

Untersuchungen zur Flora und zum Mikroklima von Krems an der Donau

Dominik LINHARD & Rudolf MAIER

Die Untersuchung bringt am Beispiel der Stadt Krems an der Donau eine vergleichende Analyse von Flora und kleinräumigen Klimabedingungen, dargestellt an einem Nord-Süd-Transekt, zwei Innenhöfen und weiteren innerstädtischen Grünflächen. Basierend auf statistischen Auswertungsreihen wurden die Zeigerwertspektren nach ELLENBERG der örtlichen Flora in Korrelation zu mikroklimatischen Parametern gestellt.

Gemessen wurden Sonneneinstrahlung, Albedo, Luft- und Bodentemperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit. Zur Charakterisierung der abiotischen Umweltfaktoren wurde auch die Verbauungsstruktur in die Analyse mit einbezogen. Um die Flora zu beschreiben, wurde diese erhoben und die Zeigerwertspektren der Pflanzen in den jeweiligen Grünräumen statistisch auf den Grad ihrer Einheitlichkeit geprüft. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich über die Sommermonate des Jahres 2008 und das Frühjahr 2009, wobei insgesamt 18 Grünflächen und 161 Pflanzenarten analysiert wurden.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass sich Mikroklima und Strukturheterogenität auf die Artenzusammensetzung der Kremser Flora auswirken. Die mikroklimatischen Gegebenheiten korrelieren vielerorts mit den ökologischen Zeigerwerten der Pflanzen nach ELLENBERG. Anzumerken ist aber, dass nicht überall, wo die mikroklimatischen Messungen signifikante Unterschiede aufzeigen, sich dies direkt in den Zeigerwerten widerspiegelt.

LINHARD F. & MAIER R., 2010: The flora and microclimate of Krems an der Donau.

This study examines the flora and microclimatic measurements of Krems based on a north-south transect, two inner courtyards and far inner municipal green spaces. Statistical evaluation methods correlated the indicator value ranges of the local flora after ELLENBERG with microclimatic parameters.

Solar radiation, Albedo, air and ground temperature as well as the relative atmospheric humidity were measured. Characterize the abiotic factors, the building development was also included in the analysis. To describe the flora, the indicator value ranges of the plants were statistically examined for the degree of their homogeneity in the respective green spaces. The study period extended over the summer months of 2008 and spring 2009. A total of 18 green spaces and 161 plant species were analyzed.

Microclimate and structural heterogeneity had an effect on the species composition. The microclimatic conditions correlated with the ecological indicator values of the plants after ELLENBERG in many places. Note, however, that not everywhere where the microclimatic values showed significant differences was this directly mirrored by the indicator values.

Keywords: Krems an der Donau, green areas, microclimatic measurements, local flora, indicator values of ELLENBERG.

Einleitung

Städte weisen ab einer gewissen Größe veränderte Klimaverhältnisse gegenüber ihrer unbebauten Umgebung auf (KUTTLER 2009, SUKOPP 1998, EIMERN & HÄCKEL 1984, BONAN 2008, OKE 1973). Man spricht deshalb auch von einem typischen Stadtklima. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, ob auch in einer mittelgroßen Stadt wie Krems an der Donau, mit all ihren regionalen Besonderheiten, stadttypische Klimaphänomene auftreten oder nicht, und wie sich das Mikroklima in der Zusammensetzung der Flora widerspiegelt.

Folgende Fragestellungen wurden untersucht:

1. Lassen sich in einer mittelgroßen Stadt wie Krems an der Donau bereits großstadtypische Phänomene bezüglich Mikroklima und floristischer Zusammensetzung beobachten?
2. Ändern sich die klimatischen Standortfaktoren auf so engem Raum wie dem Stadtkern von Krems signifikant? Wenn ja, wie wirkt sich dies auf die Zeigerwerte der Flora aus.
3. Existiert in Krems ein Nord-Süd Gradient bezüglich der Zeigerwerte der Pflanzenarten und der mikroklimatischen Gegebenheiten?

Untersuchungsgebiet Krems an der Donau

Krems liegt auf einer Seehöhe von 221 Metern. Die Einwohnerzahl beträgt 23.919, hinzu kommen noch 5.041 Personen mit Zweitwohnsitz in Krems (Stand 01/2009). Das ergibt bei einer Fläche von 51,6 km² eine Bevölkerungsdichte von 561 Ew./km². Die Geburtenzahl lag 2008 bei 554 Neugeborenen. Laut Statistik Austria ist die Bevölkerung bis 2009 (23.904) gegenüber dem Stand von 1869 (18.023) um 33% gewachsen [WWW 3]. Insgesamt bilden 11 Katastralgemeinden den Bezirk Krems Stadt.

Geologische Lage

Die Stadt Krems befindet sich geographisch an der Grenze zwischen zwei geologischen Großlandschaften. Vom Norden und Westen her erstreckt sich das Granit- und Gneishochland bis an die Donau und teilweise über diese hinaus (Dunkelsteinerwald). In östlicher Richtung endet diese Mittelgebirgslandschaft, das enge Donautal der Wachau öffnet sich und geht über in die Tiefebene des Tullnerfeldes, welches ein Teil der pannonischen Flach- und Hügelländer Österreichs ist. Dieses Aufeinandertreffen zweier geologischer Formationen führt dazu, dass im Westen des Gemeindegebiets Erhebungen über 400 m Seehöhe zu finden sind und dann sehr rasch eine Ostabflachung bis knapp unter 200 m einsetzt.

Das Landschaftsbild rund um Krems ist durch Weinterrassen geprägt, diese Terrassen wurden im Laufe der Zeit durch die Donau geformt und wo diese mit Löß bedeckt sind bieten sie besonders guten Untergrund für den Weinbau.

Klimatische Situation

Durch die Lage im Zentrum Mitteleuropas kommt es in Österreich im Allgemeinen, so wie in Krems im Speziellen zu Wechselwirkungen 5 verschiedener Klimatypen: Atlantisches-, Kontinentales-, Alpines-, Baltisches- und Illyrisches Klima treffen hier aufeinander und spielen je nach geographischer so wie topographischer Lage eine mehr oder weniger große Rolle. Das Wettergeschehen gestaltet sich in Krems daher sehr abwechslungsreich und oft unberechenbar. Bereits auf wenigen Kilometern können große Unterschiede bezüglich Temperatur, Niederschlagsmengen oder Nebelhäufigkeiten auftreten (BRENNER aus WENGER 1995).

Die Jahresdurchschnittstemperaturen im Raum Krems liegen bei etwa 9 °C, die der Sommermonate zwischen 17 und 19 °C und die der Wintermonate meist um die 0° oder knapp darüber. Krems liegt somit in einer für unser Land warmen Region. Durch die Diversität der Klimaeinflüsse kommt es manchmal zu sehr kurzfristigen und starken Temperaturschwankungen. Der Jahresniederschlag übersteigt selten 500 bis 600 mm (SAUBERER & DULLINGER 2008), was im österreichweiten Vergleich im untersten Bereich liegt. Jedoch treten vereinzelt Starkregenereignisse auf, welche mitunter Überschwemmungen

bestimmter Stadtgebiete mit sich bringen. Es wehen hauptsächlich Westwinde (mehr als die Hälfte eines Jahres), gefolgt von Ost- und Nord- bzw. Nordostwinden. Südföhn tritt eher selten auf (WWW 1, BRENNER aus WENGER 1995).

Vegetation

Die Vegetation steht im direkten Zusammenhang mit den geologischen und klimatischen Verhältnissen. Die ursprünglichen Waldgesellschaften des Gemeindegebietes sind in erster Linie Eichen- und Eichen-Hainbuchenwälder und die Rotbuchenwälder der höheren Lagen in nordwestlicher Richtung.

An besonders trockenen Plätzen dominieren Rotföhren (*Pinus sylvestris*). Vielerorts sind heute Fichtenforste vorherrschend (SAUBERER & DULLINGER 2008, WENGER 1995, MUCINA et al. 1993).

Neben den bestimmenden Wäldern findet man unterschiedliche azonale Vegetationsausprägungen bedingt durch extreme Wasser oder Bodenverhältnisse.

Bemerkenswert sind die Auwälder der Donau (Eichen-Ulmen-Eschen-Auwälder; Weiden-Weichauen; Eschen-Pappelauen und Hartholzauen mit *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*) und die flachgründigen Trockenstandorte an den Hängen, wo sich „Waldsteppen“ und Trockenrasen ausbilden. Diese Sonderstandorte sind Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten unter denen sich etliche Raritäten befinden.

Material und Methodik

Um einen Zusammenhang zwischen den kleinräumigen Witterungsbedingungen in Krems und der ansässigen Flora empirisch untersuchen zu können, wurden einerseits Vegetationsaufnahmen und andererseits meteorologische Messungen durchgeführt. Es wurden mehrere öffentliche Grünflächen und Innenhöfe des Stadtzentrums untersucht, so wie ein Transekt von Nord nach Süd quer durch die Stadt gelegt. Auf einer Karte von Krems im Maßstab 1:12 500 wurden Punkte in einem Abstand von 1 cm eingezeichnet, dies entspricht Aufnahmeflächen in der Natur, die in einer Entfernung von 250 m liegen.

Flora

Es wurden jeweils Flächen von 20 × 20 m aufgenommen. Pro Standort wurde eine vorgefundene Art nur einmal in das Aufnahmeblatt eingetragen. Bei dominanten Spezies bzw. nur vereinzelt Exemplaren wurde dies zusätzlich notiert. Außerdem wurden Bemerkungen zu Dichte und Höhe der Vegetation gemacht. Eine Klassifizierung nach einer prozentuellen Skala (z.B. nach BRAUN-BLANQUET) schien durch die Heterogenität des Raumes nicht sinnvoll durchführbar.

Der Aufnahmezeitraum erstreckte sich vom Juni 2008 bis in das Frühjahr 2009, dies deckt sich mit der Messperiode der Klimafaktoren und schließt den Jahreszeitenaspekt mit ein. Um die Vegetationsstruktur der Stadt Krems besser charakterisieren zu können wurden die Florenlisten hinsichtlich morphologischer und ökologischer Merkmale gegliedert. Betrachtet wurden die Wuchsformen, Lebensformen (nach RAUNKIAER 1934), Lebensdauer und die ursprüngliche Herkunft der Pflanzenarten. Um eine Verknüpfung zu den gemessenen, beziehungsweise beschriebenen Standortfaktoren herzustellen, erfolgte eine Auswertung der Pflanzenarten mittels der ELLENBERG'schen Zeigerwerte. Zusätzlich wurde der Gefährdungsgrad der vorgefundenen Pflanzen nach den „Roten Listen gefährdeter Pflanzenarten Österreichs“ (NIKLFIELD et al. 1999) bewertet.

Mikroklimatische Messungen

In zwei Innenhöfen wurden Langzeitmessstationen eingerichtet. An diesen wurden die Lufttemperatur (beschattete pt 100 in Glas, Fa. Philipp Schenk, Austria), die relative Luftfeuchtigkeit (Skye Instruments, Delta-T Devices, U. K.), die Globalstrahlung (Sternpyranometer, Fa. Philipp Schenk, Austria), die Albedo und die Bodentemperaturen in 5 cm und in 20 cm Tiefe aufgezeichnet. Die Messungen erfolgten in den Monaten Juli, August, September und Oktober des Jahres 2008 sowie im Februar, März, April, Mai und Juni des Frühjahrs 2009. Die Oberflächentemperaturen wurden mit einem IR-Thermometer (Fluke, 62 mini) registriert.

Im Zuge der Untersuchungsreihe 2009 kamen anstelle der Messstationen zwei Data Logger (Fa. Burwell, Cambridge, U. K.) zum Einsatz, die die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit aufzeichneten. Im Innenhof Pfadfinderheim ist zusätzlich ein Bodenfühler vergraben worden, der die Bodentemperatur in 5cm Tiefe (Easylog, Lascar Electronics Ltd.) aufzeichnete. Genauso wurde in allen untersuchten, öffentlichen Grünflächen im Stadtzentrum je ein Temperaturmessfühler in 5cm Tiefe vergraben. Im Süd-Nord Transekt wurden in Tagesgängen die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit gemessen (Fa. testoterm Ges.m.b.H., Wien; Abb . 1).

Statistik

Der erste Schritt der Datenaufarbeitung erfolgte mit der Software ECXEL der Firma Microsoft. Die Daten wurden einer ersten Prüfung auf Richtigkeit unterzogen, und um den Datensatz zu verringern wurden Stunden- und Tagesmittelwerte gebildet. Die weitere Datenverarbeitung erfolgte mittels des Statistikprogramms SPSS. Je nach Skalierung der Werte wurden entsprechende vergleichende Tests auf signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Standorten durchgeführt.



Abb. 1: Unterschiedliche Pflanzenstandorte, die in Krems an der Donau untersucht wurden. – Fig. 1: The different plant habitats investigated in Krems an der Donau.

Ergebnisse und Diskussion

Artendiversität

Die meisten Arten waren am Nordrand der Stadt (Standort Wachtbergstraße: 55 Arten) zu finden, gefolgt von der Fritz-Landertinger Promenade mit 45 Arten, welche im Süden, direkt an der Donau, liegt. Dies zeigt ganz deutlich, dass die am Stadtrand gelegenen Gebiete die höchste Artendiversität aufweisen, Es kommen hier sowohl stadttypische Pflanzen und gleichzeitig jene des Umlandes vor, was zu einer Erhöhung der Vielfalt führt. Außerdem sind die Randgebiete in der Regel nicht so dicht bebaut wie die Innenstadt und bleiben häufiger von Säuberungsaktionen verschont (Tab. 1).

Tab. 1: Artenreichtum der untersuchten städtischen Grünflächen. – Tab. 1: Species richness on the urban green areas.

Standort	Artenzahl
Wachtbergstraße	55
Fritz-Landertinger Promenade	45
Innenhof Pfadfinderheim	43
Innenhof Landstraße	29
Fußgängerweg	28
Grünfläche + Kanal	25
Schotterfläche	22
Große Verkehrsinsel	20
Halbschattige Grünfläche	20
Frauenbergplatz	17
Beschattete Grünfläche	17
Ringstraße x Heinemannstraße	16
Grünstreifen	14
Kleine Verkehrsinsel	14
Spitalgasse	12
Stadtpark	11
Pfarrplatz	7
Baumscheibe	4

Im Stadtzentrum ist das Platzangebot für Pflanzen durch den hohen Versiegelungsgrad stark limitiert. Deshalb sind meist die großflächigen Grünräume auch die artenreichsten. Allerdings spielen weitere Faktoren eine wichtige Rolle. Neben der Exposition und der Wasserversorgung ist vor allem die anthropogene Nutzung von entscheidender Bedeutung. Generell sind die artenärmsten Grünräume jene, an denen ein hoher Versiegelungsgrad mit starkem Nutzungsdruck und Wassermangel gekoppelt ist.

Lebensformen

Kräuter und Gräser sind durch ihren schnelleren Lebenszyklus besser auf den hohen Störungsdruck in der Stadt eingestellt als langsam wachsende, holzige Arten und stellen zusammengerechnet fast 70% der Artendiversität an den Untersuchungsflächen (Abb. 2). Der Anteil wäre wohl noch weit höher, würden nicht Bäu-

me und Sträucher gezielt durch den Menschen als Sichtschutz, Lärmschutz, Schattenspender oder zur Verschönerung des Stadtbildes gepflanzt. Da Gehölze relativ langsam heranwachsen, hätten sie wenig Chance den Säuberungsaktionen in der Stadt so lange zu entgehen, um den Reifezustand zu erreichen und sich selbstständig fortzupflanzen. Deshalb etablieren sich in der Flora einer Stadt entweder störungsresistente Arten, Arten mit schnellem Lebenszyklus, oder solche, die von den Menschen geduldet bzw. selbst gepflanzt werden. Dies schlägt sich in der Auswertung der Lebensformen dahingehend nieder, dass in der spontanen Flora mit überwiegender Mehrheit Hemikryptophyten und Therophyten zu finden sind. Geophyten (z.B. *Elymus repens*, *Ficaria verna*) und Chamaephyten (z.B. *Silene vulgaris*, *Sedum acre*, *Cerastium holosteoides*) tauchen nur sporadisch auf (Abb. 3).

Städte stellen so genannte Einwanderungstore für Neubürger dar. Über Häfen, Bahnhöfe, Flughäfen, Großmärkte und Gärten kommen zahlreiche fremdländische Pflanzenarten nach Mitteleuropa. Städte bieten mit ihrem relativ warmen Klima oft günstige Verhältnisse für diese Neuankömmlinge (Neophyten). Handelt es sich um verwildernde Kulturpflanzen z.B. aus Gärten, verwendet man den Begriff der Adventivpflanzen.

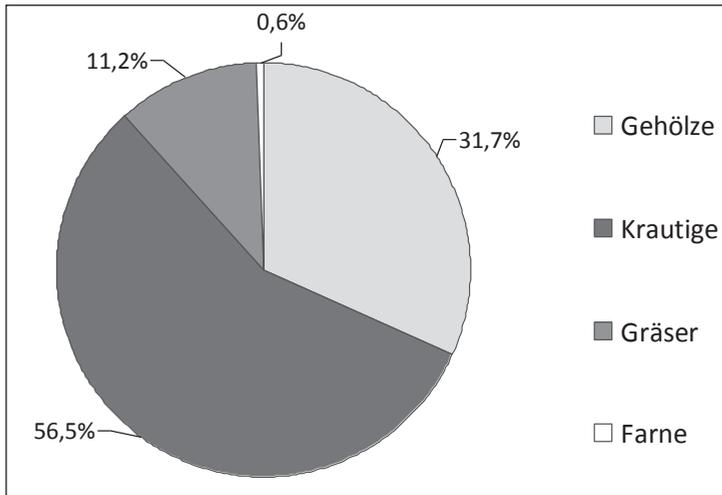


Abb. 2: Anteil von Gehölzen, Kräutern, Farnen und Gräsern an der Gesamtflora (N = 161 Arten). – Fig. 2: Percentage of woody plants, herbs, ferns and grasses (N = 161 species).

Die Stadtfloora von Krems besteht nach vorliegender Untersuchung zu 23% aus Neophyten (Abb. 4). Dies ist für eine mittelgroße Stadt wie Krems ein beachtlicher Anteil und entspricht durchaus Großstadtverhältnissen. Mehr als die Hälfte der vorgefundenen Neophyten sind Bäume und Sträucher die zum Großteil gezielt angepflanzt werden (z.B. *Aesculus hippocastanum*, *Thuja orientalis*, *Juniperus chinensis*, *Viburnum rhytidophyllum*, *Forsythia x intermedia*, *Berberis sp.*). Andere sind eher unerwünscht und gelten auch als invasiv (z.B. *Robinia pseudacacia*, *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*). Es besteht bei den invasiven Arten die Gefahr, dass sich diese stark ausbreiten, einheimische Arten verdrängen und so Ökosysteme stören können. Deshalb gelten Neophyten in der Regel als etwas Negatives. 8% der Arten gelten als Archäophyten, das heißt, sie sind schon vor 1492 eingewandert. Diese Arten werden generell nicht mehr als Problem gesehen, da sie mittlerweile schon in die heimische Vegetation integriert sind.

Wenn man sich die 20 häufigsten Pflanzen in Krems ansieht (Tab. 2), fällt auf, dass diese bestimmte Eigenschaften mitbringen, die ihnen das Überleben in der Stadt erleichtern. Angelehnt an WITTIG (2002) und ROZANEK (1996) wurde diese Liste mit Merkmalen zusammengestellt, die das Überleben der Pflanzen in der Stadt begünstigen:

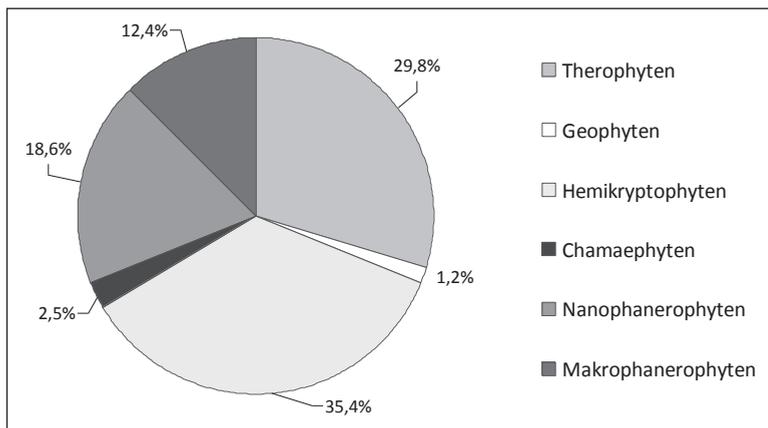
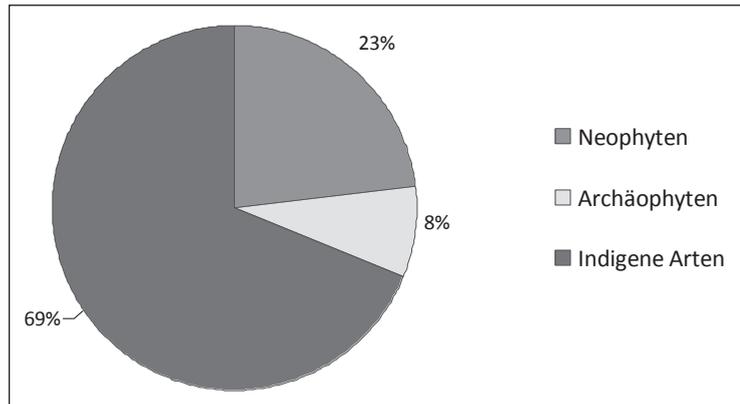


Abb. 3: Verteilung der Lebensformen nach RAUNKIAER (N = 161 Arten). – Fig. 3: The percentages of different life forms according to RAUNKIAER (N = 161 species).

Abb. 4: Relative Häufigkeiten der Neophyten, Archäophyten und der indigenen Arten an der Gesamtflora (N=161 Arten). – Fig. 4: Percentage of neophytes, archeophytes and indigenous species (N = 161 species).



1. hohe Widerstandsfähigkeit und hohe Regenerationsfähigkeit
2. Spezielle anatomische und morphologische Vorkehrungen: Rosettenpflanzen, Halbrosettenpflanzen, ober- oder unterirdische Ausläufer, Tiefwurzler
3. schneller Lebenszyklus (Therophyten)
4. hohe Reproduktionsrate (hohe Samenproduktion, langlebige Samenbank)
5. effektive Ausbreitungsmechanismen (Windverbreitung, Selbstausbreitung, Verbreitung durch Ameisen)
6. Schutz vor Austrocknung (kleine Oberfläche um Wasserverlust zu minimieren, Aufbau von Transpirationswiderständen, CAM- od. C4-Stoffwechsel, Poikilohydrie, Tiefwurzler)
7. Anpassung an intensive Lichtverhältnisse (Cuticula, Haare, Blattstellung, Blattdimorphismus)
8. Nitrophilie, Basiphilie, Anpassung an ein erhöhtes Angebot an Mineralstoffen im Allgemeinen, Schadstoffresistenz

Tab. 2: Die 20 häufigsten Arten der innerstädtischen Grünflächen in Krems; die Anzahl bezieht sich auf die Standorte an denen die jeweilige Art vorgefunden wurde. – Tab. 2: The twenty most frequent species occurring on urban habitats in Krems; the number shows the number of habitats on which the species was found.

Anz.	Spezies	Wuchs	Lebensform	Familie
16x	<i>Taraxacum officinale</i> agg.	Kraut	Hemikryptophyt	Asteraceae
13x	<i>Lolium perenne</i>	Gras	Hemikryptophyt	Poaceae
13x	<i>Sonchus oleraceus</i>	Kraut	Therophyt	Asteraceae
12x	<i>Hedera helix</i>	Holzige	Nanophanerophyt-Makrophanerophyt, holziger Chamaephyt/Liane	Araliaceae
11x	<i>Polygonum aviculare</i> agg.	Kraut	Therophyt	Polygonaceae
9x	<i>Plantago major</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Plantaginaceae
8x	<i>Stellaria media</i> agg.	Kraut	Therophyt/Hemikryptophyt	Caryophyllaceae
8x	<i>Clematis vitalba</i>	Holzige	Nanophanerophyt-Makrophanerophyt/Liane	Ranunculaceae
7x	<i>Bellis perennis</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Asteraceae
7x	<i>Poa annua</i>	Gras	Therophyt-Hemikryptophyt	Poaceae
7x	<i>Chelidonium majus</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Papaveraceae
7x	<i>Elymus repens</i>	Gras	Geophyt	Poaceae

Anz.	Spezies	Wuchs	Lebensform	Familie
7x	<i>Chenopodium album</i> agg.	Kraut	Therophyt	Chenopodiaceae
6x	<i>Urtica dioica</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Urticaceae
6x	<i>Trifolium repens</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Fabaceae
6x	<i>Hordeum murinum</i>	Gras	Therophyt-Hemikryptophyt	Poaceae
6x	<i>Tilia cordata</i>	Holzige	Makrophanerophyt	Tiliaceae
6x	<i>Dactylis glomerata</i>	Gras	Hemikryptophyt	Poaceae
5x	<i>Plantago lanceolata</i>	Kraut	Hemikryptophyt	Plantaginaceae
5x	<i>Sambucus nigra</i>	Holzige	Nanophanerophyt-Makrophanerophyt	Sambucaceae

Flora – Kategorisiert nach den Zeigerwerten von ELLENBERG

Anhand der Untersuchung des Zeigerwertspektrums aller gefundenen Arten wurde zu allererst die regionale Situation beschrieben. Anschließend wurde mittels der Ergebnisse aus der Transekt-Untersuchung auf etwaige Unterschiede in den Zeigerwerten (Tab. 3 u. 4, Abb. 5. Näheres bei LINHARD 2010) zwischen südlichem Stadtrand, der Innenstadt und dem nördlichen Stadtrand geprüft. Die Innenhöfe und die anderen Grünflächen des Stadtzentrums, welche nicht im Transekt gelegen sind, fließen natürlich in die Gesamtbetrachtung mit ein, werden allerdings auch gesondert genauer analysiert und in Relation zu den Durchschnittswerten bzw. den Werten des Transekts gestellt.

Lichtzahl

Die Vegetation um Krems zählt im überwiegenden Maße zum Pannonikum und setzt sich dementsprechend aus vielen lichtbedürftigen Pflanzen zusammen. Dies ist auch in der Stadt der Fall. Die Lichtzahlen bewegen sich um den Wert 7 (Halblichtpflanzen). Die

Tab. 3: Gruppenstatistik; angegeben sind die Artenzahl (N), der Mittelwert, die Standardabweichung und der Standardfehler des Mittelwerts zu den jeweiligen Zeigerwerten; unterschieden wird zwischen dem Stadtrand und der Kremser Innenstadt. – Tab. 3: Group statistics; shown is the species number (N), the mean value, the standard deviation and the standard error according to the indicator values; differences between the urban periphery and the inner city are shown.

		N	Mittelwert	Std. Abweichung	Std. Fehler d. Mittelwertes
Lichtzahl	Stadtrand	94	6,9	1,175	0,121
	Innenstadt	62	6,5	1,211	0,154
Temperaturzahl	Stadtrand	68	6	0,721	0,087
	Innenstadt	38	5,8	0,766	0,124
Kontinentalitätszahl	Stadtrand	67	4	1,382	0,169
	Innenstadt	38	3,4	1,172	0,19
Feuchtezahl	Stadtrand	80	4,6	1,118	0,125
	Innenstadt	55	4,9	0,674	0,091
Reaktionszahl	Stadtrand	54	7,3	0,738	0,1
	Innenstadt	28	7,2	0,612	0,116
Stickstoffzahl	Stadtrand	76	5,9	1,689	0,194
	Innenstadt	48	6,8	1,352	0,195
Salzzahl	Stadtrand	94	0,1	0,281	0,029
	Innenstadt	60	0,1	0,279	0,036

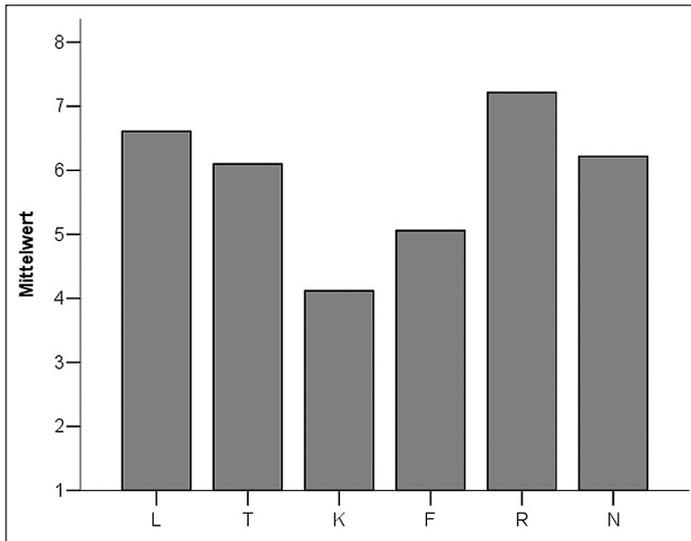


Abb. 5: Mittelwerte der Zeigerwerte nach ELLENBERG, Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Kontinentalitätszahl (K), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Stickstoffzahl (N). – Fig. 5: Arithmetic means of the indicator values of ELLENBERG, light-value (L), temperature-value (T), continental-value (K), humidity-value (F), reaction-value (R) and nitrogen-value (N).

generelle Annahme, dass in der Innenstadt mehr Lichtzeiger (und trockenheitstolerante Arten) vorkommen als im umgebenden Freiland, dürfte in Krems so nicht zutreffen.

Dies hat mehrere Gründe:

1. Umlandflora mit vielen Licht-, Wärme- und Trockeniszeigern (durch die nach Süden exponierte Hanglage der Umgebung und das generell sehr trockene Klima der Region)
2. das Stadtzentrum liegt sehr nahe an der Donau
3. die Altstadt weist viel alte, feuchte Bausubstanz auf (ROZANEK 1996)
4. die erhöhte Schattenbildung in der Innenstadt, auf Grund hoher Gebäude, und enger Gassen

Wenn man den Vergleich Innenstadt-Stadtrand anstellt, findet man signifikant niedrigere Lichtzahlen in der Innenstadt, was mit dem häufigen Auftreten von Halbschattenspflanzen einhergeht. Am nördlichen Stadtrand (Südhang des Wachtberges) kommen die meisten lichtbedürftigen Arten vor. Am Stadtrand befindlich, wachsen dort bereits verschiedenste Arten, die etwas nördlicher als Begleitvegetation der trockenen Weinterrassen auftreten.

Tab. 4: Vergleich der Mittelwerte der Standorte südlicher Stadtrand, Innenstadt und nördlicher Stadtrand; untersucht werden die Parameter Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit. – Tab. 4: Comparison of the mean values of air temperature and humidity between the southern edge of town, the inner city and the northern edge of town.

Standort	Mittelwerte	
	Lufttemperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]
südlicher Stadtrand	21	51,7
Innenstadt	23,4	44,4
Wachtbergstraße	23,5	44,1

Temperaturzahl

Es sind vor allem Mäßigwärmezeiger bis Wärmezeiger ($T = 6$) in Krems vertreten. Dies geht konform mit dem für Mitteleuropa typischen Zeigerwertspektrum planar-colliner Arten. Überzufällige Unterschiede zwischen Innenstadt und Stadtrand konnten nicht festgestellt werden. Auffällig ist, dass sich unter den Wärmezeigern vermehrt Neophyten (30,4%) befinden. Ein Hinweis darauf, dass Arten aus wärmeren Regionen, Städte als Einwanderungstore in kühlere Zonen nutzen.

Kontinentalitätszahl

Die Verteilung der Kontinentalitätszahl spiegelt sehr schön die Lage der Stadt Krems wieder. Im Zentrum Mitteleuropas befindlich, verschneiden sich die ozeanischen und kontinentalen Einflüsse sehr stark und es findet sich ein weitgestreutes Artenspektrum. Der Schwerpunkt liegt bei den ozeanischen bis subozeanischen Pflanzen ($K = 3$). Beispiele für ausgeprägte ozeanische Arten sind *Bellis perennis*, *Taxus baccata*, *Tilia platyphyllos* oder *Juglans regia*.

Subkontinentale Arten im Raum Krems sind u.a. *Bromus tectorum*, *Elymus repens*, *Lepidium draba*, *Malva neglecta* und *Populus alba*.

Feuchtezahl

Man findet in erster Linie Trocken- bis Frischezeiger ($F = 4$ bzw. 5). Interessant ist auch hier, dass der Stadtkern nach den Zeigerwerten feuchter zu sein scheint als die Stadtrandbereiche. Es gelten dieselben Gründe die bereits bei der Lichtzahl angeführt wurden. Die Feuchtezeiger kommen zwar meist direkt an der Donau vor (dort sind es durchwegs Baumarten: *Salix fragilis*, *Salix alba*, *Ulmus laevis*, *Populus nigra* oder *Populus alba*), allerdings auch an der innerstädtischen Grünfläche + Kanal (*Chrysosplenium alternifolium*, *Eupatorium cannabinum*, *Stellaria aquatica*).

An der Promenade sind unter den Krautigen nur 2 Arten die mit einem Feuchte-Zeigerwert von 6 als Frische- bis Feuchtezeiger gelten, dies sind *Vicia cracca* und *Artemisia vulgaris*. Schon einige Meter vom Wasser entfernt, entlang der Dammböschung, dominieren trockenheitsliebende Arten (z.B. *Setaria viridis*, *Setaria pumila*, *Sedum acre*, *Echium vulgare*, *Cichorium intybus*, *Silene latifolia*, *Euphorbia esula*, *Medicago sativa*). Es kommt zwar hin und wieder zu Überschwemmungen, allerdings nicht in regelmäßigen Abständen, und durch die Schaffung des künstlichen Dammes ist das Grundwasser wohl für die ansässigen Pflanzen nur schwer verfügbar.

Der Nordrand der Stadt wird von trockenheitsliebenden Arten besiedelt (*Asplenium ruta-muraria*, *Euphorbia cyparissias*, *Anchusa officinalis*, *Eragrostis minor*, *Medicago falcata*). Alles in allem scheint der Stadtrand trockener zu sein als die Innenstadt.

Reaktionszahl

Die Mehrheit der Pflanzen weist Reaktionszahlen von 7 („niemals auf stark sauren Böden“) und 8 („meist auf Kalk weisend“) auf. Die Artenzusammensetzung lässt auf schwach basische Bodenverhältnisse schließen. Es ist kein Unterschied zwischen den Stadtteilen erkennbar.

Stickstoffzahl

In der Stadt finden sich Arten, die an hohen Stickstoff- und Nährstoffgehalt angepasst sind. Durch den erhöhten Eintrag von Mineralstoffen durch anthropogen hervorgerufene Phänomene wie das Verkehrsaufkommen, die Industrie oder häusliche Verbrennungs-

prozesse sind die Böden zunehmend kontaminiert. Im Querschnitt durch Krems weist die Innenstadt signifikant mehr stickstofftolerante und stickstoffliebende Arten auf als der Stadtrand. Ausgesprochene Stickstoffzeiger sind *Chenopodium vulvaria*, *Leonurus cardiaca*, *Malva neglecta*, *Rumex obtusifolius* und *Sambucus nigra*.

Mikroklima

Im Nord-Süd Querschnitt durch Krems erkennt man den Einfluss der Donau zwar deutlich, allerdings nur direkt am Strom. Schon 250 m entfernt herrschen die gleichen Temperaturen wie in der Innenstadt oder weiter nördlich, am Fuße des Wachtberges. Entweder reicht der Einfluss der Donau nur sehr begrenzt in die Stadt hinein, oder er wirkt so weit, dass das ganze Stadtgebiet gekühlt wird und deshalb keine deutlicheren Unterschiede bemerkbar sind. Hier ist zu bemerken, dass durch die B3-Donaubundesstraße die Frischluftzufuhr von der Donau in die Kremser Innenstadt stark eingeschränkt werden könnte. Diese bildet eine nicht außer Acht zu lassende Barriere.

Die Fritz-Landertinger Promenade direkt an der Donau grenzt sich als einziger Standort deutlich von den anderen ab. Die Temperatur war an den Messtagen im Mittel um fast 2,5°C niedriger als in der Innenstadt und am nördlichen Stadtrand. Die relative Luftfeuchtigkeit ist an der Donau um ca. 6% höher als in den anderen Stadtbereichen. Der südliche und der nördliche Stadtrand unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Feuchtigkeit. Auch bei der Temperatur wird statistisch die Hypothese untermauert, dass der donaunahe Südrand der Stadt kühler ist als der Nordrand in Hanglage.

Man sieht am Beispiel der Innenhöfe, dass neben der Exposition und der damit verbundenen Sonneneinstrahlung sehr wohl die Gebäudestrukturen und die unterschiedlichen Materialien Einfluss auf die klimatischen Verhältnisse nehmen. Die thermischen Eigenschaften unterschiedlicher Substanzen führen dazu, dass entweder die Wärme für längere Zeit gespeichert und langsam wieder abgegeben, oder wieder schnell freigesetzt wird. Der Innenhof Landstraße ist in hohe Gebäude eingefasst, deren Wärmespeicherung und die Abstrahlung während der Nacht sorgen dafür, dass die Temperaturen in den Nachtstunden und an den kühleren Tagen nicht so sehr absinken. Dazu kommt die Geschlossenheit der Gebäudestruktur, welche den Frischluftaustausch stark einschränkt.

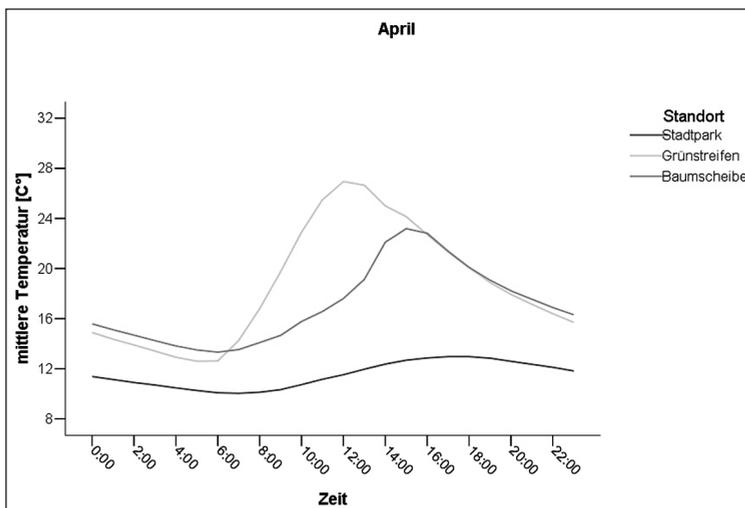


Abb. 6: Mittlere Tages Temperaturverläufe in 5 cm Tiefe an verschiedenen Standorten der Kremser Innenstadt im April 2009. – Fig. 6: Mean daily temperature profile in 5 cm depth of different sites in the center of the town in April 2009.

Bodentemperaturen

Die Vegetation puffert deutlich die Temperaturextreme ab und bringt eine Zeitverzögerung der Temperaturänderungen mit sich. Die Tagesschwankungen sind an heißen Tagen besonders stark ausgeprägt (Abb. 6).

Doch nicht nur innerhalb eines Tages wirkt die Vegetationsdecke als Puffer, auch im Jahresgang zeigen sich Unterschiede zwischen Böden mit dichtem Pflanzenbewuchs und solchen mit lückigem. Erstere erwärmen sich im Frühjahr langsamer und kühlen im Herbst langsamer aus, als die vegetationsfreien. Diese Zeitverzögerung der Temperaturänderungen könnte auch mit der Größe und Tiefe der Bodenfläche zusammenhängen. Denn durch Wärmeleitung im Boden wird Wärme von der Oberfläche in tiefere Schichten transportiert und auf die Fläche verteilt, bis sich ein Gleichgewicht einstellt.

Die großen Temperaturschwankungen auf einigen Standorten bedeuten extreme Bedingungen für die Vegetation. Auf der einen Seite erwärmen sich diese Böden sehr rasch und erreichen hohe Temperaturwerte, kühlen allerdings auch sehr schnell ab und sind anfälliger für Fröste. Beispiele für den unterschiedlichen Verlauf der Bodentemperaturen an bestimmten urbanen Grünflächen werden in der Abbildung 7 gezeigt.

Faktoren mit Einfluss auf die Bodentemperaturen innerstädtischer Grünflächen

- Exposition/Sonneneinstrahlung
- Vegetationsdichte und -höhe
- Untergrund/Substrat
- Flächengröße
- Bodenverdichtung
- Wasserspeichungsvermögen

Oberflächentemperaturen

Bei der Messung der Oberflächentemperaturen sieht man eindeutig, dass sich die nach Süden exponierten Mauerflächen deutlich stärker erwärmen als die nordseitigen. Dies ergibt sich durch die stärkere Besonnung. Auf Grund des Sonnenstandes unserer Breiten fällt mehr Strahlung auf nach Süden orientierte Flächen als auf andere (Abb. 8).

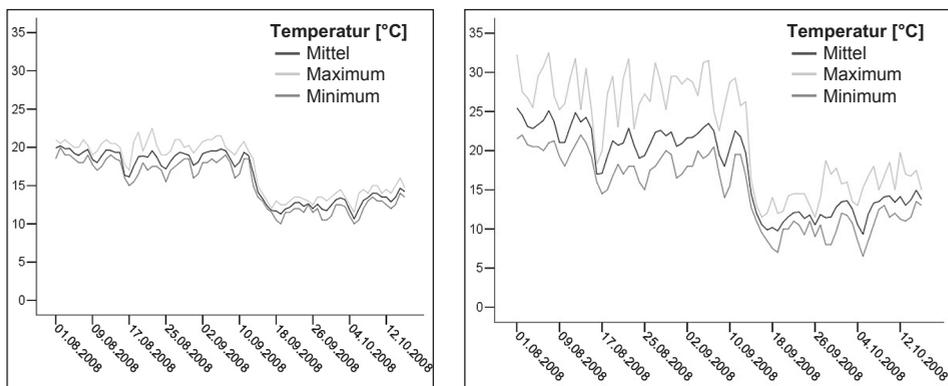


Abb. 7: Bodentemperaturen in 5cm Tiefe einer großen Verkehrsinsel am Körnermarkt (linke Abb.) und eines schmalen Grünstreifens am Südtiroler Platz (rechte Abb.) vom 01.08.08 bis 16.10.08, Grafik basiert auf Stundenmittelwerten. – Fig. 7: Soil temperature profiles (depth: 5 cm) indicated as average hourly values of a large traffic island located on the Körnermarkt (left fig.) and a small green area located on the Südtiroler Platz (right fig.); sample period was from 01.08.08 to 16.10.08.

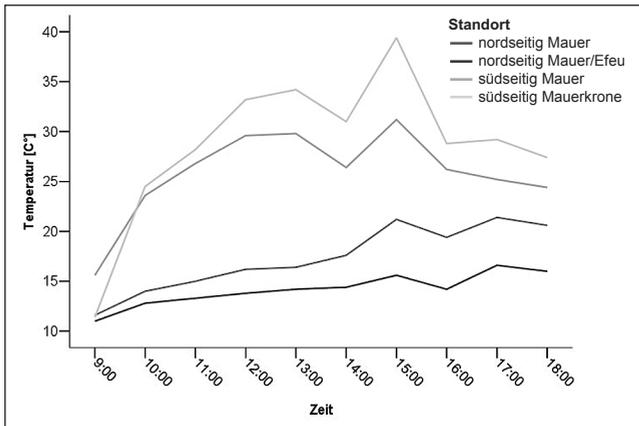


Abb. 8: Tagesverlauf der Oberflächentemperaturen am 8. 4. 2008 an unterschiedlich exponierten Mauerbereichen; die Daten basieren auf stündlichen Punktmessungen. – Fig. 8: Surface temperature profiles on 8. 4. 2008 of differently exposed wall areas; shown are the hourly spot measurements.

Die mittleren Mauertemperaturen im Tagesgang sind südseitig um mehr als 10°C höher als nordseitig. Die Maximaltemperaturen weisen sogar Unterschiede von mehr als 20°C auf.

Dies verdeutlicht, mit welchen Verhältnissen Pflanzen zurechtkommen müssen, die sich an solchen Mauerstandorten ansiedeln.

Das Wissen über die Erwärmung verschieden exponierter Oberflächen sollte man in die Planung von Plätzen und Gebäuden mit einbeziehen, um die Wärme der Sonne, an Stellen wo diese erwünscht wird, gezielt nutzen zu können. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass man mit einer Begrünung der Mauern (in diesem Fall Efeu) die Oberflächentemperaturen niedrig halten kann. Die Pflanzen wirken als Puffer und mildern die Temperaturen ab. Dies kann im Sommer für kühlere Verhältnisse sorgen und im Winter den Wärmeverlust von Gebäuden über die Hausmauern verringern (LINHARD 2010).

Auswirkungen der mikroklimatischen Verhältnisse auf die Artenzusammensetzung

Aus den Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass sich die kleinräumigen Unterschiede in Krems an der Donau, seien es die mikroklimatischen Faktoren, so wie auch die Strukturheterogenität, vielerorts direkt auf die Artenzusammensetzung der Kremser Flora auswirken. Anzumerken ist aber, dass nicht überall, wo die Messungen signifikante Unterschiede zwischen Grünflächen bzw. Stadtteilen aufzeigten, sich dies eins zu eins in den Zeigerwerten widerspiegelte. Dies hat zwei Gründe: Erstens reagieren die Messgeräte sehr sensibel auf kleinste Unterschiede, Pflanzen hingegen haben ein gewisses ökologisches Spektrum in welchen sie sich bewegen. Das heißt, sie passen sich bis zu einem gewissen Grad den Umweltfaktoren an und sind deshalb in der Lage, unterschiedliche Standorte zu besiedeln. Zweitens sind die Zeigerwerte von ELLENBERG (2001) per Definition als Richtwerte gedacht, und decken ihrerseits pro zugewiesenen Wert eine gewisse Bandbreite des betrachteten ökologischen Faktors ab. Deshalb können die Zeigerwerte geringe Unterschiede nicht immer aufzeigen.

Im Nord-Süd Transekt durch Krems zeigen sich klare Unterschiede zwischen den Innenstadtbereichen und den Stadträndern. Die Witterungsverhältnisse sind am Südrand der Stadt kühler und feuchter, als im Stadtzentrum und nördlich von diesem. In der Artenzusammensetzung erkennt man dies nur an den unmittelbar in Wassernähe befindlichen

Grünflächen. Dort finden sich einige Auwaldgehölze und andere Feuchtezeiger. Bereits einige Meter vom Wasser entfernt, lässt sich der Einfluss der Donau nicht mehr in den Zeigerwertspektren erkennen. Eher im Gegenteil, die Dammböschung der Fritz-Landertinger Promenade beherbergt, trotz der relativ kühlen Temperaturen und der erhöhten Luftfeuchtigkeit, viele trockenheitstolerante und lichtbedürftige Arten. Hier dürfte der entscheidende Faktor die hohe Sonneneinstrahlung sein, diese begünstigt das Aufkommen lichtbedürftiger Arten, welche meist auch hohe Temperaturzahlen und geringe Feuchtezahlen aufweisen. Deshalb haben die Zeigerwertspektren der Fritz-Landertinger Promenade durchaus Gemeinsamkeiten mit jenen der Wachtbergstraße (nördlicher Stadtrand). Diese ist aber auf Grund der klimatischen Messungen als deutlich wärmer und trockener einzustufen.

Der Lichtfaktor ist auch der Grund für die niedrigeren Licht- und Temperaturzahlen bzw. die höheren Feuchtezahlen der Innenstadtflora. Die engen Gassen und hohen Gebäude des Kremser Stadtkerns bedeuten sehr viel Schatten, und dieser Schatten bringt Kühlung. Besonders die großflächigen, schattigen und durchgehend begrünten Freiflächen der Innenstadt weisen in der Regel niedrige Licht- und Temperaturzahlen so wie hohe Feuchtezahlen auf. Durch die Beschattung und der erhöhten Wasserspeicherkapazität großer, begrünter Flächen, wird der Austrocknung der Standorte entgegen gewirkt.

Unter den öffentlichen Grünflächen im Stadtzentrum gibt es aber neben den schattigen, auch einige Grünflächen die von Trockenheit und hoher Strahlungsintensität geprägt sind. Besonders an großen, offenen Plätzen, wie z.B. dem Südtiroler Platz oder dem Körnermarkt, kann die Sonne ungehindert über viele Stunde pro Tag den Boden aufheizen. Diese Situation führt zu extremen Verhältnissen für die ansässigen Pflanzen. Hitze, Trockenheit und der hohe Druck durch den Menschen (Betritt, Säuberung, Mineralstoffeintrag usw.) setzen der Vegetation immens zu. Deshalb kommen an manchen Standorten nur wenige Spezialisten unter den Pflanzen vor. Spärlicher Pflanzenbewuchs begünstigt dann wiederum hohe Bodentemperaturen und dies begünstigt wiederum Wärme- und Trockenzeiger. Am Beispiel der zentralen Kremser Grünflächen kann man deutlich erkennen, wie sich auf nur wenigen Metern die mikroklimatischen Verhältnisse signifikant ändern, und mit ihnen auch die Zeigerwerte der Pflanzen.

Bei Betrachtung der Innenhöfe fällt vor allem eines auf, nämlich die hohe Artenvielfalt und das breite Zeigerwertspektrum des verwilderten Innenhofs eines aufgelassenen Pfadfinderheims. An diesem Standort wurden von Schattenpflanzen bis Volllichtpflanzen, von Trockenzeigern bis Feuchtezeigern und von Arten die stickstoffärmste Standorte anzeigen, bis zu Arten die übermäßig stickstoffreiche Standorte anzeigen, alles gefunden.

Für die ökologische Vielfalt lassen sich zwei Gründe finden. Erstens die fehlende anthropogene Nutzung und zweitens der Reichtum an unterschiedlichen Kleinstrukturen wie z.B. unverputzte Mauern und Stiegenaufgänge, Pflasterritzen, Schotterflächen, sonnige und schattige Rasenbereiche.

Vergleich der mikroklimatischen Messungen in den Innenhöfen mit Langzeitwerten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Als Vergleichswerte zu den mikroklimatischen Messungen in den Innenhöfen wurden Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) herangezogen, diese umfassen den Zeitraum von 1971–2000 (langjähriges Mittel). Die ZAMG-Messstation liegt etwas außerhalb der Stadt (WWW 1).

Allerdings sind die Tagesmittel der eigenen Messungen nur mit Bedacht mit den Tagesmitteln der Langzeitaufzeichnungen der ZAMG zu vergleichen, da die Berechnungsmethode eine andere ist. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde das arithmetische Mittel aus allen an einem Tag gemessenen Werte berechnet. In der Klimaauswertung der ZAMG erfolgte die Berechnung der Tagesmittelwerte nach folgender Formel: Tagesmittel = [(7 Uhr Mittel + 19 Uhr Mittel + mittleres Maximum + mittleres Minimum) / 4].

Es zeigt sich, dass die mittleren Innenhoftemperaturen im März 2009 um 1,8 °C bzw. um 2,5 °C höher liegen als der Monatsmittelwert des Zeitraums 1971–2000. Im April liegen die Werte sehr weit auseinander. Im 30-jährigen Mittel ist die Lufttemperatur im April bei Krems 9,3°C. In den Innenhöfen im Stadtzentrum wurden mittlere Apriltemperaturen von mehr als 15 °C gemessen. Daraus ergibt sich eine Abweichung zum langjährigen Mittel um ca. plus 6 °C.

Im Mai liegen die Werte näher beieinander, es ist allerdings wiederum 2009 in den Innenhöfen wärmer als im langjährigen Mittel (1971–2000). Und zwar um 2,2 °C bzw. um 2,9°C. Das langjährige Mittel liegt bei 14,6°C. Die Maximaltemperaturen liegen in den meisten Fällen der Messungen 2009 etwas niedriger als das absolute Maximum der Langzeitmessungen, allerdings durchgehend weit über den mittleren Maximaltemperaturen in den jeweiligen Monaten. Im Mai wurden in einem Innenhof sogar Werte von 34,3°C erreicht, dies ist höher als der absolute Spitzenwert während der Langzeitmessungen der letzten 3 Jahrzehnte, dieser liegt bei 31,6°C. Auch im Juli wurden in den Innenhöfen mit 36,1°C und 36,9°C höhere Spitzenwerte notiert als im Zeitraum 1971–2000, wo dieser 36°C betragen hat. Im August 2008 wurde ein Höchstwert von 36,6°C gemessen und dieser ist ebenfalls höher als die 36,5°C der Langzeitmessungen.

Dies weist darauf hin, dass entweder die Jahre 2008 und 2009 – zumindest in den untersuchten Monaten – sehr warme Jahre waren, oder die Temperatur in den Innenhöfen des Kremser Stadtzentrums um einige Grad höher liegt als jene knapp außerhalb der Stadt. Somit könnte dies, ein erster Hinweis auf die Ausbildung einer Wärmeinsel sein.

Literaturverzeichnis

- BONAN G. B. (2008): Ecological climatology: Concepts and applications. 2. ed. Cambridge (u.a.). Cambridge Univ. Press.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1979): Aspirations-Psychrometer-Tafeln. 6., durchgesehene und erweiterte Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden.
- EIMERN J. V., HÄCKEL H. (1984): Wetter- und Klimakunde: ein Lehrbuch der Agrarmeteorologie. 4., überarb. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. durchges. Aufl. Goltze, Göttingen.
- ESSL F. & RABITSCH W. (2002): Neobiota in Österreich. Umweltbundesamt Wien.
- FISCHER M.A., ADLER W. & OSWALD K. (2005): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- HUPFER P. & KUTTLER W. (2006): Witterung und Klima - Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12. überarb. Aufl. Teubner, Stuttgart.
- KASPEROWSKI E. (1985): Landschaftsökologische Planung für die Stadtgemeinde Krems. Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz und des Magistrates der Stadt Krems. Wien.

- KUTTLER W. (2009): *Klimatologie*. Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- LEIDENFROST I. (2006): Kohlenstoffbilanz und Kohlendioxidreduktionspotentiale der Gemeinde Krems an der Donau. Identifikation bestehender Emissionsquellen in einer ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse und Prüfung ausgewählter Massnahmen zur Reduktion des Kohlendioxidoutputs in Kyoto – Zielszenarien. Diplomarbeit Univ. Wien.
- LINHARD D. (2010): Untersuchungen zur Flora und zum Mikroklima von Krems an der Donau. Diplomarbeit Univ. Wien.
- MUCINA L., GRABHERR G. & ELLMAUER T. (Hg.) (1993): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil I, II und III. G. Fischer, Wien.
- NIKLFIELD H. (Hg.) (1999): *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. Gesamtlgt. NIKLFELD H. Mit Beitr. v. GRIMS F. 2. neu bearb. Aufl. Austria Medien Service (Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie), Graz.
- OKE T.R. (1973): City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment* 7, 769–779.
- ROZANEK R. (1996): Die Mauerpflanzen der Stadt Krems – ihr Verhalten, ihre Verbreitung, ihre ökophysiologischen Anpassungen. Diplomarbeit Univ. Wien.
- SACHS L. (2006): *Angewandte Statistik: Methodensammlung*. mit 180 Tabellen. 12., vollst. neu bearb. Aufl. Springer, Berlin.
- SAUBERER N. & DULLINGER S. (2008): Naturräume und Landschaftsgeschichte Österreichs: Grundlage zum Verständnis der Muster der Biodiversität. In: SAUBERER N., MOSER D. & GRABHERR G. (Red.), *Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt*, 16–46. Zürich, Bristol-Stiftung, Bern, Stuttgart, Wien.
- SOUKOPP H., WITTIG R. (Hg.) (1998): *Stadtökologie*. 2., überarb. und ergänzte Aufl., mit Beiträgen v. BLUME H. P., BRANDE A., BREUSTE J., EIKMANN TH., ERZ W., FRITSCH U. & KUTTLER W. G. Fischer, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm.
- STEVENS J. (2007): *Intermediate statistics: a modern approach [SAS, SPSS]*. 3. ed. Erlbaum, New York, NY.
- TREMP H. (2005): *Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten*. Ulmer, Stuttgart.
- WEBER R. (1961): *Ruderalpflanzen und ihre Gesellschaften*. Die Neue Brehm Bücherei. A. Ziemsen, Wittenberg.
- WENGER A. & PENNERSTORFER J. (1995): *Biotopkartierung Krems an der Donau*. Endbericht Teil 1. LANIUS Forschungsgemeinschaft für regionale Faunistik und angewandten Naturschutz, Krems.
- WENGER A. (1995): *Naturschätze – Naturreste im Raum Krems*. Ein regionaler Naturführer: Lebensräume, Tiere und Pflanzen. Mit Beiträgen von BRENNER W., PENNERSTORFER J., REISCHÜTZ P. L., SOHM J. Forschungsgemeinschaft LANIUS. Krems.
- WITTIG R. (1991): *Ökologie der Großstadtflora*. Flora und Vegetation der Städte des nordwestlichen Mitteleuropas. G. Fischer, Stuttgart.
- WITTIG R. (2002): *Siedlungsvegetation*. Aus der Reihe: Pott R. (Hg.), *Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart.
- ZMARSLY E. (2007): *Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen: eine Einführung mit Übungen, Aufgaben und Lösungen*. 34 Tab., 3. neu bearb. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

Internetressourcen

- [WWW 1]: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Klimadaten von Österreich 1971–2000. http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm. Zugriff am 03.02.2010.

[WWW 2]: Homepage der Stadt Krems. www.krems.gv.at/system/web/fakten.aspx?menu-onr=218454397. Zugriff am 03.02.2010.

[WWW 3]: Statistik Austria: Ein Blick auf die Gemeinden. <http://www.statistik.at/blickgem/blick1/g30101.pdf>. Zugriff am 03.02.20.

Manuskript eingelangt: 2010 10 30

Anschrift:

Mag. Dominik LINHARD, Univ.-Prof. Dr. Rudolf MAIER, Dep. Molekulare Systembiologie, Fak. f. Lebenswissenschaften, Universität Wien. A-1190 Wien. E-Mail: rudolf.maier@univie.ac.at.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [147](#)

Autor(en)/Author(s): Linhard Dominik, Maier Rudolf

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Flora und zum Mikroklima von Krems an der Donau 51-67](#)