Naturw. Zeitschrift f. Niederbayern	36	19 - 42	Landshut 2021

Verbreitungsanalyse von Sauergräsern im Raum Landshut anhand von Herbarbelegen

Bachelorarbeit, eingereicht am 19.09.2016

Technische Universität München
betreut von
Prof. Dr. HANNO SCHAEFER
Professur für Biodiversität der Pflanzen

FRANZISKA HALBINGER

1. Zusammenfassung

Diese Arbeit befasst sich mit der Analyse der Verbreitung von Sauergräsern im Raum Landshut. Mittels Herbarbelegen konnte die historische Verbreitung der Sauergrasarten ermittelt werden. Der Vergleich mit heutigen Verbreitungskarten ergab, welche der früheren Arten heute noch vorhanden, und welche im Raum Landshut bereits ausgestorben sind. Zudem wurden den Arten der Rote Liste Status von Bayern und Deutschland zur Einstufung ihrer Gefährdung zugeteilt. Anschließend wurden die Gefährdungs- und Verbreitungsdaten mit den ökologischen Zeigerwerten nach Ellenberg in Verbindung gebracht. Untersucht wurden die Licht-, Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl. Mit Hilfe des Statistikpakets der Programmplattform R wurde getestet, ob bestimmte Zeigerwerte oder Kombinationen davon einen signifikanten Einfluss auf die Gefährdung und Häufigkeit der Sauergrasarten haben. Alle vier Standortparameter wie auch die Interaktionen Stickstoff mit pH-Wert und Stickstoff mit Feuchte zeigten einen signifikanten Einfluss. Stärkere Veränderung der sonnigen Offenlandstandorte, Rückgang von Feuchtgebieten und hohe Stickstoffeinträge in Ökosysteme sind anthropogene Umweltveränderungen, die hauptsächlich in den letzten 100 – 200 Jahren vonstattengingen. Dies erklärt eine zunehmende Gefährdung der an diese Habitate angepassten, Sauergrasarten.

2. Material und Methoden

2.1 Herkunft der Daten

Die historischen Daten zum Vorkommen der Sauergrasarten stammen aus der Erfassung des historischen Herbars des Naturwissenschaftlichen Verein Landshut e.V.

Die aktuellen Verbreitungskarten stellte Herr RUDOLF BOESMILLER zur Verfügung. Die Daten stammen aus einer 40 Jahre langen floristischen Kartierung der ge-

samten Flora Landshuts durch Herrn BOESMILLER zusammen mit Herrn NUHN.[*] Die Daten wurden im DOS-Programm „Florein“ gespeichert und damit Schwarz-Weiß-Verbreitungskarten angefertigt.[ǂ]

2.2 Erhebung und Verarbeitung der Daten

Bei der Erfassung der Herbarbelege wurden die handschriftlichen Angaben auf dem beiliegenden Etikett, sofern angegeben, in eine Excel-Tabelle eingetragen. Dies waren: Gattung, Art, Faszikelname, Fundort, Fundregion, Sammeldatum und Sammler. In einer Excel-Tabelle wurden die historischen und aktuellen Verbreitungsdaten zusammengefasst. Als heute vorkommende Art zählten alle Arten mit einer aktuellen Verbreitungskarte. Bei den früher vorkommenden Arten wurde die Anzahl der Belege pro Art nicht berücksichtigt. Die aktuelle Häufigkeit der Arten wurde ermittelt, indem auf der heutigen Verbreitungskarte die Anzahl der Quadrate, die von schwarzen Punkten besetzt sind, gezählt wurde. Jeder Punkt steht für den Fundort eines Individuums. Insgesamt besteht eine Karte aus 400 kleinen Quadraten. Nachfolgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Verbreitungskarte. Abbildung 1 zeigt einen beispielhaften Herbarbeleg, Abbildung 2 eine Verbreitungskarte.

Abb. 1: *Herbarbeleg (Foto: FRANZISKA HALBINGER)*

[*] MENHOFER, X.: Mitteilung per Email, 26.07.2016
[ǂ] BOESMILLER, R.: Mitteilung per Email, 27.07.2016

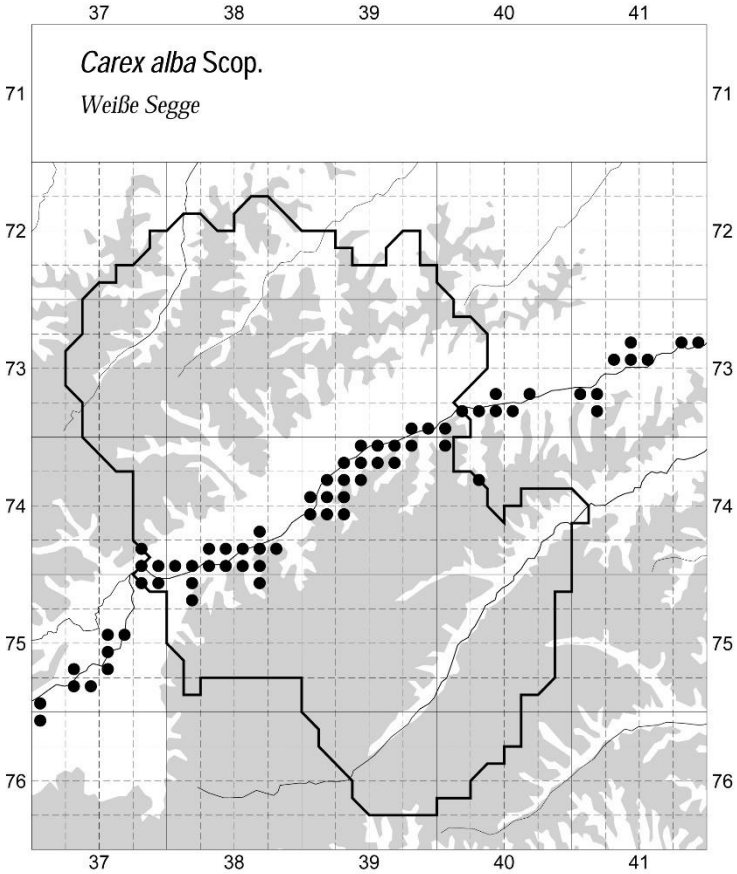


Abb. 2: *Aktuelle Verbreitungskarte*

2.3 Einstufung der Gefährdung und ökologische Charakterisierung

Zur Einstufung der Gefährdung wurde für jede Art der Rote Liste Status für Bayern und Deutschland herangezogen und in die Tabelle eingetragen. Dieser wurde dem Botanischen Informationsknoten Bayern entnommen. Die Beschreibung der Gefährdungsstufen der Roten Liste ist folgender Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: *Einteilung der Gefährdungsstufen nach der Roten Liste*
Quelle: Botanischer Informationsknoten Bayern – Rote Liste [online], verfügbar unter: http://daten.bayernflora.de/de/rl_pflanzen.php

0	**Ausgestorben / Verschollen**
1	Vom Aussterben bedroht
2	Stark gefährdet
3	Gefährdet
V	Vorwarnstufe
u	Ungefährdet

Für die ökologische Charakterisierung der Sauergras-Arten wurden die Zeigerwerte nach Ellenberg verwendet. Sie drücken das ökologische Verhalten der Pflanzen zu wichtigen Standortfaktoren aus. Die Faktoren sind hier in einer neunteiligen Skala bewertet, wobei 1 das geringste und 9 das größte Ausmaß des be-

treffenden Faktors bedeutet. Für den Wasserfaktor (Feuchtezahl) wurde die Skala bis 12 verlängert, d.h. um drei Stufen, die die Wasserpflanzen betreffen.[‡]

Aus den neun Faktoren wurden vier relevante ausgewählt. Diese waren die Lichtzahl, die Feuchtezahl, die Reaktionszahl und die Stickstoffzahl. Die Temperaturzahl wurde vernachlässigt, da sie sich hauptsächlich auf das Vorkommen im Wärmegefälle von der alpinen Stufe bis zu Tieflagen, und die Lage auf unterschiedlichen Breitengraden bezieht.[§] Für Landshut ist diese Angabe konstant und kann daher vernachlässigt werden. Das gleiche gilt für die Kontinentalitätszahl, die die Temperaturschwankungen von der Atlantikküste bis ins Innere Eurasiens beschreibt.[**] Da Landshut in Mitteleuropa und an keiner Küstenregion liegt, ist auch die Salzzahl zu vernachlässigen. Zudem wurde die Zahl für Feuchtewechsel und Schwermetallresistenz nicht in das Modell miteinbezogen, da sie als nicht relevant eingestuft wurden.[††] Die verwendete Lichtzahl kennzeichnet den Bereich des Vorkommens einer Pflanze im Gefälle der relativen Beleuchtungsstärke, wie an Waldrändern, auf Lichtungen, an verschieden dichten Stellen in Wäldern oder in Steilwänden zu beobachten ist.[‡‡] Durch die Feuchtezahl wird das durchschnittliche ökologische Verhalten gegenüber der Bodenfeuchtigkeit vom flachgründig-trockenen Felshang bis zum Sumpfboden, sowie vom seichten zum tiefen Wasser beschrieben. Die Reaktionszahl wiederum gibt das Vorkommen einer Pflanze bei unterschiedlicher Bodenreaktion (pH-Wert) und Kalkgehalt wieder. Das Vorhandensein im Gefälle der Mineralstickstoffversorgung während der Vegetationszeit wird durch die Stickstoffzahl beschrieben.[§§] Einige Arten sind indifferent für bestimmte Faktoren. Diese wurden in der Tabelle mit der Zahl „0“ gekennzeichnet. Die Werte stammen von der Internetseite „www.floraweb.de“.

2.4 Datenanalyse mit R

Bei der statistischen Analyse wurde getestet, welche ökologischen Parameter (Zeigerwerte nach Ellenberg) einen Zusammenhang aufweisen mit der Gefährdung (Rote Liste Status und heutiges Vorhandensein) als auch mit der aktuellen Häufigkeit (Rasterpunkte) der Arten haben.

Das Statistikpaket der Programmplattform R ist eine Software zur statistischen Datenanalyse und graphischen Darstellung. Es bietet eine Programmierumgebung für statistische Fragestellungen.[***]

Nach dem Einlesen der R-kompatiblen Excel-Tabelle wurde zur statistischen Analyse der vorliegenden Daten das Generalized Linear Model (kurz: GLM) verwendet. Dieses Modell ist eine Erweiterung der Linearen Regression. Bei einer Linearen Regression können lineare statistische Zusammenhänge zwischen einer stetigen Zielgröße, der abhängigen Variable, und einer oder mehreren Einflussgrö-

---

[‡] ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, S. 11
[§] ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, S. 176
[**] ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, S. 177
[††] SCHAEFER, H.
[‡‡] ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, S. 12
[§§] ELLENBERG H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, S. 68 f.
[***] FAES, G. (2010): Einführung in R, S. 9

ßen, der unabhängigen Variablen, untersucht werden.[†††] Hierbei wird versucht durch die Datenpunkte eine möglichst gute Gerade zu legen, die den linearen Zusammenhang zwischen abhängiger und unabhängiger Variable mit der Gleichung y = a + b*x beschreibt. Je näher die Punkte zu der Geraden liegen, desto höher ist die Signifikanz des Einflussfaktors auf die Zielvariable. Bei der Linearen Regression wird davon ausgegangen, dass die Zielgröße normalverteilt ist. Kann keine Normalverteilung angenommen werden oder ist die Zielgröße diskret, verwendet man das Generalized Linear Model.[‡‡‡] Generell wird bei statistischen Tests ein p-Wert berechnet. Dieser bringt zum Ausdruck, ob ein Faktor einen signifikanten Einfluss auf eine bestimmte Zielgröße hat oder nicht. Ist der p-Wert kleiner als 0,05 wird eine Signifikanz angenommen, ist er größer, besteht kein signifikanter Einfluss.

Verschiedene Kombinationen der Faktoren wurden auf ihren signifikanten Einfluss auf die entsprechende Zielvariable getestet. Die Einflussfaktoren waren im vorliegenden Datensatz die Ellenberg-Zeigerwerte, also Licht-, Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl. Die Zielvariablen waren der Rote Liste Status Bayern, der Rote Liste Status Deutschland, das heutige Vorhandensein und die Anzahl von Rasterpunkten. Hinsichtlich jeder der Zielvariablen wurde einzeln getestet. Die Kombinationen wurden nach einem biologisch sinnvollen Zusammenhang ausgewählt. War bei einem Einzelparameter oder bei Kombinationen eine Signifikanz zu verzeichnen, wurde dies vermerkt.

2.5 Datenanalyse mit Graphiken in Excel

Für alle Parameter mit signifikantem Einfluss auf die jeweilige Zielvariable wurden Graphiken in Excel erstellt, um den positiven oder negativen Zusammenhang zu erkennen und graphisch darzustellen. Hierbei wurden Box-Plots erstellt, die die durchschnittliche Lage der verschiedenen Zeigerwerte pro Gefährdungsstufe veranschaulichen. Bei den Rasterpunkten wurden xy-Diagramme erstellt.

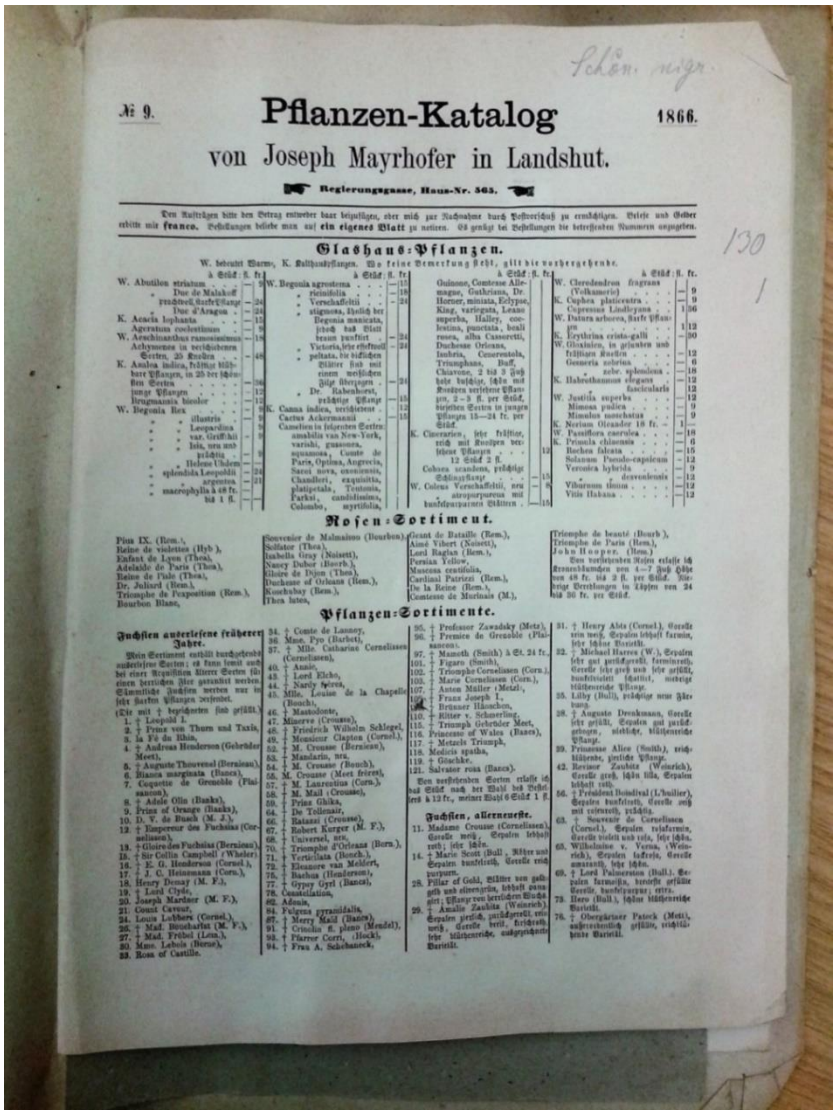
3. Ergebnisse

3.1 Datenerhebung und Datenverarbeitung

Für die historischen Verbreitungsdaten wurden 14 Faszikel ausgewertet, die insgesamt 1533 Belege umfassten. Die meisten Arten stammten aus Oberbayern und der Alpenregion. Hierbei vor allem aus dem Berchtesgadener und Tegernseer Raum. Einige wurden auch von Botanikern in Frankreich gesammelt unter anderem für das Herbarium „Florae Galliae et Germaniae Exsiccata“ von C. BILLOT. In dem historischen Landshuter Herbar waren auch nicht wenige Belege aus den Herbarien von DR. DOMPIERRE oder DR. EINSELE zu finden. Das Sammeldatum der Cyperaceae lag zwischen 1800 und 1900. Alles in allem waren 145 Belege von 53 verschiedenen Arten aus dem Raum Landshut. Die angegebenen Sammler waren bei den Arten aus dem Landshuter Raum unter anderem HERMANN SCHULTES, JOHANN BAPTIST SCHONGER und JOSEPH MAYRHOFER.

[†††] GROß, J. (2010): Grundlegende Statistik mit R, S. 223
[‡‡‡] GROß, J. (2010): Grundlegende Statistik mit R, S. 223

JULIUS HERMANN SCHULTES lebte von 1804 bis 1840 und war Botaniker. Er war der Sohn von JOSEPH AUGUST SCHULTES, der ebenfalls Botaniker, Mediziner und Reiseschriftsteller in Wien war. 1809 wurde dieser von König MAX I. JOSEPH von Bayern an die Lehrkanzel für Naturgeschichte und Botanik der Universität Landshut berufen. Er begann mit der Herausgabe seiner Neubearbeitung von Linnés „Systema Vegetabilium“ und wurde dabei von seinem Sohn unterstützt. Gemeinsam unternahmen sie viele Reisen.[§§§] JOHANN BAPTIST SCHONGER hingegen war bereits im damals neu gegründeten Botanischen Verein Landshut tätig.[****] JOSEPH MAYRHOFER war Kunst- und Handelsgärtner in Landshut und verfasste seinen eigenen Pflanzen-Katalog. Einige der historischen Cyperaceae Herbarbelege waren in einer Ausgabe dieses Katalogs aufbewahrt. Folgende Abbildung 3 zeigt eine Ausgabe des Pflanzenkatalogs:



№ 9. **Pflanzen-Katalog** 1866.

von Joseph Mayrhofer in Landshut.

Regierungsgasse, Haus-Nr. 565.

Den Aufträgen bitte den Betrag entweder baar beizufügen, oder mich per Nachnahme durch Postvorschuß zu ermächtigen. Briefe und Gelder erbitte mir **franco**. Bestellungen bitte man auf **ein eigenes Blatt** zu notiren. Es genügt bei Bestellungen die betreffenden Nummern anzugeben.

Glashaus-Pflanzen.

W. bedeutet Warm-, K. Kalthauspflanzen. Wo keine Bemerkung steht, gilt die vorhergehende.

	à Stück fl. kr.
W. Abutilon striatum	— 9
„ Duc de Malakoff	
„ Fraäbrel, buchtpflanze	— 24
„ Duc d'Aragon	— 24
K. Acacia lophanta	— 15
Agerstum conchetinum	— 9
W. Aeschinanthus ramosissimus	— 18
Achymenes in verschiedenen Sorten, 25 Knollen	— 48
K. Aralea indica, prächtig blühbare Pflanzen, in 25 der schönsten Sorten	— 36
junge Pflanzen	— 12
Brugmansia bicolor	— 12
W. Begonia Rex	— 9
„ „ illustris	— 9
„ „ Leopardina	— 9
„ „ var. Griffithii	— 9
„ „ Isis, ura und prächtia	— 9
„ „ Helene Uhdem	—
„ splendida Leopoldii	— 24
„ „ argentea	— 21
„ macrophylla à 48 fr. bis 1 fl.	—

	à Stück fl. kr.
W. Begonia agrostema	— 15
„ rieinifolia	— 18
„ Verschaffeltii	— 24
„ stigmosa, ähnlich der Begonia manicata, jedoch das Blatt braun punktirt	— 24
„ Victoria, sehr effectvoll	— 24
„ pulhata, die sichsten Blätter sind mit einem weißlichen Flaum überzogen	— 24
„ Dr. Rabenhorst, prächtige Pflanze	— 15
K. Canna indica, verschiedene	— 12
Cactus Ackermannii	— 15
Camellien in folgenden Sorten: amabilis van New-York, variabil, gaaseana, squamosa, Comte de Paris, Opitzia, Angrecia, Sarei nova, eximinia, Chandleri, exquisita, platipetala, Teutonia, Parkii, candidissima, Colombo, myrtifolia,	

	à Stück fl. kr.
Guinone, Contesse Allemagne, Guthriana, Dr. Horner, minuta, Eclypse, King, variegata, Lenne superba, Halley, coelestina, punctata, bail rosea, alba Cassoretti, Duchesse Orleans, Isabria, Conservatola, Triumphans, Duff, Chiarone, 2 bis 3 Fuß hohe buschige, schön mit Knospen versehene Pflanzen, 2—3 fl. per Stück, dieselben Sorten in jungen Pflanzen 15—24 kr. per Stück.	
K. Cineraria, sehr kräftige, reich mit Knospen versehene Pflanzen 12 Stück 2 fl.	12
Cobaea scandens, prächtige Schlingpflanze	— 15
W. Coleus Verschaffeltii, neu	— 8
„ atropurpureus mit buntfeuerfarbenen Blättern	— 15

	à Stück fl. kr.
W. Clerodendron fragrans (Volkameria)	— 9
K. Cuphea platycentra	— 9
Cupressus Lindleyana	1 36
W. Datura arborea, Baum-Pflanze	1 12
K. Erythrina crista-galli	— 30
W. Gloxinien, in prächtigen und kräftigen Knollen	— 12
Gesneria zebrina	— 6
„ zebr. splendens	— 18
K. Habrothamnus elegans	— 12
„ fasciularis	12
W. Justitia superba	— 12
Mimosa pudica	— 9
Mimulus moschatus	— 9
K. Nerium Oleander 18 fr.	— 1
W. Passiflora caerulea	— 18
K. Primula chinensis	— 6
Rochea falcata	— 15
Solanum Pseudo-capsicum	— 12
Veronica hybrida	— 9
„ „ deavenienis	— 12
Viburnum tinus	— 12
Vitis Italiana	— 12

Rosen-Sortiment.

Pius IX. (Rem.), Reine de violettes (Hyb.), Enfant de Lyon (Thea), Adelaide de Paris (Thea), Reine de Pale (Thea), Dr. Julliard (Rem.), Triomphe de Exposition (Rem.), Bourbon Blanc, Souvenier de Malmaison (Bourbon), Sellator (Thea), Isabella Gray (Noisett), Nancy Dubor (Bourb.), Gloire de Dijon (Thea), Duchesse of Orleans (Rem.), Koschubay (Rem.), Thea lutea, Geant de Bataille (Rem.), Aimé Vibert (Noisett), Lord Raglan (Rem.), Persian Yellow, Mascena centifolia, Cardinal Patrizzi (Rem.), De la Reine (Rem.), Contesse de Murinais (M.), Triomphe de beauté (Bourb.), Triomphe de Paris (Rem.), John Hooper. (Rem.)

Von vorstehenden Rosen erlasse ich Kronenbäumchen von 4—7 Fuß Höhe von 48 fr. bis 2 fl. per Stück. Niedrige Veredlungen in Töpfen von 24 bis 36 fr. per Stück.

Pflanzen-Sortimente.

Fuchsien anderlesene früherer Jahre.

Mein Sortiment enthält durchgehends auserlesene Sorten; es kann somit auch bei einer Requisition älterer Sorten für einen herrlichen Flor gesorgt werden. Sämmtliche Fuchsien werden nur in sehr starken Pflanzen versendet.

(Die mit † bezeichneten sind gefüllt.)

1. † Leopold I.
2. † Prinz von Thurn und Taxis,
3. La Fée du Rhin,
4. † Andreas Henderson (Gebrüder Mees),
5. † Auguste Thouvenel (Bernizeau),
6. Bianca marginata (Banes),
7. Coquette de Grenoble (Plassaxon),
8. † Adele Olin (Banks),
9. Prinz of Orange (Banks),
10. D. V. de Busch (M. F.),
12. † Empereur des Fuchsias (Cornelissen),
13. † Gloire des Fuchsias (Bernizeau),
15. † Sir Collin Campbell (Wheler),
16. † J. G. Henderson (Cornel.),
17. † J. C. Heinemann (Corn.),
18. Henry Dennay (M. F.),
19. † Lord Clyde,
20. Joseph Mardner (M. F.),
21. Comte Cavour,
24. Louis Lothers (Cornel.),
26. † Mad. Bouchartat (M. F.),
27. † Mad. Fröbel (Lon.),
30. Mme. Lebois (Berg.),
33. Ross of Castille.
34. † Comte de Lannoy,
36. Mme. Pyo (Barbet),
37. † Mlle. Catharine Cornelissen (Cornelissen),
40. † Annie,
43. † Lord Elcho,
44. † Nardy Sœrs,
45. Mlle. Louise de la Chapelle (Bonch),
46. † Mastodonte,
47. Minerve (Crousse),
48. † Friedrich Wilhelm Schlegel,
49. † Monsieur Clapton (Cornel.),
52. † M. Crousse (Bernizeau),
53. † Mandarin, neu,
54. † M. Crousse (Bonch),
55. M. Crousse (Mee frères),
57. † M. Laurentius (Corn.),
58. † M. Mail (Crousse),
59. † Prinz Ghika,
64. † De Tollenair,
66. † Rataxes (Crousse),
67. † Robert Kurger (M. F.),
68. † Universel, neu,
70. † Triomphe d'Orléans (Born.),
71. † Verticillata (Bonch.),
72. † Eleanore van Meldert,
75. † Barbua (Henderson),
77. † Gypsy Gyrl (Banes),
78. Constellation,
82. Admin,
84. Fulgens pyramidalis,
87. † Merry Maid (Banks),
90. † Crinolin fl. plano (Mendel),
93. † Pfarrer Cerri, (Hock),
94. † Frau A. Schehanneck,
95. † Professor Zawadsky (Metz),
96. † Premice de Grenoble (Plassaxon),
97. † Mameth (Smith) à St. 24 kr.,
101. † Figaro (Smith),
102. † Triomphe Cornelissen (Corn.),
103. † Marie Cornelissen (Corn.),
107. † Anton Müller (Metzl),
108. † Franz Joseph I.,
109. † Brünner Hänchen,
110. † Ritter v. Schoerling,
115. † Triumph Gebrüder Mees,
116. Princesse of Wales (Banes),
117. † Metzels Triumph,
118. Medicis spatha,
119. † Gloriche,
121. Salvator rosa (Banes).

Von vorstehenden Sorten erlasse ich das Stück nach der Wahl bei Bestellungen à 12 kr., meiner Wahl 6 Stück 1 fl.

Fuchsien, allerneueste.

11. Madame Crousse (Cornelissen), Corolle weiß, Sepalen lebhaft roth, sehr schön.
14. † Marie Scott (Bull), Blüthe und Sepalen tuschfarbig, Corolle rein purpurn.
28. Pillar of Gold, Blüthe von gelbgrün und silberweiß, lebhaft zusammengestellt, Pflanze von herrlichem Wuchse.
29. † Amalie Zaubitz (Wünsch), Sepalen prächtig, zurückgerollt, ein weiß, Corolle breit, kräftig, sehr blütenreiche, ausgezeichnete Varietät.
31. † Henry Abts (Cornel.), Corolle rein weiß, Sepalen lebhaft karmin, sehr schöne Varietät.
32. † Michael Harres (W.), Sepalen sehr gut zurückgerollt, karminroth, Corolle sehr groß und sehr prächtig, tuschfarbig (dahlia), sehr reiche blütentragende Pflanze.
35. Lilby (Bull), prächtige neue Zierpflanze.
38. † Auguste Denkmann, Corolle sehr prächtig, Sepalen gut zurückgebogen, nicht blütenreiche Pflanze.
39. Princesse Alice (Smith), reichblühende, zierliche Pflanze.
42. Reisner Zaubitz (Wünsch), Corolle groß, schön lila, Sepalen lebhaft roth.
56. † Président Boindival (L'huillier), Sepalen tuschfarbig, Corolle roth mit violettroth, prächtig.
63. † Souvenir de Cornelissen (Cornel.), Sepalen reinkarmin, Corolle violett und rote, sehr schön.
65. Wilhelmine v. Verna, (Wünsch), Sepalen lachsrosa, Corolle amarant, sehr schön.
69. † Lord Palmerston (Bull). Sepalen karmoisin, Corolle prächtig, Corolle, tuschfarbig, rot.
73. Hero (Bull), schöne blütenreiche Varietät.
76. † Oberpfarrer Patock (Metz), außerordentlich prächtig, reichblühende Varietät.

Abb. 3: Pflanzenkatalog von JOSEPH MAYRHOFER in Landshut

---

§§§ HOCKERTS, H.G (Hrsg.), (2007): Neue Deutsche Biographie, S. 692 - 693

**** Regierung Niederbayern (2016): Fachtagung Naturschutz und Botanik in Niederbayern 27.März 2009, S. 10 (Zugriff: 23.08.2016)

3.2 Datenanalyse mit R

Einen hohen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Rasterpunkte bzw. die Häufigkeit der einzelnen Arten hat zum einen der Einzelparameter Licht (p-Wert: 0.00269). Zudem zeigen bei dem Test „Kombination Stickstoff- und Reaktionszahl“ auch die Stickstoffzahl (p-Wert: 0.0283) und ihre Interaktion mit der Reaktionszahl (p-Wert: 0.0373) einen leichten signifikanten Zusammenhang mit der Häufigkeit der Arten. Auch bei der getesteten Kombination Feuchte- und Stickstoffzahl zeigt die Stickstoffzahl (p-Wert: 0.0238) eine leichte Signifikanz. Bei diesem Test liegt auch die Interaktion der beiden Parameter (p-Wert: 0.0506) nur knapp über der Signifikanzgrenze.

Die Zielvariable „heute“ gibt den heutigen Verbreitungsstatus der Arten im Vergleich zu dem historischen vor 150 -200 Jahren wieder. Entweder sind die Arten im Raum Landshut heute noch vorhanden oder bereits ausgestorben. Einen leichten signifikanten Einfluss hierauf hat der Einzelparameter Stickstoff (p-Wert: 0.022). Die Stickstoffzahl (p-Wert: 0.0977) liegt ebenfalls bei dem Test „Kombination Stickstoff- und Reaktionszahl“ nur knapp über der Signifikanzgrenze. Bei der Kombination Feuchte- und Stickstoffzahl weist auch die Stickstoffzahl (p-Wert: 0.0238) eine leichte Signifikanz auf. Ihre Interaktion mit der Feuchtezahl (p-Wert:0.0506) ist gerade nicht mehr signifikant. Beide p-Werte bei diesem Test sind identisch mit denen des gleichen Tests bei den Rasterpunkten.

Die Rote Liste Bayern gibt den Gefährdungsstatus der Sauergrasarten bayernweit an. Einen starken Einfluss auf die Gefährdung hat der Einzelparameter Licht (p-Wert: 0.00344), einen weniger starken der Einzelparameter Feuchte (p-Wert:0.0246). Die Feuchtezahl (p-Wert: 0.0921) liegt bei dem Test der vier Zahlen ohne Kombination nur wenig über der Signifikanzgrenze. Bei dem Test „Kombination Reaktions- und Stickstoffzahl“ sind viele Signifikanzen aufgetreten. Hier hat sowohl die Reaktionszahl (p-Wert: 0.00412), ihre Interaktion mit der Stickstoffzahl (p-Wert:0.00242) einen hohen, als auch die Stickstoffzahl alleine (p-Wert: 0.02536) einen leichten signifikanten Einfluss auf die bayernweiten Gefährdungsstufen.

Die Rote Liste Deutschland gibt die Gefährdungsstufen der Arten deutschlandweit an. Der Einzelparameter Licht (p-Wert: 0.00167) hat hierauf wieder einen hohen signifikanten Einfluss. Die Reaktionszahl (p-Wert:0.0794) ist gerade nicht mehr signifikant. Die Stickstoffzahl (p-Wert: 0.0973) hat bei dem Test „Kombination Reaktions- und Stickstoffzahl“ ebenfalls gerade keinen signifikanten Einfluss auf die Gefährdungsstufen mehr.

3.3 Datenanalyse mit Graphiken in Excel

Um herauszufinden, ob entweder hohe oder niedrige Werte der signifikanten Ellenberg-Zeigerwerte mit einer hohen oder niedrigen Häufigkeit, Gefährdung oder mit der heutigen Verbreitung korrelieren, wurden im Programm Excel Graphiken erstellt. D. h. es wurde untersucht, ob es einen positiven oder negativen linearen Zusammenhang zwischen der erklärenden und der Zielvariablen gibt. Es wurden auch diejenigen Parameter berücksichtigt, die knapp über dem Signifikanzniveau liegen. Folgende Zusammenhänge wurden sichtbar:

3.3.1 Lichtzahl

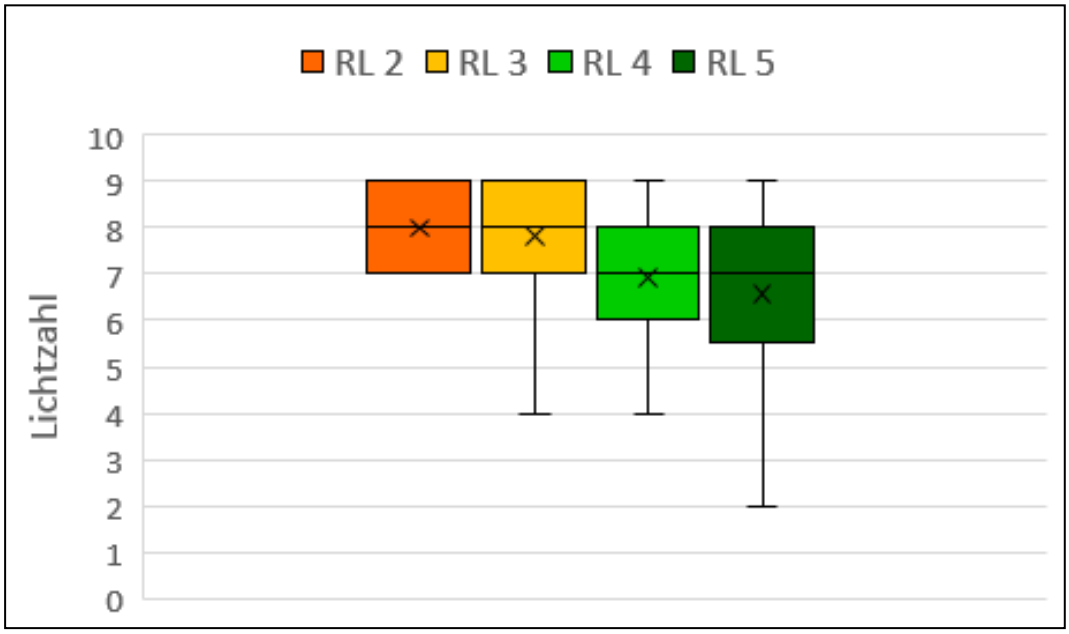


Abb. 4: *Gefährdung nach Rote Liste Bayern in Abhängigkeit von der Lichtzahl*

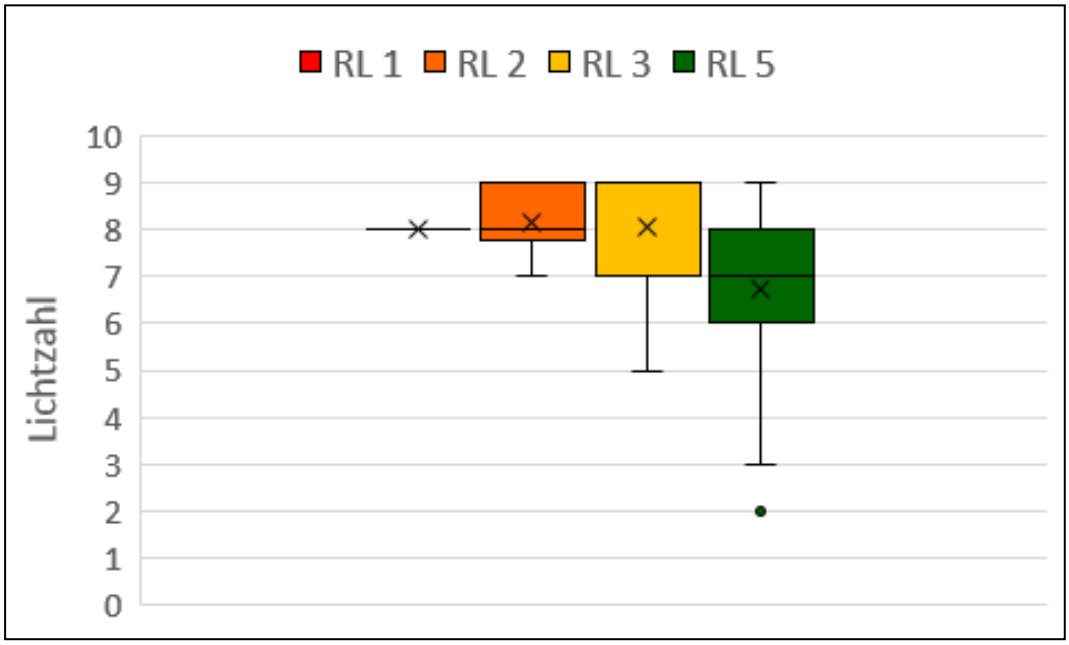


Abb. 5: *Gefährdung nach Rote Liste Deutschland in Abhängigkeit von der Lichtzahl*

Wird die Gefährdungseinstufung der Sauergrasarten in Abhängigkeit von der Lichtzahl in Abb. 4 und Abb. 5 betrachtet, fällt auf, dass diese sich auf bayrischer und deutschlandweiter Ebene ähnlich verhält. Die verschiedenen Farben entsprechen der Stärke der Gefährdung, von ausgestorben (dunkelrot) bis ungefährdet (dunkelgrün), bzw. dem in der Legende aufgeführten Rote Liste Status („RL“). In beiden Fällen nimmt die Gefährdung mit der Höhe der Lichtzahl zu, d.h. Licht- oder Volllichtarten sind gefährdeter als Arten, die im Halblicht oder Halbschatten wachsen.

3.3.2 Feuchtezahl

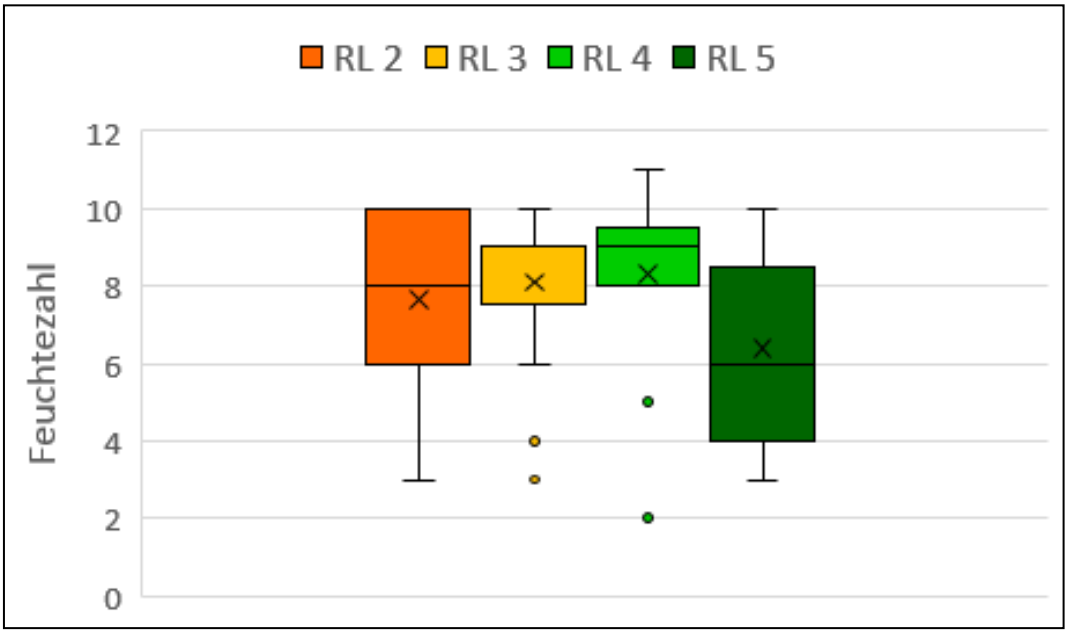


Abb. 6: *Gefährdung nach Rote Liste Bayern in Abhängigkeit von der Feuchtezahl*

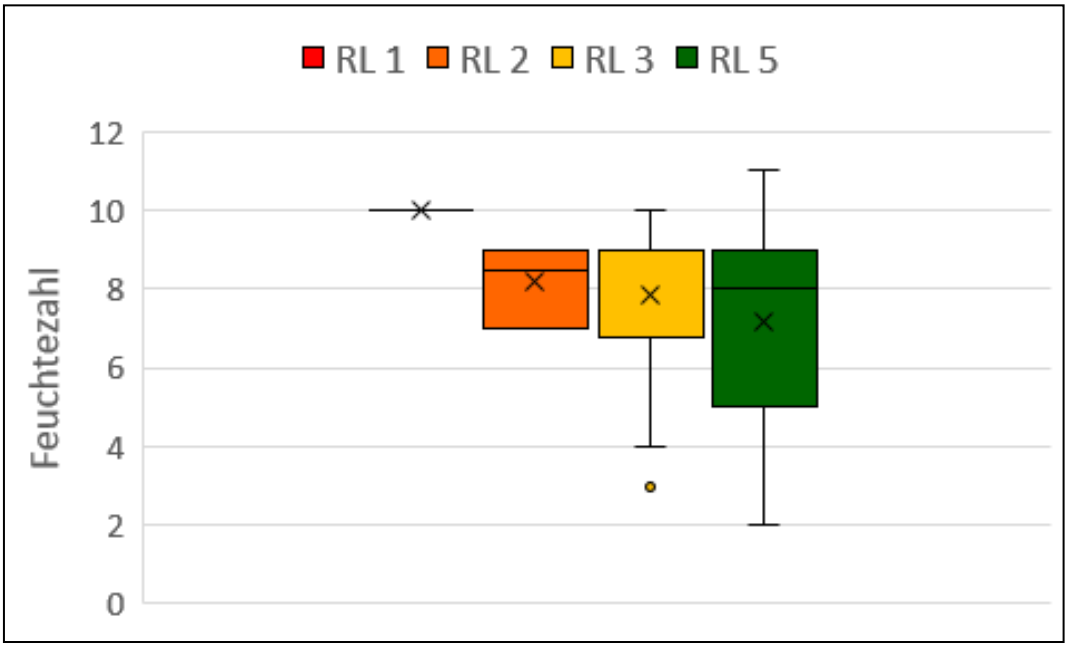


Abb. 7: *Gefährdung nach Rote Liste Deutschland in Abhängigkeit von der Feuchtezahl*

Als nächstes wurde die Feuchtezahl betrachtet. Diese zeigt lediglich einen signifikanten Einfluss auf die Gefährdungseinstufung nach der Roten Liste Bayern. Bei der Roten Liste Deutschland liegt der Einfluss knapp über der Signifikanzgrenze. Es bedeutet, dass Nässe und Feuchte liebende Arten gefährdeter sind als diejenigen, die auf trockeneren Böden wachsen. Diese Vermutung wird durch das Ergebnis in Abb. 7 unterstützt. Hier ist eine negative Korrelation besser zu erkennen.

3.3.3 Reaktionszahl

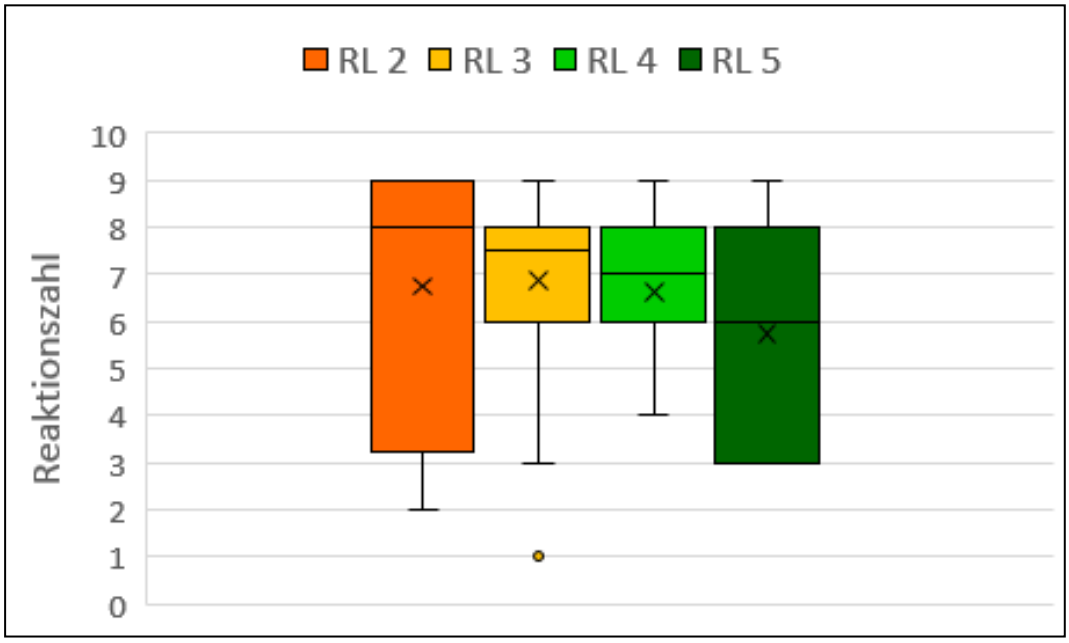


Abb. 8: *Gefährdung nach Rote Liste Bayern in Abhängigkeit von der Reaktionszahl*

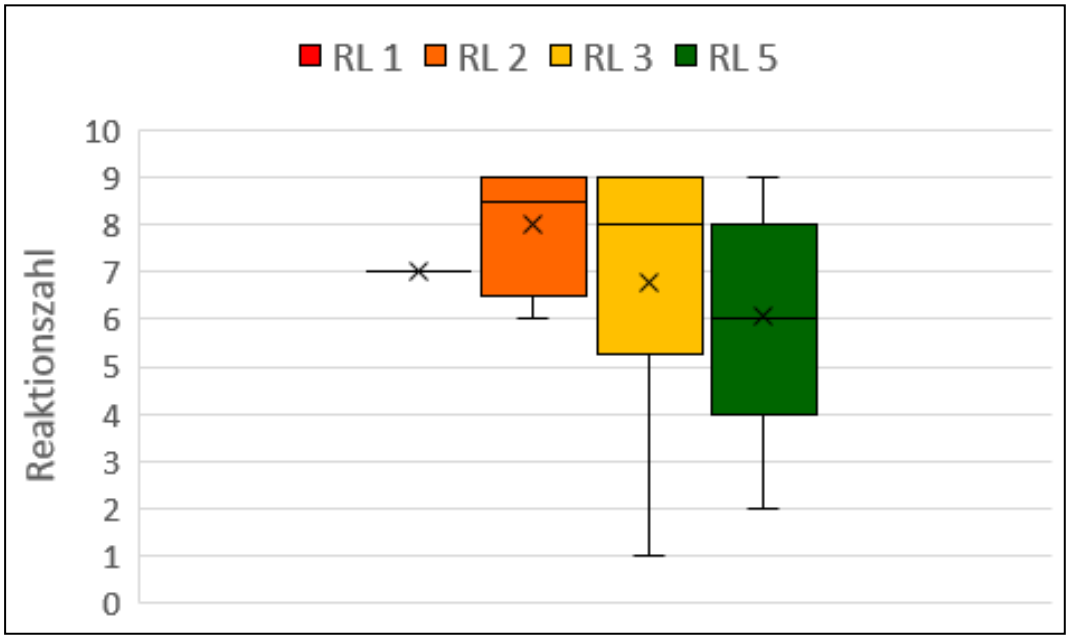


Abb. 9: *Gefährdung nach Rote Liste Deutschland in Abhängigkeit von der Reaktionszahl*

Die Reaktionszahl hat deutschlandweit einen signifikanten Einfluss auf die Gefährdung nach Rote Liste Bayern und Deutschland. In Abb. 8 ist keine eindeutige Aussage über einen positiven oder negativen Zusammenhang zwischen Gefährdung und Reaktionszahl möglich. Betrachtet man hingegen, Abb. 9 ist eine eindeutige negative Korrelation zu erkennen. Gefährdetere Arten haben tendenziell eine höhere Reaktionszahl als weniger gefährdete Arten. D.h. gefährdetere Arten wachsen auf eher weniger sauren bis basischen Böden und sind z. T. Kalk- und Basenzeiger. Ungefährdetere Arten sind auf stärker sauren Boden anzutreffen und sind z. T. Säure- bis Mäßigsäurezeiger.

3.3.4 Stickstoffzahl

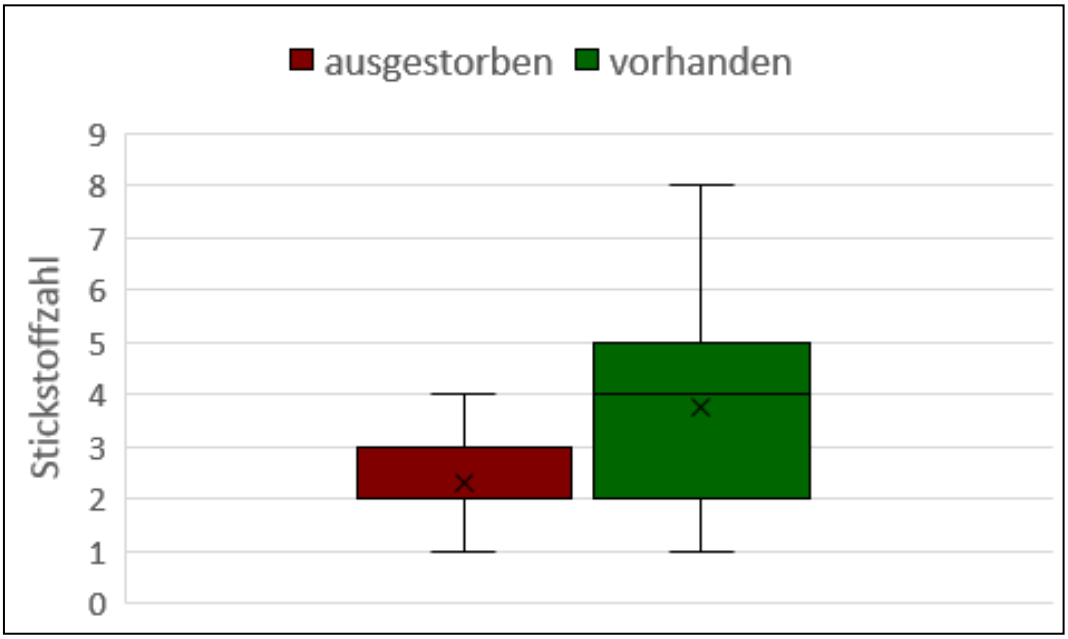


Abb. 10: *Durchschnittliche Stickstoffzahl von ausgestorbenen und noch vorhandenen Arten*

Als letztes wurde nun die Stickstoffzahl betrachtet. Sie hat bei allen Zielvariablen einen signifikanten Einfluss ergeben.

Auf die Zielvariable „heute“ hat lediglich der Parameter Stickstoff einen signifikanten Einfluss. In Abb. 10 sieht man, dass die heutigen Arten im Vergleich zu den, die in den letzten 150 bis 200 Jahren im Landshuter Raum ausgestorbenen sind, eine höhere Stickstoffzahl besitzen. Die ausgestorbenen Arten haben eine durchschnittliche Stickstoffzahl von 2 bis 3 und wachsen somit auf nährstoffarmen Standorten. Die heute noch vorhandenen Arten haben im Schnitt eine höhere Stickstoffzahl von 3 bis 5 und wachsen auf etwas stickstoffreicheren Standorten.

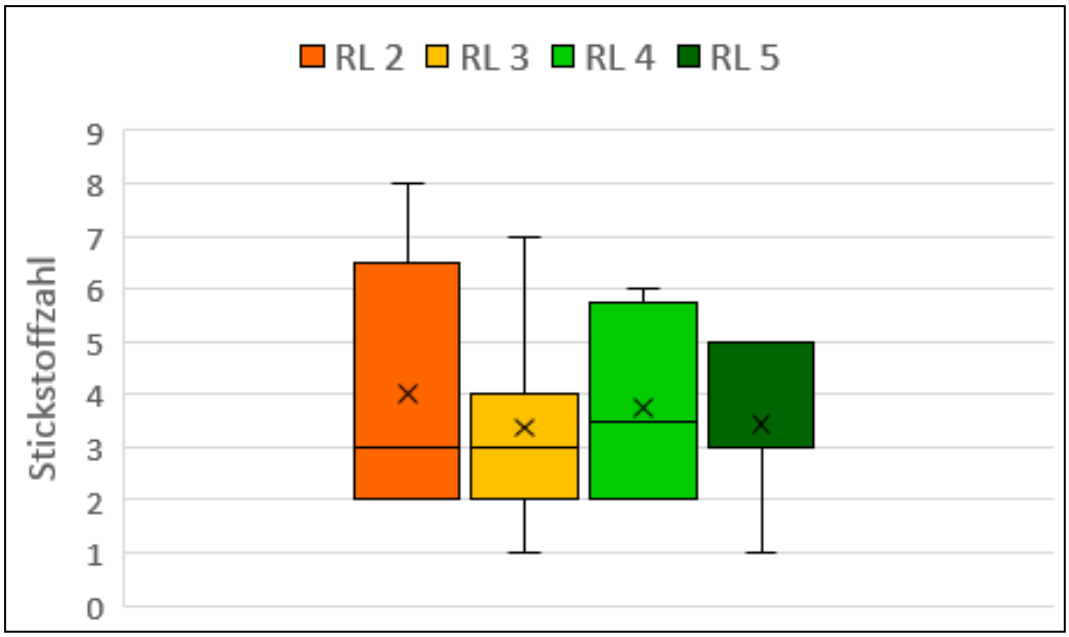


Abb. 11: *Gefährdung nach Rote Liste Bayern in Abhängigkeit von der Stickstoffzahl*

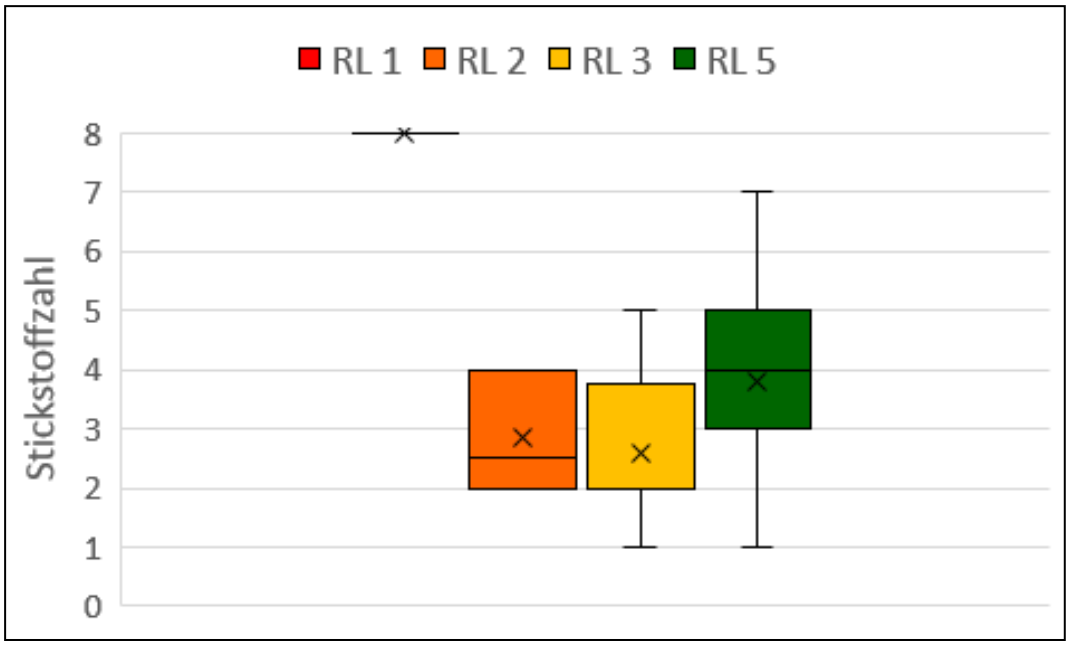


Abb. 12: *Gefährdung nach Rote Liste Deutschland in Abhängigkeit von der Stickstoffzahl*

In Abb. 11 und Abb. 12 ist der Einfluss der Stickstoffzahl auf den Rote Liste Status Bayern und Deutschland dargestellt. Die „stark gefährdeten“ und „gefährdeten“ Arten mit dem Rote Liste Status 2 und 3 besitzen eine durchschnittliche Stickstoffzahl von 2 bis 3 und wachsen auf stickstoffarmen Standorten, die ungefährdeten Arten mit dem Rote Liste Status 5 haben eine durchschnittliche Stickstoffzahl von 4 und wachsen auf etwas stickstoffreicheren Böden.

3.3.5 Heutige Verbreitung und Rote Liste

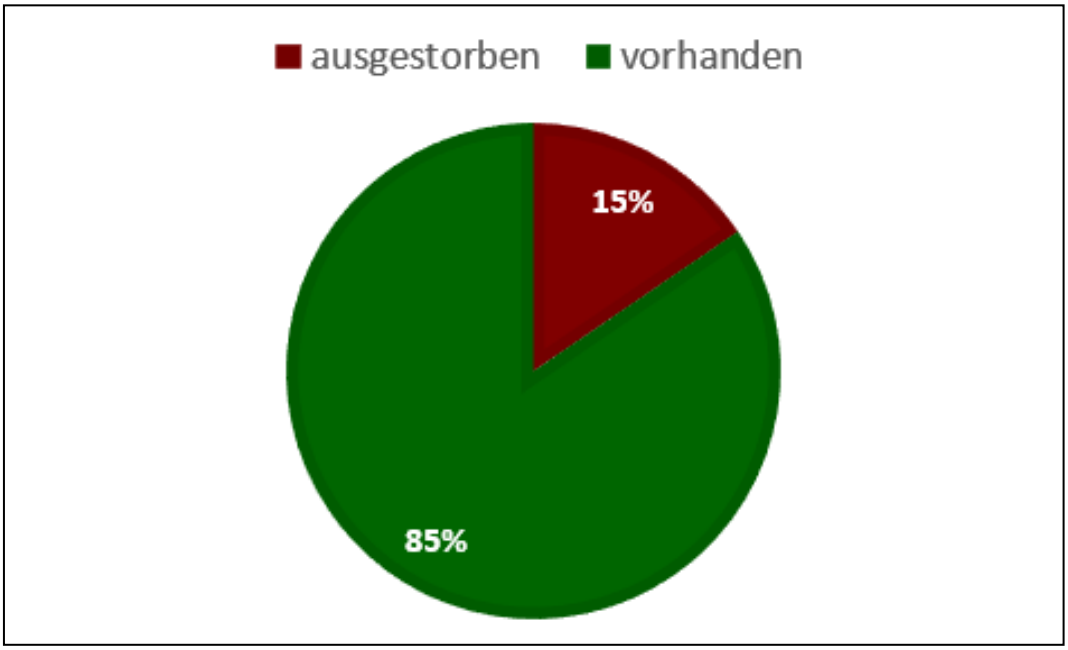


Abb. 13: *Prozentualer Anteil der ausgestorbenen und heute noch vorhandenen Arten*

In Abb. 13 ist die Spalte „heute“ aus der Übersichtstabelle aller Daten als Kreisdiagramm dargestellt. So sieht man, dass heute nur noch 85 % aller früheren Sauergrasarten in Landshut vorhanden sind. 15 % der Arten sind im Raum Landshut in den letzten 150 bis 200 Jahren bereits ausgestorben. Diese Arten sind *Blysmus compressus, Carex arenaria, Carex ericetorum, Carex loliacea,(vgl. S. 20) Carex pauciflora, Carex sempervirens, Carex stenophylla, Cyperus flavescens, Eleocharis acicularis, Rhynchospora alba* und *Schoenus nigricans.*

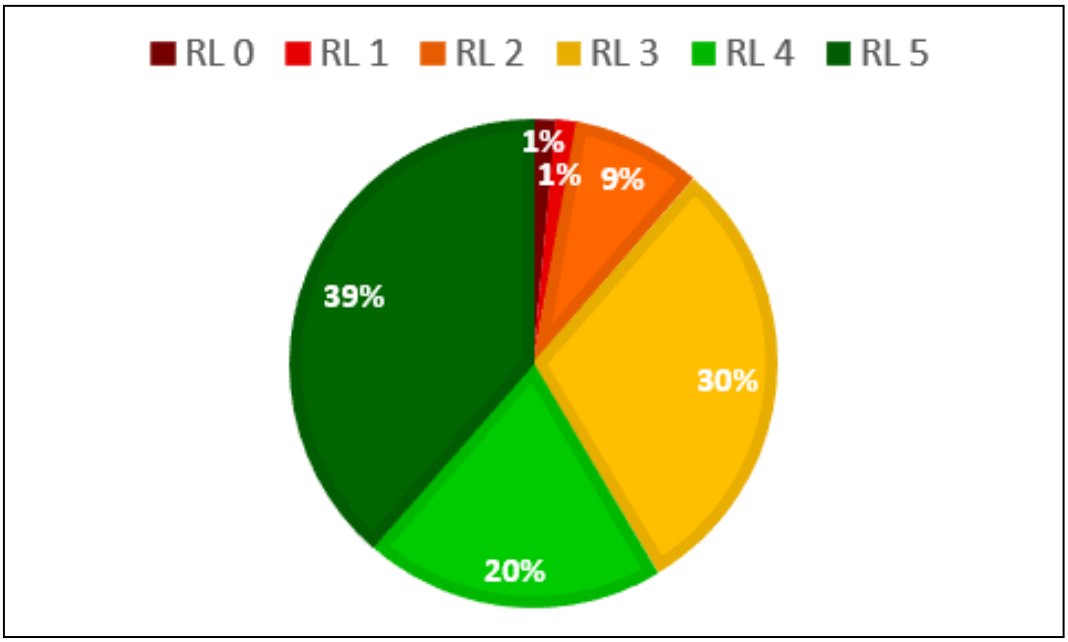


Abb. 14: *Prozentualer Anteil mit Rote Liste Status Bayern*

In der Abb. 14 ist der prozentuale Anteil der untersuchten Sauergrasarten im Hinblick auf ihren Rote Liste Status von Bayern gezeigt. Die bereits ausgestorbene Art ist *Carex loliacea*,(s. Kap. „Ausblick S. 20) die vom Aussterben bedrohte Art ist *Cyperus longus*.

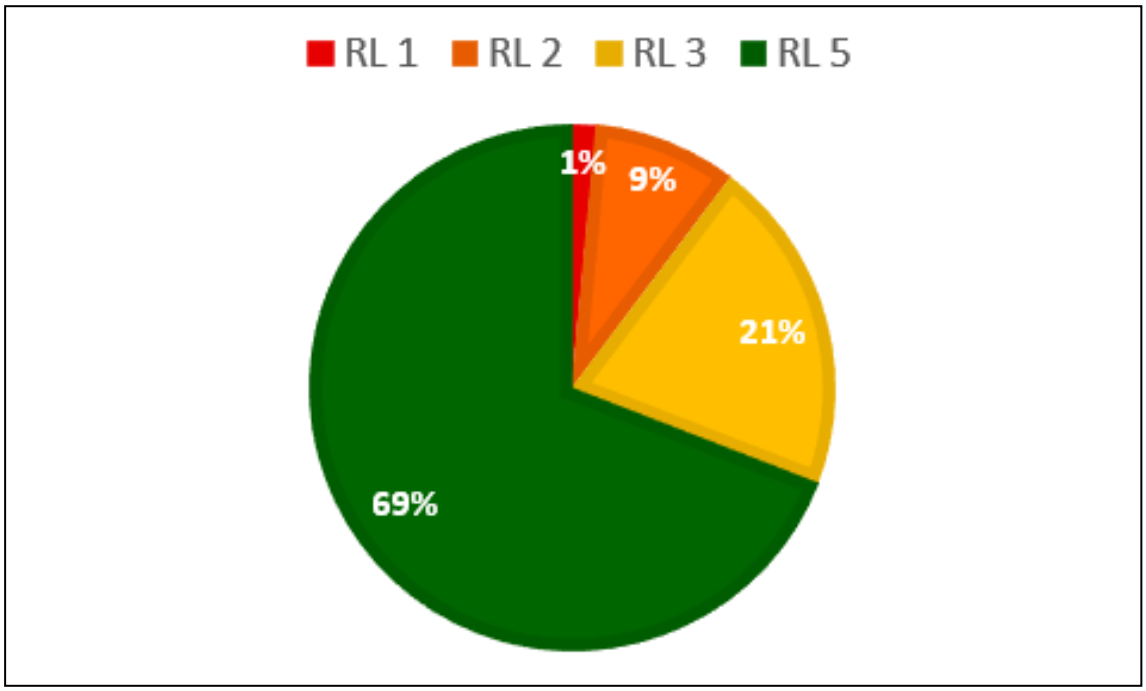


Abb. 15: *Prozentualer Anteil mit Rote Liste Status Deutschland*

In der Abb. 15 ist der prozentuale Anteil der untersuchten Sauergrasarten im Hinblick auf ihren Rote Liste Status von Deutschland gezeigt. Hier haben 69 % der untersuchen Arten den Status „ungefährdet“. Keine der Arten ist deutschlandweit auf der „Vorwarnstufe“. 21 % der Arten sind „gefährdet“ und 9 % „stark gefährdet“. 1 % ist „vom Aussterben bedroht“. Keine der Arten ist „ausgestorben“. Hier gilt dasselbe wie in der vorherigen Abbildung. Die Angaben beziehen sich nicht auf alle Sauergrasarten Deutschlands, sondern nur auf die, die in Landshut vorkommen oder früher vorkamen. Im Vergleich zu Bayern gelten deutschlandweit mehr Arten als ungefährdet. Der Anteil „gefährdet“ und „stark gefährdet“ ist in etwa gleich. Die in Deutschland vom Aussterben bedrohte Art ist *Schoenoplectus mucronatus*.

4. Diskussion

Die **Lichtzahl** beschreibt das Vorkommen der Art in Beziehung zur Beleuchtungsstärke des Standorts. Das Ergebnis der Analyse ist, dass Licht- oder Volllichtarten gefährdeter sind, als Arten, die im Halblicht oder Halbschatten wachsen und lässt sich folgendermaßen begründen: Sonnige Offenlandstandorte haben sich in den letzten Jahren stärker verändert als schattige Waldstandorte.[††††]

[††††] SCHAEFER, H.

Die meisten dieser offenen Flächen werden im Raum Landshut landwirtschaftlich genutzt. Innerhalb des letzten Jahrhunderts fand eine enorme Intensivierung der Landwirtschaft statt. Wenn ein Landwirt zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch durchschnittlich Lebensmittel für vier Personen erzeugte, waren es 1950 bereits zehn Menschen und 2010 sogar 131 Personen, die er mit seinen Erträgen versorgte. Die auf Ertragssteigerung ausgerichtete Intensivlandwirtschaft hinterlässt eintönige, ausgeräumte Agrarlandschaften. Vor der Intensivierung der Landwirtschaft regenerierte sich beispielsweise durch den betriebenen Wanderfeldbau mit dazwischengeschalteten Brachejahren die naturnahe Vegetation auf den aufgegebenen Flächen von selbst.[‡‡‡‡] Auch die Änderung der Landnutzung, wie Grünlandumbruch, Moornutzung und kleinflächige Waldrodungen haben Auswirkungen auf die Artenvielfalt.[§§§§] Zudem ist in den letzten Jahren ein zunehmendes Verschwinden von Feldrainen zu beobachten.

Die **Feuchtezahl** beschreibt das Vorkommen von Arten in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit. Ein Ergebnis dieser Arbeit ist, dass Sauergras-Arten, die an feuchten Standorten wachsen, gefährdeter sind als solche, die an trockenen vorkommen.

Folglich lässt sich aus diesem Ergebnis schließen, dass im Raum Landshut hauptsächlich Feuchtstandorte verschwunden sind oder stark verändert wurden. Im Folgenden werden bevorzugte Wuchsorte der gefährdeteren feuchtezeigenden Sauergrasarten näher betrachtet.

Riede oder Röhrichte sind einer davon. Sie schließen sich zum Land hin an offene Wasserflächen von Seen und Weihern an. Sie existieren vor allem im Bereich zwischen mittlerem Hochwasser- und mittlerem Niedrigwasserstand. Diese Großseggen- und Kleinseggenriede sind Bereiche, die für den Menschen nicht unmittelbar nutzbar sind. Viele dieser Lebensräume sind daher wegen direkter Zerstörung durch den Menschen verloren gegangen, da sie zu nutzbaren Flächen umgestaltet wurden. Einerseits zur Gewinnung von Landflächen, anderseits für den Erholungsverkehr oder durch Verbau des Ufers. So werden bevorzugt an Uferbereichen von Seen, Siedlungen und Verkehrswege gebaut, wie beispielsweise Uferpromenaden, Hafenanalagen oder allgemein Uferbefestigungen. An nicht befestigten Bereichen konzentriert sich dann oft die Freizeitgesellschaft. Diese Bereiche werden dann als Badestellen, zum Bau von Stegen oder Bootanlegeplätzen genutzt.[*****] Durch diese menschliche Veränderung der Uferbereiche sind die Verlandungszonen und damit viele der möglichen Habitate für Sauergrasarten verloren gegangen.

Ein weiterer Wuchsort von Sauergräsern sind Moore. Moore stellen komplexe Lebensräume mit wenigstens teilweise torfbildender Vegetation an feuchten Habitaten über Torf dar. Im Raum Landshut gab es früher einige Moore oder moorige Flächen. Beweisen lässt sich diese Aussage durch einen Vergleich mit den Fundorten der Herbarbelege der Sauergräser. Um diese Moorflächen landwirt-

---

‡‡‡‡ FREY, W. et al. (2010): Geobotanik, S. 475

§§§§ Umweltbundesamt (2016): Umweltbelastungen der Landwirtschaft (Zugriff: 06.09.2016)

***** Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2016): Schutz und Entwicklung aquatischer Schilfröhrichte, S. 18, (Zugriff: 07.09.2016)

schaftlich nutzen zu können wurden sie entwässert und damit zerstört. Vor allem Niedermoore waren durch ihren größeren Nährstoff- und Basenreichtum besonders geeignet um darauf Kulturpflanzen anzubauen. Ein weiterer Grund für die Zerstörung von Mooren war der Abbau von Torf. Torf wurde früher als Brennstoff, Streu oder zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft genutzt. Durch die Senkungen des Grundwasserspiegels wird der Wasserzufluss zum Moorgebiet unterbunden, was ebenfalls zur Entwässerung führt. Gründe für die Senkung des Grundwasserspiegels sind zum einen die Entnahme von Trinkwasser und zur Bewässerung, zum anderen eine verringerte Grundwasserversickerung durch erhöhte Evapotranspiration, Flächenversiegelung und Oberflächenabfluss. Wie schon bei den Röhrichten verloren die Sauergräser auch mit der Zerstörung der Moore durch den Menschen wichtige Lebensräume. Torfakkumulierende Moore beschränken sich, deutschlandweit betrachtet, heute auf nur noch ca. 1 % ihrer ehemaligen Fläche. Wahrscheinlich lässt sich diese Einschätzung auch auf den Raum Landshut übertragen.

Bruchwälder, in Mitteleuropa vorwiegend Erlen-Bruchwälder, entstanden auf Niedermoorhabitaten im Laufe der Verlandung von eutrophen Gewässern. Sie befanden sich hauptsächlich in Geländesenkungen. Bezeichnend für die Krautschicht der Bruchwälder waren hohe Anteile an Röhricht- und Großseggenarten. Früher wurden die ausschlagfähigen Erlen im Niederwaldbetrieb genutzt. Da aber die Bestände forstwirtschaftlich wertlos wurden, wurden die Erlen-Bruchwälder häufig entwässert und gerodet, wodurch landwirtschaftlich günstige Flächen entstanden.[†††††] Dies hat den Verlust von Feuchtbiotopen und Sauergrasarten zur Folge.

Viele weitere Feuchtstandorte grenzen häufig an Fließgewässer. So beispielsweise die gewässerbegleitenden Auenwälder. Auenwälder sind periodisch überschwemmte Gebiete, die sich durch eine hohe Wassersättigung und somit Sauerstoffarmut des Bodens, eine gute und stetige Nährstoffversorgung, sowie mechanische Beanspruchung der Pflanzen auszeichnen. Diese prägenden Standortfaktoren benötigen viele Sauergrasarten. Die Auenwälder stellen in Mitteleuropa den am stärksten bedrohten Waldkomplex dar.[‡‡‡‡‡] Hauptverantwortlich dafür sind gewässerbauliche Maßnahmen. Eine davon war, mäandrierende Flussläufe mit Untiefen zu begradigen und gleich tief auszubaggern. Das Ziel hierbei ist die Überschwemmungsgefahr bei Hochwasser zu minimieren. Dadurch wird der Lauf der Gewässer verkürzt und das Gefälle nimmt zu. Durch die erhöhte Fließgeschwindigkeit gräbt sich das Flussbett immer tiefer in den Untergrund, was zudem ein Absenken des Grundwasserspiegels zur Folge hat.[§§§§§] In Landshut wurde zudem auch durch den Bau der Flutmulde die Wahrscheinlichkeit der Überschwemmungen der Isar bei Hochwasser stark minimiert. Diese Faktoren führen zu einer Austrocknung der umliegenden Böden und zur Zerstörung des Auenwald-Ökosystems.

Weitere Veränderung von Fließgewässern wie die Befestigung der Bach- und Flussufer durch Mauern oder Spundwände, wie sie in Städten oder Gemeinden

---

[†††††] FREY, W. et al. (2010): Geobotanik, S.458 f.
[‡‡‡‡‡] FREY, W. et al. (2010): Geobotanik, S.458 f.
[§§§§§] FELLENBERG, G. (1999): Umweltbelastungen, S. 177 ff.

oft durchgeführt werden, um Abtragungen des Uferbereichs zu vermeiden, verhindern ebenfalls den natürlichen Uferbewuchs mit feuchteliebenden Pflanzenarten wie Sauergräsern. Auch eine Pflasterung des Gewässergrundes zum schnelleren Abfluss bei Hochwasser lässt den Uferbereich stärker austrocknen.[§§§§§]

Ein weiterer wichtiger Standort für feuchte- und lichtliebende Cyperaceae-Arten sind nasse Streuwiesen. Sie sind vor allem geprägt durch eine hohe Dichte und Artenzahl von Seggen und Binsen. Darunter viele, die in der Roten Liste stehen Diese Biotope sind durch die menschliche Nutzung entstanden. Sie dienten der landwirtschaftlichen Gewinnung von Streu für die Nutztierhaltung. Durch die extensive Bewirtschaftung und die einmalige, händische Mahd im Herbst, konnten sich die Pflanzenarten ungestört entwickeln. Diese Streuwiesen erzielten in den 1930er Jahren hohe Preise. Durch neue Stalltechniken, Umstellung auf Güllebewirtschaftung, Mechanisierung und Mangel an Arbeitskräften sind bereits 80 % der ehemaligen Streuwiesen verschwunden. Sie wurden entweder durch Entwässerung, Düngung und Erhöhung der Schnittfrequenz in Futterwiesen umgewandelt oder zu Fichtenforsten aufgeforstet.[******]

In der statistischen Auswertung der Daten bei der vorliegenden Arbeit wurde zudem ein nur knapp nicht mehr signifikanter Einfluss der Interaktion zwischen der Feuchtezahl und der Stickstoffzahl in Bezug auf die heutige Verbreitung und Häufigkeit der Sauergrasarten festgestellt. Dies besagt, dass sich standörtliche Bedingungen, die einerseits eine bestimmte Feuchte und anderseits eine bestimmte Stickstoffverfügbarkeit auszeichnen, stark verändert haben. Diese veränderten Bedingungen ziehen dadurch eine Gefährdung derjenigen Arten, die genau daran angepasst sind, mit sich.

Viele der Feuchtstandorte, die oben beschrieben sind, korrelieren entweder mit einer hohen oder einer niedrigen Stickstoffverfügbarkeit. Stickstoffreiche Feuchtgebiete sind Verlandungszonen und Röhrichte an Seen und Weihern sowie Auenwälder. Verlandungszonen sind aus dem Grund oft nährstoffreich, da sie meistens an eutrophen Gewässern vorkommen. Auenwälder werden, wie oben bereits erwähnt, durch die periodischen Überflutungen regelmäßig mit nährstoffreichen Schlämmen versorgt. Hochmoore und Niedermoore dagegen sind feuchte und nährstoffarme Standorte, da hier die Mineralisation des in organischem Material gebundenen Stickstoffs durch Sauerstoffmangel unterbunden wird. Genauso wie Streuwiesen durch ihre extensive Bewirtschaftung ohne Düngung. Diese Biotope zeichnen sich also nicht nur durch die Feuchtigkeit, sondern auch durch eine bestimmte Stickstoffverfügbarkeit aus, was den beinahe signifikanten Einfluss der Interaktion erklären kann.

Die **Reaktionszahl** beschreibt den pH-Wert und den Kalkgehalt von pflanzlichen Standorten. Die Region Landshut befindet sich im Tertiärhügelland. Dieses besteht aus tertiärem Abtragungsschutt der Alpen, altpleistozänen Schottern und dem Material, das die großen Alpenflüsse während und nach den Eiszeiten in Richtung Donau transportiert haben. Daneben wurden am Ende der Eiszeiten stellenweise auch mächtige Lößpakete abgelagert. Dementsprechend vielfältig ist

[******] Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (2016): Streuwiesen (zugriff: 08.09.2016)

das Material, das man im Tertiärhügelland antreffen kann. Die Haupt-Bodentypen, die sich gebildet haben, sind Pararendzinen, Parabraunerden und Pseudogleye.[††††††] Durch deren verschiedene Carbonatgehalte ergeben sich unterschiedliche pH-Werte für die Böden der Region Landshut.

Das Ergebnis der Datenanalyse bezüglich der Reaktionszahl ergab, dass säureliebende Arten ungefährdeter sind als solche, die auf basischerem, kalkhaltigerem Boden wachsen. Daraus kann man schließen, dass es im Raum Landshut für Sauergräser mehr saure Standorte gibt als basische.

Bodenversauerung kann auch eine Folge des sauren Regens sein, der durch starke Säuren wie Schwefel- und Salpetersäure in der Atmosphäre bedingt wird. Diese entstehen durch anthropogene Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Dies ist ein Problem seit der industriellen Revolution, Mitte des 19. Jahrhunderts. Die ausgestoßenen Stickoxide und Schwefeldioxide durch die Industrie, den Verkehr und bei der Energiegewinnung reagieren in der Atmosphäre mit Ozon bzw. HO-Radikalen zu diesen starken Säuren. Durch den Regen gelangen sie in den Boden und bewirken bei geringer Pufferleistung ein Absenken des pH-Wertes.

Auch die Düngung landwirtschaftlicher Flächen mit Gülle oder ammoniumhaltigen Mineraldünger führen durch den Prozess der Nitrifikation, in dem Ammonium zu Nitrat umgewandelt wird, zur Freisetzung von Protonen.

Die **Stickstoffzahl** beschreibt das Vorkommen der Pflanzenarten in Abhängigkeit von der Stickstoffverfügbarkeit ihrer Standorte. Im letzten Jahrhundert hat sich dieser natürliche Stickstoffkreislauf durch anthropogene Einflüsse stark verändert. Den größten Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Ökosysteme stellt zweifelsohne die Intensivierung der Landwirtschaft dar. Um den Nahrungsbedarf der rasch wachsenden Bevölkerung zu decken, setzen Landwirte Düngemittel zur Ertragsteigerung ein.[‡‡‡‡‡‡] Das Wachstum von Pflanzen ist in einem breiten Bereich linear abhängig vom Stickstoff-Angebot. Stickstoff wird in der landwirtschaftlichen Praxis durch organische und mineralische Düngemittel eingebracht. Unter organische Düngemittel fallen beispielsweise Gülle, Mist, Kompost oder Ernterückstände. Die Nährstoffe der organischen Dünger liegen nicht in direkt pflanzenverfügbarer Form vor. Darum werden sehr häufig mineralische Düngemittel eingesetzt, die direkt auf den Bedarf der Kulturpflanzen abgestimmt sind.[§§§§§§] Sie werden durch industrielle Stickstofffixierung mittels Haber-Bosch-Verfahren hergestellt.[‡‡‡‡‡‡] Die künstliche Stickstofffixierung durch den Menschen hat heute schon fast das gleiche Ausmaß wie die globale natürliche Stickstofffixierung erreicht.[*******]

Die übermäßig gute Stickstoffversorgung beschränkt sich nicht nur auf landwirtschaftlich genutzte Flächen, sondern wirkt sich auch auf beinahe alle Ökosysteme aus. Sehr häufig wird mehr Stickstoff auf die Flächen ausgebracht, als die

---

[††††††] SCHEFFER et al. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde, S. 368
[‡‡‡‡‡‡] SADAVA D. (2011): Purves Biologie, S. 1011 f.
[§§§§§§] SADAVA D. (2011): Purves Biologie, S. 1006
[*******] SADAVA D. (2011): Purves Biologie, S. 1626 f.

angebauten Pflanzen aufnehmen können. Dieser überschüssige Anteil wird wieder aus dem System entfernt. Das kann durch Oberflächenabfluss oder durch Versickerung ins Grundwasser geschehen. Der Stickstoff gelangt so in Flüsse, Seen und Meere.******* Stickstoffausträge in gelöster Form betreffen hauptsächlich Nitrat.††††††† Dies führt zur Eutrophierung und Schädigung der Gewässer aber auch zum Stickstoffeintrag in die umliegenden terrestrischen Ökosysteme.

Stickstoffausträge finden auch gasförmig statt. Als Gase werden molekularer Stickstoff, Lachgas, Stickstoffmonoxid und Ammoniak aus dem Boden in die Atmosphäre abgegeben. Lachgas entsteht als Zwischenprodukt bei der mikrobiellen Nitrifikation als auch Denitrifikation. Ammoniak-Emissionen treten vor allem nach der Ausbringung von Gülle und anderen organischen Düngern auf. Stickoxide entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger.††††††† Ein Teil des in die Atmosphäre gelangten Stickstoffs kommt mit den Niederschlägen oder gebunden an trockene Partikel wieder auf die Erde zurück.

Der Stickstoffeintrag in Ökosysteme wirkt sich auf die Zusammensetzung der terrestrischen Vegetation aus, denn er begünstigt all diejenigen Arten, die daran angepasst sind, einen hohen Nährstoffgehalt auszunutzen. Diese verdrängen dann andere, an Magerböden angepasste Arten.‡‡‡‡‡‡‡ Das gilt auch für Sauergräser. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, sind Sauergräser, die an stickstoffärmeren Standorten wachsen gefährdeter als Arten an stickstoffreicheren Standorten. Moore, Magerrasen oder Streuwiesen sind solche bedrohten, stickstoffarmen Standorte. Mit ihnen verschwindet auch ihre Flora.

5. Fazit

Aufgrund der diskutierten Ergebnisse kann man die Vermutung anstellen, dass es in der Region Landshut vor 150 bis 200 Jahren auch Kalkflachmoore gegeben haben muss. Sie vereinen alle Standorteigenschaften, die gefährdete Sauergras-Arten kennzeichnen. Kalkflachmoore zählen zu den Offenlandflächen, deren Verschwinden die stärkere Gefährdung der lichtliebenden Sauergrasarten erklären. Das gleiche gilt für die gefährdeteren feuchte- und kalkliebenden Arten. Die geringe Stickstoffmineralisation wegen Sauerstoffmangels in feuchten Habitaten, und den dadurch bedingten Mangel an pflanzenverfügbaren Stickstoff wird durch die Interaktion der Stickstoff- mit der Feuchtezahl beschrieben. Indirekt bedingt dies im Falle der Kalkflachmoore ebenfalls die Korrelation zwischen hohem pH-Wert und geringer Stickstoffverfügbarkeit. Auch die Fundorte vieler Herbarbelege aus dem Raum Landshut waren in Moor- und Torfwiesen. Hauptsächlich befanden sich diese bei Ohu und Ahrain, nordöstlich von Landshut.

Allgemein lässt sich sagen, dass der Verlust an Biodiversität eine zentrale Herausforderung für die Menschheit darstellt. Er hat direkte und indirekte Auswirkungen auf nahezu alle Lebensbereiche. Mit dem Rückgang der Biodiversität verringern sich meist auch die Ökosystemdienstleistungen, die für das Leben des

††††††† SCHEFFER et al. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde, S. 409 f.
‡‡‡‡‡‡‡ SADAVA D. (2011): Purves Biologie, S. 1627

Menschen von existentieller Bedeutung sind. Zur Biodiversität zählen neben der Vielfalt der Arten und Gene auch die Vielfalt der Ökosysteme und deren Wechselwirkungen mit den dort lebenden Organismen.[§§§§§§§] Es steht in der Verantwortung des Menschen die Biodiversität in all ihren Bereichen zu schützen und zu bewahren. Nicht nur zum eigenen Wohl, sondern auch aus Verantwortung und Respekt gegenüber der Natur. Der Rückgang der Biodiversität ist nicht nur ein globales, sondern, wie diese Arbeit verdeutlicht, auch ein sehr regionales Problem. Es muss durch den Schutz bzw. die Renaturierung der regionalen, ursprünglichen Ökosysteme und der dort lebenden Arten angegangen werden.

6. Ausblick

In Faszikel C der untersuchten Herbarbelege befindet sich vermutlich ein Beleg der Sauergrasart „*Carex loliacea*“, zu Deutsch: Lolchartige Segge. Diese hauptsächlich boreal verbreitete Carex-Art gilt in Deutschland seit langem als ausgestorben. Im Band 23 S. 109-122 der „Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen“ aus dem Jahre 1997 wurde mittels alter Literaturangaben aus „Chloris Hanoverana“ und „Flora Hanoverana Excursoria“ (Meyer 1836) und durch Bestätigung anhand von Herbarbelegen der Erstnachweis dieser Art für Deutschland erbracht. Ihr Fundort lag im Emsland in Niedersachsen.

Der vermeintliche Beleg der *Carex loliacea* aus dem Herbarium des Naturwissenschaftlichen Vereins Landshut e.V. stammt hingegen bereits aus dem Jahr 1825 und wäre somit der deutschlandweite Erstnachweis.

Da jedoch verschiedene Fehlerquellen zu einer falschen Auswertung geführt haben könnten, müsste der Beleg auf seine Richtigkeit überprüft werden. Hierzu wäre neben der Prüfung des schwer leserlichen handgeschriebenen Etiketts auch eine DNA-Analyse in Betracht zu ziehen. Nur mit einer eindeutigen Art-Bestimmung kann der deutschlandweite Erstnachweis von *Carex loliacea* bestätigt werden.

In diesem Zusammenhang ist abermals der naturgeschichtlich herausragende Wert des Herbariums des Naturwissenschaftlichen Vereins Landshut e.V. zu betonen!

[§§§§§§§] MOOSBRUGGER V. (2012): Klimawandel und Biodiversität, S.12 f.

Literaturverzeichnis

AICHELE/ SCHWEGLER (1991): Unsere Gräser – Süßgräser, Sauergräser, Binsen, 10. Auflage, Stuttgart

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016): Landschaftseinheit 12 – Tertiärhügellland, Iller-Lechplatte und Donautal [online], verfügbar unter: http://www.lfu.bayern.de/boden/bodentypen/le_12.htm, [08.09.16]

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2016): Landschaftssteckbrief - 6200 Donau-Isar-Hügelland [online], verfügbar unter: http://www.bfn.de/0311_landschaft.html?&no_cache=1&tx_lsprofile_pi1%5Blandschaft%5D=142&tx_lsprofile_pi1%5Baction%5D=show&tx_lsprofile_pi1%5Bcontroller%5D=Landschaft&cHash=4494dcd586431418639928fa401f4f30 [30.08.2016]

DAS NATIONALE DATEN- UND INFORMATIONSZENTRUM DER SCHWEIZER FLORA – INFO FLORA (2016): Hartholz-Auenwald [online], verfügbar unter: https://www.infoflora.ch/de/lebensraeume/614-hartholz-auenwald.html, [08.09.2016]

ELLENBERG, HEINZ/ WEBER, HEINRICH E. / DÜLL, RUPRECHT/ WIRTH, VOLKMAR/ WERNER, WILLY/ PAULISSEN, DIRK (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (ohne Rubus) – Scripta geobotanica 18. 3. Auflage, Göttingen

FAES, G (2016): Lexikon [online], verfügbar unter: http://www.faes.de/Basis/Basis-Lexikon/basis-lexikon.html, [17.08.2016]

FELLENBERG, G. (1999): Umweltbelastungen – Eine Einführung, Leipzig

FREY, W./ LÖSCH, R. (2010): Geobotanik – Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit, 3. Auflage, Heidelberg

GOUDIE, A. (1994): Mensch und Umwelt – Eine Einführung, aus dem Englischen übersetzt, Berlin – Oxford

GROSS, JÜRGEN (2010): Grundlegende Statistik mit R – Eine anwendungsorientierte Einführung in die Verwendung der Statistik Software R, Wiesbaden

HOKERTS, GÜNTER (Hrsg.) (2007): Neue deutsche Biographie, Dreiundzwanzigster Band – Schnizel -Schwarz, 3. Ausgabe, Herausgegeben von der Historischen Kommission bei der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, Berlin

JÄGER, E.J. (Hrsg.) (2011): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Grundband, 20. Auflage, Heidelberg

LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN (2016): Schutz und Entwicklung aquatischer Schilfröhrichte – Ein Leitfaden für die Praxis [online], verfügbar unter:

https://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/wafis/fliess/schilfleitfaden.pdf, [07.09.2016]

LANDKREIS LANDSHUT (2016): Der Landkreis Landshut, Landkreis-Portrait [online], verfügbar unter: http://www.landkreis-landshut.de/Landkreis-Einrichtungen /DerLandkreisLandshut/Geographie,Einwohner,Bevoelkerungsstand.aspx [01.09.2016]

MEVE, U. (2006): Wer braucht noch ein Herbarium – das Herbarium der Universität Bayreuth, in: Spektrum Universität Bayreuth 1, S. 39

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2016): Kulturlandschaft-Streuwiesen [online], verfügbar unter: https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/,Lru/3650826_3651464_2304248_2313233#Erhalt, [08.09.16]

MOOSBRUGGER V. / BRASSEUR G. / SCHALLER M. / STRIBRNY B. (Hrsg.) (2012): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland, Darmstadt

MUTHAMA MUASYA, A. / DAVID, A. / SIMPSON, G. / VERBOOM, A. / GOETGHEBEUR, P. / NACZI, R. F. C. / MARK, W: / SMETS, C. / SMETS E.(2009): Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data: current progress and future prospects., The Botanical Review, Volume 75, Issue 1, 2009, S. 2–21

REGIERUNG NIEDERBAYERN (2016): Schriftenreihe Naturschutz in Niederbayern, Heft 6, Fachtagung Naturschutz und Botanik in Niederbayern am 27. März 2009 [online], verfügbar unter: http://www.regierung.niederbayern.bayern.de/ aufgabenbereich-che/5u/naturschutz/veroeffentlichungen/index.php [23.08.2016]

SADAVA, D./ HILLIS, D. M./ HELLER, H. C./ BERENBAUM, M. R./ MARKL, J. (Hrsg.) (2011): Purves Biologie, 9. Auflage, Heidelberg

SCHEFFER/ SCHACHTSCHABEL/ BLUME, H. P./ BRÜMMER, G. W./ HORN, R. / KANDELER, E./ KÖGEL-KNABNER, I./ KRETZSCHMAR, R./ STAHR, K./ WILKE, S.-M.(2010): Lehrbuch der Bodenkunde, 16.Auflage, Heidelberg

SCHULZE, E.-D./ BECK, E./ MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (2002): Pflanzenökologie, Berlin

STADT LANDSHUT (2016): Einwohnerzahlen [online], verfügbar unter: http://www.landshut.de/portal/rathaus/referat1/hauptamt/presseoeffentlichkeitsarbeit/statistik/bevoelkerung-statistik.html [30.08.2016]

UMWELTBUNDESAMT (2016): Umweltbelastungen der Landwitschaft [online], verfügbar unter:

https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft [06.09.2016]

VEIT, M. DÖRKEN (2016): Cyperaceae – Ried-/Sauergräser (Cyperales), Universität Konstanz, FB Biologie, Verfügbar unter: https://cms.unikonstanz.de/fileadmin/biologie/agdoerken/pdf/Bestimmungs%C3%BCbungen/Cyperaceae.pdf, [29.08.2016]

ZERBE, S./ WIEGLEB, G. (Hrsg.) (2009): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa, Heidelberg

Verfasserin FRANZISKA HALBINGER
Edlmannsberg
84095 Furth
franziska.halbinger@gmx.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Niederbayern

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Halbinger Franziska

Artikel/Article: Verbreitungsanalyse von Sauergräsern im Raum Landshut anhand von Herbarbelegen. Bachelorarbeit, eingereicht am 19.09.2016 Technische Universität München 19-42