



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

**„An analysis of weed floras in nurseries: do
polytunnels serve as ports of entry for alien plant
species? “**

verfasst von

Magdalena Bauer BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Naturschutz und Biodiversitätsmanagement

Betreut von: Mag. Dr. Franz Essl, Privatdozent

Acknowledgements

Sincere thanks to Univ.-Doz. Mag. Dr. Franz Essl, for enabling this master's thesis by providing knowledge, time and patience.

Furthermore, I am grateful for the assistance and help from Univ.-Prof. Mag. Dr. Stefan Dullinger and Mag. Dr. Dietmar Moser.

Thanks are due to all the nursery owners which made this study possible by kindly offering access to their fields and polytunnels and by sharing information.

Additionally, I want to thank my family, my colleagues and friends for their support and encouragement. Moreover, I want to give particular thanks to my partner Martin Jungmann, and my friend Julia Malisch.

Magdalena Bauer

Table of contents

1. Abstract	2
2. Zusammenfassung.....	3
3. Keywords	4
4. Introduction.....	4
5. Material and Methods.....	6
5.1 Study area and sites	6
5.2 Plant data sampling	6
5.3 Data preparation	7
5.4 Statistical Analysis	8
6. Results	9
6.1 Species composition and numbers.....	9
6.2 The effect of land use, land use history and environmental factors on weed species composition.....	10
7. Discussion	11
7.1 Characteristics of the weed vegetation.....	11
7.2 Similarities and differences in weed vegetation composition in polytunnels and outdoors	12
8. Conclusions.....	13
9. References.....	14
10. Figures and Tables	17
Appendix A: Questionnaires and plot descriptions.....	24

1. Abstract

The introduction of alien species into new regions has become one of the defining features of global environmental change. It has been argued that greenhouses and polytunnels may serve as invasion foci for emerging invaders of agricultural ecosystems under future warmer climates. To test this hypothesis we selected 15 organically producing plant nurseries in lowland eastern Austria.

Overall, 73 plots were set in polytunnels, and 60 outdoors. Species coverage at each plot was estimated in %.

In total, 127 species were identified (including plant seedlings which could only be determined to the genus level), consisting of 27 neophytes, 6 archaeophytes and 76 native plant species. Although average weed species numbers were significantly higher in plots in polytunnels than in outdoor plots, a non-metric multidimensional scaling-diagram revealed no significant differences in species composition. Similarly, we found no differences in the weed community indices – i.e. the balance between low- and high-temperature, precipitation respectively nitrogen preferring species – between plots located in polytunnels and outdoor. This holds true for total species number as well as for subsets of species of different residence time.

The recorded neophytes are native to Asia, Europe, North and South America at almost equal proportions, and most neophytes (22 species) were introduced intentionally, while unintentionally introduced species were more abundant on average.

In polytunnels, neophyte species number was dependent on the crop category only and archaeophyte species numbers were influenced by size of the polytunnels, whereas native and total species numbers were again influenced by the crop species. In outdoor plots, archaeophytes were influenced by mean annual temperature.

Overall, weed vegetation in polytunnels and outdoors differs only little in terms of species composition and abundance. We thus conclude that sheltered environments (as polytunnels), which mimic warmer climates, do not serve as entry points for emerging neophytes of agricultural ecosystems.

2. Zusammenfassung

Ein charakteristisches Merkmal der globalen Umweltveränderungen ist die Etablierung von gebietsfremden Pflanzen in neuen Regionen. Glashäuser und Polytonnellen werden als mögliche Ausgangspunkte für Invasionen landwirtschaftlicher Ökosysteme in einem zukünftig wärmeren Klima diskutiert.

Um eine mögliche Nischenfunktion von Polytonnellen zu untersuchen, wurden 15 biologische Gemüsegeärtnereien in den Tiefebeneen Östösterreich ausgewählt. Insgesamt wurden 73 Plots in Polytonnellen und 60 Plots auf Feldern untersucht. Die Deckung der Arten wurde auf jedem Plot in % geschätzt.

In Summe wurden 127 Pflanzenarten dokumentiert, die sich aus 27 Neophyten, 6 Archäophyten und 76 heimischen Pflanzen zusammensetzen, sowie 18 verschiedenen Pflanzenkeimlingen, die nur auf Gattung bestimmt werden konnten. Obwohl die durchschnittliche Anzahl an Unkrautarten der Polytonnell-Plots deutlich höher war als die der Freiland-Plots, ergab ein Nicht-metrisches Multidimensionales-Skalierungs-Diagramm keinen signifikanten Unterschied in der Artenzusammensetzung. Ebenso fanden wir keine Unterschiede bezüglich der Gemeinschaftsindizes der Unkrautflora, das heißt des Gleichgewichts von Kälte- und Wärmezeigern, sowie Wasser- und Stickstoffpräferenzen der Pflanzenarten, zwischen Plots in Polytonnellen und im Freiland. Dies gilt sowohl für die Gesamtzahl der Arten, als auch für die Teilmengen, die auf den unterschiedlichen Verweilzeiträumen basieren.

Die dokumentierten Neophyten stammen zu beinahe gleichen Teilen aus Asien, Europa, Nord- und Süd-Amerika. Die Einfuhr der meisten Neophyten (22 Arten) erfolgte beabsichtigt, während die unbeabsichtigt eingeführten Arten durchschnittlich häufiger auf den Untersuchungsflächen zu finden waren.

In Polytunneln war die Anzahl neophytischer Arten, heimischer Arten und die Summe der Arten nur von der Kulturart abhängig, während die Anzahl archäophytischer Arten von der Größe der Polyttunnel beeinflusst wurde. Im Freiland beeinflusste allein die mittlere Jahrestemperatur die Archäophyten.

Die Unkrautvegetation variierte nur gering in Artenzusammensetzung und Abundanz zwischen Polyttunneln und Freiland. Daraus schlussfolgern wir, dass geschützte Umgebungen (wie Polyttunnel), welche ein wärmeres Klima imitieren, nicht als Eintrittspunkte für sich ausbreitende Neophyten in landwirtschaftlichen Ökosystemen fungieren.

3. Keywords: agriculture, climate change, horticulture, introduction, neophytes, spread

4. Introduction

The transport and establishment of species by human agency into regions which have been beyond their dispersal limits has become one of the defining features of global environmental change (Simberloff, et al., 2013; Blackburn, et al., 2014). Alien species already are an important component of many ecosystems (Hobbs, et al., 2013), in particular of those strongly modified by humans as ruderal habitats and agricultural fields (Chytrý, et al., 2008). These systems are exposed to particularly high levels of propagule pressure (Simberloff, 2009) while, simultaneously, frequent disturbance offers abundant colonization opportunities for many alien species. Hence, ruderal and agricultural habitats often represent the invasion foci for subsequent colonization of other ecosystems by spreading alien organisms (Hulme, 2003; Theoharides & Dukes, 2007; Hulme, 2011).

During the recent decades, rates of naturalization of alien species have continuously increased and so have the ecological and economic impacts of these species (Vilà, et al., 2011; Blackburn, et al., 2014). For instance, 10 % of the now naturalized alien plant species in Europe have been first recorded only after 1989 (Pyšek & Hulme, 2011). As niche filling in the new ranges may take several decades to hundreds of years (Williamson, et al., 2009) many of these species will probably continue to spread for a long time into the future (Pyšek & Hulme, 2011). The recent acceleration of biological invasions and the effects they cause is driven by the reinforcing effects of other features of global change, notably the increase in trade and transport (Essl, et al., 2011), land use change (Chytrý, et al., 2012), and climate change (Walther, et al., 2009), which jointly amplify propagule pressure and invisibility of ecosystems.

In temperate regions as Central Europe most alien plant species are confined to warm lowlands (Chytrý, et al., 2008), and increasing temperatures are projected to increase the levels of invasion in most habitats. Greenhouses and polytunnels may provide climatic safe sites from which alien plant species could escape and invade agricultural ecosystems under future warmer climates, as it has been shown to be the case e.g. for alien bryophyte species from warmer climates (Essl, et al., 2013).

In this study we tested this hypothesis by using paired plots in the weed vegetation of sheltered (polytunnels) and outdoor environments (open fields) in nurseries in the Austrian lowlands. Specifically, we posed the following questions: 1) Does the weed vegetation inside polytunnels show higher numbers and higher abundance of alien plant species than outside of them?, 2) Do climate, land use (e.g. size of the nurseries respectively the polytunnels, composition of cultivated species) modify alien plant species numbers and abundance?, and 3) Is the alien weed vegetation of polytunnels characterized by species adapted to warmer climates?

5. Material and Methods

5.1 *Study area and sites*

We selected 15 plant nurseries in lowland eastern Austria (Fig. 1) which fulfilled the following criteria: i) polytunnels and outdoor fields are adjacent to each other, ii) crops are grown organically (no use of herbicides), iii) cultivated species are vegetables, and iv) crops are exclusively cultivated on soil (but not on artificial substrates). The climate of the region is temperate continental, with moderately cold winters and warm summers. Average annual mean temperatures varies between 8.5°C and 10.2°C. Average annual precipitation ranges from 585mm to 1010 mm (Table 1).

5.2 *Plant data sampling*

We aimed to establish at least three plots in polytunnels and three outdoors at each plant nursery. Plot sites have been chosen randomly excluding areas which were not cultivated but ensuring that the same species are cultivated indoors and outdoors. At two small plant nurseries, only fewer plots could be established due to size limitations (Kammermeierei: 2 indoors, 2 outdoors; Stockenhuber: 1 indoors, 10 outdoors). Field sampling took place from June to August 2013.

In total, 131 plots were established, 71 in polytunnels and 60 outside of them (Table S1). Plot size was kept constant (7x7 m = 49 m²), with few plots being smaller due to space limitations (6 in polytunnels, 2 outdoors).

Plant species coverage was estimated in each plot in %. Plant species have been identified using standard floras (Fischer, et al., 2008) and special literature for the identification of weed species (Hofmeister & Garve, 1998; Klaußen & Freitag, 2004; Holzner & Glauning, 2005). In several cases, small seedlings could not be determined, and were excluded from the analyses. Taxonomy and nomenclature follow Fischer, et al. (2008), for

alien species not covered there, we followed the AliensAustria database (Umweltbundesamt, 2013).

5.3 *Data preparation*

All plant species were classified as native, old (archaeophytes, pre-1500 alien species) or new (neophytes, post-1500 alien species) invaders based on information provided in the AliensAustria database (Umweltbundesamt, 2013).

For each species, we extracted the Ellenberg indicator values for nitrogen, precipitation and temperature from Karrer & Wiedermann (2014). For each neophyte, we collected a set of additional variables: first record in Austria (as a proxy for the local residence time), region of origin (continents), and dominant pathways (intentional introduction [by horticulture]; unintentional introduction) based on the information provided in AliensAustria (Umweltbundesamt, 2013).

The cultivated vegetables of the plots were divided into four crop categories: A) pepper and chili-species, B) tomatoes, C) cucumbers and pumpkins, and D) others (including nasturtium, corn, aubergine, parsley and turnip).

For each nursery, we used data on mean annual temperature and precipitation from 1961 - 1990 (ZAMG, 2001). Finally, information on size and age of the nursery and of polytunnels was collected by a questionnaire.

5.4 Statistical Analysis

To test for differences in the species composition of alien communities within and outside polytunnels we first performed a Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) of the alien community matrix and subsequently compared inter-plot distances in ordination space using analysis of similarity (ANOSIM). To test for differences in species abundance, we calculated the mean proportion of neophyte and archaeophyte species.

To analyse the factors which might contribute to explaining species numbers of natives, archaeophytes and neophytes we fitted Generalized Linear Mixed Models (GLMMs) using the *lmer* function in the R-package lme4 (Faraway, 2006). The GLMMs included random effect intercepts with nursery as the grouping variable and tested for fixed effects of crop category, size of the nursery or polytunnels, respectively, mean annual temperature and – for outdoor plots – mean annual precipitation. GLMMs were performed separately for plots in polytunnels and outdoors. No variable interactions or non-linear effects were considered.

We calculated weed community indices (WCI) for temperature, precipitation and nitrogen (Devictor, et al., 2008; Gottfried, et al., 2012). This framework reflects, for a given species assemblage, the balance between low- and high-temperature, precipitation respectively nitrogen preferring species. We used the Ellenberg Indicator values (Karrer & Wiedermann, 2014), which were weighted by species abundance, for each species occurring in a plot to calculate the plot WCI. Subsequently, we used these values to test for differences between the WCIs of plots in polytunnels and outdoors by fitting GLMMs, again with nurseries as orthogonal grouping variable.

To test if the number of neophytes is influenced by the nutrient status we calculated the WCI for each plot based on archaeophytes and native species only. Then we used this WCI value and fitted a GLM to test if numbers of neophytes are influenced by the nitrogen

status of the plot as indicated by Ellenberg nitrogen values of natives and archaeophytes. This analysis was performed separately for plots in polytunnels and outdoors.

Finally, to test for differences in total species number, cultivated crops and size between polytunnels and outdoor plots, we used Mann-Whitney-Wilcoxon tests.

Analyses were performed in R 3.0.3 (R Development Core Team, 2013).

6. Results

6.1 Species composition and numbers

In total, 127 species were identified (including plant seedlings which could only be determined to the genus level), including 27 neophytes, 6 archaeophytes and 76 native plant species (Supplementary Table S2). Neophytes contributed 21% to the total weed composition in polytunnels in terms of species coverage, and 16% in outdoor plots, whereas archaeophytes contributed 29% (polytunnels) and 24% (outdoors). Average weed vegetation coverage was 52% in plots in polytunnels and 48% outdoors.

In polytunnels, 107 species were recorded, 20 of them were neophytes, whereas in the outdoor plots 94 species were recorded, including again 20 neophytes. Among the five most frequently species were three archaeophytes (*Chenopodium album*, *Setaria viridis*, *Portulaca oleracea*), one neophyte (*Amaranthus retroflexus*) and one native species (*Cirsium arvense*). Some of the most frequently recorded species were almost exclusively recorded in polytunnels (*Amaranthus blitoides*; *Solanum lycopersicum*), whereas *Fagopyrum esculentum* was restricted to outdoor plots.

Average weed species numbers were significantly higher in plots in polytunnels than in outdoor plots (Mann-Whitney-Wilcoxon-test, $p = 0.0067$; Fig. 2). However, the NMDS plot

shows that plots in polytunnels and outdoors do not differ significantly in species composition (Fig. 3, ANOSIM $R = -0.02011$, $p = 0.6$).

The recorded neophytes are native to Asia, Europe, North and South America at almost equal proportions (Fig. 4A), and mostly have been first recorded in Austria in the 19th and 20th centuries (Table 1). On average, neophytes from South America occurred most frequently in the plots and neophytes of European origin least frequently, but differences were non-significant. Most neophytes (22 species) were introduced intentionally, but unintentionally introduced species were more abundant on average (Fig. 4B).

6.2 *The effect of land use, land use history and environmental factors on weed species composition*

We found that in polytunnels neophyte species number was dependent on the crop category only and archaeophyte species numbers were influenced by size of the polytunnels, whereas native and total species numbers were again influenced by the crop species (Tab. 3A). In outdoor plots, archaeophytes were influenced by mean annual temperature (Table 3B).

We found no differences in the WCIs for temperature, precipitation or nitrogen between plots in polytunnels and outdoor plots. This holds true for total species number as well as for subsets of species of different residence time (natives, archaeophytes, neophytes) (Table 4). Similarly, we found no evidence that the nutrient status of the plots influences the number of neophytes recorded per plot (plots in polytunnels: $p = 0.295067$; outdoor plots: $p = 0.60869$, function: glm, family: poisson).

7. Discussion

7.1 Characteristics of the weed vegetation

The number and proportion of neophytes recorded in the plant nurseries and polytunnels was high. This is likely the result of the joint effects of high propagule pressure created by horticulture (Dehnen-Schmutz, et al., 2007a; Dehnen-Schmutz, et al., 2007b), the mild climates of the nurseries located in the lowlands, and low competition intensity in segetal habitats (Chytrý, et al., 2008). Several neophytes recorded are escaped crop species cultivated in the nurseries, and their occurrence in many cases might be dependent on regular input of propagules.

More surprisingly, only few archaeophytes have been recorded, although they usually are well represented in segetal habitats in Central Europe (Chytrý, et al., 2005). The finding that archaeophytes are fostered by warmer climates in outdoor plots is consistent with their climatic preferences in Central Europe (Chytrý, et al., 2005).

Although the Austrian alien flora is exceptionally well documented (Essl, et al., 2002; Umweltbundesamt, 2013), several of the neophytes recorded have not or only very rarely been found before in Austria (e.g. *Abutilon theophrastii*, *Chenopodium giganteum*) and testify the dynamics of alien species spread in Europe (Lambdon, et al., 2008; Hulme, et al., 2009).

In contrast to the invasion success of neophytes in general (Lambdon, et al., 2008; Hulme, et al., 2008), neophytes which were introduced unintentionally were more frequent in plots than those which were introduced intentionally. We argue that this finding results from the fact that many of the intentionally introduced species in fact are casual escapes from cultivation in the nurseries (e.g. *Borago officinalis*, *Fragaria x annanassa*, *Solanum lycopersicum*, *Zea mays*).

7.2 *Similarities and differences in weed vegetation composition in polytunnels and outdoors*

Overall, we found few differences in the weed vegetation in polytunnels and outdoors. Neither average weed species number per plot, nor species composition nor weed community indices (WCI) for temperature, precipitation and nitrogen were distinct. This finding is an indication that the local species pool and the strong selective pressure in nurseries intensively used for vegetable production exert an overriding selective pressure on the weed community, whereas microclimatic differences are of secondary importance. This implies that in contrast to our initial hypothesis, greenhouses and polytunnels have low potential to serve as invasion foci for emerging neophytes of agricultural ecosystems under future warmer climates. Although it is a well-understood fact that horticulture is the dominating pathway for alien species introductions (Lambdon, et al., 2008; Hulme, 2011), this is not necessarily the case for nurseries. However, it has to be noted that this study was restricted to vegetable nurseries. Nurseries cultivating a wider range of species (including ornamentals, in particular) may indeed serve as starting point of neophyte species spread (Dehnen-Schmutz, et al., 2007a; Hulme, 2011).

Nevertheless, some minor differences in weed vegetation between plots in polytunnels and outdoors emerged. First, a few species were largely restricted to either polytunnels or to outdoor plots. The most notable species in this regard is the thermophile *Amaranthus blitoides*, largely restricted to polytunnels. The regular occurrence of tomatoes (*Solanum lycopersicum*) in polytunnels results from seeds of lost fruits, which may survive winter in polytunnels, but less so under field conditions in Central European climates (Schmitz, 2004). In contrast, the exclusive occurrence of *Fagopyrum esculentum* in outdoor plots likely is due to its cultivation as winter seed, which is usually not sown in polytunnels.

8. Conclusions

Weed vegetation in polytunnels and outdoors differ only little in terms of species composition and abundance. We thus conclude that sheltered environments (as polytunnels), which mimic warmer climates, do not necessarily serve as entry points for thermophilic emerging neophytes. This result is in contrast to those reported from other taxonomic groups like bryophytes (Essl, et al., 2013), and some insects (e.g. *Harmonia axyridis*), which have obviously started their invasion in greenhouses (Roy, et al., 2012) and have subsequently colonized open field habitats.

9. References

- Blackburn, T. et al., 2014. A Unified Classification of Alien Species Based on the Magnitude of their Environmental Impacts. *PLOS Biology*, May, Volume 12(Issue 5), pp. 1-11.
- Chytrý, M. et al., 2008. Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology*, Volume 45, pp. 448-458.
- Chytrý, M. et al., 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia*, Volume 77, p. 339–354.
- Chytrý, M. et al., 2012. Projecting trends in plant invasions in Europe under different scenarios of future land-use change. *Global Ecology and Biogeography*, Issue 21 (1), pp. 75-87.
- Dehnen-Schmutz, K., Touza, J., Perrings, C. & Williamson, M., 2007a. The Horticultural Trade and Ornamental Plant Invasions in Britain. *Conservation Biology*, 21(1), p. 224–231.
- Dehnen-Schmutz, K., Touza, J., Perrings, C. & Williamson, M., 2007b. A century of the ornamental plant trade and its impact on invasion success. *Diversity and Distributions*, Volume 13, p. 527–534.
- Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D. & Jiguet, F., 2008. Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society B*, Volume 275, p. 2743–2748.
- Essl, F. et al., 2011. Socioeconomic legacy yields an invasion debt. *PNAS*, January, vol. 108(no. 1), pp. 203-207.
- Essl, F., Rabitsch, W. & Breuss, O., 2002. *Neobiota in Österreich*. Wien: Umweltbundesamt.
- Essl, F. et al., 2013. Telling a different story: a global assessment of bryophyte invasions. *Biological invasions*, September, 15(9), pp. 1933-1946.
- Faraway, J., 2006. *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. Boca Raton: Chapman & Hall.
- Fischer, M. A., Adler, W. & Oswald, K., 2008. *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Linz: Biologiezentrum Oberösterreich.
- Gottfried, M. et al., 2012. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, 2(2), pp. 111-115.
- Hobbs, R., Higgs, E. & Hall, C., 2013. *Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order*. UK: John Wiley & Sons.
- Hofmeister, H. & Garve, E., 1998. *Lebensraum Acker*. Berlin: Parey-Verlag.
- Holzner, W. & Glauningner, J., 2005. *Ackerunkräuter: Bestimmung, Biologie, Landwirtschaftliche Bedeutung*. Graz: Leopold Stocker Verlag.
- Hulme, P., 2003. Biological invasions: winning the science battles but losing the war?. *Oryx*, 37(2), pp. 178-193.

- Hulme, P., 2011. Addressing the threat to biodiversity from botanic gardens. *Trends in Ecology and Evolution*, April, Vol. 26(No. 4), pp. 168-174.
- Hulme, P. et al., 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*, Volume 45, pp. 303-341.
- Hulme, P., Nentwig, W., Pyšek, P. & Vilà, M., 2009. *DAISIE: The Handbook of Alien Species in Europe*. Dordrecht: Springer.
- Karrer, G. & Wiedermann, R., 2014. *Ökologische Zeigerwerte - Indicator values adapted for Austria according to Heinz Ellenberg*. [Online]
Available at: <http://statedv.boku.ac.at/zeigerwerte/>
[Accessed 16 Januar 2014].
- Klaaßen, H. & Freitag, J., 2004. *Ackerunkräuter und Ackerunggräser rechtzeitig erkennen*. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.
- Lambdon, P. et al., 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, Volume 80, pp. 101-149.
- Pyšek, P., Chytrý, M. & Jarošík, V., 2010. Habitats and Land Use as Determinants of Plant Invasions in the Temperate Zone of Europe. In: *Bioinvasions and Globalization - Ecology, Economics, Management and Policy*. s.l.:Oxford University Press, pp. 66-79.
- Pyšek, P. & Hulme, P. E., 2011. Biological Invasions In Europe 50 Years After Elton: Time To Sound The Alarm. In: *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton*. 1. ed. s.l.:Blackwell Publishing Ltd, pp. 71-88.
- Pyšek, P., Hulme, P. E. & Nentwig, W., 2009. Glossary of the Main Technical Terms Used in the Handbook. In: *DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe*. s.l.:Springer Science+Business Media B.V., pp. 375-379.
- Pyšek, P. et al., 2005. Alien Plants in Temperate Weed Communities: Prehistoric and Recent Invaders Occupy Different Habitats. *Ecology*, March, Issue Vol. 86, No. 3, pp. 772-785.
- R Development Core Team, 2013. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Roy, H. et al., 2012. Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds. *Diversity and Distributions*, Volume 18, pp. 717-725.
- Schmitz, U., 2004. Frost resistance of tomato seeds and the degree of naturalisation of *Lycopersicon esculentum* Mill. in Central Europe. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(6), pp. 476-480.
- Simberloff, D., 2009. The Role of Propagule Pressure in Biological Invasions. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, Volume 40, pp. 81-102.
- Simberloff, D. et al., 2013. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward.. *Trends in Ecology & Evolution*, vol 28.(n°1), pp. 58-66.

Theoharides, K. & Dukes, J., 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist*, 176(2), pp. 256-273.

Umweltbundesamt, 2013. *AlienAustria. Austrian database of alien plant, animal and fungi species.*, Vienna: Umweltbundesamt.

Vilà, M. et al., 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14(7), pp. 702-708.

Walther, G.-R. et al., 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, December, Volume 24(Issue 12), pp. 686-693.

Williamson, M. et al., 2009. The distribution of range sizes of native and alien plants in four European countries and the effects of residence time. *Diversity and Distributions*, Volume 15, pp. 158-166.

ZAMG, 2001. *Digitaler Klimaatlas Österreich*. [Online]

Available at: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima>

[Accessed 22 November 2013].

10. Figures and Tables

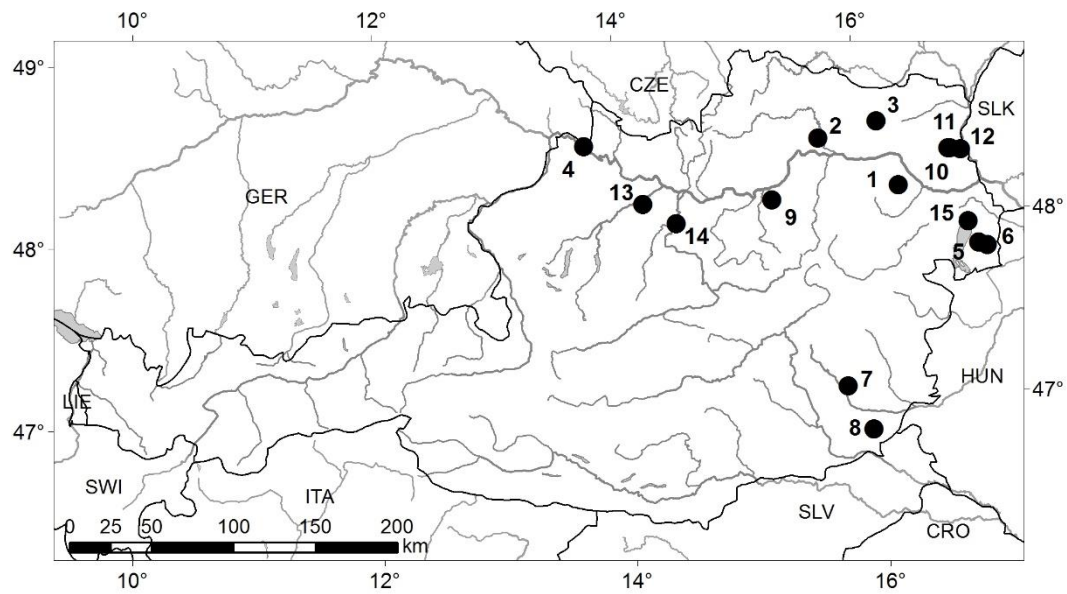
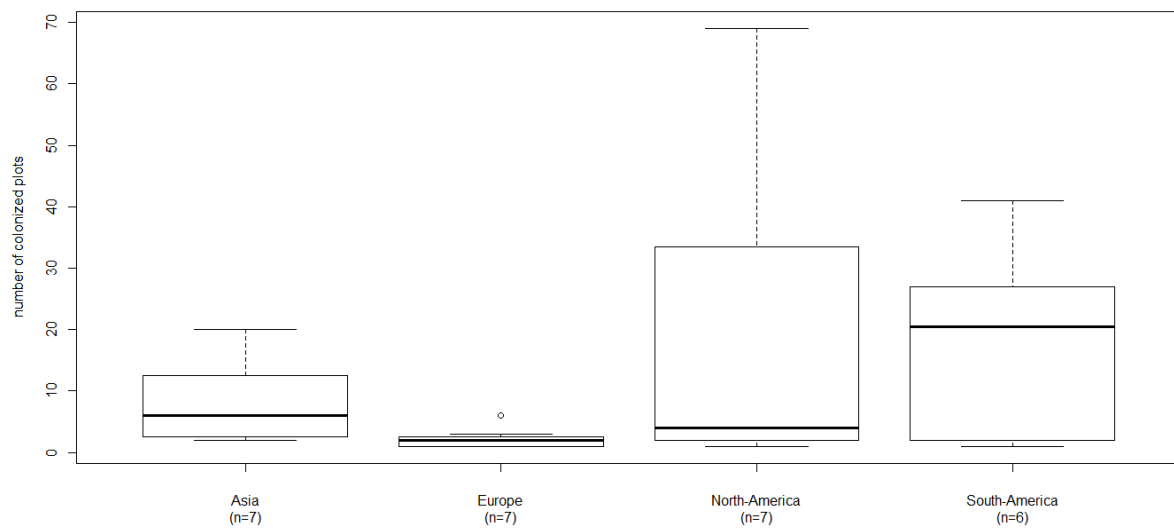


Fig. 1: Location of the nurseries (black dots) in Eastern Austria. At each nursery, plots were sampled inside polytunnels and outdoors. The numbers of the nurseries correspond to those given in Table 1.

A



B

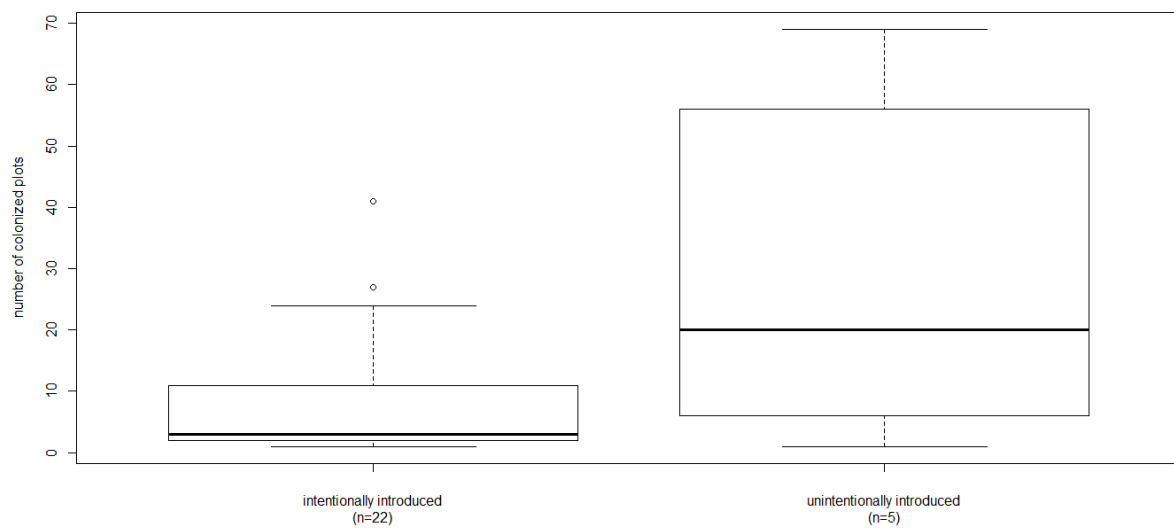


Fig. 2: Number of colonized plots for neophytes of different regions of origin (continents) of the 27 neophytes recorded (A) and number of colonized plots of neophytes which were introduced intentionally or unintentionally (B).

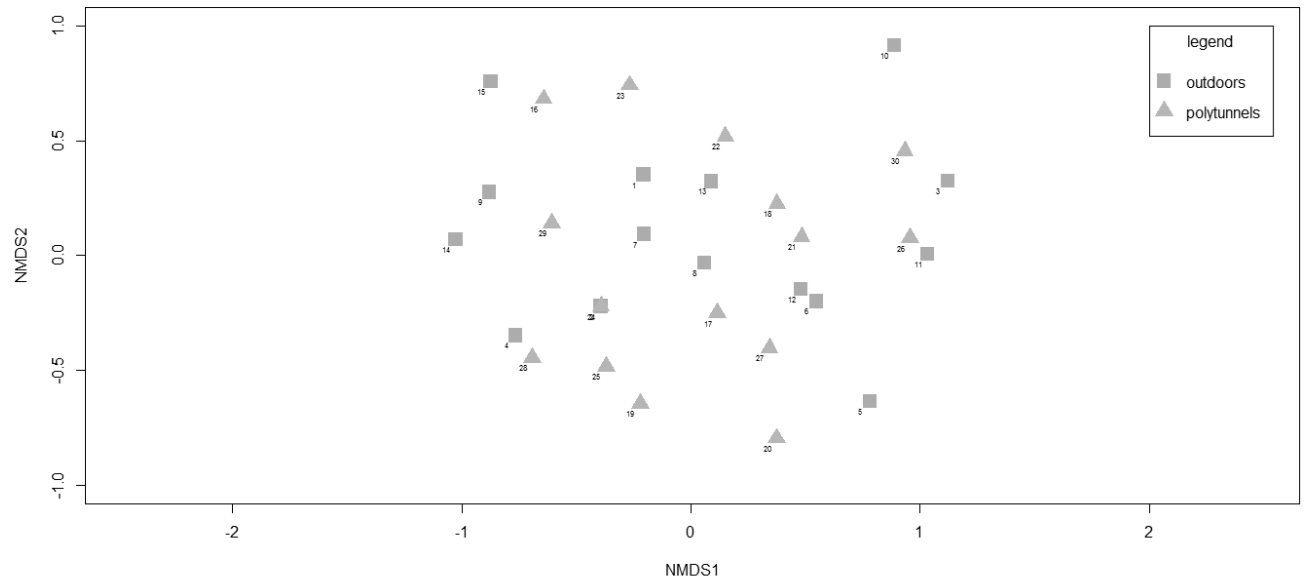


Fig. 3: Non-metric multidimensional scaling-diagram (NDMS) of the neophyte species composition of plots in polytunnels and outdoors, respectively.

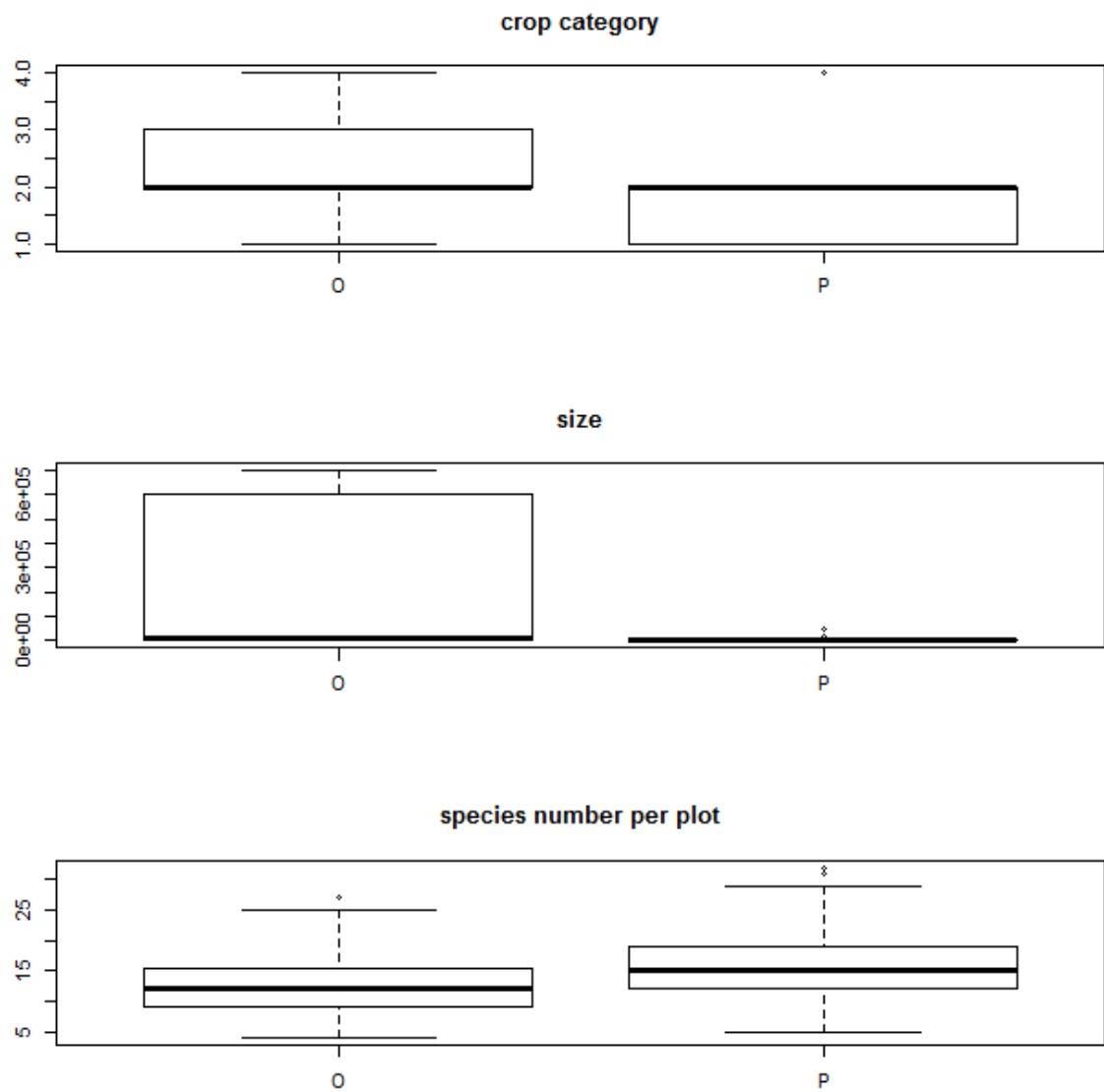


Figure 4: Boxplots of the distribution in crop category, size (outdoor field versus polytunnels) and species number per plots in polytunnels (P) and outdoors (O). Data are shown in Table 1.

Table 1: The 15 nurseries used in this study. Given are geographic coordinates, average annual precipitation and temperature, and the number of plots per nurseries (in polytunnel, outdoors, total).

No	Nursery	Coordinates	Average annual precipitation rate [l/m ²]	Average annual temperature [°C]	No of plots polytunnels	No of plots outdoors	No of plots total
1	Kammermeierei Schönbrunn	N48°10'39.637'' E16°18'9.652''	702.34	9.75	2	2	4
2	Langenlois Gartenbauschule	N48°28'8.303'' E15°40'21.738''	584.39	8.72	3	4	7
3	Krautwerk	N48°32'12.167'' E16°9'42.134''	617.16	8.69	5	4	9
4	Stockenhuber	N48°30'4.172'' E13°44'3.998''	1010.60	8.47	10	1	11
5	Rapf	N47°49'4.172'' E16°55'2.680''	625.39	10.19	9	9	18
6	Binder Gemüse	N47°48'18.666'' E16°59'5.276''	650.03	10.13	9	9	18
7	Scharler	N47°5'49.841'' E15°46'2.748''	822.49	7.97	6	6	12
8	Pranger	N46°51'2.128'' E15°56'50.662''	1046.31	8.35	3	3	6
9	Zinsenhof	N48°8'52.026'' E15°15'24.372''	801.23	8.86	3	3	6
10	WUK Bio-Pflanzen	N48°21'14.670'' E16°44'3.642''	607.75	9.19	6	3	9
11	Gerhard Hof	N48°21'17.698'' E16°45'1.537''	610.04	9.18	3	4	7
12	Bubenicek	N48°20'37.630'' E16°50'22.232''	614.75	9.19	3	3	6
13	Lamm	N48°10'4.404'' E14°11'40.034''	982.65	8.10	3	3	6
14	Zeitlhofer	N48°3'11.696'' E14°27'42.674''	1115.66	7.77	3	3	6
15	Deutsch	N47°56'40.672'' E16°50'43.166''	594.45	10.10	3	3	6

Supplementary Table S2: See Appendix B

Table 3: GLMMs for analysing which factors explain species numbers of natives, archaeophytes, neophytes and total species number of plots in polytunnels (A) and outdoors (B). Only significant correlations are shown.

A

polytunnels	t-value	p-value	estimate
neophytes~crop cat. D	t= 2.415	p= 0.009**	2.4746
archaeophytes~size	t=1.774	p=0.041*	1.614e ⁻⁰⁵
natives~crop cat. B	t=2.083	p=0.021*	2.8610
natives~crop cat. D	t=1.753	p=0.042*	6.9330
total species no ~crop cat. D	t=1.503	p=0.069	8.0030

B

outdoor plots	t-value	p-value	estimate
archaeophytes~mean annual temperature	t=1.345	p=0.093	0.3040

Table 4: Generalized Linear Mixed Models of the weed community indices (WCI) for temperature of the vegetation noted on plots in polytunnels and in outdoor plots. The WCI of plots were calculated based on abundance-weighted Ellenberg Indicator values for each species occurring in a plot. WCIs have been calculated for different species subsets (neophytes, archaeophytes, and native species) and total species number.

total species number	p-values
WCI temperature	p=0.908
WCI nitrogen	p=0.908
WCI precipitation	p=0.993
neophytes	
WCI temperature	p=0.609
WCI nitrogen	p=0.543
WCI precipitation	p=0.658
archaeophytes	
WCI temperature	p=0.395
WCI nitrogen	p=0.328
WCI precipitation	p=0.622
native species	
WCI temperature	p=0.238
WCI nitrogen	p=0.240
WCI precipitation	p=0.536

Appendix A: Questionnaires and plot descriptions

Aufnahme 1

Kammermeierei Schönbrunn

13.06.2013

Hauptkulturarten: Paprika, Chili, Paradeiser
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Stockenhuber, Zinsenhof
Alter Folientunnel: 2009
Größe: 3800 m²
Alter Freiflächen: 1951
Größe: 60 m²
Entfernung des Unkrauts: mechanisch und manuell
Bewässerung: Tröpfchenbewässerung und Regen
Folientunnel werden im Winter frostfrei gehalten
Düngung: -

Standort1_1

Freiland: Steinkästen mit Streuauflage (Rechter Kasten mit Rücken zur Obstbaumkultur)
Paprika/Chilikultur 1,20B x 19,80L = 23,76 m²
im hinteren Bereich der Kästen befinden sich noch Gurkenkulturen
Wäldchen daneben, dazwischen ein weiterer Steinkasten (Standort1_2)

Standort1_2

Freiland: Steinkästen mit Streuauflage (Linker Kasten mit Rücken zur Obstbaumkultur)
Paprika/Chilikultur 1,20B x 19,80L = 23,76 m²
im hinteren Bereich der Kästen befinden sich noch Melonenkulturen
Wäldchen daneben, dazwischen ein weiterer Steinkasten (Standort1_2)

Standort1_3

Gewächshaus: Breite Wege, die aus festgetretener Erde bestehen, stark ausgeräumt
Automatische Beschattung durch Paneele
Bewässerung durch Tröpfchenbewässerung
Belüftung
Temperatur bei Datenaufnahme: 30,5°
viel Moos um Pflanzen
Paprika/Chilikultur 7x7 m = 49m²
(rechts mit dem Rücken zum nächsten Gewächshaus [ORF], vom Rand ausgehend)

Standort1_4

Gewächshaus Paprika/Chilikultur 7x7 m = 49m²
(links mit dem Rücken zum nächsten Gewächshaus [ORF], vom Rand ausgehend, 7m vom Weg entfernt(hinten liegend))

Hauptkulturart: Kohlgemüse, Salat, Wurzelgemüse, Zwiebel, Schnittlauch, Paradeiser, Zucchini, Kürbis, Rote Rüben, Mangold, Raritäten
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Arche Noah, Austroaat, Bingenheimer, Reinsaat, Saatgut Zürich
Alter Folientunnel: 2012
Größe: 240m²
Alter Freiflächen: 2000/2002
Größe 3500 m²
Entfernung des Unkrauts: mechanisch und manuell
Folientunnel werden im Winter frostfrei gehalten
Düngung: -

Standort2_1

Freiland: mit dem Rücken zum Gewächshaus rechts über dem Weg
Paradeiskultur 3 B x 16 L m = 48 m²
aufgebundene Paradeiserpflanzen
Weg zwischen den Pflanzen zwar stark verdichtet durch Betritt, aber dennoch stark zugewachsen durch unerwünschte Beikräuter
Fläche in direkter Nähe von Gründüngerflächen, eingebettet in andere Kulturen

Standort2_2

Freiland: an Fläche 1 anschließend
Paradeiskultur 3 B x 16 L m = 48m²
An 2_2 anschließend

Standort2_3

Folientunnel (linker): 6 B x 8L m = 48 m²
Kulturen siehe Fotos
Holzplanken mit Zwischenräumen (Ritzenbewuchs!) zum drauf laufen
Folientunnel auf den Seiten geöffnet, auf einem halben Meter Höhe vorne Türraum offen, ansonsten vorne und hinten zu

Standort2_4

Folientunnel: 6 B x 8L m = 48 m²
an Fläche eins anschließend, aber versetzt

Standort2_5

Freiland: 6 B x 8L m = 48 m²
hinten links bei den Gewächshäusern, ganz am Rand
Schnittlauch und Saatgutvermehrung für Arche Noah, in direkter Nähe liegt Gründüngerfläche

Standort2_6

Folientunnel: Paradeiser 6 B x 8L m = 48 m²
Schotteruntergrund, Dämme aus Erde aufgeschüttet, dazwischen liegt Folie

Standort2_7

Folientunnel: Paradeiser 6 B x 8L m = 48 m²

ganz hinten

Aufnahme 3

Krautwerk

20.06.2013

Hauptkulturart: Paprika, Chili, Melanzani, Vorkultur Salate
Herkunft Saatgut: Reinsaat, Lassnig-Ochsenherz, Arche Noah, Bauernparadeisgruppe

Alter Folientunnel: 2012
Größe: 320 m²
Alter Freiflächen: unbekannt
Größe: 20000 m²
Entfernung des Unkrauts: mechanisch und manuell
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Misthaufen, Brennesseljauche

Standort3_1

Folientunnel: linker mit Feldern hinter den Tunneln
Paprikakultur: 3 x 16 = 48 m²

Standort3_2

Folientunnel: linker mit Feldern hinter den Tunneln
Paprikakultur: 3 x 16 = 48 m²

Standort3_3

Freiland
Paradeiser 7 x 7 = 49 m² Eiskraut dazwischen

Standort3_4

Freiland
Paradeiser 7 x 7 = 49 m² Eiskraut dazwischen

Standort3_5

Freiland
Paradeiser 7 x 7 = 49 m² Eiskraut dazwischen

Standort3_6

Freiland
Paradeiser 7 x 7 = 49 m² Eiskraut dazwischen

Standort3_7

Folientunnel
Paradeiser und Kräuter dazwischen 7 x 7 m = 49 m²
Hinten und seitlich offen
links einen Meter Weg

Standort3_8

Folientunnel
Paradeiser und Kräuter dazwischen 7 x 7 m = 49 m²
Hinten und seitlich offen
rechts einen Meter Weg

Standort3_9

Folientunnel
Paradeiser und Kräuter dazwischen
Hinten und seitlich offen
je 50 cm pro Seite weggelassen

Hauptkulturart: Chili, Paprika, Paradeiser, Gurke, Melone, div. Raritäten, Färberkamille, Sommer- und Winterportulak
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Arche Noah
Alter Folientunnel: 1990
Größe: 2000 m²
Alter Freiflächen: 1970
Größe: 700 m²
Entfernung des Unkrauts: mechanisch(Kralle) und manuell
Bewässerung: von oben, per Hand/Schlauch, Paradeiser Tröpfchenbewässerung
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Hornmehl, Hornspäne, Kompost

Standort4_1

Glashaus, 7 x 7 m = 49 m²

Unkräuter sehr klein, Sommer- und Winterportulak vor Chili als Kulturpflanze angesetzt
Seiten geöffnet, Kultur: Chilis, verschiedene Sorten, 1 Beet ca. 1.20m breit, Bewässerung von oben, wegen "tropischen" Klima

Standort4_2

Glashaus, 7 x 7 m = 49 m²

Unkräuter sehr klein, Sommer- und Winterportulak vor Chili als Kulturpflanze angesetzt
an FT4_1 versetzt anschließend

Standort4_3

Glashaus, 7 x 7 m = 49 m²

Unkräuter sehr klein, Sommer- und Winterportulak vor Chili als Kulturpflanze angesetzt
an FT4_2 versetzt anschließend (auf einer Höhe mit FT4_1)

Standort4_4

Glashaus, 7 x 7 m = 49 m²

Unkräuter sehr klein, Sommer- und Winterportulak vor Chili als Kulturpflanze angesetzt
an FT4_3 versetzt anschließend (auf einer Höhe mit FT4_2)

Standort4_5

Glashaus, 7 x 7 m = 49 m²

Unkräuter sehr klein, Sommer- und Winterportulak vor Chili als Kulturpflanze angesetzt
an FT4_4 versetzt anschließend (auf einer Höhe mit FT4_3)

Standort4_6

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Folie mit Kapuzinerkresse, in der Mitte ein Weg, 1m breit
nur Wachstum durch die Löcher möglich (mit Kapuzinerkresse oder durch Schadhafte Stellen)

Rumex sp. wird für den Ampferkäfer stehen gelassen, Bienenfreund wächst aus der Folie heraus, durch ein vorgefertigtes Loch, rund um die Folie wuchert es ziemlich

Standort4_7

Gewächshaus 7 x 7 m = 49 m²

Hauptkulturart Gurken, Rettich, Rote Rüben

Bewässerung von Oben (Sprühnebel)

Standort4_8

Gewächshaus 7 x 7 m = 49 m²

Hauptkulturart Gurken, Rettich, Rote Rüben

Bewässerung von Oben (Sprühnebel)

Standort4_9

Gewächshaus 7 x 7 m = 49 m²

Hauptkulturart Gurken, Rettich, Rote Rüben

Bewässerung von Oben (Sprühnebel)

Standort4_10

Gewächshaus 7 x 7 m = 49 m²

Hauptkulturart Gurken, Rettich, Rote Rüben

Bewässerung von Oben (Sprühnebel)

Standort4_11

Gewächshaus 7 x 7 m = 49 m²

Hauptkulturart Gurken, Rettich, Rote Rüben

Bewässerung von Oben (Sprühnebel)

Beim Ausgang (Richtung Hang)

Hauptkulturart: Paradeiser, Paprika, Melanzani, Physalis, Radieschen
Herkunft Saatgut: Eigenzucht
Alter Folientunnel: 2008
Größe: 6500 m²
Alter Freiflächen: 2008
Größe : 550 m²
Entfernung des Unkrauts: mechanisch(Kralle) und manuell
Bewässerung: Tröpfchenbewässerung
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: -

Standort5_1

Folientunnel 7 x 7m = 49 m²
Zweiter Folientunnel rechts
Folientunnel vorne und hinten offen
Zwischen den Paradeiserpflanzen (hochgebunden) ist Folie ausgelegt
Randbereich des Tunnels wird nicht gereinigt, solange das Unkraut nicht übermäßig blüht/wuchert

Standort5_2

Folientunnel 7 x 7m = 49 m²
Hinter Standort5_1, an den anderen, linken Rand, versetzt

Standort5_3

Folientunnel 7 x 7m = 49 m²
Hinter Standort5_2, aber auf einer Höhe bzw. am rechten Rand wie 5_1
Anderes Ende des Tunnels

Standort5_4

Freiland 7 x 7m = 49 m²
Besatz wie in Folientunnel rechts, zwei-reihiger Besatz, sehr viel Wind, der ungehemmt durch ziehen kann, zwischen dem Besatz ein 1,20 m breiter „Grünstreifen“

Standort5_5

Freiland 7 x 7m = 49 m²
An 5_5 anschließend

Standort5_6, 5_7, 5_8, 5_9, 5_10, 5_11, 5_12

Freiland 7 x 7m = 49 m²
An 5_5 anschließend

Standort5_13, 5_14, 5_15

Letzter Folientunnel links 7 x 7m = 49 m²
links von der Paradeiser-freifläche (5_4-5_12)
Paradeiser, wie 5_1
Folientunnel vorne und hinten offen
Zwischen den Paradeiserpflanzen (hochgebunden) ist Folie ausgelegt
Randbereich des Tunnels wird nicht gereinigt, solange das Unkraut nicht übermäßig

blüht/wuchert

Standort5_16

Letzter Folientunnel rechts $7 \times 7\text{m} = 49 \text{ m}^2$

Paprika

Standort5_17

3 m nach 5_16

$7 \times 7\text{m} = 49 \text{ m}^2$

Standort5_18

3 m nach 5_17

$7 \times 7\text{m} = 49 \text{ m}^2$

Hauptkulturarten: Radieschen, Kohlrabi, Salat, Paradeiser, Paprika, Gurken
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Hybridsorten
Alter Folientunnel: 2008/ 2009
Größe: 5 ha
Alter Freiflächen: 2006 gepachtet, davor 5-10 Jahre schon Bio auf der Fläche
Größe 60 ha 15-20 ha Gemüse
Entfernung des Unkrauts: mechanisch (Hacke) und manuell
Bewässerung: Überkopf, Tröpfchenbewässerung (FT), Regen (FL)
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Kompost, organischer Dünger

Standort6_1

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Paradeiserkultur, zum Teil gemulcht, abwechselnd ein Streifen gemulcht, einer nicht
Daneben Physalis und Schnittlauch

Standort6_2

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Mulcheintrag bzw. Streu vom Nachbarstreifen
16 m hinter 6_1

Standort6_3

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Streueintrag
16 m hinter 6_2

Standort6_4

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Wenig Streueintrag
16 m hinter 6_3

Standort6_5

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Standort6_6

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

Zwischen Milchstreifen von hinten aus 16 m

Standort6_7

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

16 m hinter 6_6

Standort6_8

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

16 m hinter 6_7

Standort6_9

Freiland 3 x 16 m = 48 m²

16 m hinter 6_8

Standort6_10

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

ganz linker Tunnel

Paradeiser, hochgebunden, links und rechts Folie (nicht in Fläche einbezogen)

Standort6_11

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

ganz linker Tunnel

Paradeiser, hochgebunden, links und rechts Folie (nicht in Fläche einbezogen)

Abstand zu 6_10 = 4m

Standort6_12

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

ganz linker Tunnel

Paradeiser, hochgebunden, links und rechts Folie (nicht in Fläche einbezogen)

Abstand zu 6_11 = 4m

Standort6_13

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Rechtster Tunnel – 2te Reihe

Standort6_14

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Rechtster Tunnel – 2te Reihe

Abstand zu 6_13 = 4m

Standort6_15

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Standort6_16

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

3te Reihe Mitte

Paradeiser, altes Unkraut (entfernt) liegt auf dem Weg

Standort6_17

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Abstand zu 6_16 = 4m

Standort6_18

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Abstand zu 6_17 = 4m

Hauptkulturarten: Schwarzbeere, Paradeiser, Paprika
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Reinsaat, Tausch mit der Arche Noah
Alter Folientunnel: 1998
Größe: 896 m²
Alter Freiflächen: unbekannt
Größe 15000 m²
Bewässerung: Oberfeucht, Tröpfchenbewässerung (FT), Regen und Schlauch (FL)
Entfernung des Unkrauts: mechanisch (Hacke) und manuell
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Kompost (Rindermist, Sonnenblumenkuchen, Urgesteinsmehl)

Standort7_1

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
Paradeiser, Paprika und Schwarzbeere
Hühnerstall/-gehege nebenan
Beikräuter am Rand bleiben stehen
Tunnel leichte Schiefelage, Hang rechts schräg rauf, Hang links schräg runter
Zwischen den Pflanzen selbst stehen:
Klee, Hirse, Vogelmiere, Rote Taubnessel, *Amaranthus lividus*, kleinblütiges Franzosenkraut

Standort7_2

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
Beschreibung wie 7_1, an 7_1 anschließend

Standort7_3

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
Beschreibung wie 7_1, an 7_2 anschließend

Standort7_4

Auch Paradeiser, aber nur!
Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
Randbereiche relativ freigehalten
Tunnel mit Hanglage (fällt nach hinten hin ab)

Standort7_5

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
An 7_4 anschließend

Standort7_6

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²
An 7_5 anschließend, am Ende des Tunnels wachsen sogar *Rumex crispus* und sehr viel Hirse (Kniehoch!)

Standort7_7

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Sonnenblumenfeld, an Folientunnel 7_1, 7_2, 7_3 anschließend

Standort7_8

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Sonnenblumenfeld, an Folientunnel 7_1, 7_2, 7_3 anschließend

Schräg unterhalb 7_7 liegend

Standort7_9

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Sonnenblumenfeld, an Folientunnel 7_1, 7_2, 7_3 anschließend

Schräg unterhalb 7_8 liegend

Standort7_10

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Hinter Standort7_4 / 7_6

Standort7_11

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Schräg hinter 7_10

Standort7_12

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Schräg hinter 7_11

Hauptkulturarten: FL: Zucchini, Rote Rüben, Zwiebel, Sellerie, Porree, schwarzer Rettich
FT: Paradeiser, Paprika, Vogerlsalat
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Hybridsaatgut, Arche Noah
Alter Folientunnel: 1997
Größe: 20000
Alter Freiflächen: 1990
Größe: 50000
Bewässerung: Tröpfchenbewässerung (FT), Tröpfchenbewässerung bei den Zucchini, Sprenkler (FL)
Entfernung des Unkrauts: mechanisch (Hacke) und manuell
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: vor der Pflanzung

Vor 15 Jahren noch Kraut angebaut, inzwischen zu trocken und zu heiß
Roggen im Folientunnel wegen offener Zucht
Melde und Kamille machen Probleme
Folientunnel gleich am Betriebsgelände neben der Zufahrt, fällt ab (von hinten nach vorne)
Paradeiser und Paprika (nebenan fast gar keine Beikräuter)
Sehr hohe Bauweise
Roggen und Blumen bei der Bewässerungsanlage gesetzt, entferntes Unkraut bleibt liegen

Standort8_1

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Standort8_2

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Schließt an 8_1 an, mit 3 m Abstand

Standort8_3

Folientunnel 6 x 8 m = 48 m²

Anderes Ende des Gewächshauses, auf das Haus schauend

Standort8_4

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Zucchinifeld, zwischen Essiggurken und Zwiebeln, Folie – aber dazwischen Beikräuter

Standort8_5

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

2 m Abstand zu 8_4

Standort8_6

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Wie 8_4, aber mit 2 m Abstand zu 8_5

Hauptkulturarten: FL: Kürbis, Weißkraut, Wurzelpetersilie, Sellerie, Porree, Herbstsalat, Gurken, Radieschen, Wunderkraut und Acaibeeren
FT: Paradeiser, Paprika, Melanzani,
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Hybridsaatgut, Arche Noah
Alter Folientunnel: 2009
Größe: 680 m²
Alter Freiflächen: 1949
Größe 14000
Bewässerung: Tröpfchenbewässerung mit druckkompensierten Tropfstellen (FT), Rundregnersystem (FL)
Entfernung des Unkrauts: mechanisch
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: -

Standort9_1

Rollbarer Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²
Paradeiser

Standort9_2

Rollbarer Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²
Paradeiser, an 9_1 anschließend, aber feuchter

Standort9_3

Rollbarer Folientunnel 3 x 16 m = 49 m²
Links am Rand entlang

Standort9_4

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Kürbiskultur auf Folie, zwischen den Bahnen Unkraut

Standort9_5

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Kürbiskultur auf Folie, zwischen den Bahnen Unkraut
9_5 schräg versetzt zu 9_4, 1,5 m Abstand zu gemeinsamer Ecke

Standort9_6

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Kürbiskultur auf Folie, zwischen den Bahnen Unkraut
Wie 9_4, nur hinten rechts im Eck

Hauptkulturarten: Asiasalate, Paradeiser, Minigurken, einjährige Schnittblumen
Herkunft Saatgut: Reinsaat, Hild Samen
Alter Folientunnel: 1999
Größe: 320 m²
Alter Freiflächen: 1999
Größe 2000 m²
Bewässerung: in den Übergangszeiten manuell mit Schlauch und Brause, ansonsten automatisch mit der Sprühdüsenberegnung
Entfernung des Unkrauts: manuell
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Während der Vegetationsperiode mit Flüssigdünger OPF, Einbringung von Kompost und Pferdemist

Folientunnel – 2 Stück mit Kastenkulturen
Kastenmaße 1,50 x 3,44 m = 5,16 m (Innenmaße)
Offene Konstruktion

Standort10_1

Kasten L14: Paprika
Unregelmäßig gesetzte Kulturen
5ter von hinterem Ende (PP-Seite), linke Seite

Standort10_2

Kasten L13: Paprika
Links neben Kasten 1

Standort10_3

Kasten R11: Chili
9ter vom hinteren Ende (PP-Seite), rechte Seite

Standort10_3

Kasten R11: Chili
9ter vom hinteren Ende (PP-Seite), rechte Seite

Standort10_4

Kasten L8: Chili, Basilikum, Zitronenmelisse

Standort10_5

Kasten R4: Paprika, Roter Basilikum, Zitronen - Basilikum(*Ocimum citriodorum*), Radieschen

Standort10_6

Kasten R2: Thaichili

Standort10_7

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Paradeiserkultur, Petersilie, an Naturholz aufgebunden

Standort10_8

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

An 10_7 anschließend

Paradeiserkultur, Petersilie, an Naturholz aufgebunden

Standort10_9

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

An 10_8 anschließend

Paradeiserkultur, Petersilie, an Naturholz aufgebunden

Hauptkulturarten: Paprika, Paradeiser, Getreide (Weizen, Roggen), Platterbse, Leguminosen, Zuckerrübe, Zucchini, Kresse

Herkunft Saatgut: Basissaatgut Vermehrer (Getreide), eigenes Saatgut
Alter Folientunnel: 2008
Größe: 1000 m²
Alter Freiflächen: 1989
Größe: 690000 m²
Bewässerung: Tröpfchen, Überkopf; Kleinregner (Freiland)
Entfernung des Unkrauts: manuell, maschinell
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten
Düngung: Erbsenschrot, Pferdemist

Standort11_1

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²
Chili und 2-3 Streifen Paradeiser (unregelmäßig gesetzt)
Randbereiche „ungepflegt“, Unkraut wächst von dort aus ein

Standort11_2

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²
6 m nach 11_1

Standort11_3

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²
5 m nach 11_2

Standort11_4

Folientunnel 3 x 16 m = 48 m²
Chili - Randbereiche „ungepflegt“, Unkraut wächst von dort aus ein

Standort11_5

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Chili, ca. 10 Fußminuten von Folientunnel entfernt

Standort11_6

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Chili, an 11_5 anschließend

Standort11_7

Freiland 7 x 7 m = 49 m²
Chili, an 11_6 anschließend

Hauptkulturarten: Erdäpfel, Getreide, Mais, Rüben, Klee grasgemisch, Sojabohne, Einlegegurke

Paradeiser, Gurke, Paprika

Herkunft Saatgut: Gurke – Enzasaaden, Austro saat, Hild, Pur, Reikzwan, Jongerias (Paradeiser), Reinsaat, Lagerhaus, etc.

Alter Folientunnel: 2003

Größe: 2000 m²

Alter Freiflächen: 2002

Größe: 700000 m²

Bewässerung: Tröpfchen, Kleinregner (Freiland)

Entfernung des Unkrauts: manuell, maschinell(im Frühjahr)

Düngung: Kompost, Gülle, Sedonin - SoilfeedBio

Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten

Standort 12_1

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²

Mischkultur:

Paprika – Paradeiser – Mais – Paradeiser – Melanzani

Von Hauptstraße gesehen ganz vorne

Standort 12_2

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²

an 12_1 anschließend

Standort 12_3

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²

an 12_2 anschließend

Standort 12_4

Freiland 7 x 7 = 49 m²

Gurke, Feld am Ende von Zwerndorf

Linke obere Ecke, von Straße aus gesehen

Standort 12_5

Freiland 7 x 7 = 49 m²

In Mitte des Feldes platziert, 3 m schräg entfernt von 12_4 – Eckpunkt entfernt

Standort 12_6

Freiland 7 x 7 = 49 m²

Rechte untere Ecke, an Straße anstoßend

Hauptkulturarten: Paradeiser, Paprika, Gurken, Melanzani, Chili, Zucchini, Kürbis, Erdäpfel, Salate, Asiasalate, Radieschen
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Reinsaat
Alter Folientunnel: 2007
Größe: 500 m²
Alter Freiflächen: 2007
Größe: 5000 m²
Bewässerung: Tröpfchen (Freiland nicht)
Entfernung des Unkrauts: manuell, maschinell (Pendelhacke)
Düngung: Kompost, Urgesteinsmehl, EM
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten

Folientunnel in der Mitte Gang mit Holzbrettern, rechts und links Paradeiserreihen, Streu Musikbeschallung mit sphärischer und klassischer Musik für die Pflanzen

Standort13_1

Folientunnel 5 x 9 = 45 m²

Im Folientunnel rechts am Rand beim Eingang

Standort13_2

Folientunnel 5 x 9 = 45 m²

Im Folientunnel, linke Seite Mitte

Standort13_3

Folientunnel 5 x 9 = 45 m²

Im Folientunnel rechts am Rand ganz hinten

Standort13_4

Freiland 5 x 9 = 45 m²

Kürbis

Standort13_5

Freiland 5 x 9 = 45 m²

Kürbis, an 13_4 anschließend

Standort13_6

Freiland 5 x 9 = 45 m²

Kürbis, an 13_5 anschließend

Hauptkulturarten: Paradeiser, Paprika, Gurken, Zucchini, Kürbis
Herkunft Saatgut: Eigenzucht, Reinsaat, Arche Noah etc.
Alter Folientunnel: 2011
Größe: 208 m²
Alter Freiflächen: 2011
Größe: 1000 m²
Bewässerung: Tröpfchen (Freiland gar nicht)
Entfernung des Unkrauts: manuell, maschinell (Freiland vor dem Setzen mit einer Fräse)
Düngung: Kompost
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten

Riesige Spinnen im Folientunnel

Standort14_1

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²
Paradeiser mit Kräutern
Beim Eingang

Standort14_2

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²
Rechts neben 14_1

Standort14_3

Folientunnel 7 x 7 = 49 m²
Melanzani, Gurke und Paprika
Rechts neben 14_2

Standort 14_4

Freiland 7 x 7 = 49 m²
Paprika, ganz links
Hinter dem Folientunnel liegendes Feld

Standort 14_5

Freiland 7 x 7 = 49 m²
Zucchini, rechts von 14_4

Standort 14_6

Freiland 7 x 7 = 49 m²
Petersilie, Rüben, Chili, rechts von 14_5

Hauptkulturarten: Paradeiser, Paprika, Chili
Herkunft Saatgut: 95% Eigenzucht, Austroaat, div. Internetanbieter
Alter Folientunnel: 2009
Größe: 150 m²
Alter Freiflächen: 2009
Größe: 2560 m²
Entfernung des Unkrauts: manuell, maschinell
Bewässerung: Tröpfchen
Düngung: heuer ¾ kg Biodünger
Folientunnel werden im Winter nicht frostfrei gehalten

Standort15_1

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²

Paprika und Chili

Zum Eingang hin erster Abschnitt

Standort15_2

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²

Hinter 15_1 liegend, anschließend

Standort15_3

Folientunnel 7 x 7 m = 49 m²

Hinter 15_2 liegend, anschließend

Standort15_4

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

Paradeiser

Blick auf den Folientunnel: vorne rechts am Feld (linker Rand weg)

Standort15_5

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

1m Abstand zu 15_4; mittig links am Feld (rechter Rand weg)

Standort15_6

Freiland 7 x 7 m = 49 m²

1m Abstand zu 15_5 hinten rechts am Feld (linker Rand weg)

Appendix B: Supplementary Table S2

Supplementary Table S1: The explanatory variables used in the analyses. For all plant species, the Ellenberg values for temperature, precipitation, and nitrogen are given (1 = minimum value, i.e. species of cool climates or dry sites; 9 = maximum value, i.e. species of warm climates or wet sites; X = indifferent). For neophytes, region of origin (continents), pathways of introduction, and year of the first record in Austria.

Plant species	floral state	Ellenberg value temperature	Ellenberg value precipitation	Ellenberg value nitrogen	year of first record in Austria	region of origin - continent	pathway of introduction
<i>Abutilon theophrasti</i>	neo	xxx	xxx	xxx	1850	Europe	intentionally introduced
<i>Achillea millefolium</i> agg.	native	x	x	x			
<i>Aethusa cynapium</i>	native	x	x	x			
<i>Agropyron repens</i> (Syn: <i>Elymus repens</i>)	native	6	x	7			
<i>Allium schoenoprasum</i>	neo	x	x	2	2000	Asia	intentionally introduced
<i>Amaranthus albus</i>	neo	8	2	7	1900	North-America	unintentionally introduced
<i>Amaranthus blitoides</i>	neo	7	3	8	1850	North-America	unintentionally introduced
<i>Amaranthus lividus</i> (Syn. <i>A. blitum</i>)	arch	7	4	8	1800		
<i>Amaranthus retroflexus</i>	neo	7	4	7	1700	North-America	unintentionally introduced
<i>Anagallis arvensis</i>	native	6	5	6			
<i>Anagallis arvensis</i> f. <i>azurea</i>	native	6	5	7			
<i>Anthemis arvensis</i>	native	6	4	6			
<i>Apera spica-venti</i>	native	6	6	x			
<i>Aster</i> sp.	X	xxx	xxx	xxx			
<i>Atriplex hastata</i> (Syn: <i>A. prostata</i>)	native	6	6	9			
<i>Bellis perennis</i>	native	x	5	6			
<i>Borago officinalis</i>	neo	xxx	xxx	xxx	1500	Europe	intentionally introduced
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> L.	neo	7	5	8	1500	Europe	intentionally introduced
<i>Brassica</i> sp.	X	xxx	xxx	xxx			
<i>Bunias orientalis</i>	neo	6	5	5	1700	Europe	unintentionally introduced
<i>Calystegia sepium</i>	native	6	6	9			
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	native	x	5	6			
<i>Capsicum</i> sp.	X	xxx	xxx	xxx			

Cardaria draba	native	7	3	4			
Centaurea scabiosa	arch	x	3	4	1500		
Chaenorhinum minus (Syn: Linaria minor)	native	6	4	5			
Chenopodium album	arch	x	4	7	1850		
Chenopodium ficifolium	native	7	6	7			
Chenopodium giganteum	neo	xxx	xxx	xxx	1850	Asia	unintentionally introduced
Chenopodium hybridum	native	6	5	8			
Chenopodium polyspermum	native	6	6	8			
Cirsium arvense	native	5	x	7			
Convolvulus arvensis	native	6	4	x			
Calystegia sepium	native	6	6	9			
Cucumis sativus	neo	xxx	xxx	xxx	1700	Asia	intentionally introduced
Datura stramonium	neo	6	4	8	1583	South-America	intentionally introduced
Daucus carota subsp. sativus	EXFL (krit!)	6	4	4			intentionally introduced
Digitaria sanguinalis	native	7	4	5			
Echinochloa crus-galli	native	7	5	8			
Equisetum arvense	native	x	x	3			
Erigeron annuus	neo	6	6	8	1840	North-America	intentionally introduced
Erigeron canadensis (Conyza canadensis)	neo	6	4	5	1762	North-America	intentionally introduced
Eruca sativa / Diplotaxis sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Euphorbia cyparissias	native	x	3	3			
Euphorbia helioscopia	native	x	5	7			
Euphorbia peplus	native	6	4	7			
Fagopyrum esculentum	neo	xxx	xxx	xxx	1500	Asia	intentionally introduced
Fallopia/Polygonum convolvulus	native	6	5	6			
Fragaria x annanassa	neo	xxx	xxx	xxx	1900	Europe	intentionally introduced
Galeopsis sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Galinsoga ciliata	neo	6	4	7	1885	South-America	intentionally introduced
Galinsoga parviflora	neo	6	5	8	1790	South-America	intentionally introduced
Galium aparine	native	6	x	8			
Geranium molle	native	6	4	4			
Geranium pusillum	native	6	4	7			
Geranium sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Geum urbanum	native	5	5	7			

Glechoma hederacea	native	5	6	7			
Helianthus annuus	neo	xxx	xxx	xxx	1700	North-America	intentionally introduced
Juncaceae /Cyperaceae	X	xxx	xxx	xxx			
Lactuca sativa var. capitata	native	xxx	xxx	xxx			
Lamium album	native	x	5	9			
Lamium amplexicaule	native	6	4	7			
Lamium purpureum	native	5	5	7			
Lapsana communis	native	6	5	7			
Lathyrus tuberosus	native	6	4	4			
Lotus corniculatus	native	x	4	3			
Malva neglecta	native	6	5	9			
Matricaria chamomilla	native	xxx	xxx	xxx			
Matricaria discoidea	neo	5	5	8	1845	Asia	intentionally introduced
Matricaria inodora	native	xxx	xxx	xxx			
Matricaria sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Medicago lupulina	native	5	4	x			
Mentha sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Mercurialis annua	native	7	4	8			
Myosotis arvensis	native	6	5	6			
Oxalis stricta / dilenii	X	xxx	xxx	xxx			
Papaver rhoeas	native	6	5	6			
Pastinaca sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Petroselinum crispum	neo	xxx	xxx	xxx	1500	Europe	intentionally introduced
Phacelia tanacetifolia	neo	xxx	xxx	xxx	1800	North-America	intentionally introduced
Phragmites australis	native	5	10	7			
Plantago lanceolata	native	x	x	x			
Plantago major	native	x	5	6			
Plantago media	native	x	4	3			
Poa annua	native	x	6	8			
Poa sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Polygonum amphibium	native	6	11	4			
Polygonum aviculare	native	6	4	6			
Polygonum lapathifolium	native	6	4	5			

Portulaca oleracea	arch	8	4	7	2002		
Potentilla reptans	native	6	6	5			
Ranunculus arvensis	native	6	4	x			
Ranunculus repens	native	x	7	7			
Ranunculus sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Raphanus raphanistrum	native	5	5	6			
Raphanus sativus var.sativus	neo	xxx	xxx	xxx	1700	Europe	intentionally introduced
Raphanus sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Rumex crispus	native	5	7	6			
Rumex sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Salix sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Sanguisorba officinalis	native	5	6	5			
Secale cereale	neo	xxx	xxx	xxx	1500	Asia	intentionally introduced
Setaria viridis	arch	6	4	7	1900		
Silene latifolia	native	xxx	xxx	xxx			
Sinapis arvensis	native	5	x	6			
Sisymbrium loeselii	native	6	4	5			
Sisymbrium officinale	native	6	4	7			
Solanum lycopersicum	neo	xxx	xxx	xxx	1800	South-America	intentionally introduced
Solanum nigrum	arch	6	5	8	1700		
Solanum tuberosum	neo	xxx	xxx	xxx	1600	South-America	intentionally introduced
Sonchus arvensis	native	5	5	x			
Sonchus cf. oleraceus	native	xxx	xxx	xxx			
Sonchus oleraceaeus	native	6	4	8			
Stellaria media	native	x	x	8			
Taraxacum officinalis	native	x	5	8			
Thlaspi arvense	native	5	5	6			
Trifolium pratense	native	x	5	x			
Trifolium repens	native	x	5	6			
Trifolium sp.	X	xxx	xxx	xxx			
Urtica dioica	native	x	6	9			
Urtica urens	native	6	5	8			
Veronica arvensis	native	6	x	x			
Veronica hederifolia	native	x	5	7			

Veronica persica	neo	x	5	7	1800	Asia	intentionally introduced
Vicia cracca	native	5	6	x			
Viola arvensis	native	5	x	x			
Zea mays	neo	xxx	xxx	xxx	1700	South-America	intentionally introduced

Magdalena Bauer, BSc

Studienverlauf

04/2011 – Heute

- Masterstudium Naturschutz und Biodiversitätsmanagement
Universität Wien

10/2007 – 02/2011

- Bachelorstudium Biologie
Universität Wien
 - » Schwerpunkt Ökologie
 - » Titel der Bachelorarbeit: „*Caretta caretta* nest and air temperature measurements at Yaniklar / Akgöl beaches, Fethiye“
 - » Erhalt des akademischen Grades „Bachelor of Science“ (BSc): 24.März.2011

Schulausbildung

09/1999 – 07/2007

- Matura
BG/BRG Rosasgasse 1-3, 1120 Wien
 - » Mit gutem Erfolg bestanden

Auslandsaufenthalte und spezielle Tätigkeiten

07/2013 – 09/2013

- Praktikum bei Bird Life Österreich
Gesellschaft für Vogelkunde / 1070 Wien

02/2013

- Praktikum bei der MA 22
Wiener Umweltschutzabteilung / 1200 Wien

10/2012 – 12/2012

- Praktikum bei „die umweltberatung“
Verband österr. Umweltberatungsstellen / 1150 Wien

07/2012 – 08/2012

- Praktikum beim WWF Österreich
Verein World Wide Fund For Nature / 1160 Wien

07/2012 – 08/2012

- Projektpraktikum Nordsee-Exkursion
*Lebensraum Wattenmeer: Helgoland und Sylt
Universität Wien*

02/2011 – 06/2011

- Umweltkulturpraktikum bei Global 2000
16 Wochen für den Umweltschutz

06/2010 – 07/2010

- Projektpraktikum Meereschildkröten-Projekt
Türkei/Fethiye / Universität Wien

Kenntnisse und weitere Qualifikationen

Sprachkenntnisse

- - » Deutsch (Muttersprache)
 - » Englisch (Wort und Schrift)
 - » Französisch (Basiskenntnisse)
 - » Niederländisch (Basiskenntnisse)