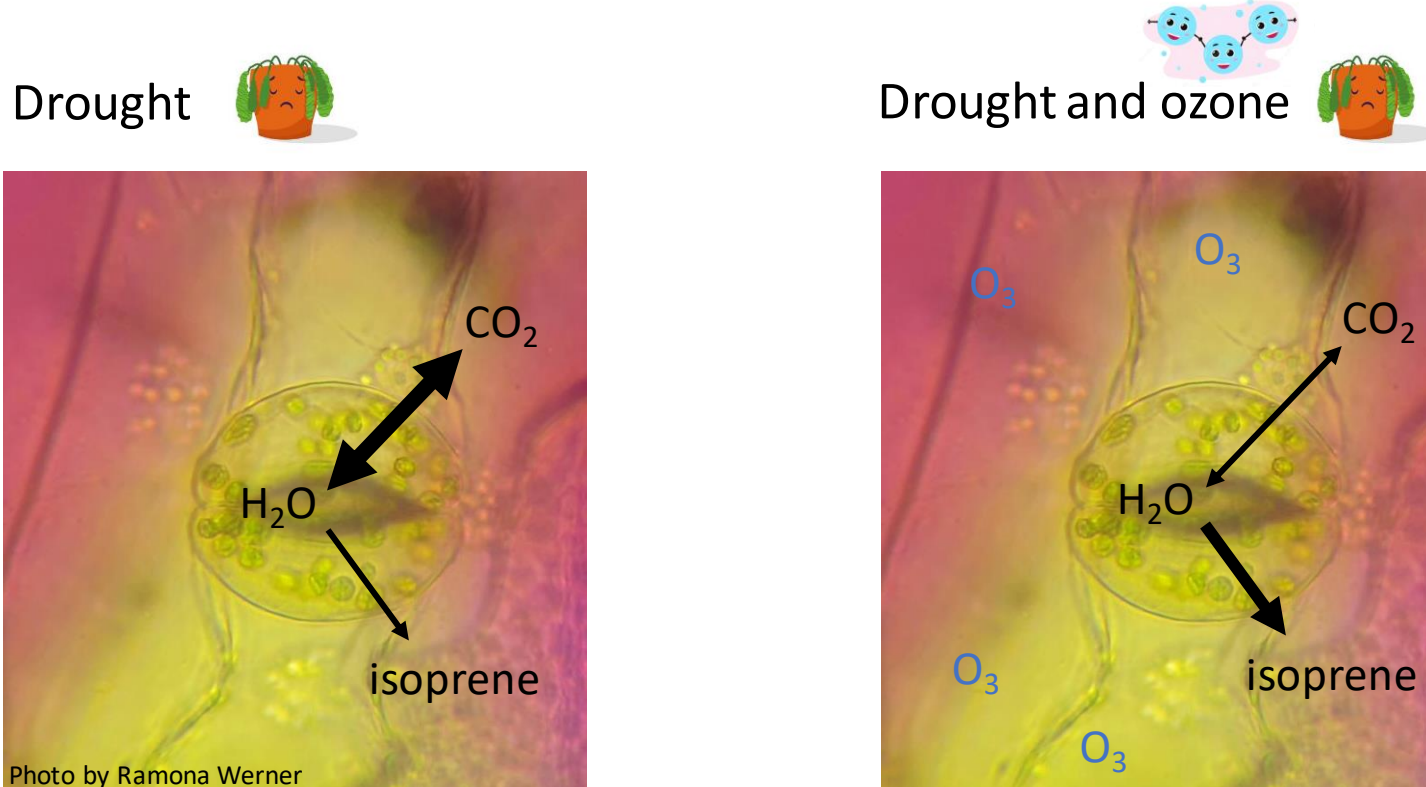


Reduces Stress



Isoprene emissions under combined stress

Oak under drought and ~100ppb ozone fumigation (O_3)



→ **Isoprene has antioxidant function** (Loreto et al. 2001)

→ **Longer endurance of drought under ozone fumigation**

Biogeosciences, 18, 535–556, 2021
<https://doi.org/10.5194/bg-18-535-2021>

© Author(s) 2021. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Combined effects of ozone and drought stress on the emission of biogenic volatile organic compounds from *Quercus robur* L.



Arianna Peron

Arianna Peron¹, Lisa Kaser¹, Anne Charlott Fitzky², Martin Graus¹, Heidi Halbwirth³, Jürgen Greiner³, Georg Wohlfahrt⁴, Boris Rewald², Hans Sandén², and Thomas Karl¹

¹Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences, University of Innsbruck, 6020 Innsbruck, Austria

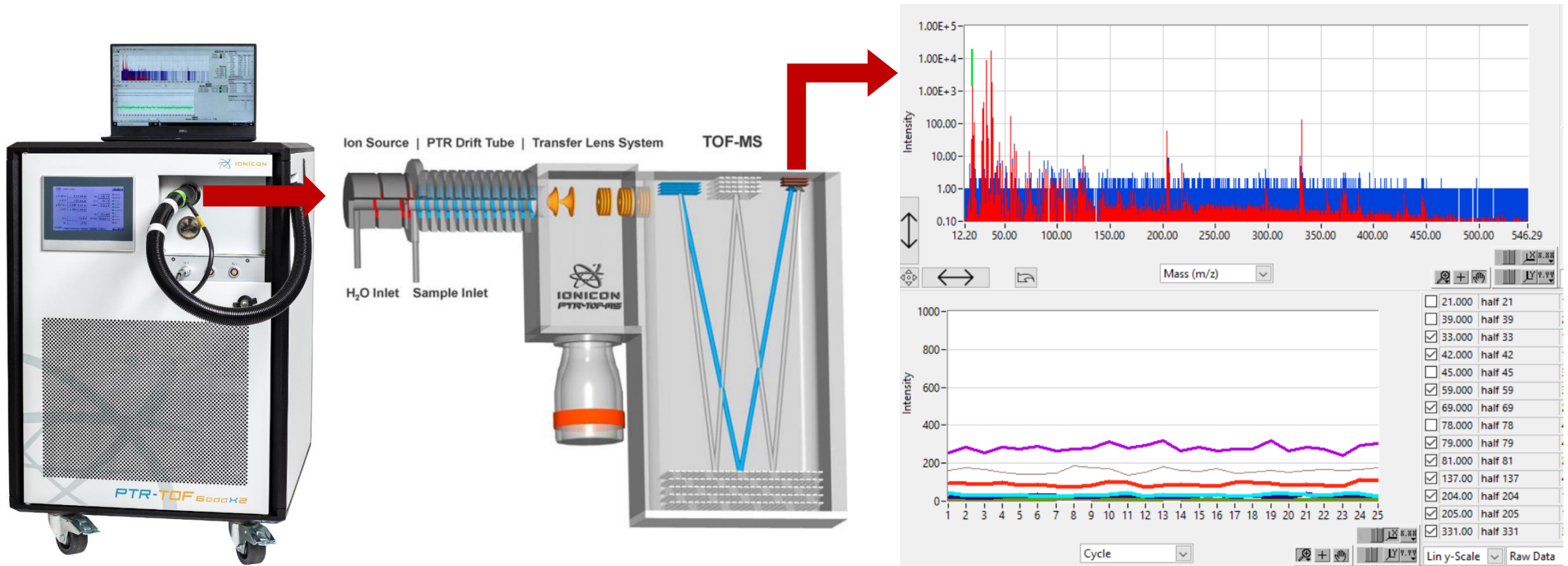
²Department of Forest and Soil Sciences, Forest Ecology, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), 1190 Vienna, Austria

³Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Technische Universität Wien, 1060 Vienna, Austria

⁴Department of Ecology, University of Innsbruck, 6020 Innsbruck, Austria

What is a PTR-ToF-MS?

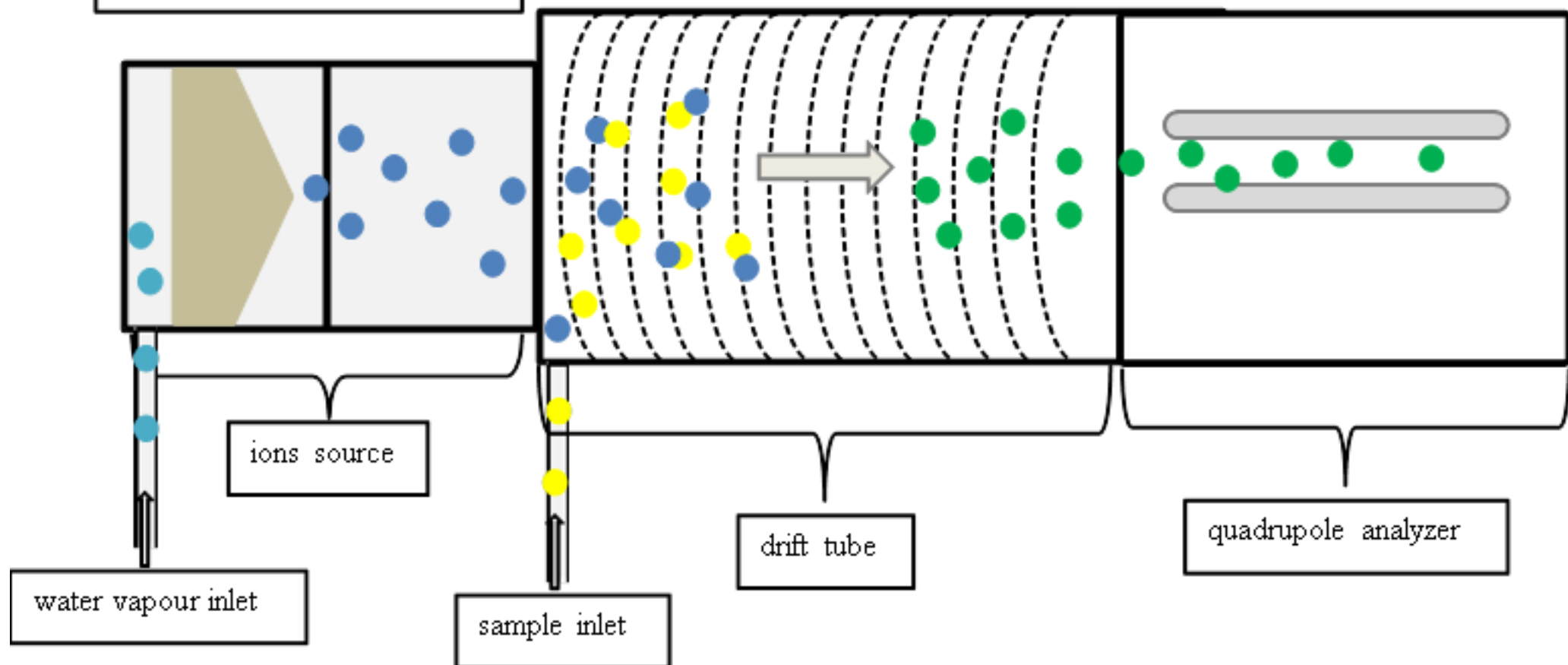
Proton Transfer Reaction – Time of Flight – Mass Spectrometry



step 1: water vapour molecules (turquoise colour) are injected into the ion source region, where hydronium ions (H_3O^+) are generated by a hollow cathode discharge

step 2: in drift tube previously generated hydronium ions (blue colour) react with analytes (yellow colour) injected directly into drift tube; as a result of proton transfer reaction, analytes are in ionized form (green colour)

step 3: the ions are separated in mass analyzer according to their mass to charge ratio (m/z), and transferred to detector for their identification

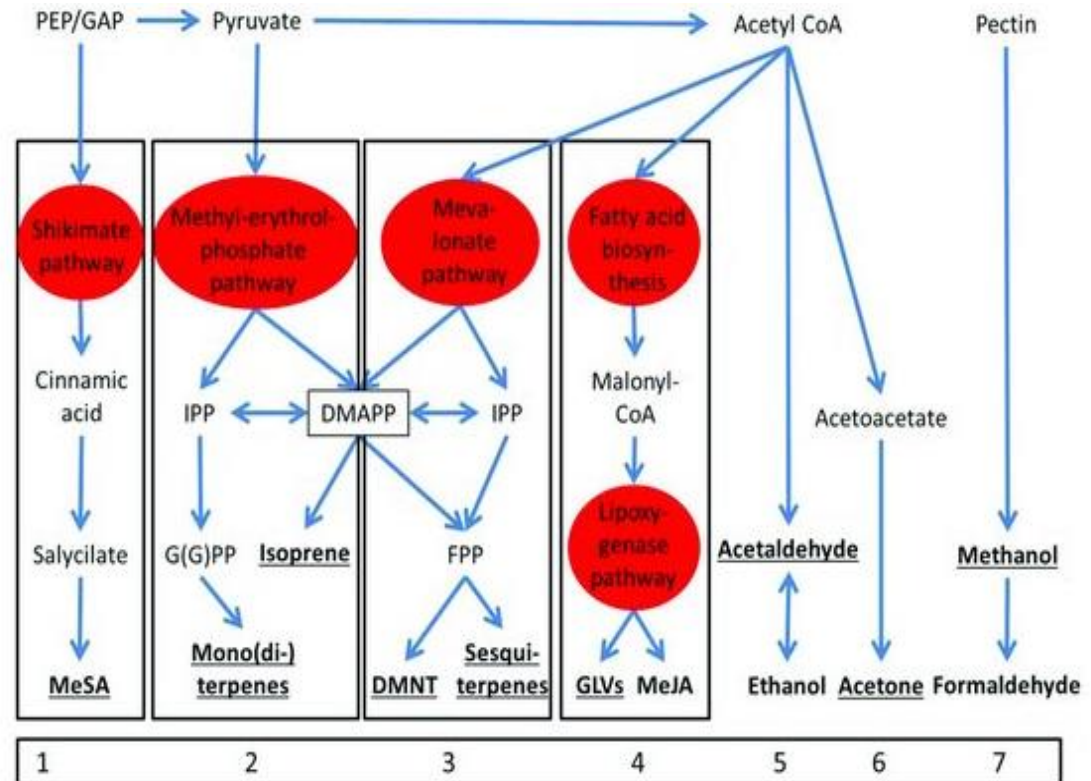


...because they are synthesized by connected pathways

- Main pathways:

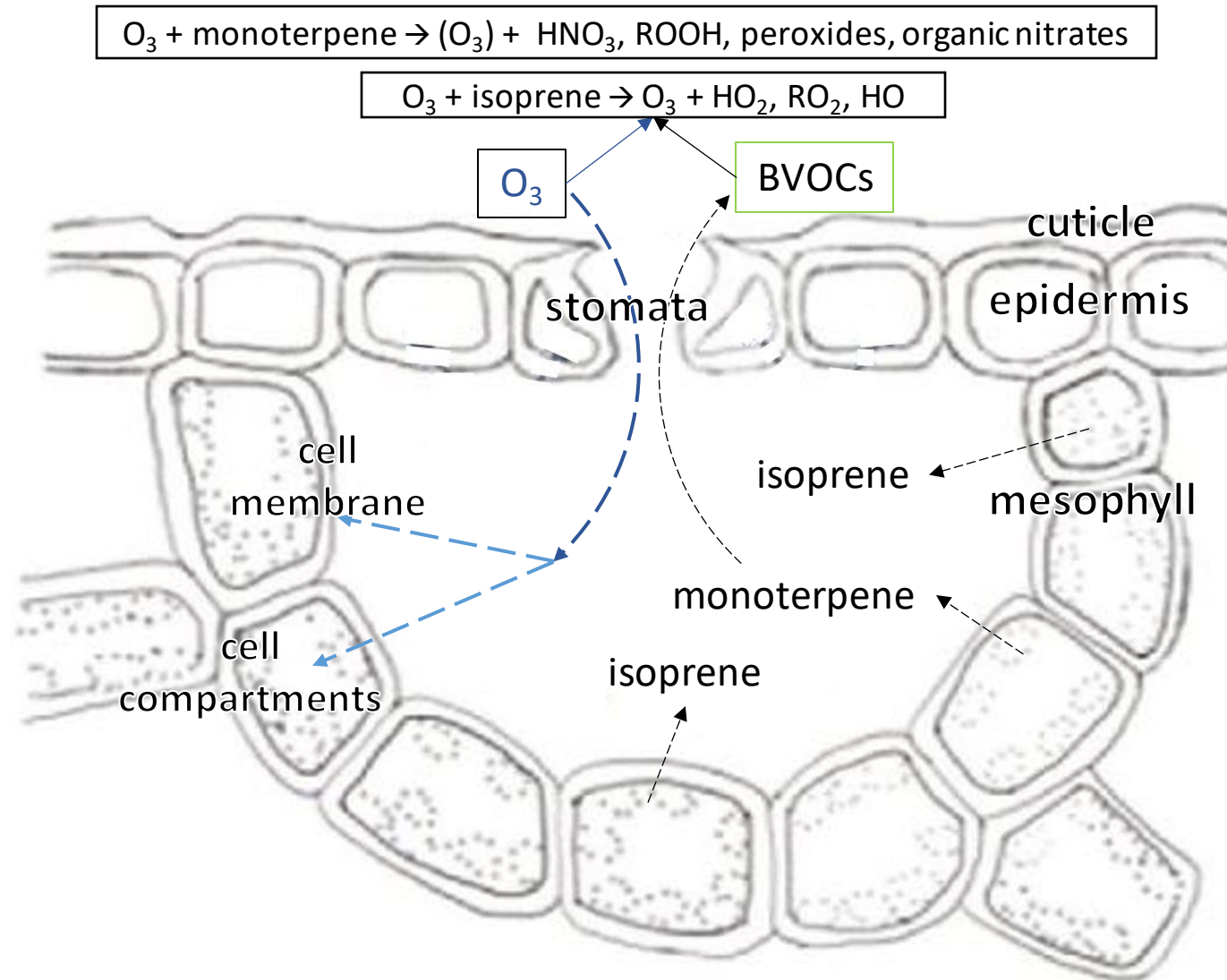
- MEP (methylerythritol phosphate)
- MVA (mevalonate)
- LOX (lipoxygenase)
- Shikimate

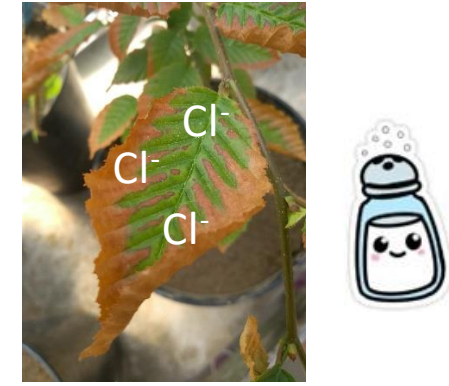
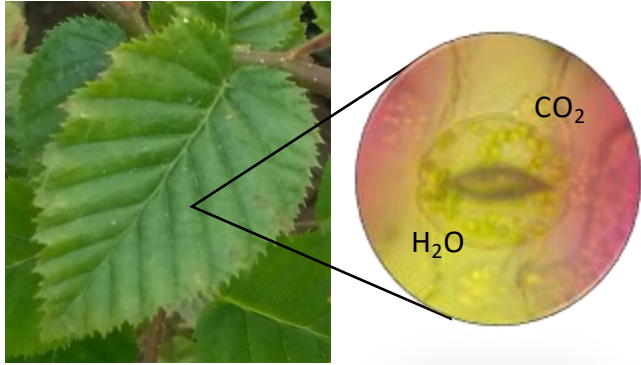
- Excess products



Grote et al. 2019

BVOCs and ozone

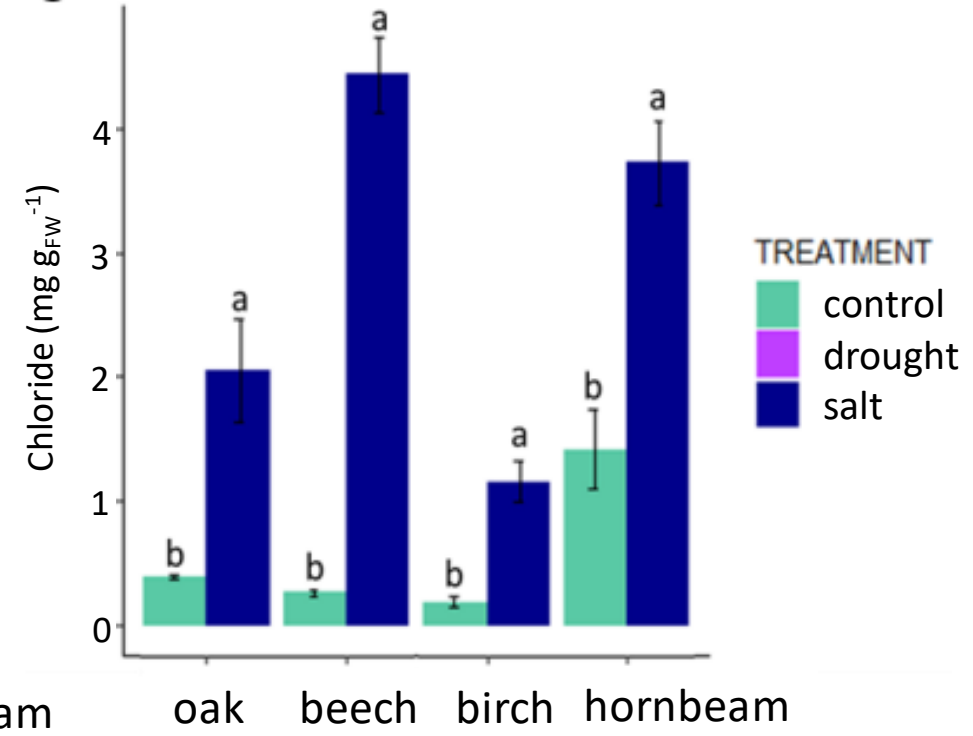
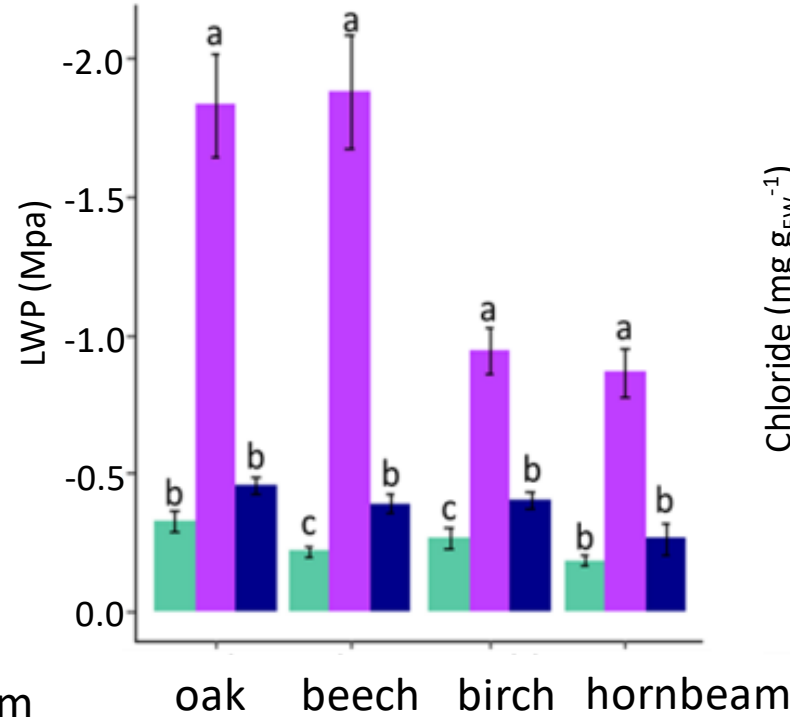
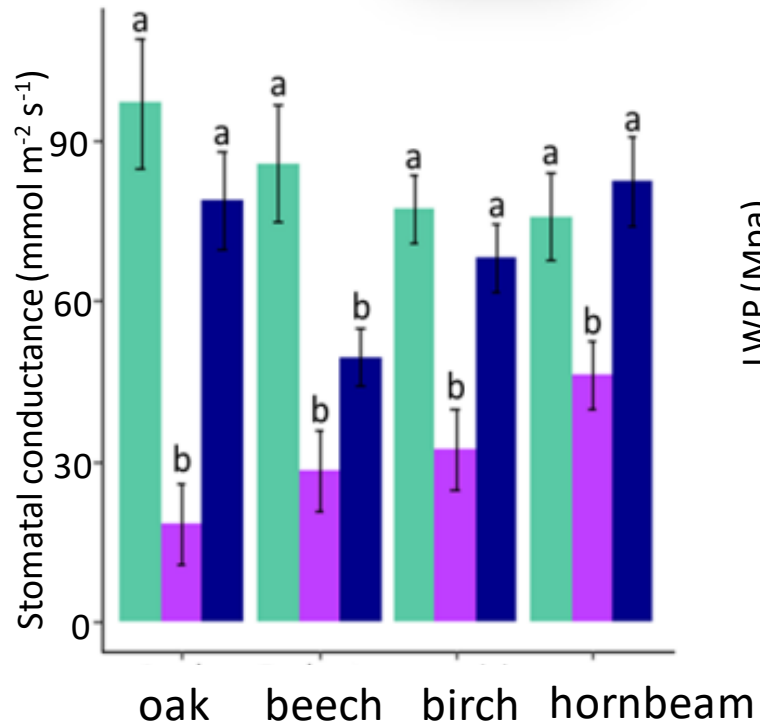




A Stomatal conductance

B Leaf water potential

C Chloride content of leaves



Deposition von Luftschadstoffen (PM und Gase inkl. Ozon)

PM (Feinstaub)

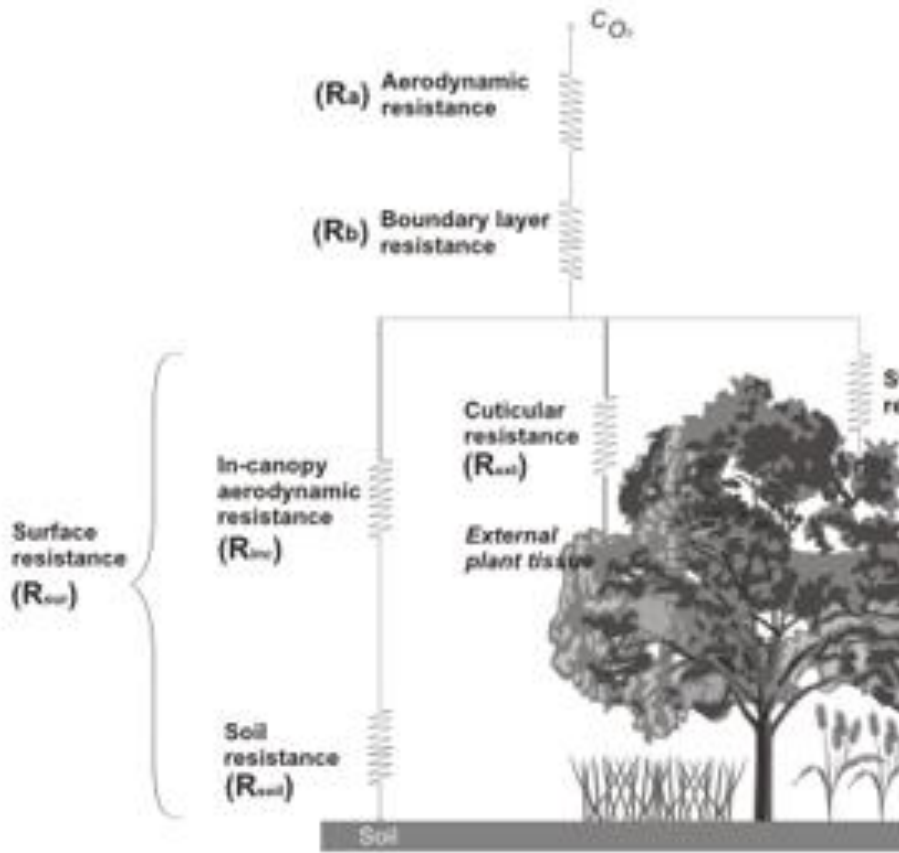
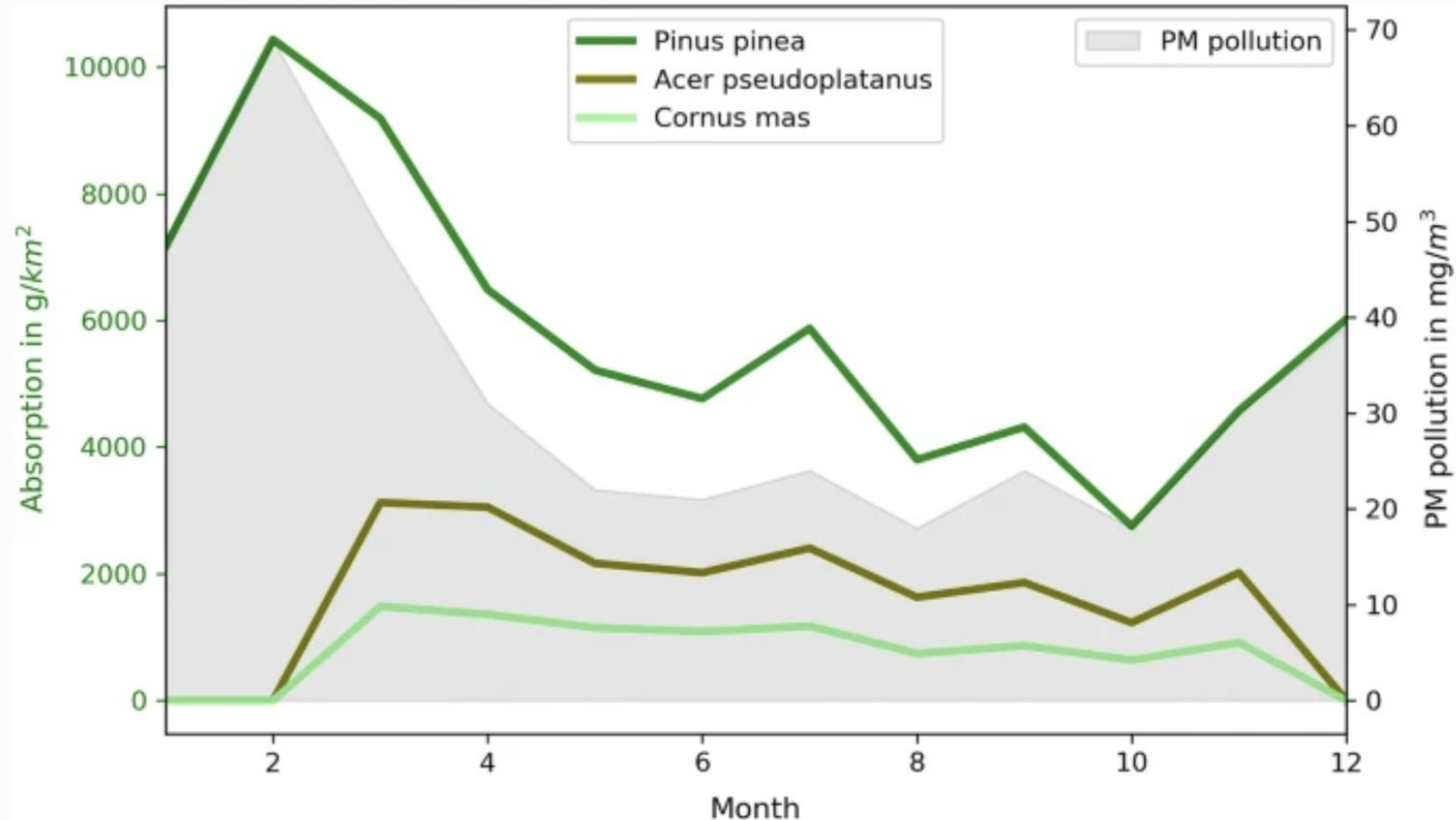


Fig. 2



- Isohydrische Arten : Sie schließen ihre Spaltöffnungen früh, um sich vor einer möglicherweise lang anhaltenden Trockenheit zu schützen.
- Anisohydrische Arten: Sie halten die Spaltöffnungen offen, wenn es trocken wird, und hoffen auf Regen

- Isohydrische Arten : Sie schließen ihre Spaltöffnungen früh, um sich vor einer möglicherweise lang anhaltenden Trockenheit zu schützen.
- Anisohydrische Arten: Sie halten die Spaltöffnungen offen, wenn es trocken wird, und hoffen auf Regen

Isohydrich: Birke, Ahorn

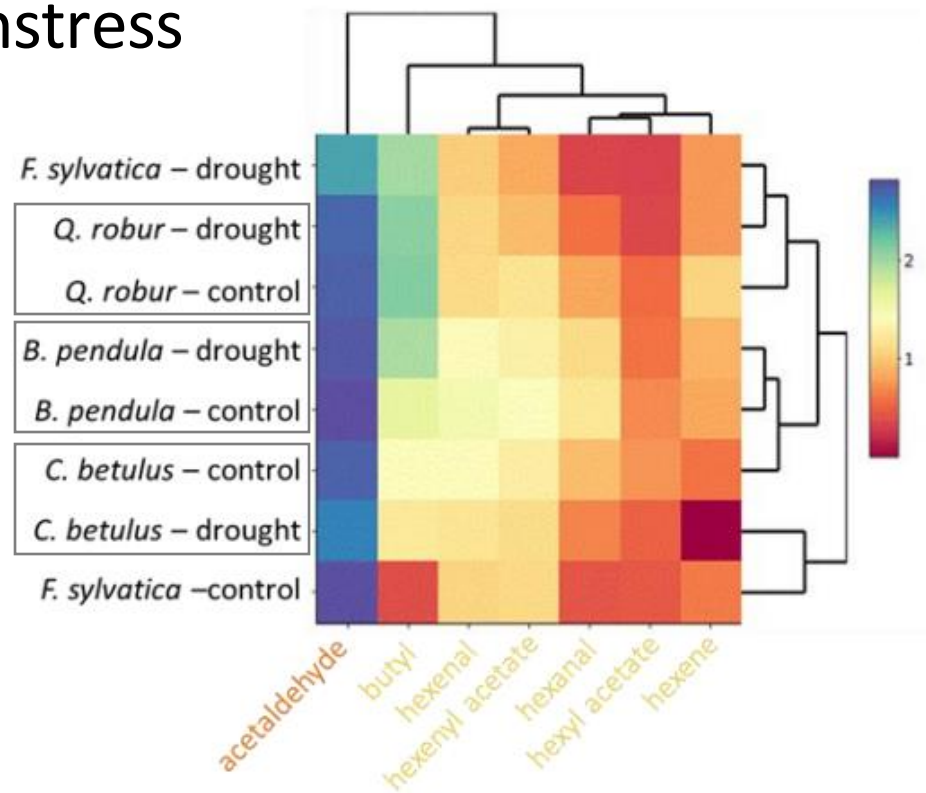
Anisohydrich: Buche, Ahornblättrige Platane

- Isohydrische Arten : Sie schließen ihre Spaltöffnungen früh, um sich vor einer möglicherweise lang anhaltenden Trockenheit zu schützen.
- Anisohydrische Arten: Sie halten die Spaltöffnungen offen, wenn es trocken wird, und hoffen auf Regen
- Isohydrische Arten: Stellen bei Trockenheit die meisten Dienste ein, überleben aber
- Anisohydrische Arten: Erbringen ihre Leistungen, wenn es heiß und trocken ist, aber wenn die Trockenheit lange anhält, sterben sie

Mögliche Auswirkungen von Trockenheit und Salzstress auf die Herbivorenabwehr

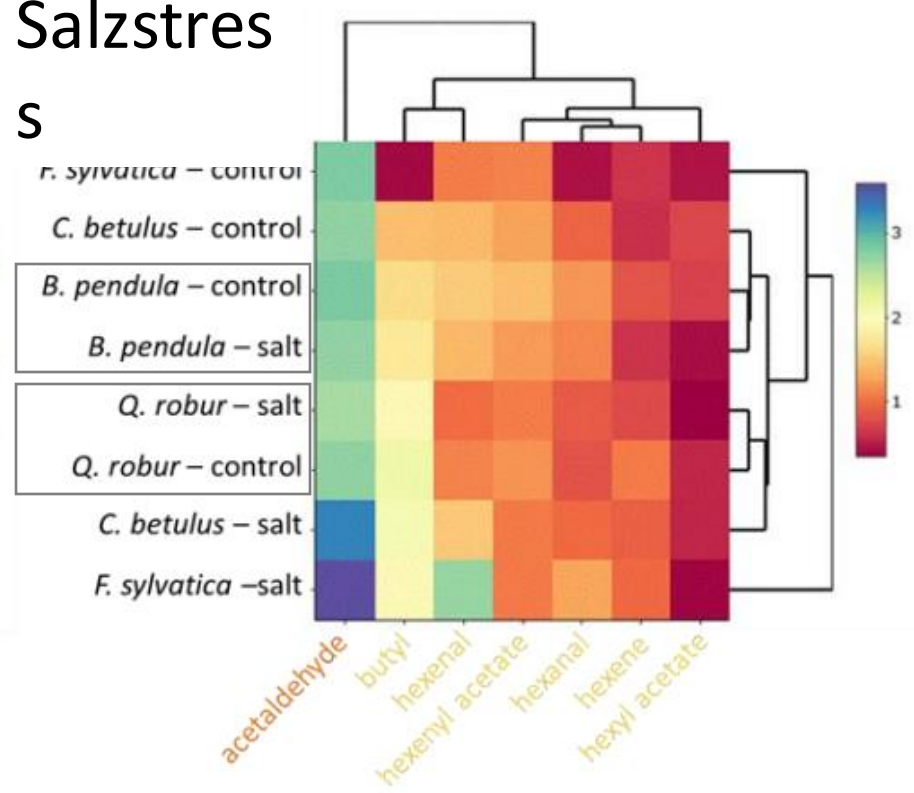
Herbivoren-bezogene BVOC-Mischung (Copolovici et al., 2014)

Trockenstress



Salzstress

S



Welche Fähigkeiten sollte ein guter Stadtbaum haben?

- **Lange leben und groß werden**
 - Hohe Blattflächendichte (groß, breite und vielschichtige Krone, breite und/oder viele Blätter)
 - Gute Wasserversorgung
- **Artenwahl**
 - eher Laubbäume
 - geringe Emittenten von BVOCs
 - salz-, trocken- und druckresistent
- **Schön**
 - ✓ Kühlung an heißen Sommertagen
 - ✓ Schutz vor Wind und rascher Abkühlung in der Nacht
 - ✓ Kaum Schattenwurf im Winter
 - ✓ Maximale Deposition von Luftschadstoffen (PM und Gase inkl. Ozon)
 - ✓ Maximaler Erholungsnutzen