

Untersuchung der Wirkung des Klimawandels
auf biotische Systeme in Bayern
mittels Flechtenkartierung

Kongress „Klimaforschung Bayern“

Prof. Dr. rer. nat. Ute Windisch

Warum werden Flechten verwendet?

➤ Biologie:

Das fein ausbalancierte Stoffwechselgeschehen zwischen den Partnern der Flechtensymbiose ist störungsanfällig gegenüber Umweltveränderungen.

Warum werden Flechten verwendet?

Mycobionten:

zu 98 % Schlauchpilze (Ascomyceten)

zu 2 % Basidiomyceten und Deuteromyceten

Photobionten:

zu 85 % Grünalgen (*Trebouxia*, *Coccomyxa*,
Myrmecia, *Trentepohlia*)

zu 15 % Cyanobakterien (*Nostoc* und weitere)

Warum werden Flechten verwendet?

- **Biologie:**

Das fein ausbalancierte Stoffwechselgeschehen zwischen den Partnern der Flechtensymbiose ist störungsanfällig gegenüber Umweltveränderungen.
- **Wirkungsermittlung:**

Flechten als lebende Organismen geben Aufschluss über die Wirkungen von Umweltzuständen.
- **Wissenschaftliche Grundlage:**

Die Ökologie der Flechten ist weitgehend bekannt (Zeigerwerte, Immissionsmonitoring).
- **Umsetzbarkeit:**

Es liegen kompatible, landesweite Daten von 1996 vor. Die Untersuchungen sind vergleichsweise preisgünstig.

Projekt

- Titel:
Untersuchung der Wirkung des Klimawandels auf
biotische Systeme in Bayern mittels Flechtenkartierung

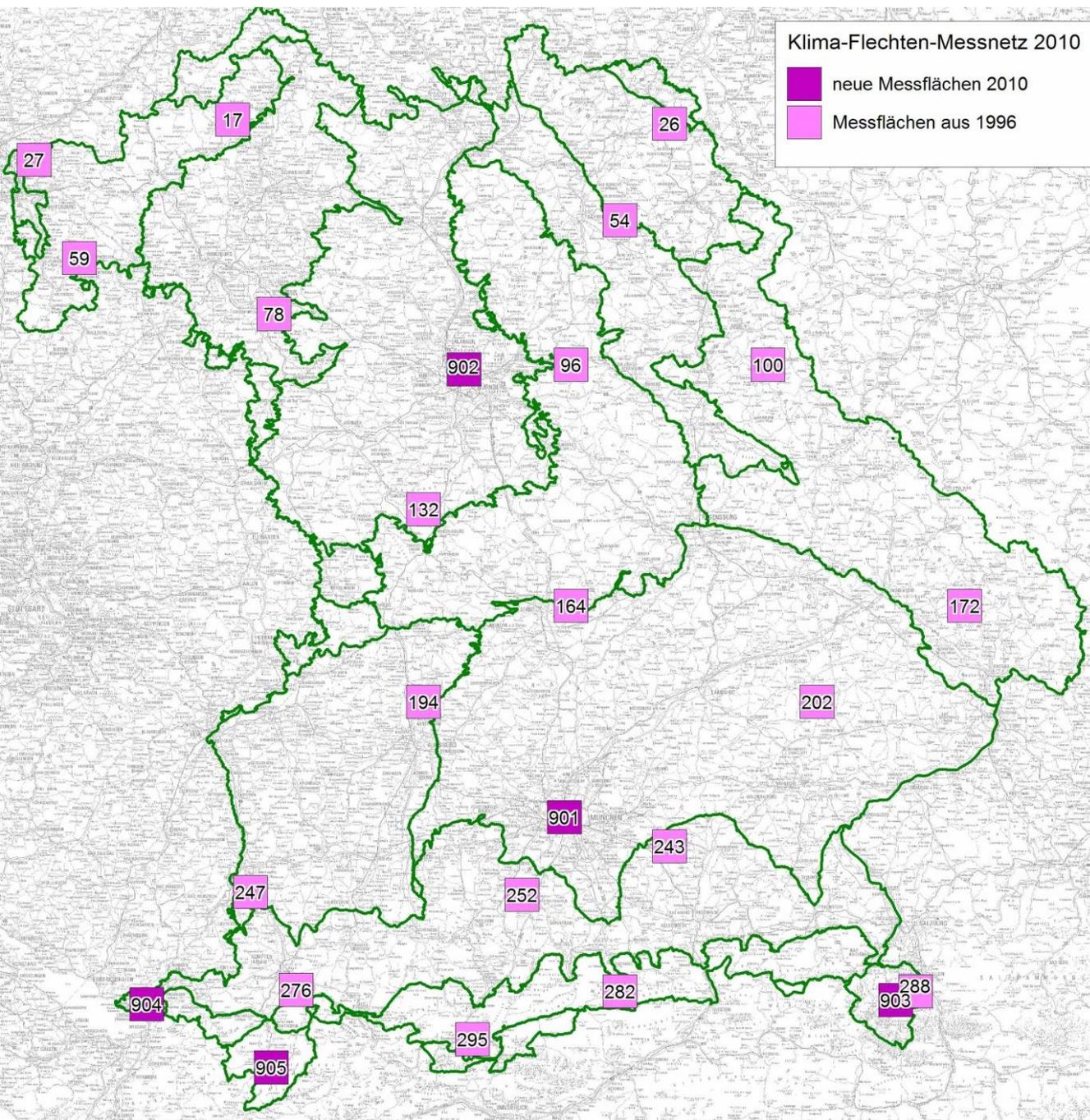
- Kooperationspartner:
Landesamt für Umweltschutz Bayern
Fraxinus GbR, Büro für Bioindikation

- Ziel:
Entwicklung eines Biomonitoringkonzeptes mit Fokus auf den
Wirkungen des Klimawandels. Dabei sollten Flechten als
erprobte, sensitive Indikatoren bezüglich Veränderungen
in der Atmosphäre verwendet werden.

Methode

➤ Messnetz:

Aufbau eines Messnetzes unter Orientierung an DWD-Stationen, dadurch Vergleich mit Klimadaten möglich.



Klima-Flechten-Messnetz Bayern

25 Messflächen

Meereshöhe von

107 m ü. NN

(Kahl a. Main, Nr. 27)

bis 1.832 m ü. NN

(Wendelstein, Nr. 282)

Nr.	Name	Nr. DWD-Station	Höhe in m ü. NN
17	Bad Kissingen	2597	282
26	Selb/Oberfranken-Lauterbach	4548	609
27	Kahl am Main	2480	107
54	Fichtelberg/Oberfr.-Hüttstadl	1357	657
59	Röllbach	3319	239
78	Gollhofen	5149	308
96	Pommelsbrunn-Mittelburg	3975	522
100	Oberviechtach	3739	596
132	Weißenburg	5440	422
164	Kösching	2700	417
172	Saldenburg-Entschenreuth	4354	456
194	Augsburg	232	416
202	Falkenberg, Kr. Rottal-Inn	1332	472
243	Ebersberg-Halbing	1103	592
247	Memmingen	3244	615
252	Attenkam	217	672
276	Oy-Mittelberg-Petersthal	3857	872
282	Wendelstein	5467	1832
288	Berchtesgaden/Obersalzberg	110	950
295	Mittenwald-Buckelwiesen	3307	981
901	München-Stadt	3379	515
902	Nürnberg	3668	314
903	Schönau am Königssee	361	616
904	Sigmarszell-Zeisertsweiler	4704	507
905	Oberstdorf	3730	806

Methode

- Messnetz:
Aufbau eines Messnetzes unter Orientierung an DWD-Stationen, dadurch Vergleich mit Klimadaten möglich.
- Kartierung:
Erfasst wird das Vorkommen aller Flechtenarten an ausgewählten Bäumen und Mauern (2011: 344 Arten).
Dabei werden u. a. erprobte Methoden des Flechtenmonitorings von Immissionswirkungen verwendet und modifiziert.

Methode



„standardisierter Baum“ nach VDI-Richtlinie 3957 Blatt 13



Betonmauer



Kalksteinmauer



Sandsteinmauer

Methode

- **Messnetz:**

Aufbau eines Messnetzes unter Orientierung an DWD-Stationen, dadurch Vergleich mit Klimadaten möglich.
- **Kartierung:**

Erfasst wird das Vorkommen aller Flechtenarten an ausgewählten Bäumen und Mauern (354 Taxa).
Dabei werden u. a. erprobte Methoden des Flechtenmonitorings von Immissionswirkungen verwendet und modifiziert.
- **Auswertung:**

Das derzeitige Vorkommen von „Klimawandelzeigern“ wird dargestellt (abhängig von Temperatur, Luftfeuchte).
Ein Vergleich mit DWD-Daten (1996-2010) wird vorgenommen.

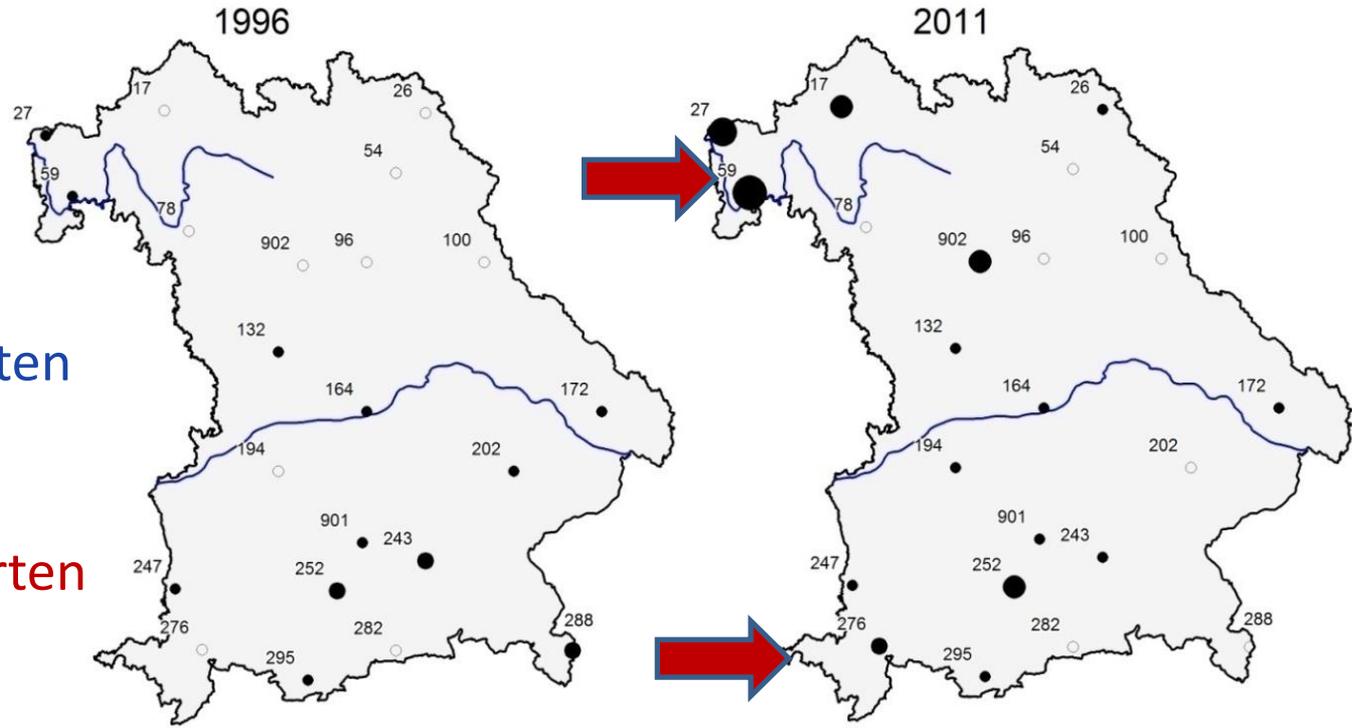
(Nachweis der Wirkungen von Immissionen)

Ergebnisse

- Zeitliche Entwicklung der Flechten an standardisierten Bäumen:
 - 1996: landesweit vier „Wärmezeiger“
 - 2011: sechs weitere Arten sind neu hinzugekommen
 - Trend: Ausbreitung atlantischer und wärmeliebender Arten

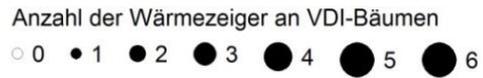
Ergebnisse

Entwicklung in einem Zeitraum von 15 Jahren



1996:
4 Wärmezeigerarten

2011:
10 Wärmezeigerarten



Artenzahl der Wärmezeiger an standardisierten Trägerbäumen

Ergebnisse



„Klimawandelzeiger“

Afrikanische Schüsselflechte
Hypotrachyna afrorevoluta,
 landesweit auf 11 Bäumen kartiert,
 z. B. Spessart, Westallgäu
 Foto: Kirschbaum



Flavoparmelia soledians
 landesweit auf 5 Bäumen kartiert,
 nur im Nordwesten Bayerns
 Foto: Cezanne/Eichler

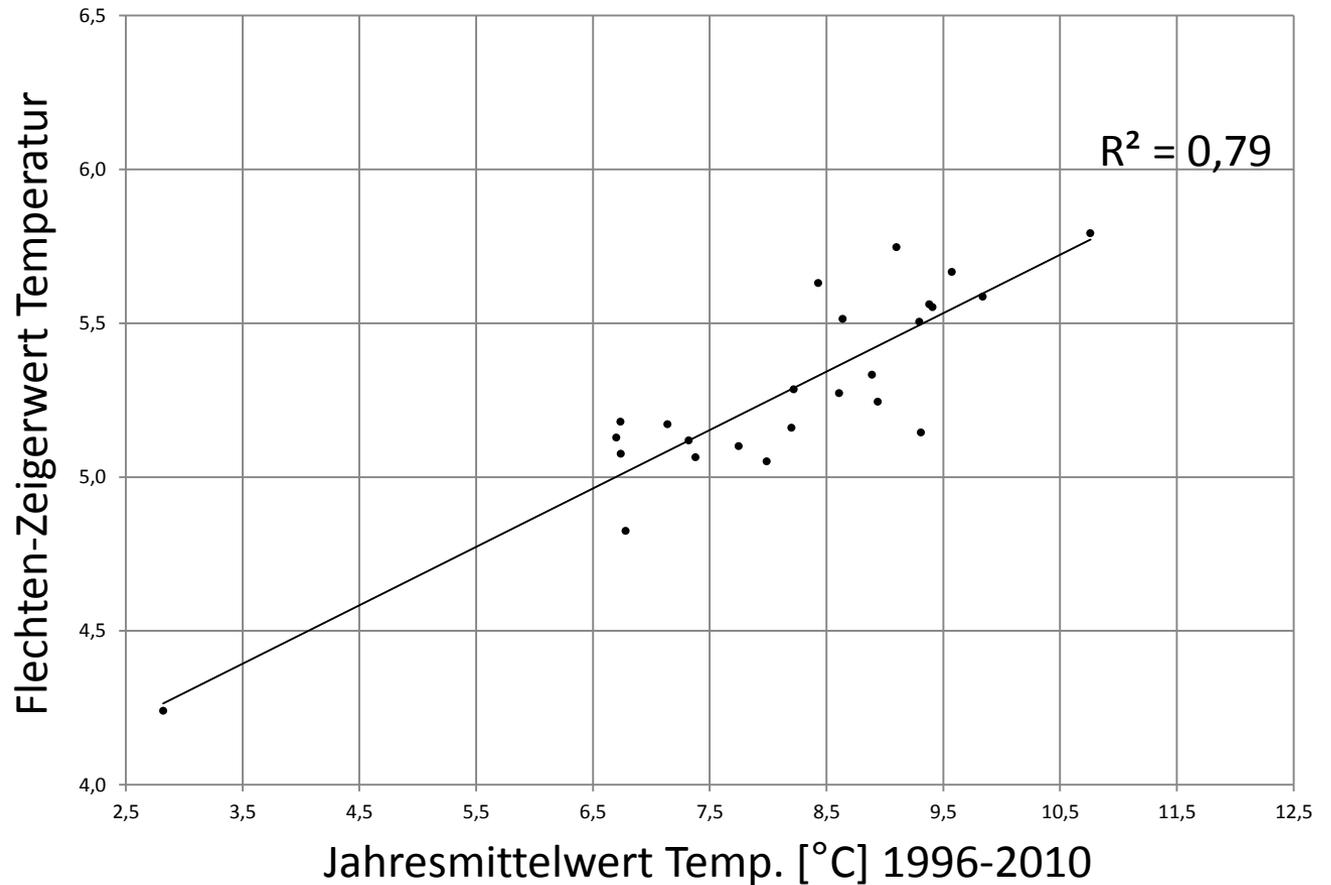
Ergebnisse

- Zeitliche Entwicklung der Flechten an standardisierten Bäumen:
 - 1996: landesweit vier „Wärmezeiger“
 - 2011: sechs weitere Arten sind neu hinzugekommen
 - Trend: Ausbreitung atlantischer und wärmeliebender Arten

- Korrelationsberechnungen (Beispiel):
 - Korrelationen von Flechten-Zeigerwerten mit Mitteltemperaturen der Jahre 1996 - 2010
 - Temperaturen sind deutlich:
 - Korrelationskoeffizienten (r^2) bei „Klimabäumen“ 0,79 bis 0,89

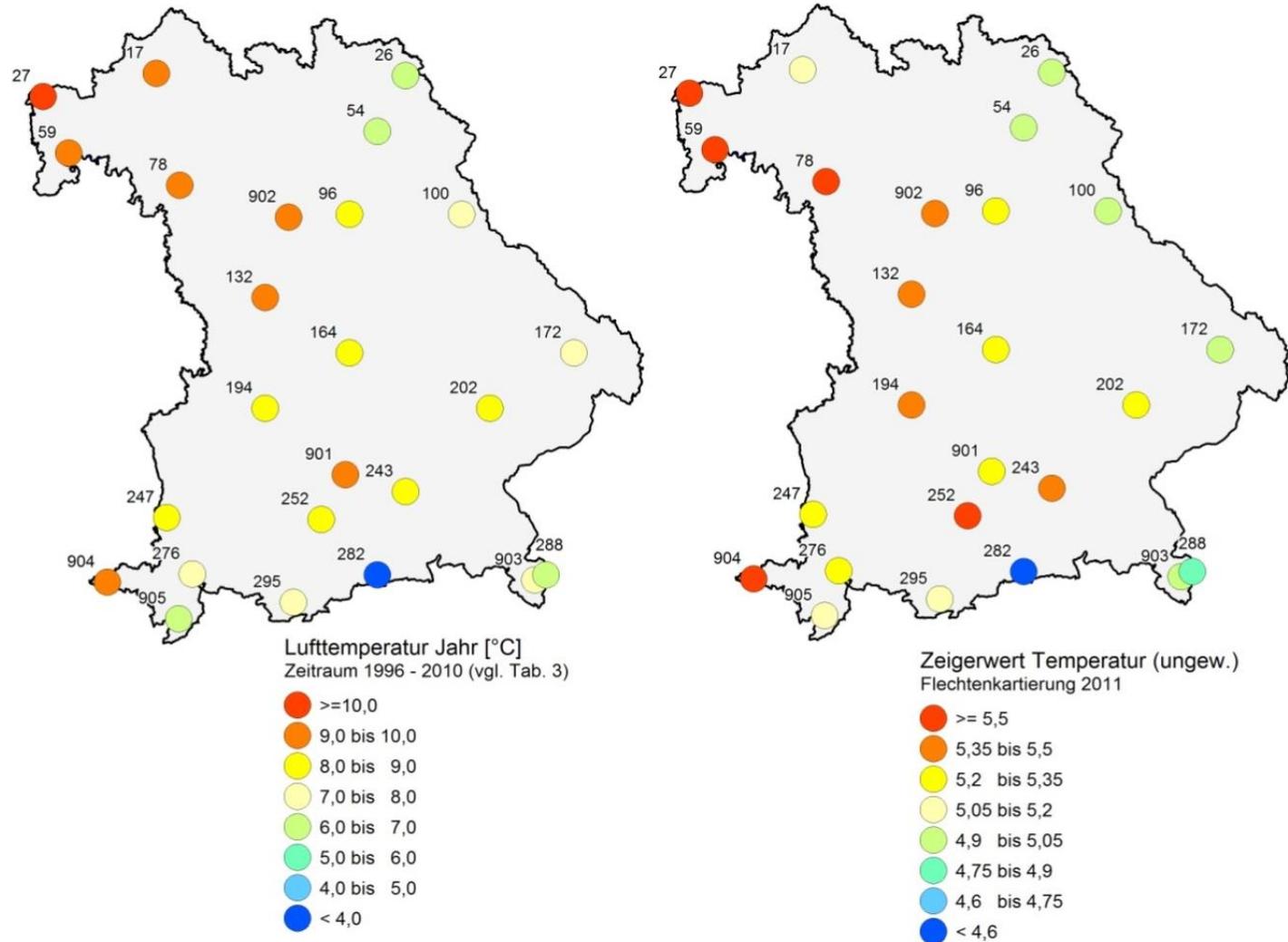
Ergebnisse

Korrelation der Jahresmitteltemperatur mit dem gewichteten Flechten-Zeigerwert Temperatur; Variante „Klimabäume“



Ergebnisse

Räumliche Darstellung der Lufttemperatur (links) und der Flechten-Temperatur-Zeigerwerte (rechts); Variante „Klimabäume“



Ausblick

- Konzept für ein Klimabiomonitoring mit Flechten für Bayern fertiggestellt:
Es wird erwartet, dass künftig unter Wiederholung der Untersuchung im 5-jährigen Turnus die Auswirkungen von Temperatur- und Niederschlagsänderungen auf biotische Systeme durch Flechten nachgewiesen werden können.

- Standardisiertes Verfahren:
Auf Grundlage dieser Arbeit entwickelt der Verein Deutscher Ingenieure derzeit eine Richtlinie (VDI 3957 Blatt 20, Kartierung von Flechten zur Ermittlung der Wirkung von lokalen Klimaveränderungen).

- Erforschung neuer Verfahren: DNA-Analyse von Flechten-Photobionten

Publikationen zur Arbeit

- Windisch, U., Vorbeck, A., Eichler, M., Cezanne, R. 2011: Untersuchung der Wirkung des Klimawandels auf biotische Systeme in Bayern mittels Flechtenkartierung. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.). Publikationen zum Thema Luftreinhaltung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit. 92 Seiten.
- Cezanne, R., Eichler, M., Windisch, U. 2012: Flechten und lichenicole Pilze von 25 Untersuchungsstationen in Bayern. Hoppea - Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 73: 153-190.